



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES
CUAUTITLAN



EFFECTO DE LA FERTILIZACION SOBRE EL
RENDIMIENTO Y CALIDAD BROMATOLOGICA DEL
GARBANZO (Cicer arietinum L.) EN EL EJIDO DE
MANUEL VILLALONGIN, MICH

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:
INGENIERO AGRICOLA
P R E S E N T A M:
MARTIN PEREZ CASTILLO
MIGUEL ANGEL BORREGO ORTIZ

ASESOR: M.C. LUIS RICARDO CAZAREZ GARCIA
CO-ASESOR: MVZ. JORGE LUIS RICO PEREZ



Universidad Nacional
Autónoma de México



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.

INDICE

Página

INDICE DE FIGURAS.

INDICE DE CUADROS.

INDICE DE CUADROS DEL APENDICE

RESUMEN

I.	INTRODUCCION	1
II.	OBJETIVOS	3
III.	REVISION BIBLIOGRAFICA	4
	3.1 Importancia del garbanzo	5
	3.2 Descripción botánica	8
	3.3 Condiciones ecológicas	12
	3.4 Fertilización	21
	3.4.1 Nitrógeno	22
	3.4.2 Fijación de nitrógeno	25
	3.4.3 Fósforo	29
	3.4.4 Potasio	32
	3.5 Antecedentes sobre la respuesta del garbanzo a la fertilización	34
	3.6 Proceso productivo	40
	3.7 Composición química	43
IV.	MATERIALES Y METODOS	46

V. RESULTADOS Y DISCUSION	54
5.1 Número de nódulos	54
5.2 Longitud de raíz	56
5.3 Número de vainas	59
5.4 Producción total de materia seca	61
5.5 Producción total de grano	63
5.6 Producción de paja	66
5.7 Composición bromatológica	68
5.7.1 Grano	68
5.7.2 Paja	70
VI. CONCLUSIONES	75
BIBLIOGRAFIA	77
APENDICE	87

INDICE DE FIGURAS

	Página
1.- Morfología de la planta de garbanzo (<u>Cicer arietinum</u> L.)	9
2.- Localización del sitio experimental	46-b
3.- Parcela experimental total	49

INDICE DE CUADROS

1.- Rendimiento del cultivo de garbanzo forrajero en la Región Bajío durante el período 1980-1985	4
2.- Producción de garbanzo forrajero en la Región Bajío durante el período 1980-1985	5
3.- Composición bromatológica del grano de garbanzo (<u>Cicer arietinum</u> L.) en base seca	45
4.- Composición bromatológica de la paja de garbanzo (<u>Cicer arietinum</u> L.) en base seca	45
5.- Resultados del Análisis de suelo	50
6.- Relación de tratamientos utilizados	51
7.- Análisis de varianza del número de nódulos por planta de garbanzo (<u>Cicer arietinum</u> L.) a los 45 días de emergencia	55
8.- Análisis de varianza de la longitud de la raíz de la planta de garbanzo (<u>Cicer arietinum</u> L.) a los 45 días de emergencia	57
9.- Análisis de varianza del número de vainas por planta de garbanzo (<u>Cicer arietinum</u> L.) a la madurez ..	59

- 10.- Análisis de varianza de la producción de materia seca del garbanzo (Cicer arietinum L.) a la madurez en kg/ha 62
- 11.- Análisis de varianza de la producción del grano de garbanzo (Cicer arietinum L.) a la madurez en kg/ha 64
- 12.- Análisis de varianza de la producción de paja del garbanzo (Cicer arietinum L.) a la madurez en kg/ha 66
- 13.- Análisis de varianza correspondiente a la proteína del grano de garbanzo (Cicer arietinum L.) a la madurez 68
- 14.- Análisis de varianza correspondiente a la grasa del grano de garbanzo (Cicer arietinum L.) a la madurez 69
- 15.- Análisis de varianza correspondiente a la ceniza del grano de garbanzo (Cicer arietinum L.) a la madurez 70
- 16.- Análisis de varianza correspondiente a la proteína de la paja de garbanzo (Cicer arietinum L.) a la madurez 71
- 17.- Análisis de varianza correspondiente a la grasa de la paja de garbanzo (Cicer arietinum L.) a la madurez 72

18.- Análisis de varianza correspondiente a la fibra de la paja de garbanzo (<u>Cicer arietinum</u> L.) a la madurez	73
19.- Análisis de varianza correspondiente a la ceniza de la paja de garbanzo (<u>Cicer arietinum</u> L.) a la madurez	74

INDICE DE CUADROS DEL APENDICE

1A- Número de nódulos en el cultivo de garbanzo (<u>Cicer arietinum</u> L.) a los 45 días posteriores a la emergencia	88
2A- Longitud de la raíz principal del cultivo de garbanzo (<u>Cicer arietinum</u> L.) a 45 de su emergencia ..	89
3A- Número de vainas por planta del cultivo de garbanzo (<u>Cicer arietinum</u> L.) a la madurez	90
4A- Producción de materia seca total por hectárea de garbanzo en kg a la madurez	91
5A- Producción de grano total por hectárea de garbanzo en kg a la madurez	92
6A- Peso de paja total por hectárea de garbanzo en kg a la madurez	93
7A- Resultados correspondientes al porcentaje de proteína contenida en el grano de garbanzo (<u>Cicer arietinum</u> L.) en base seca	94

8A- Resultados correspondientes al porcentaje de grasa contenida en el grano de garbanzo (<u>Cicer arietinum</u> L.) en base seca	95
9A- Resultados correspondientes al porcentaje de ceniza contenida en el grano de garbanzo (<u>Cicer arietinum</u> L.) en base seca	96
10A- Resultados correspondientes al porcentaje de proteína contenida en la paja de garbanzo (<u>Cicer arietinum</u> L.) en base seca	97
11A- Resultados correspondientes al porcentaje de grasa contenida en la paja de garbanzo (<u>Cicer arietinum</u> L.) en base seca	98
12A- Resultados correspondientes al porcentaje de fibra contenida en la paja de garbanzo (<u>Cicer arietinum</u> L.) en base seca	99
13A- Resultados correspondientes al porcentaje de ceniza contenida en la paja de garbanzo (<u>Cicer arietinum</u> L.) en base seca	100
14A- Comparación de medias correspondiente al contenido de proteína en el grano de garbanzo (<u>Cicer arietinum</u> L.) a la madurez (Tukey 5%)	101
15A- Comparación de medias correspondiente al contenido de ceniza en el grano de garbanzo (<u>Cicer arietinum</u> L.) a la madurez (Tukey 5%)	102

16A-	Comparación de medias correspondiente al contenido de ceniza en el grano de garbanzo (<u>Cicer arietinum</u> L.) a la madurez (Tukey 5%)	103
17A-	Comparación de medias correspondiente al contenido de proteína en la paja de garbanzo (<u>Cicer arietinum</u> L.) a la madurez (Tukey 5%)	104
18A-	Comparación de medias correspondiente al contenido de grasa en la paja de garbanzo (<u>Cicer arietinum</u> L.) a la madurez (Tukey 5%)	105
19A-	Comparación de medias correspondiente al contenido de fibra en la paja de garbanzo (<u>Cicer arietinum</u> L.) a la madurez (Tukey 5%)	106
20A-	Comparación de medias correspondiente al contenido de ceniza en la paja de garbanzo (<u>Cicer arietinum</u> L.) a la madurez (Tukey 5%)	107

RESUMEN

El garbanzo, Cicer arietinum L. es un cultivo de invierno de importancia para el productor del ejido de Manuel Villa longín, Mich. en el ciclo otoño-invierno por la tolerancia que presenta a las bajas temperaturas, bajo requerimiento hídrico, la rusticidad en su proceso productivo, además de constituir una alternativa en la rotación de cultivos con las gramíneas.

El presente trabajo tuvo como objetivos evaluar la respuesta de este cultivo a la adición de fertilizantes a base de N, P, y K, así como a la inoculación, en el rendimiento y calidad bromatológica del grano y la paja. Para lograr tal propósito se realizaron 17 tratamientos con las combinaciones de dichos nutrientes, con las siguientes dosis 0 y 20 kg/ha. de N, 0, 10 y 20 kg/ha de P y 0, 40 y 60 kg/ha de K; un tratamiento inoculado con un producto comercial y un testigo, utilizándose un diseño experimental en bloques al azar con tres repeticiones bajo condiciones de humedad residual.

Se evaluaron 10 plantas al azar por tratamiento con respecto a los siguientes parámetros: número de nódulos por planta, longitud de raíz y número de vainas por planta. Asimismo se determinó el rendimiento de materia seca, peso de grano y peso de paja correspondiente a la parcela útil por tratamiento.

En el aspecto bromatológico se determinó el porcentaje de proteína, grasa y ceniza en grano y en paja el porcentaje de proteína, grasa, fibra y cenizas.

Los resultados de rendimiento obtenidos no presentan diferencias estadísticamente significativas entre tratamientos, sin embargo la adición de nitrógeno mostró resultados negativos; al aplicar fósforo en dosis bajas el garbanzo respondió positivamente, lo que concuerda con el nivel de dicho nutriente en el suelo al inicio del experimento. En cambio el potasio con algunas combinaciones mostró mejores resultados debido probablemente a los altos niveles de Calcio y Magnesio en dicho suelo.

Con el análisis bromatológico se encontró que existe diferencia en la calidad de los productos del garbanzo como forraje debido a la fertilización, aunque estos resultados coinciden con los reportados por otros autores.

Se probó además que las bacterias nativas del suelo cumplen con su función en la fijación de nitrógeno, sin necesidad de una inoculación artificial debido posiblemente a que dicha especie ya se ha cultivado anteriormente en estos suelos.

1. INTRODUCCION

Una de las necesidades fundamentales del hombre a través de su desarrollo evolutivo e histórico ha sido el alimento. - Tan es así que aún en nuestros días el tema sigue siendo motivo de satisfacción y angustia para pueblos y gobiernos de las naciones tanto pobres como ricas. El incremento constante de la población, que se espera sea de 6,000 millones de personas para el año 2000 ejercerá una enorme presión sobre la producción agropecuaria la que tendrá que aumentar tanto en área como en eficiencia (Shimada, 1987).

Si se toma en cuenta el actual índice de crecimiento demográfico de México y el mejoramiento actual de su población es lógico pensar que próximamente habrá una demanda mucho mayor que la actual por alimentos proteínicos.

Para satisfacer estas necesidades la mejora en eficiencia tendrá que lograrse sobre todo en los países en desarrollo, ya que al contar con la mayoría de la superficie cultivable, a pesar de esto producen menos de la mitad de los satisfactores agropecuarios del mundo.

Por tales motivos hay que hacer hincapié en la investigación agrícola, cuyo primordial objetivo ha sido y debe ser el de atender los problemas de orden tecnológico que intervienen en la producción agrícola, mediante el desarrollo de sistemas eficientes, adaptadas a las condiciones ecológicas de cada re

gión y a las condiciones socioculturales de los productores.

De igual manera, es importante realizar investigaciones especialmente relacionadas con la finalidad de determinar aspectos relativos al conocimiento de la profundidad, textura, estructura y nivel de fertilidad del suelo, así como su relación con factores tales como planta, clima, agua y manejo de los cultivos (Monjaras y Sánchez, 1988).

En este aspecto cabe aclarar que la determinación del tratamiento de fertilización óptima para los cultivos es un aspecto importante sin lugar a dudas, ya que su relevancia en la producción se halla ampliamente reconocida, lo que permite optimizar la productividad del cultivo, tanto en insumos como de la planta misma, redundando en mejores rendimientos, por lo que el presente trabajo pretende contribuir en este ámbito; enfocándose en un cultivo poco estudiado en lo relativo a fertilización, como lo es el cultivo del garbanzo (Cicer arietinum L.).

II. OBJETIVOS

Evaluar diversos componentes del rendimiento del garbanzo (Cicer arietinum L.) ante la aplicación de diferentes dosis de fertilización (N, P, K).

Determinar la influencia de la fertilización (N, P, K) - sobre la calidad bromatológica del garbanzo (Cicer arietinum L.).

III. REVISION BIBLIOGRAFICA

En México se siembran entre 100,000 y 250,000 hectáreas de garbanzo, de las cuales el 85% corresponden al tipo forrajero cuyo rendimiento medio es de 800 a 1,000 kg/ha. (Cuadro 1)

CUADRO 1

RENDIMIENTO DEL CULTIVO DE GARBANZO FORRAJERO EN
LA REGION BAJIO DURANTE EL PERIODO 1980-1985

Estado \ Año	Ton/ha.					
	1980	1981	1982	1983	1984	1985
Guanajuato	0.957	0.904	0.761	0.830	1.707	--
Jalisco	1.271	1.070	1.454	2.526	5.784	2.769
Michoacán	0.750	0.802	1.076	0.170	7.649	3.341

Fuente: Dr. Gral. Econ. Agr. S.A.R.H. (1985)

El garbanzo de uso forrajero (garbanzo porquero) se cultiva principalmente en la zona del Bajío, que comprende los estados de Jalisco, Guanajuato y Michoacán (Cuadro 2). La producción se destina básicamente para la industria porcícola, ya que a través de mezclas con sorgo (*Sorghum bicolor* L.), y maíz (*Zea mays* L.) se elaboran concentrados que alimentan a más de 100,000 cerdos, cuya carne además de cubrir las demandas de los estados antes señalados, abastecen el 20% del consumo de la ciudad de México (García del Real y Castro, 1989).

CUADRO 2
PRODUCCION DE GARBANZO FORRAJERO EN LA REGION
BAJIO DURANTE EL PERIODO 1980-1985

Estado \ Año	Toneladas					
	1980	1981	1982	1983	1984	1985
Guanajuato	13,604	36,184	26,054	6,218	99	-
Jalisco	28,956	57,728	9,952	1,295	19,614	16,016
Michoacán	13,391	29,219	29,324	9,416	12,802	5,025
Regional	55,951	123,131	65,330	18,829	32,515	21,641
Nacional	58,715	129,022	67,598	23,864	34,600	22,691
% Regional	95	95	96	78	94	95

Fuente: D.G.E.A. S.A.R.H. (1985)

3.1 IMPORTANCIA DEL GARBANZO.

La semilla del garbanzo puede consumirse en estado fresco, pues son utilizadas y consumidas en forma de bocadillo en los diferentes países donde se le cultiva. Debido a su gran consumo como verdura, después del periodo de floración, este cultivo alcanza altos precios por unidad de área.

Las semillas tostadas pueden ser usadas como sustituto del café, sin embargo, no logran alcanzar el sabor característico del mismo (Van der Maesen, 1972).

El garbanzo tiene características favorables para la ola

boración de dietas infantiles, ya que mostró buenas características respecto a algunas fórmulas comerciales, por lo que podrá ser utilizado como sustituto lácteo con niños que presenten desnutrición proteínico-calórica y además tengan intolerancia a la leche (Sotelo et al, 1987).

En la alimentación de cerdos el garbanzo puede sustituir el uso de la soya en las mezclas con sorgo, ya que no se encontraron diferencias en ganancia de peso ni en conversión alimenticia entre ambas leguminosas, por lo que representa una ventaja definitiva para la alimentación de cerdos en la zona central del país, puesto que la soya es limitada en esta región (Casarín et al, 1976).

Las plantas jóvenes de garbanzo son apropiadas para su consumo aunque su sabor ácido impida un uso mayor. En general, este cultivo es poco interesante como forraje porque se han desarrollado otras plantas más productivas.

El heno de la planta de garbanzo es muy apreciado para la alimentación del ganado, por lo que la rápida oxidación y la concentración de ácido no pueden tomarse como pretexto para negar su valor (Van der Maesen, 1972).

Asimismo, el esquileo o paja de garbanzo es utilizado como alimento complementario del ganado bovino, caballar, mular y ovino. Para los terneros, vacas lecheras y ganado de tiro se puede mezclar el garbanzo con residuos de trigo y cebada, como correctivo de una alimentación pobre (paja, granzas, heno

mediocre); en cuanto a su utilización por vacas en gestación, algunos autores no recomiendan su empleo debido a una eventual influencia nociva sobre la calidad de la leche. Debido a la acción estimulante de las funciones sexuales no se recomienda su uso en caballos sementales. En cuanto a los potros la administración de 500 a 700 gramos de garbanzo pueden sustituir parcialmente a la avena (Piccioni, 1970).

Los garbanzos están ampliamente recomendados para los lechones y cerdos de engorda, en una proporción del 15 al 20% en las mezclas a base de cereales y residuos de trigo. Para esto, las semillas no deben de experimentar tratamientos previos para mejorar la eficiencia nutritiva. El empleo de los garbanzos ha dado resultado en las formulaciones comerciales, usando para mayor ventaja económica la proporción del 15 al 30%, ya que mejoran el contenido de lisina en la dieta (Piccioni, 1970).

La sustitución del 20% del maíz por garbanzo en la elaboración de tortillas es un procedimiento simple para mejorar el valor nutricional de este alimento, sin alterar el sabor, aspecto y características de la tradicional tortilla (Hernández y Sotelo, 1987).

El garbanzo puede ser utilizado como suplementación de harina de trigo para la elaboración de galletas mejorando la calidad proteica del producto, ya que considerando su bajo costo y alto valor nutritivo, resulta benéfico, especialmente

en los países con una alta producción de esta leguminosa y bajo consumo de proteína de origen animal (Hernández y Sotelo, 1984).

3.2 DESCRIPCION BOTANICA.

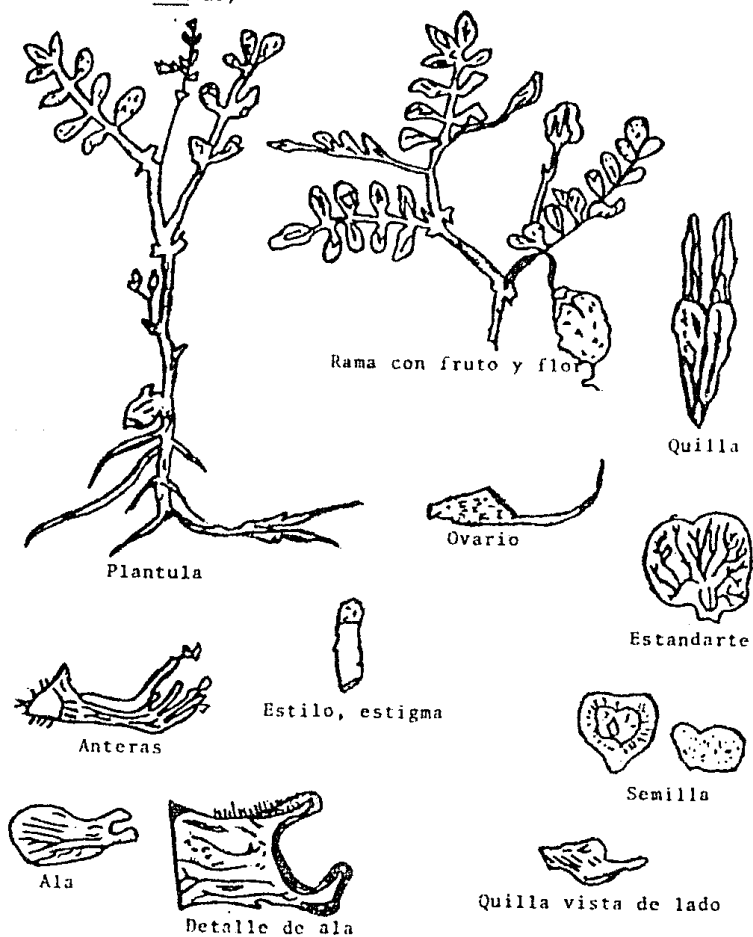
El garbanzo pertenece al reino vegetal, división traqueofita, clase angiospermae, subclase dicotiledonae, familia leguminosae, subfamilia papilionaceae, tribu viciae, género *Cicer*, especie *arietinum*, nombre común garbanzo, nombre científico: *Cicer arietinum* L.

La Figura 1 muestra algunas particularidades de la morfología de la planta. Sus principales características botánicas son: es una planta anual que alcanza de 30 a 70 cm de altura, su hábito de crecimiento varía de erecto a rastrero, con tallos de 1 a 3 cm de diámetro, cilíndrico, con 3 a 10 ramas - principalmente (Hernández, 1986).

La raíz es típica, pivotante y bien ramificada que penetra en el suelo de 1 a 2 metros de profundidad; en sus raíces se forman nódulos en los cuales las bacterias del género *Rhizobium* fijan nitrógeno atmosférico; la mayoría de los nódulos se concentran en la raíz principal cerca del cuello de la planta.

Las hojas del garbanzo son compuestas, imparipinadas de 11 a 14 folíolos aserrados en el margen, con abundante pubescencia de forma oblonga-ovaladas o elípticas con presencia de

FIGURA 1. MORFOLOGIA DE LA PLANTA DE GARBANZO (*Cicer arietinum* L.)



estípulas lanceoladas y dentadas.

Las flores son solitarias y axilares, aunque López y Andrade (1973) señalen que en las líneas de tipo porquero existen plantas con racimos axilares de dos flores. Esto también es descrito por Pathaky y Jainmangal (1964) en dos mutantes - que les llaman flores dobles, los cuales tienen pedúnculos más cortos que las hojas, estas flores son pequeñas de color rosa do o violáceo según la variedad, normalmente fértiles y autofecundables, aunque se considera que un 1.58% de cruzamiento es entomológico; el cáliz tiene 5 dientes largos; la corola - está compuesta por un estandarte redondo, las alas y la quilla que es breve. Tiene 9 estambres fusionados y 1 libre, con filamentos dilatados, anteras elípticas uniformes y ovarios - sésiles con dos o más semillas; el estilo es filiforme y glabro.

Su fruto es una vaina oval, inflada, bivaiva y velluda con 1 ó 2 semillas. Las semillas son globosas y ligeramente aplastadas y lobuladas por un lado, con su hilio en el ápice puntiagudo con la calaza en medio; el otro extremo de la semilla es redondeado, la superficie del tegumento es ligeramente rugosa. Las semillas van de grandes a pequeñas dependiendo de la variedad, las pequeñas pesan desde los 0.15 gramos hasta - 0.5 las más grandes, el color de las semillas depende de la variedad existiendo una notable correlación entre el color de la flor y el de la semilla, por ejemplo, los garbanzos de co-

lor obscuro provienen de flores más oscuras (Mateo, 1961) flores violáceas rosas producen semillas de color negro y pertenecen a éstas las variedades vulgare Jaub, semillas castaño-rojizas a la variedad fuscum a Alef, semillas rojo-sangre a la variedad ruthidosperm Jaub, asimismo las flores blancas producen semillas castaño-claro de la variedad macrocarpum red y semillas amarillo naranja de la variedad globasum Alef.

Tomando en cuenta las características botánicas antes mencionadas, los garbanzos porqueros que se siembran en México, podrían clasificarse como Cicer arietinum variedad fuscum o variedad vulgare (Crispín y López, 1976).

Vavilov (1951) cita que los centros de origen del garbanzo son el noroeste de la India y Afganistan para algunas variedades y otras el Asia Menor. Las variedades de semilla blanca y grande parecen originarse en la región Mediterránea así como en Abisinia. Sin embargo, Reo et al (1959); consideran que Cicer arietinum tuvo su origen en la región comprendida entre el Cáucaso y el Himalaya de donde se dispersó a Persia, India y sur de Europa y de ahí al Continente Americano.

Norris (1958) sin mencionar específicamente el Cicer arietinum discute el origen de las leguminosas, describiendo al género Cicer como de origen tropical que inició su evolución desde el cretasio superior (Crispín y López, 1976).

En relación a las características agronómicas del cultivo de garbanzo se cita que:

1.- El garbanzo es y puede ser usado como cultivo de invierno, pues no se daría fácilmente por las bajas temperaturas si éstas coinciden con la fase de floración o cuando los frutos están en estado inicial de maduración.

2.- Dicha leguminosa puede completar su ciclo en condiciones de baja humedad del suelo. Para producir cosecha puede bastar la humedad que conserva el suelo después de que ha pasado la época de lluvias y las que provienen de las precipitaciones invernales.

3.- El suelo puede recibir los beneficios generales de una leguminosa, en lugar de continuar con un desgastante monocultivo.

4.- El costo de producción del garbanzo es bajo comparado con otros cultivos.

5.- Puede proporcionar grano para consumo directo del hombre y de los animales y forraje verde para alimentación del ganado en época de escasez (Robles, 1979).

3.3 CONDICIONES ECOLOGICAS.

Los efectos de la temperatura sobre el crecimiento del garbanzo es conocido generalmente por medios empíricos, mediante la práctica de cultivo. Los datos sobre los límites de sobrevivencia y crecimiento han sido tomados de diferentes cultivos de garbanzo bajo diferentes condiciones y sitios de cul-

tivo; la temperatura mínima tolerada depende de la variedad - (Van der Maesen, 1972).

Con respecto a la temperatura, Papadakis citado por Van der Maesen (1972), clasifica al garbanzo como una leguminosa de invierno, que soporta un promedio de temperatura mínima en el mes más frío de -2.5 a -7°C .

Ensayos realizados para investigar el daño por imbibición en frío durante la germinación del garbanzo mostraron que con imbibición a 2°C con un rápido aprovechamiento de agua (semillas en agua) redujo la germinación en un 30%, comparando con el 95% de germinación cuando la temperatura fue de 20°C y con un lento aprovechamiento de agua (semillas en papel gasa húmedo) (Chen et al, 1984).

Las reglas internacionales sobre pruebas de semillas toman como constante temperatura de 20°C con una amplitud diaria de 20 a 30°C como óptimo para la germinación de Cicer - - arictinum.

En estado de plántula, el garbanzo puede soportar temperaturas de 6 a 8°C ; en este caso el follaje puede secarse totalmente pero puede volver a brotar de las yemas vegetativas que no han sido dañadas (Van der Maesen, 1972).

Los brotes pueden soportar temperaturas de corta duración de hasta -11°C ; la temperatura óptima para la formación de brotes es de 20 a 30°C , y la floración del garbanzo es intensa a temperaturas entre 10 y 23°C , (Ustimenko, 1982 citado por

Hernández, 1986).

Las altas temperaturas (30°C) principalmente al momento de la floración son muy perjudiciales al cultivo ya que producen además un estrangulamiento en el cuello de la planta causando anomalías en el crecimiento y en ocasiones la muerte (Jacob, 1973). Experimentos realizados por Banyog y Toomsan, (1981) comprueban lo anterior ya que ellos expusieron plantas con un 50% de floración a temperaturas de 35°C durante el día y 10°C durante la noche, condiciones que indujeron a plantas casi estériles y cuando la mayor proporción del período reproductivo ocurrió en días cálidos se obtuvo el menor rendimiento de semillas.

Las heladas al momento de la floración y desarrollo del grano pueden ocasionar gran daño y disminución del rendimiento, produciendo aborto de flores y vainas recién formadas o afectando gravemente la rugosidad y color del grano (Torrijos, 1987).

A pesar de que temperaturas en promedio mayores de 26°C inducen a un mayor desarrollo cuantitativo, el hábito de la planta y la floración se ven afectadas negativamente; en unos casos no se presenta la floración y en otros se producen gran cantidad de flores abortadas, de tal manera que un desarrollo rápido en temperaturas mayores es subóptimo y resultan plantas débiles (Van der Maesen, 1972).

El efecto de la temperatura en la etapa de fructificación

teria seca se vio incrementada. Sandhu y Hodgea (1971) encontraron una templada y máxima floración, elevado número de semillas por planta y un desarrollo vegetativo vigoroso con 16 horas luz por día a 22°C y altas intensidades de luz (Van der Maesen, 1972).

Eshel (1968) encontró en sus experimentos de campo con diferentes fechas de siembra, una alta respuesta al fotoperíodo. Un cultivo del Mediterráneo y otro de Bulgaria florecaron más pronto pero rindieron menos con incrementos en el fotoperíodo. En su opinión, la influencia de la duración del día fue más importante que la temperatura (Citado por Hernández, 1986).

Ustimenko (1982) menciona que la floración más temprana y mayor productividad se da cuando el día dura 16 horas y la temperatura es de 22°C; al reducir el día hasta 8 ó 10 horas se prolonga el período desde la aparición de los brotes hasta floración, aunque concluye que la reducción natural de la luminosidad no perjudica la floración, pues las hojas superiores del garbanzo dan poca sombra a las interiores, así como a las flores que tienen pedúnculos más largos.

Los requerimientos de humedad del garbanzo han sido estudiadas, mencionando que es un cultivo de bajo requerimiento de agua con un uso consuntivo de 40 cm. para su desarrollo (SARR, 1978), aunque una lluvia ligera puede ser favorable durante el desarrollo vegetativo dependiendo de las condiciones del suelo (Van der Maesen, 1972).

El efecto del estado de humedad del suelo, sobre el uso consuntivo y uso eficiente del agua fueron estudiados en algunos cultivos, en donde el uso eficiente del agua disminuyó con un incremento en el nivel inicial de la humedad en el suelo o con riego adicional en cultivos como cebada, Brasica jucea, Eureca sativa, esto excepto en garbanzo el cual aumentó el uso del agua al incrementar de 125 a 160 mm la humedad inicial del suelo y a bajos niveles de ésta, el uso eficiente de agua fue mayor para cebada seguido del garbanzo, mientras que a mayores niveles de humedad el garbanzo alcanzó el mayor uso eficiente del agua (Surrinder y Sharma, 1983).

Aunque tradicionalmente se ha explotado la capacidad de respuesta del garbanzo a la humedad residual del suelo, son indudables las ventajas que proporcionan la mayor humedad del suelo a través de riegos adicionales. Singh (1980) probó la respuesta del garbanzo a diferentes niveles de humedad en el perfil del suelo (125, 160 y 200 mm) con y sin 50 mm de riego adicional aplicados a 60 días después de la siembra, los niveles de humedad inicial más alta (160 y 200 mm) en el perfil del suelo y el riego adicional influyeron significativamente en el crecimiento, en los factores que contribuyen el rendimiento y en la absorción de nutrimentos.

Para el caso del bajo, en siembras de garbanzo porquero se menciona que en general, uno a dos riegos son suficientes, dependiendo de la humedad de las últimas lluvias del año. El

de presembrado debe de ser pesado y el segundo ligero y espaciado; el primero según las necesidades de la planta, pero generalmente 30 a 40 días (Andrade, 1981).

Saxena y Yadav (1975) resumieron los trabajos sobre las respuestas a la irrigación, sugiriendo una respuesta positiva al riego en áreas donde las lluvias de invierno son insignificantes.

Las leguminosas son muy susceptibles al déficit hídrico durante el período de floración según Salter (1975); esta susceptibilidad se debe a que las plantas dejan de producir raíces en esta etapa, pero adicionalmente se observa una reducción en la masa radical debido a la muerte de las raíces más viejas (Palacios y Martínez, 1978. Citado por Hernández, 1986).

Bathia et al (1982) evaluaron la respuesta del cultivo del garbanzo, sometido a diferentes márgenes de humedad del suelo. El rendimiento de materia seca de la planta fue mayor con el incremento en niveles de humedad del suelo de 7.5 a 25 cm.; el rendimiento de grano fue incrementado en 231 kg por hectárea cuando se aplicaron 5 cm. de agua adicionales durante la etapa de formación de vaina añadida al nivel inicial de humedad del suelo de 15 cm. La eficiencia más alta en el uso del agua se obtuvo en el nivel de humedad de 15 cm (Hernández 1986).

Moolani y Chandra (1970) mencionan que el garbanzo al igual que otros cultivos requiere de suelos específicos para

su óptimo desarrollo, sin embargo, el cultivo se adapta a diferentes condiciones de suelo, pero prospera mejor en migajones profundos y libres de sales solubles en exceso (citados por Saxena y Yadav 1975).

En el norte de la India, el cultivo del garbanzo se realiza generalmente en suelos aluviales moderadamente pesados en la cuenca alta del Ganges. En Maharashtra en la altiplanicie del Deccan, se utilizan suelos negros y también algunos rojos (vertisoles). En la parte oeste del Punjab, los suelos más ligeros de Haryana y Rajasthan, en su mayoría migajones arenosos también son usados exitosamente (Van Der Maesen, 1972).

Estudios realizados sobre las condiciones físicas del suelo y el desarrollo de las plantas demostraron altos rendimientos que se obtuvieron con suelos ligeros los cuales tienen una densidad de 1.26 a 1.30 g/cc., conductividad hidráulica de 0.34 a 0.40 cm/h. Los rendimientos más bajos estuvieron relacionados a las condiciones del suelo y consecuentemente a la aireación del suelo y no a la densidad del suelo o pH. (Agrawal, 1985).

Estudios realizados por Basahy y Amhmad (1983), determinaron que un suelo arenoso permite mejor desarrollo y crecimiento del garbanzo que el areno-arcilloso.

En Etiopía, el garbanzo crece perfectamente en suelos negros pesados, con una buena capacidad de retención de agua. En Turquía el garbanzo prospera en suelos vertisoles, ricos en -

calcio que se encuentran al pie de las colinas y son de buena aireación, estructura y drenaje (Van der Maen, 1972).

Ram et al., (1983) en un estudio sobre el efecto del pH y contenido de arcilla sobre nodulación, rendimiento y contenido de proteína de garbanzo encontraron que la nodulación aumentaba con el mayor contenido de arcilla; además, el contenido de proteína fue mayor con un 21 a 25% de arcilla y el rendimiento de grano con 16 a 20% de arcilla.

En suelos con pH altos o suelos salinos los daños se manifiestan por un amarillamiento severo y poca retención de flores y vainas, por lo que es recomendable no utilizar suelos con conductividad eléctrica superior a 4 mmhos/cm y con presencia de sodio (Jacob, 1973).

Además, estudios realizados en suelos con pH de 9.5 y con conductividad eléctrica de 2.5 mmhos/cm mostraron que las variedades tuvieron buena emergencia (mayor de 80%), desarrollo de plantas y sobrevivencia (Singh y Singh, 1985).

Por otra parte, semillas de tres variedades de garbanzo fueron puestas a germinar en una solución salina con CaCl_2 , MgSO_4 , en una relación de 1: 1:2 a una concentración de 0 a 100 meq/l. El porcentaje de germinación disminuyó con el incremento en la concentración de sales y mostró un decremento abrupto a 80 meq/l. La tolerancia a las sales se vio influenciada por las variedades (Siddiqui, 1985).

Davidova y Demina (1985), estudiaron las tolerancias del

garbanzo a la sal de variedades de diferentes regiones; encontraron que las variedades más resistentes se originaron en las repúblicas de Asia Central, por lo que se puede decir que esta tolerancia depende de las variedades.

3.4 FERTILIZACION.

El crecimiento de una planta implica la elaboración de la materia orgánica propia de la célula de la planta. Por tanto, el crecimiento de las plantas está condicionado al suministro de los elementos necesarios para la elaboración de esa materia orgánica; también depende de las condiciones del medio que permitan la asimilación de dichas sustancias nutritivas (Fuller, y Ritchie, 1984).

Passerini cita que aunque el garbanzo, es un cultivo poco exigente, es evidente que remueve nutrimentos del suelo, dependiendo de la producción que se obtenga. Una producción de 1000 kg de grano y 2000 kg de paja por hectárea, extrajo 52.8 kg de nitrógeno, 181.1 kg de P_2O_5 , 74.6 kg de K_2O , y 34.3 kg de calcio (Mateo, 1961).

Shina (1976) menciona que bajo condiciones favorables las leguminosas rinden menos que los cereales y bajo condiciones desfavorables rinden más. El garbanzo, requirió de 520 kg de nitrógeno por hectárea, en cambio, para producir esta misma cantidad de trigo fueron necesarios 150 kg por hectárea, deduciendo la importancia que tiene la fijación de nitrógeno en -

relación a los rendimientos (Herrera, 1981).

En Hidarabad, el RPIP (1969), encontró que la producción de 2300 kg de semilla de garbanzo y cerca de la misma cantidad de paja extrajeron 136 kg/ha de nitrógeno, 31 kg de P_2O_5 y 82 kg de K_2O (Van der Maesen, 1972).

3.4.1 Nitrógeno.

ca

El nitrógeno es un nutriente esencial para el desarrollo de las plantas y a la vida no sería concebible sin la existencia de este elemento ya que todo proceso vital está asociado a la existencia de un plasma fundamental que presenta al nitrógeno como constituyente característico. Además de ello, se le encuentra en un gran número de compuestos de importancia fisiológica dentro del metabolismo vegetal (Jacob y Vexkull, 1973).

Forma parte de la clorofila, aminoácidos, alcaloides y cuando menos algunas de las hormonas importantes en los vegetales (Weier, et al, 1980).

Tanto el hombre como los animales utilizan en su nutrición los productos nitrogenados, y cuando los restos animales y vegetales vuelven al suelo son objeto de numerosos procesos microbianos de fijación con lo cual se produce el enriquecimiento del suelo debido a que el contenido y las formas de nitrógeno en él mismo no presentan una naturaleza estática sino

más bien dinámica (Fassbender, 1975).

Dentro del suelo, los componentes nitrogenados se presentan en cantidades sumamente pequeñas. Por ejemplo el 75% de los suelos cultivados en México contienen en su capa arable entre 0.02 y 0.4% de nitrógeno total, difiriendo esta cantidad de acuerdo al tipo de suelo, pero es común el comprendido entre 0.2 y 0.7 para la denominada capa arable, aunque este porcentaje tiende a disminuir al aumentar la profundidad del perfil.

En las áreas con climas templados, el contenido de nitrógeno varía ampliamente entre un 0.02 a 0.4% en casos tan extremos como en los suelos desérticos y semidesérticos, aunque en casos extraordinarios donde el suelo es rico en materia orgánica pueden llegar hasta un 5% (Monjaras y Sánchez, 1988).

La fuente de nitrógeno principal en el gas inerte que constituye aproximadamente el 78% de la atmósfera terrestre. Sin embargo, en esta forma no es utilizable por todas las plantas superiores.

Dos de los caminos principales por los que el nitrógeno es convertido a formas utilizables son la fijación biológica, simbiótica y libre y la fijación amoniacal, nitroica o cianamida, por algunos de los procesos industriales para la fabricación de fertilizantes nitrogenados sintéticos (Tisdale y Nelson, 1970).

La mayoría de las plantas absorben el nitrógeno del sue-

lo en las formas de NH_4^+ y NO_3^- , sin embargo pueden tomar pequeñas cantidades de urea, aminoácidos solubles en agua y ácido nucleicos (Tisdale y Nelson, 1970).

En los tejidos jóvenes se encuentran porcentajes elevados de nitrógeno (3.4 - 6.5%) por lo que las necesidades son particularmente intensas en plantas jóvenes; a medida que aumenta la edad de la planta, se aumenta la proporción de celulosa, ocasionando que el porcentaje disminuya rápidamente dentro de la producción de materia seca. El contenido de nitrógeno en el suelo tiene relación directa con una buena cosecha. Por tal razón, la deficiencia de este elemento trae como demérito una baja en las cosechas y estas deficiencias se presentan principalmente en las plantas jóvenes, mostrando un crecimiento lento y hojas verde amarillentas (Demolon, 1975).

Las plantas deficientes en este nutriente presentan una clorosis que se inicia en las hojas viejas, dada la movilidad que tiene; mientras que la floración y fructificación es prematura y defectuosa (Tisdale y Nelson, 1988).

Sin embargo, no siempre se presentan problemas por la falta de este elemento en garbanzo y un exceso del mismo corresponde un desarrollo exuberante del aparato foliar, que presentan una coloración verde oscuro, causando una tendencia en el aumento del número y tamaño de las hojas, sin presentar por esta razón un aumento correlativo del poder asimilador por unidad de superficie (Morton y Watson, 1948 y Njoku, 1957, cita-

dos por Gutiérrez, 1986).

El exceso de nitrógeno prolonga el crecimiento vegetativo y retarda la madurez de los frutos y semillas. En algunos casos, producen tejidos esponjosos débiles y de un color oscuro, el sistema radical crece poco y es inefectivo. En otros casos el exceso de nitrógeno se asocia con plantas muy succulentas, por lo que las plantas son más susceptibles al ataque de insectos y enfermedades (Tisdale y Nelson, 1988).

3.4.2 Fijación de Nitrógeno.

Mientras que las gramíneas dependen totalmente del suelo en lo que concierne a su nutrición nitrogenada, las leguminosas disponen de una segunda fuente, constituido por el nitrógeno presente en la atmósfera. Las leguminosas son plantas especializadas, debido a su facultad para fijar nitrógeno atmosférico en compuestos que pueden ser utilizados en el metabolismo de la planta. Dicho fenómeno es tan importante que ya los romanos lo conocían pero su explicación científica es relativamente reciente (Demolon, 1975).

Dicha facultad es la denominada fijación simbiótica de nitrógeno, llevada a cabo por diversas bacterias, las cuales son importantes en la transformación de nitrógeno que se efectúa en los nódulos que se forman en las raíces en simbiosis con bacterias del género *Rhizobium* (Holland, et al., 1969).

En la asociación simbiótica entre especies de legumino-

sas y miembros del género *Rhizobium*, existe un marcado grado de especificidad entre la planta y la especie bacteriana. No todas las bacterias fijadoras de nitrógeno realizan simbiosis (Weier et al., 1980).

El requisito primordial para una adecuada fijación de nitrógeno, además de la presencia de adecuadas cepas bacterianas en el suelo o en las semillas, son las condiciones favorables de crecimiento que permitan el acople favorable de estas bacterias al ritmo de las plantas hospederas. Además, una serie de factores que influyen en la fijación de nitrógeno, entre los que destacan el pH, los nutrimentos, la temperatura, el régimen hídrico y la aireación (Jacob, 1975 ; Weier et al., 1980).

El *Rhizobium* se multiplica con más éxito, cuando el pH varía de 6.4 a 7.2. Los suelos ácidos son desfavorables para su sobrevivencia y valores tan bajos como 4.8 limitan su multiplicación.

Los fertilizantes con residuos ácidos in habilitan al *Rhizobium*, ya sea que se mezclen con semilla inoculada o entren en contacto con ellas después de la siembra. Los fertilizantes con elementos menores, particularmente cobre o zinc, comúnmente eliminan las bacterias (Vincent y Walters, 1954, citados por Holland et al., 1969).

En investigaciones realizadas, tomando en cuenta la temperatura en la raíz del garbanzo y su efecto sobre la nodulación

se encontró que varias capas fueron afectadas con la variación de ésta; así, para 29°C, la nodulación se vio restringida y ninguno de los genotipos utilizados (PM665, PM679 y P502) formó nódulos alrededor de los 34°C (Banyong, 1981).

Las condiciones extremas de la humedad, como lo son el anegamiento o el secado del suelo cercano al punto de marchitez permanente causan una disminución en la cantidad de nitrógeno fijada aun cuando rhizobium esté en simbiosis con la leguminosa (Swaby y Noonan, 1946 citados por Holland et al, 1969).

Las deficiencias minerales del suelo afectan tanto el crecimiento de las leguminosas como la formación de los nódulos, la fijación de nitrógeno y la capacidad de las plantas hospedera para utilizar el nitrógeno fijado (Banyong, 1981).

Las necesidades de una aplicación de fertilizantes para favorecer las fases iniciales de la simbiosis es muy discutido, especialmente en lo relacionado al tipo de fuente nitrogenado (nitríca o amoniacal) así como los métodos de aplicación que influyen igualmente en la fijación nitrogenada (Banyong, 1981).

Los nitritos y nitratos inhiben la nodulación aun a bajas concentraciones como 6.5 ppm. El aqua-amonia y la urea pueden inhibir la nodulación directamente, pero bajo condiciones de campo, por el proceso de nitrificación éstos se convierten rápidamente a nitratos y nitritos (Gibson y Nutman, 1960, citados por Holland et al., 1969).

Otros investigadores afirman que lo anterior sólo ocurre cuando las concentraciones de NO_3^- y NH_4^+ es superior a los 20 o más ppm (Raggio y Raggio, 1962, citados por Alcalde, 1971).

Una buena provisión de calcio aprovechable es necesaria para la longevidad de *Rhizobium*, una nodulación apropiada y una fijación activa de nitrógeno. En la mayoría de los suelos el calcio aprovechable, parece ser en estos aspectos un factor más importante que el mismo pH (Millar et al, 1962). En las áreas garbanceras de México se tiene una amplia reserva de CaCO_3 , que alcanza varios miles de kilogramos por hectárea, lo que da por resultado suelos con pH ligeramente alcalinos (Crispin y López, 1976).

Bajo condiciones favorables, la cantidad de nitrógeno fijado por las bacterias nodulares puede ser considerable, llegando a sumar hasta 224 kg/ha al año (Jacob, 1973).

La cantidad de nitrógeno incorporado por medio del desarrollo de las leguminosas varía mucho de acuerdo con diversas condiciones, tales como la clase de leguminosa, naturaleza del suelo, efectividad de las bacterias que se trate y las condiciones climáticas. En general, mientras más pobre es el suelo en nitrógeno aprovechable, y más rico en calcio, fósforo y potasio aprovechable, mayor será la ganancia de nitrógeno por el cultivo de leguminosas. Las relaciones íntimas entre bacterias y plantas hospederas están determinadas principalmente por el establecimiento de los carbohidratos. Toda condición ambiental

que altere la producción de éstos en la planta, afectará la cantidad de nitrógeno fijado por *Rhizobium*. Las leguminosas fijan de 56 a 112 kg de nitrógeno por ha/año aunque en la alfalfa y el trébol dulce las cantidades pueden ser mayores (Alexander, 1961 y Millar 1962, citados por Herrera, 1981).

2.4.3 Fósforo.

El fósforo es el segundo elemento después del nitrógeno que con mayor frecuencia limita los rendimientos de los cultivos. Por esta razón se tiene que suministrar al suelo en forma de fertilizante, sin embargo, en la mayoría de las plantas se encuentra en menores proporciones que el nitrógeno y el potasio (Tisdale y Nelson, 1988).

Las plantas absorben el fósforo principalmente en forma de ion primario ortofosfato ($H_2PO_4^-$) y pequeñas cantidades de ion secundario ortofosfato (HPO_4^{2-}). Otras formas de fósforo como los pirofosfatos y metafosfatos pueden ser absorbidos por las raíces de las plantas (Tisdale y Nelson, 1988).

El contenido total de este nutriente en el suelo es relativamente bajo. En suelos minerales de zonas templadas el contenido total de fósforo varía entre 0.02 y 0.08% (200 y 800 ppm.) y en promedio gira alrededor de 0.05% (500 ppm.). Las grandes variaciones en el contenido de fósforo total se deben a la variabilidad de las rocas parentales, al desarrollo de los suelos y a otras condiciones edafológicas y ecológicas.

Depende también de la textura de los suelos tanto en áreas de clima templado como tropical, ya que cuanto más fina sea su textura, mayor es el contenido de fósforo total. De manera general, este contenido disminuye con la profundidad del suelo, lo que es explicable por la disminución de la materia orgánica y de los factores climáticos (Weier, et al, 1980).

El fósforo actúa en la fotosíntesis, respiración y almacenamiento y transferencia de energía, división y alargamiento celular, así como en muchos otros procesos de la planta viva. Promueve la formación y crecimiento temprano de la raíz. El fósforo mejora numerosas frutas, verduras y cereales; es vital para la formación de semillas (la concentración de fósforo es de más alta en la semilla que en cualquier otra parte de la planta madura). A su vez, es constituyente importante de múltiples y significantes compuestos vitales, como la fitina, lecitina y nucleótidos. La mayoría de las enzimas, hasta ahora conocidas contienen ácido fosfórico. Este desempeña además un importante papel dentro de los procesos de transformación de energía, participando en forma definitiva en el metabolismo graso (Jacob, 1973).

El fósforo permite a las plantas soportar inviernos rigurosos, aumenta la eficiencia del uso del agua, acelera la madurez que es importante para la cosecha y calidad del cultivo; aumenta la relación grano/paja o rastrojo. Cuando se aplica fósforo a las leguminosas, activa el *Rhizobium* y en consecuen

cia la formación de nódulos en las raíces, ayudando así a una mayor fijación de nitrógeno atmosférico (Monjaras y Sánchez, 1988).

Gran número de plantas afectadas por deficiencias de fósforo presentan un sistema radicular raquítico, las hojas y tallos son frecuentemente pequeñas y muestran una coloración verde de rojiza, púrpura o bronceada. La floración y madurez se retardan, las semillas y las frutas son de tamaño pequeño. Las mermas de los rendimientos a causa de deficiencias fosfóricas van generalmente acompañadas de un descenso de la calidad del producto. Las leguminosas deficientes en fósforo sufren a veces simultáneamente la deficiencia de nitrógeno, ya que sólo con un abundante abastecimiento de fósforo alcanzan las bacterias nodulares su completo desarrollo (Jacob y Uexhull, 1964).

Un abastecimiento adecuado de fósforo es necesario en aquellas plantas cuyas semillas o estacas han de dedicarse a la reproducción (Jacob y Uexhull, 1964), mientras que en los cereales se asocia con una mayor solidez en la paja, un incremento de la calidad de ciertos frutos, forrajes, hortalizas y cultivos de grano y un aumento en la resistencia a las enfermedades (Tisdale y Nelson, 1988).

Sin embargo, un exceso de este nutrimento puede acelerar unilateralmente la madurez a costa del crecimiento vegetativo además, las deficiencias de elementos menores (principalmente zinc y fierro) han sido atribuidas en ciertos casos a un exce

so de fosfato que originan bajas en el rendimiento (Jacob y Uexhull, 1964).

Las cantidades generalmente pequeñas de fósforo en los terrenos y su tendencia a reaccionar con los componentes del suelo para formar compuestos relativamente insolubles, por lo tanto no utilizables por la planta hacen de él un asunto de la mayor importancia para la fertilidad de los suelos (Tisdale y Nelson, 1988).

La utilización del fósforo es afectado por el pH, ya que en la mayoría de los suelos su disponibilidad es máxima a valores entre 5.5 y 7.0; dicha disponibilidad disminuye fuera de este rango, hacia abajo por la reacción con Fe y Al, mientras que hacia arriba es precipitado por el Ca y Mg (Tisdale y Nelson, 1988).

3.4.4 Potasio.

El potasio es uno de los principales nutrimentos que requiere la planta para un buen desarrollo y sólo es superado cuantitativamente por el nitrógeno y el calcio, que en el suelo se encuentra en mayor cantidad que el potasio y más aún que el nitrógeno. Se calcula que la corteza terrestre tiene un 2.4% de potasio en diversas formas (Alvarado, 1985).

Una forma de mostrar la importancia de este elemento para los vegetales es el saber que se necesita en cantidades semejantes al nitrógeno, pues es necesario para la síntesis de

carbohidratos, transferencia de almidón, desarrollo del foliaje y tallo. El potasio en el suelo se encuentra en tres formas fundamentalmente: no intercambiable, intercambiable y soluble; la mayor parte es no intercambiable, por lo que resulta ser no aprovechable por la planta. Mediante la meteorización y lixiviación de micas y feldespatos, es liberado quedando a disposición de las mismas. Los lugares vacíos que quedan en la red cristalina de los minerales que lo contienen son ocupados por Ca, Mg, o el ion hidronio y al momento que se agregan sales de potasio como fertilizantes, los iones potasio originales quedan a disposición de la planta (Devlin, 1980).

Este nutriente es el único catión monovalente esencial para el crecimiento de las plantas en su forma iónica. En las plantas el potasio se encuentra primordialmente en forma inorgánica (Monjaras y Sánchez, 1988).

El potasio se traslada de los tejidos más antiguos a las zonas meristemáticas, por ejemplo, durante la maduración de una cosecha de frutos se produce un desplazamiento del potasio de las hojas a los frutos (Weier, et al, 1980).

Este nutriente es indispensable para la actividad biológica; desempeña un papel esencial como transportador de energía en la génesis del almidón y en los polisacáridos (Nelson y Tisdale, 1988).

El papel primario del potasio es el de activador enzimático. Se ha descubierto que existen más de 40 enzimas diferen-

tes que requieren cationes monovalentes para su actividad máxima. El potasio es esencial para el crecimiento de las plantas, aunque sus funciones exactas en la planta no son totalmente conocidas. Sin embargo, los procesos de las plantas que parecen requerir mayores cantidades de potasio son: división celular, síntesis y traslocación de carbohidratos, síntesis de proteínas en tejidos meristemáticos, reducción de nitratos, desarrollo de clorofila, apertura y cierre de estomas (Weier et al. 1980).

3.5 ANTECEDENTES SOBRE LA RESPUESTA DEL GARBANZO A LA FERTILIZACION.

Ensayos realizados en Haryana, India, indicaron que la aplicación de fertilizante nitrogenado y fosfórico, bajo diferentes rotaciones de cultivo, hasta una dosis de 40 kg/ha de nitrógeno y P_2O_5 aumentó los rendimientos, resultando como dosis óptima económica 30.2 kg/ha (Singh, 1972, citado por Herrera, 1981).

En Bellary India, no se obtuvo respuesta a la aplicación de nitrógeno y fósforo, en suelos negros, pobres en dichos nutrientes durante un período de tres años, debido a la baja o total ausencia de lluvias durante el ciclo vegetativo del garbanzo (Rao, 1973, citado por Herrera, 1981).

En nuestro país, específicamente en Culiacán, Sin., en un experimento de inoculación y fertilización en el cultivar Blanco Español en el que se probaron 0, 40, 80 y 120 kg de nitrógeno por hectárea combinados con 0, 40 y 80 kg de P_2O_5 por hectárea, se encontró que el rendimiento y porcentaje de semilla de exportación se incrementaron al aumentar las dosis de nitrógeno, concluyendo que como los cultivos anteriores son agotadores, se sugiere fertilizar con 80 kg/ha de nitrógeno (López y Andrade, 1975, citados por Herrera, 1981).

En Maharashtra, las dosis de fertilización recomendadas fueron de 80 kg de nitrógeno, 60 kg de fósforo y 60 kg de potasio por hectárea para sorgo y 20 kg de nitrógeno y 40 kg de fósforo para garbanzo. La producción del sorgo fue mayor con el 75% de la dosis recomendada para el garbanzo y el beneficio económico fue mayor cuando ambos cultivos fueron tratados con 50% de sus dosis recomendadas. Todos los rendimientos fueron bajos con la no fertilización (Katare, 1984).

En un experimento de campo realizado en Hissar en 1977-80 con garbanzo; tratado con 0, 10 ó 20 kg de nitrógeno 0, 20 ó 40 kg de P_2O_5 más 0 ó 20 de K_2O , el rendimiento de semillas respondió a 20 kg de N/ha con 0.02 t/ha y una adición de 40 kg/ha de P_2O_5 dio un rendimiento de 0.45 t/ha, más que 20 kg de N solamente. La aplicación de 20 kg de K_2O incrementó el

rendimiento solamente en 0.07 t/ha. La aplicación de 20 kg de N y 40 kg de P_2O_5 para garbanzo sin riego es recomendado para máximas ganancias económicas (Chandra, 1983).

En la India, durante 1976 el rendimiento de garbanzo de 2.2 t/ha sin nitrógeno aumentó a 2.48 y 2.58 t/ha con 10 y 20 kg de nitrógeno y de 1.57 t/ha sin fósforo a 2.28, 2.84 y 3 t/ha con 25, 50 y 75 kg/ha de P_2O_5 respectivamente (Rathi y Singh, 1976, citados por Herrera, 1981).

Rajú (1984) observó que con aplicaciones de 40 y 60 kg de P_2O_5 /ha 3 variedades de garbanzo a partir de semillas inoculadas, sobre un suelo areno-arcilloso, incrementaron la producción por dos años en 15.9% y un 22.1% respectivamente, comparado con la dosis de 20 kg de P_2O_5 ; la dosis óptima económica fue de 45 kg de P_2O_5 .

Asimismo, en otra región hindú, aplicaciones de 17 kg de P/ha incrementaron significativamente los rendimientos pero no se fomentó un incremento con 34 kg de fósforo por hectárea. La dosis óptima fue de 26 kg/ha (Singh, et al, 1984).

En West Bengal provincia también hindú, durante dos años se experimentó sobre los efectos de la fertilización con fósforo y riegos, en la nodulación y concentración de nutrientes en aplicaciones de 50 y 75 kg de fósforo por hectárea, los cuales incrementaron la nodulación y por lo tanto la asimilación de nitrógeno, así como rendimientos significativamente altos. Las concentraciones nutrimentales en las semillas y en las pajas se incremen-

tó mediante aumentos en la dosis de fósforo (Roy, 1985).

En otra investigación se estudió el aprovechamiento y utilización del fósforo a partir del suelo y aportado mediante la fertilización, en garbanzo, encontrándose que la semilla, paja y rendimientos en materia seca y fósforo aprovechado se incrementó significativamente con el aumento de la fertilidad del suelo y dosis de P_2O_5 de 0 a 90 kg/ha. El porcentaje de utilización del fósforo del fertilizante disminuyó significativamente con el aumento en los niveles de fósforo y el estado de fertilidad del suelo (Mahajan, 1985), lo que coincide con otras investigaciones semejantes.

El efecto del fósforo sobre el desarrollo, rendimiento y calidad del garbanzo fue estudiado durante la temporada invernal del período de 1978-80 en la India; estos parámetros se incrementan con el aumento en los niveles de fósforo de 0 a 60 kg/ha. La dosis óptima económica fue de 45.4 kg/ha de P_2O_5 (kalyan, 1984).

En la India estudios sobre el efecto del fósforo sobre la calidad nutricional de diferentes variedades de garbanzo mostraron que aumentos en las dosis de P_2O_5 de 0 a 60 kg/ha incrementaron el contenido de proteína en semillas, pero el efecto para la metionina y cistina no fue significativo (Dwivedi, 1984).

En Kampur India en un experimento sobre suelos diferentes en potasio, realizados en 1979-81, se probó la sensibili

dad de 4 cultivos (Trifolium alexandrinum, Cicer arietinum, Triticum aestivum y Brassica juncea) a la deficiencia este nutrimento; los dos cultivos más sensibles tienen comparativamente mayor raíz y tienen mayor eficiencia en la utilización del potasio. Todos los cultivos respondieron a 25 y 50 kg/ha de K y demostraron progresivamente incrementos en el contenido de K en hojas y el total aprovechable (Tiwari, 1986).

Por otra parte, estudios sobre el efecto de los niveles de potasio y métodos de aplicación, mostraron que el garbanzo produjo un rendimiento similar de semilla con 10, 20 ó 30 kg/ha de K_2O . El rendimiento también fue similar cuando el potasio fue aplicado todo a la siembra o con el 50 ó 75% a la siembra y el resto en forma foliar (Siag, 1982).

La respuesta del garbanzo al riego y la fertilización, fueron estudiados en Haryana India durante las temporadas invernales de 1975-76 y 1976-77, con dosis de fertilización de 25 kg de nitrógeno y 50 kg de P_2O_5 . Se encontró que los tratamientos de fertilización no tuvieron efecto sobre el rendimiento en grano.

Esto quizá a que el suelo tenía cantidades suficientes de fósforo aprovechable y a que por ser una zona donde se cultivaba el garbanzo, la bacteria *Rhizobium* estaba presente en cantidades suficientes (Singh et al, 1980).

En Faisalabad, Pakistan se estudiaron los efectos de las dosis 40, 60, 80, 100 kg/ha de P_2O_5 , combinados con 20 kg/ha

de N como urea, y 24 kg/ha de k_2O , mostraron incremento de grano de 18, 59, 40 y 14%, N en la biomasa de 31, 48, 49 y -19% y fósforo en la biomasa de 26, 40, 41 y 11% respectivamente (Idri, 1989).

En Gujarat, India al estudiar diferentes fechas de siembra y fertilización se observó influencia de éstas con una mayor producción de semilla, rendimiento de proteína y contenido de proteína en la semilla, asimismo, para la aplicación de 25 kg/ha de N que sin él. La aplicación de 25 kg de P_2O_5 /ha incrementó el rendimiento de semilla pero no el contenido de proteína (Arvadia, 1987).

En Faisalabad India experimentos realizados en 1984-86 con garbanzo, con semillas inoculadas o con 18 kg de N o con 46 kg de P_2O_5 /ha o con N+P tuvieron un rendimiento de semilla de 1.67-1.89, 1.74-1.88, 2.19-2.29, y 2.24-2.45 t/ha respectivamente (Khokar, 1987).

En Faisalabad, Pakistan la aplicación de 10 kg de N + 75 kg de P_2O_5 /ha en garbanzo con semilla inoculada incrementó el rendimiento de semilla de 583 a 878 kg/ha y sin inocular de -791 a 977 kg/ha. Asimismo, el porcentaje de germinación no fue afectada por la inoculación o la aplicación de fertilizante. Altas dosis de fertilización o la inoculación incrementaron el número de ramas por planta, el peso de 100 gramos y el rendimiento de paja (Muhammad, 1987).

En Palampur, India el garbanzo fue fertilizado con 5-20

kg de N, 20-60 kg de P_2O_5 y 5-15 kg de K_2O /ha en diferentes combinaciones, se logró el mayor rendimiento (1.66 t/ha) con 20 kg de N + 60 de P_2O_5 + 15 kg de K_2O (Minhas, 1987).

3.6 PROCESO PRODUCTIVO.

El proceso productivo constituye una serie de pasos o fases que se tienen que realizar para obtener un determinado producto; es decir, es el conjunto de etapas que se suceden para obtener un producto agrícola, pecuario o forestal. A pesar de que un proceso productivo toma formas concretas y específicas existen fases generales que contienen las características más importantes de cada proceso productivo particular.

La primera fase es la selección del terreno, el cual debe cubrir ciertas condiciones; para el caso del garbanzo cultivado en humedad residual, el suelo debe contener la humedad necesaria para que prospere el cultivo. Bajo este proceso de producción, lo importante es conservar la humedad por el mayor tiempo posible, por lo que no se realiza la preparación del terreno convencional, que consiste en aradura, rastra, surcado, etc. Así pues, el proceso productivo se vuelve más sencillo, recurriendo únicamente a eliminar los restos más abundantes del cultivo o maleza del ciclo anterior. Una vez preparado el suelo se procede a la siembra, la cual puede efectuarse de manera mecanizada, con tractor o con animales de tiro; la colocación de la semilla se hace en el fondo del paso del

arado, semejando una aradura común. La siguiente fase consiste en desmenuzar los terrenos grandes, producto de la aradura y favorecer el contacto del suelo con la semilla y mejorar la población de plantas; esta labor se puede realizar con el paso de un tablón, un nivel o una rama.

La época de siembra del garbanzo depende en cierto grado de la humedad existente después de la temporada de lluvias, además de evitar la incidencia de heladas durante la fase de floración y llenado de grano, lo que generalmente ocurre en los meses de octubre y noviembre, para la zona objeto de estudio.

El garbanzo cultivado bajo este proceso de producción no requiere generalmente el control de maleza ya que éstas no prosperan en esta época del año, (otoño-invierno).

La cosecha se realiza de manera manual, cortando las plantas completas, cuando éstas han alcanzado la madurez fisiológica, y esto sucede generalmente cuando la planta se torna de un color amarillo-alimonado. Una vez cortada la planta se forman hileras, para que se sequen completamente al sol. Cuando esto sucede, se recogen y se amontonan para proceder a la trilla, que se realiza mediante trituration, por el paso de animales, separándose posteriormente el grano de la paja con auxilio del viento al aventarse. Se recomienda que la cosecha, sea rápida para prevenir pérdidas después de la madurez pues el cultivo es muy susceptible a perder hojas si se le deja en

el campo por mucho tiempo (Comunicación personal con productores).

Para el cultivo de garbanzo bajo condiciones de riego, se realiza el barbecho en el mes de octubre a una profundidad de 20 a 30 cm, siendo conveniente que esta labor se efectúe cuando el terreno tenga humedad. La siguiente labor a realizar es el paso de rastra y en algunos lugares es conveniente cruzar; es decir, dar un segundo paso de rastra perpendicular al primero. La nivelación del terreno facilita las labores posteriores del cultivo, permitiendo una mejor distribución del agua. Para realizar esta labor se utiliza un tablón pasado o una niveladora. La siembra se realiza en suelos ligeros, en surcos de 75 a 80 cm de ancho. Una vez surcado se da un riego de pre siembra, para sembrar 8 a 10 días después en hileras en el lomo del surco a una profundidad de 8 cm. En suelos pesados se hacen surcos de 1.20 a 1.40 m. de ancho, luego se da un riego de pre siembra para sembrar 10 ó 15 días después, en doble hilera en el lomo del surco separadas a 20 ó 25 cm y a una profundidad de 8 cm. (Andrade, 1981).

En general uno o dos riegos son suficientes, dependiendo de la humedad de las últimas lluvias del año. El riego de pre siembra debe ser pesado para que el suelo quede bien mojado mientras que el segundo riego debe ser ligero y bien espaciado del primero, de acuerdo a las necesidades de la planta (generalmente se aplica a los 30 ó 40 días (Andrade, 1981).

La lámina de riego recomendada para el cultivo de garbanzo es de 40 cm por lo que es considerada una planta de bajos requerimientos de agua para su desarrollo (SARH, 1978).

3.7 COMPOSICION QUIMICA.

Para poder planificar un sistema de alimentación que sea nutricionalmente adecuado, es necesario determinar el valor nutritivo de los alimentos (Serna, 1979, citado por Zatarian, 1987).

El uso indiscriminado de los alimentos, sin conocer su composición química, impiden su aprovechamiento integral, por eso es importante el análisis de los alimentos ya que éste permite un mejor aprovechamiento, al conocer qué componentes contiene y en qué cantidad.

El análisis bromatológico o proximal se puede definir como un esquema de análisis químico mediante el cual se determina la composición de un alimento, en términos de sus principales grupos de nutrientes (Tejeda, 1976).

La composición química de las variedades de garbanzo, Surutato, Surutato 77, Sonora, Sonora 80, Porquero, Macarena y Preve duro, cultivadas en México fue evaluada. Dicha composición fue muy semejante encontrándose la proteína con un rango de 16.9 a 20.7% con un promedio de 19.5%, la grasa con un rango de 3.0 a 6.6% con un promedio de 5%; la fibra de 3.7 \pm 2.1 y la ceniza con 3.1 \pm 0.2. La variedad porquera fue la única

que presentó un alto contenido de fibra (9.1% y un bajo contenido de grasa 3%). Esto justifica su uso como alimento para animales (Sotelo, 1987).

Los datos sobre las calorías previstas por el garbanzo difieren a consecuencia de la edad de la semilla, diferentes métodos analíticos, diversas variedades y orígenes. Los niveles publicados por Wahee Khan son interesantes. Aparentemente el tostado incrementa los niveles de calorías, señalándose 4.5% como normal para garbanzo (Van der Maesen, 1972).

El contenido proteico varía de acuerdo a las variedades, así como el contenido de lípidos y celulosa (Olifson, 1984).

Al comparar 20 variedades de garbanzo, amarillo y negro, se observó que en el contenido de proteína y ceniza no existió diferencias, pero las semillas negras presentaron mayor contenido de fibra y menor contenido de extracto libre de nitrógeno. Todas las semillas presentaron metionina y cistina como los primeros aminoácidos limitantes. Asimismo, la proteína digestible in vitro alcanzó un valor promedio de 78% en semillas negras y 75% en semillas amarillas (Rossi, 1984).

Algunas variedades recomendadas y prometedoras de garbanzo, con semillas pequeñas tuvieron mayor contenido en aminoácidos esenciales en las proteínas que algunas semillas grandes (Mateo, 1961).

De 67 variedades y líneas estudiadas en Faizabad en el período 1982-83, éstas mostraron un rango en el contenido pro-

teico de 13.25 a 28.25% (Awasthi, 1987).

CUADRO 3
COMPOSICION BROMATOLOGICA DEL GRANO DE GARBANZO
(Cicer arietinum L.) EN BASE SECA

	Flores (1986)	Tejada (1980)
Proteína	22.4	20.8 ± 3.95
Grasa	5.3	4.6 ± 0.71
Fibra	3.1	10.1 ± 2.07
Ceniza	3.0	5.1 ± 1.54

CUADRO 4
COMPOSICION BROMATOLOGICA DE LA PAJA DE GARBANZO
(Cicer arietinum L.) EN BASE SECA

	Flores (1986)	Tejada (1980)
Proteína	8.2	6.4 ± 1.77
Grasa	1.7	2.5 ± 1.43
Fibra	40.6	44.1 ± 15.13
Ceniza	4.7	7.1 ± 2.78

IV. MATERIALES Y METODOS

El experimento se realizó en un terreno ubicado al norte del ejido de Manuel Villalongín, Municipio de Puruándiro que se localiza al norte del estado de Michoacán. Se encuentra a $20^{\circ} 05' 00''$ latitud norte, $101^{\circ} 31' 00''$ longitud oeste y a 1773 m.s.n.m. de altitud, Figura 2. El municipio limita al norte con el de Sixto Verduzco, al este con el estado de Guanajuato, al sur con los municipios de Villa Jiménez y Villa Morelos y al oeste con los municipios de Angamacutiro y Panindícuaro.

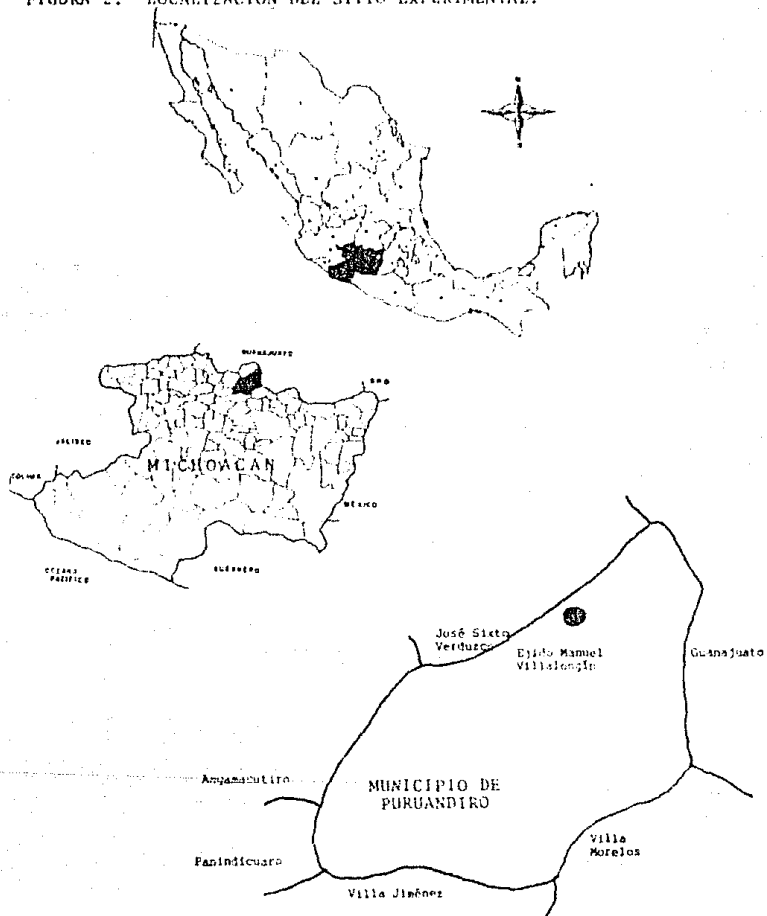
El tipo climático según García (1973) es un (A) C (W,) a (e) g.

Su relieve lo constituye la depresión de Lerma y el sistema volcánico transversal, predominan los valles y las planicies dentro del municipio.

Los suelos son aluviales y residuales, desarrollados a partir de basaltos, brechas, andesitas y riolitas todas originadas en el período terciario y cuaternario. Los minerales constituyentes de la roca dominante (basalto) son ricos en calcio, magnesio y hierro, moderados en potasio y sodio, por lo que casi el 80% de los suelos son fértiles, arcillosos, de color negro, gris.

El suelo de la parcela experimental, a través del análisis respectivo, arrojó los siguientes resultados, los cuales

FIGURA 2. LOCALIZACION DEL SITIO EXPERIMENTAL.



son clasificados por Moreno (1978) que indica que el pH de 6.6 es muy ligeramente ácido, la conductividad eléctrica de 0.72 ds/m corresponde a un suelo no salino, el contenido de nitrógeno total de 0.08% es medianamente pobre, el fósforo con 29 ppm es extremadamente rico, el potasio con 76 ppm es medianamente rico, el calcio con 4770 ppm y el magnesio con 1192 ppm son extremadamente ricos, la textura con 13.8% de arena, 21.8% de limo y 64.4% de arcilla se ubica como un suelo arcilloso (Etchevers, 1985).

En el terreno donde se estableció la parcela experimental, se había cultivado previamente sorgo, sin embargo, en ciclos anteriores ya se había establecido el cultivo de garbanzo. Para el presente trabajo se utilizó semilla de garbanzo de variedad criolla del tipo forrajero (porquero) que es producida en la región.

Como fuente de Nitrógeno se utilizó Sulfato de Amonio (20.5% N), para Fósforo el Super Fosfato de Calcio Triple (46% P_2O_5) y para el Potasio como Cloruro de Potasio (60% K_2O).

La preparación del terreno en que se efectuó el presente trabajo, consistió en quemar los residuos de la cosecha anterior, para facilitar la aradura posterior, la que se realizó con arado de disco tirado por un tractor J.D. 2735; esta labor se realizó a una profundidad de aproximadamente 30 cm; posteriormente se procedió a rastrear con una rastra de disco de 18 cuerpos y seguido a esto se realizaron los surcos y el ca-

nal de riego para después aplicar un riego pesado por gravedad.

El diseño experimental utilizado fue el de Bloques al Azar con 19 tratamientos y 3 repeticiones. La unidad experimental, consistió de 4 surcos de 75 cm de ancho por 5 metros de largo para dar un total de 15 m². Se dejó un pasillo de un metro entre los bloques para la toma de datos y un surco entre parcelas con el mismo propósito. (Figura 3)

La toma de muestra para el análisis de suelo, se realizó utilizando la forma de zig zag, con un total de 20 submuestras para integrar la muestra compuesta a una profundidad de 30 cm. Se procedió luego a moler el suelo con un mazo y una vez molido, se mezcló el total de las submuestras para obtener al final una muestra compuesta de 500 g por el método del cuarteo. Esta muestra fue enviada, previamente etiquetada al laboratorio de suelos de la Universidad Autónoma de Chapingo para la realización del análisis respectivo (Cuadro 5).

La siembra se realizó a chorrillo para asegurar una población uniforme de plantas, el 25 de noviembre de 1989 con una densidad de siembra de 30 kg/ha. Se sembró a doble hilera en surcos de 75 cm de ancho y una distancia entre planta de aproximadamente 15 cm después del aclareo.

En base a la bibliografía consultada y a los resultados del análisis de suelo, se procedió a determinar los tratamientos de fertilización, los cuales se presentan en el Cuadro 6.

Figura 3

PARCELA EXPERIMENTAL TOTAL
BLOQUES AL AZAR

	15	16	17	14	5	1	2	8	9	7	12	6	4	13	18	3	10	11	19	BLOQUE III
	1	8	11	4	19	12	9	14	3	5	13	16	18	17	2	6	7	10	15	BLOQUE II
N	15	9	3	8	14	5	1	17	2	11	6	4	10	13	12	16	7	18	19	BLOQUE I

TRATAMIENTOS:

1.- 00-00-00	6.- 00-00-60	11.- 20-20-40	16.- 00-20-60
2.- 20-00-00	7.- 20-10-00	12.- 20-20-60	17.- 20-00-40
3.- 00-10-00	8.- 20-10-40	13.- 00-10-40	18.- 20-00-60
4.- 00-20-00	9.- 20-10-60	14.- 00-10-60	19.- INOCULADO
5.- 00-00-40	10.- 20-20-00	15.- 00-20-40	

CUADRO 5
RESULTADOS DEL ANALISIS DE SUELO

(1) pH	(2) CE	(3) MO	(4) P	(5) K	(6) Ca	(7) Mg	(9) N
H ₂ O	ds/m	%	ppm	ppm	ppm	ppm	%
6.6	0.72	1.7	29	76	4770	1192	0.08
	Arena	Limo		Arcilla		(8)	
	%	%		%	CLASIFICACION TEXTURAL		
	13.8	21.8		64.4	Arcilla		

M E T O D O L O G I A

- 1.- Potenciométrico, relación suelo-agua 1:2
- 2.- Obtención del extracto vía pasta de saturación y determinada con puente de conductividad.
- 3.- Walkley and Black.
- 4.- Bray-1.
- 5.- Extraído en acetato de amonio 1N pH 7.0 (relación 1:5) y determinado por espectroscopía de emisión de flama.
- 6,7.- Extraídos en acetato de amonio 1N pH 7.0 (relación 1:5) y determinados por volumetría de EDTA.
- 8.- Hidrómetro de Bouyoucos.
- 9.- Kjeldahl.

CUADRO 6
RELACION DE TRATAMIENTOS UTILIZADOS

Número	Tratamiento		kg/ha
	N	P	
1	00	00	00
2	20	00	00
3	00	10	00
4	00	20	00
5	00	00	40
6	00	00	60
7	20	10	00
8	20	10	40
9	20	10	60
10	20	20	00
11	20	20	40
12	20	20	60
13	00	10	40
14	00	10	60
15	00	20	40
16	00	20	60
17	20	00	40
18	20	00	60
19	INOCULADO		

Durante el desarrollo del cultivo se evaluaron dos de los parámetros estudiados, (número de nódulos y longitud de raíz) esto fue a los 45 días de emergencia; los otros parámetros se determinaron después de la cosecha: producción total, producción de grano, producción de paja, número de vainas, % de proteína, % de grasa, % de humedad y % de ceniza, tanto en grano

como en paja.

La toma de datos de longitud de raíz y número de nódulos se realizaron en la misma oportunidad; para esto se sacaron planta al azar, con pala recta, luego se introdujeron en una cubeta con agua para lavarles la tierra y poder medir la raíz y contar los nódulos.

El peso total, peso de grano y peso de paja y número de vainas se determinaron después de la cosecha; ésta se realizó de la manera en que se hace en la región, una vez que la planta ha alcanzado la madurez fisiológica, cuando ha tomado una coloración amarillo-limón, las plantas se arrancan y se van formando "gavillas"; cortándose únicamente las plantas de lo que era la parcela útil la que se obtuvo después de quitar los dos surcos laterales y un metro en cada extremo de los surcos por lo que la parcela útil fue de dos surcos de 75 cm de ancho y 3 metros de largo, teniendo una superficie de 4.5 m².

Se dejaron secar totalmente al sol, con el fin de poder separar el grano de la paja. Para fines del experimento esta última labor no se realizó en campo sino en un lugar protegido de los animales y del viento para evitar pérdidas de material.

Obtenidos estos parámetros se colocaron en bolsas la mezcla de muestras vegetales de las tres repeticiones, las cuales se enviaron al laboratorio de bromatología de la FES-C, con la finalidad de determinar lo siguiente:

La proteína cruda se determinó por el método de Kjeldahl; la fibra por el método detergente neutro; la grasa o extracto etéreo se obtuvo por extracción con un disolvente orgánico, y las cenizas se determinaron calcinando a 500-600°C, la muestra.

V. RESULTADOS Y DISCUSION

Los resultados de las diferentes variables evaluadas, se presentan en el Apéndice.

5.1 NUMERO DE NODULOS POR PLANTA.

En el Cuadro 7 se presenta el análisis de varianza para este parámetro, encontrándose que no hubo diferencia estadística significativa entre los tratamientos evaluados (5%). Sin embargo, al realizar el análisis de la información obtenida (Cuadro 1A) se observa que al parecer hubo una influencia negativa sobre la nodulación en varios tratamientos. En el caso de la aplicación unilateral de nitrógeno se observa esta tendencia negativa, lo cual coincide con lo reportado por Hernández (1984) y Jessop et al, (1984) quienes encontraron que aplicaciones a base de nitrógeno disminuyeron la cantidad de nódulos en épocas tempranas del cultivo, esto debido probablemente a que el nitrógeno aplicado inhibió el proceso infeccioso.

La aplicación de sulfato de amonio presenta efectos acidificantes en el suelo, afectando con ello el desarrollo del *Rhizobium*, según lo reportado por Holland (1969). Esto se presentó incluso cuando se aplicó nitrógeno en combinación con el fósforo o la mezcla de los tres nutrientes.

CUADRO 7

ANALISIS DE VARIANZA DEL NUMERO DE NODULOS POR PLANTA DE GARBANZO (Cicer arietinum L.) A LOS 45 DIAS DE EMERGENCIA

F.V.	G.L.	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	F	Pr > F
Trat.	18	225.48	12.52	0.75	0.7376 NS
Bloque	2	355.42	177.71	10.66	0.0002
Error	36	600.22	16.67		
Total	56	1181.13	C.V. = 15.26		

NS = No significativo

La combinación de nitrógeno-potasio presenta un comportamiento irregular, debido probablemente a las concentraciones de potasio, el cual a concentraciones altas favorece la absorción de nitrógeno, aumentando la concentración de éste dentro de la raíz y consecuentemente inhibiendo la formación de nódulos (Bidwell, 1979).

Aplicaciones unilaterales de fósforo presentaron una influencia negativa a dosis altas y positiva para dosis bajas, probablemente debido a que el fósforo a bajas concentraciones cubre las necesidades de la planta para la formación de nódulos, y de acuerdo con el análisis de suelos éste presentó niveles elevados de fósforo total.

La buena respuesta de la nodulación a la aplicación de -

fósforo fue encontrada por Jacob (1973) y Fassbender (1975) quienes mencionan que este proceso requiere ante todo de ácido fosfórico del cual se sabe participa, permitiendo la formación de intermediarios de energía como el ATP, favoreciendo así el aporte de energía metabólica de la planta a la bacteria, así como su influencia en la división celular, indispensable para un buen desarrollo de los nódulos. Esto podría explicar los resultados del presente trabajo, cuando incluso el fósforo se combinó con el potasio; al respecto, cabe señalar que se obtuvieron mejores resultados con dosis bajas de fósforo y potasio, dando con este comportamiento un mayor peso al papel del potasio en el transporte de nutrientes dentro de la planta.

Respecto al potasio, se observa una influencia positiva a dosis alta, lo cual puede explicarse por la función que tiene este nutriente sobre el aprovechamiento de otros nutrientes en el transporte activo, además de la competencia negativa que ejercen los altos niveles de calcio y magnesio en el suelo sobre la absorción del potasio y que se observa en el Cuadro 1.

5.2 LONGITUD DE RAÍZ.

En el Cuadro 8 se presenta el análisis de varianza para este parámetro, no existiendo diferencia estadística significativa entre los tratamientos evaluados.

CUADRO 8

ANALISIS DE VARIANZA DE LA LONGITUD DE LA RAIZ DE LA PLANTA DE GARBANZO (Cicer arietinum L.) A LOS 45 DIAS DE EMERGENCIA

F.V.	G.L.	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	F	Pr > F
Trat.	18	78.35	4.35	0.82	0.6674 NS
Bloque	2	17.39	8.69	1.64	0.2087
Error	36	191.29	5.31		
Total	56	287.04			
C.V. = 13.3884					

NS: No Significativo.

Analizando la información obtenida (Cuadro 2A), con respecto al nitrógeno se observa que cuando se aplica en forma unilateral éste tiene una influencia negativa sobre este parámetro; pero cuando se adicionó en combinación con fósforo a dosis baja, la respuesta fue favorecida tal vez debido a que la dosis de fósforo aplicada fue suficiente para permitir el desarrollo de la raíz.

En la aplicación combinada de nitrógeno, fósforo y potasio, la mejor respuesta se logró con dosis altas de fósforo y potasio, seguida de la combinación de dosis bajas de ambos nutrientes; se obtuvieron bajos resultados cuando el fósforo se aplicó a dosis altas y el potasio a dosis bajas.

La combinación de nitrógeno-potasio muestra los mejores

resultados, siendo mejor con dosis altas de potasio, lo cual se debió probablemente al nivel relativamente bajo de este respecto al calcio y magnesio en el suelo y a la interacción positiva que existe entre el potasio y el nitrógeno.

Cuando se aplicó el fósforo en forma unilateral se observaron resultados positivos, confirmando la influencia de dicho nutrimento en el desarrollo radicular, aunque el elevado nivel del mismo en el suelo (Cuadro 1) se evidenció al resultar mejor el tratamiento de menor dosificación.

La combinación fósforo-potasio muestra mejores resultados cuando ambos se aplicaron en dosis altas; resultados semejantes se observan cuando se combinaron ambos elementos junto con el nitrógeno.

Este parámetro respondió mejor cuando se combinó el fósforo con el potasio en dosis altas, debido probablemente a que el potasio favorece la absorción de los fosfatos (Bidwell, 1979).

La aplicación de potasio sólo, resultó negativo para ambas dosis, tal vez debido a que este elemento no tiene una influencia determinante en el desarrollo de la mencionada variable.

5.4 NUMERO DE VAINAS POR PLANTA.

El análisis de varianza para este parámetro se presenta en el Cuadro 9, el cual no muestra diferencia estadística significativa entre los tratamientos.

CUADRO 9

ANALISIS DE VARIANZA DEL NUMERO DE VAINAS POR PLANTA
DE GARBANZO (Cicer arietinum L.) A LA MADUREZ

F.V.	G.L.	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	F	Pr > F	
Trat.	18	1476.59	82.05	1.25	0.2740	NS
Bloque	2	189.23	94.61	1.45	0.2488	
Error	36	2355.36	65.42			
Total	56	4021.19				
			C.V. = 22.38			

NS: No Significativo

La información obtenida (Cuadro 3A) muestra que la adición de nitrógeno en forma unilateral mejora la cantidad de vainas con respecto al testigo, sin embargo existen tratamientos con mejores resultados, esto debido probablemente a lo mencionado por Weier (1980) y Bidwell (1979) quienes señalan que el nitrógeno puede dar como resultado un crecimiento vegetativo vigoroso, sin embargo también puede causar en exceso, una supresión de almacenamiento de alimentos así como el desarrollo de frutos y semillas. Al respecto Nazir et al. (1984)

encontraron que la aplicación de nitrógeno mejoró sustancialmente la cantidad de vainas de garbanzo con respecto al testigo.

Las combinaciones de nitrógeno-fósforo presentan resultados favorables en términos generales, sin embargo, ésta es mejor cuando la dosificación de fósforo fue menor, debido quizá a que el suelo del terreno experimental contenía cantidades suficientes de fósforo (29 ppm) coincidiendo esto además con lo observado por Nazir et al. (1984). Asimismo Mahajan et al. (1985) mencionan que el porcentaje de utilización del fósforo a partir del fertilizante disminuye con el aumento de los niveles de fósforo y estado de fertilidad del suelo.

Los tratamientos completos (NPK) presentaron rendimientos por debajo del promedio general, en relación a los de aplicación binaria, los cuales incluso superaron a los de aplicación unilateral.

La aplicación de fósforo en forma exclusiva mostró buenos resultados respecto al testigo; cuando se combinó con el potasio, estos resultados fueron aún mejores. Este hecho probablemente se debió a la influencia positiva que tiene el potasio sobre la absorción del fósforo dentro de la raíz, de acuerdo a lo citado por Bidwell (1979) y dado el papel del fósforo en la floración.

La aplicación de potasio en forma única, presentó baja producción de vainas; este hecho probablemente se deba a que

se requiere la aplicación de nutrientes adicionales para mejorar la producción. Se observa además, que el potasio está presente dentro de los mejores rendimientos en general, hecho atribuible a que en esta etapa de desarrollo (floración), se incrementaron las necesidades de agua, la cual se vio afectada por las características del experimento, el cual se llevó a cabo bajo condiciones de humedad residual, por lo que es más necesario una mayor economía del agua y que puede ser encontrada por medio de la apertura y cierre de estomas por parte de las células oclusivas y esto a su vez favorecido por niveles adecuados de potasio en el medio nutrimental (Grajales, 1984).

5.4 PRODUCCION TOTAL DE MATERIA SECA.

En el Cuadro 10 se presenta el análisis de varianza para este parámetro, el cual muestra que no existió diferencias significativas entre los tratamientos.

Al realizar un análisis de los resultados obtenidos (Cuadro 4A), se observa que existe una influencia negativa en varios tratamientos.

Con la aplicación unilateral de nitrógeno se presentó un decremento del peso total respecto al testigo y al promedio general, probablemente debido a que en etapas tempranas de desarrollo del cultivo se inhibió la producción de nódulos y por lo tanto de la fijación se volvió menos eficiente, afectando

CUADRO 10

ANALISIS DE VARIANZA DE LA PRODUCCION DE MATERIA SECA DEL
GARBANZO (Cicer arietinum L.) A LA MADUREZ EN KG/HA.

F.V.	G.L.	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	F	Pr > F
Trat.	18	2439640.39	135535.61	0.99	0.4953 NS
Bloque	2	5830362.21	1915181.11	13.93	0.0001
Error	36	4947832.45	313500.15		
Total	56	11217835.57			
C.V. = 15.199					

NS: No Significativa

con ello el crecimiento, tal como lo mencionan Hernández y - Hill (1984) quienes encontraron que las aplicaciones de nitrógeno disminuyeron el número de nódulos. Jessop et al. (1984) mencionan que las producciones en peso seco mostraron respuestas positivas a los incrementos en las cantidades de nitratos aplicados, sin embargo, éstas fueron mayores en el caso de las no inoculadas, coincidiendo esto con el nivel obtenido en este experimento al cual sí se adicionó *Rhizobium* (Cuadro 6).

Quando el nitrógeno se combinó con el fósforo, se mejoraron los resultados, más aún a dosis bajas de fósforo, lo que coincide con lo observado por Chandra et al. (1985) quienes reportan que aplicaciones de 20 kg de N y 40 kg de P₂O₅ al garbanzo bajo condiciones de humedad residual, son recomendadas

para obtener máximas ganancias.

En los tratamientos completos (NPK) los mejores resultados se obtuvieron con dosis altas de fósforo. Las aplicaciones de fósforo de manera unilateral presentaron una influencia negativa en el peso de la materia seca, pero cuando se combinó con el potasio se lograron mejores resultados, sobre todo a dosis altas de fósforo, comportándose igual que los tratamientos con dosis completas (NPK).

El potasio en aplicaciones unilaterales presentó los mejores resultados cuando se aplicó en dosis altas, lo que pudiera esperarse en función del status inicial de dicho nutriente en el suelo (76 ppm).

5.5 PRODUCCION TOTAL DE GRANO.

Al llevarse a cabo el análisis de varianza para este parámetro se puede observar que no existió diferencia estadística significativa entre los tratamientos (Cuadro 11). Sin embargo, al realizar un análisis de la información obtenida se observan algunas características de intereses. (Cuadro 5A).

El nitrógeno aplicado de manera unilateral para este parámetro tiene una respuesta positiva respecto al testigo, sin embargo, ocupó un lugar bajo en el promedio general. Cuando el nitrógeno se aplicó en combinación con el fósforo, se observa una disminución en el peso, siendo ésta mayor con la dosis baja. Al respecto Hojjati (1982) y Singh et al. (1980), -

CUADRO 11

ANALISIS DE VARIANZA DE LA PRODUCCION DEL GRANO DEL GARBANZO
(*Cicer arietinum* L.) A LA MADUREZ EN KG/HA.

F.V.	G.L.	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	F	Pr > F
Trat.	18	448252.14	24902.89	0.62	0.8596
Bloque	2	891915.96	445957.98	11.11	0.0002
Error	36	1445298.03	40147.16		
Total	56	2785466.14			
C.V. = 20.059					

mencionan que la producción de garbanzo no fue afectada significativamente por la adición combinada de nitrógeno y fósforo sin embargo Dobariya et al., (1985) encontraron que al incrementar la dosificación de nitrógeno de 0 a 40 kg/ha y la de fósforo de 0 a 80 kg/ha, éstos aumentaron significativamente los rendimientos.

Los tratamientos con nitrógeno, fósforo y potasio presentaron un comportamiento inconsistente, sin embargo, el mejor resultado se logró con la dosis de fósforo alto y potasio bajo respecto al testigo. Asimismo Katere et al., (1981) y Shah et al., (1986) no obtuvieron aumentos significativos con la fertilización N-P-K, lo que coincide con lo observado en los resultados del presente experimento.

Cuando el fósforo se aplicó solo, se obtuvo una mejor pro

ducción incluso que la del testigo, siendo aún menor para los tratamientos con dosis altas, lo que confirma la hipótesis respecto a que el fósforo se encontraba en niveles adecuados al inicio del trabajo (Cuadro 5). Esto resulta coincidente con lo encontrado por Mahajan et al., (1985) quienes observaron que la utilización del fósforo del fertilizante disminuyó significativamente con el aumento de los niveles del suelo.

Aplicaciones de fósforo con potasio lograron mejores resultados respecto a la producción de grano, lo que al parecer se debe a la función principal de estos dos nutrientes en la maduración y formación de la semilla, asimismo la contribución que tiene en la absorción de otros nutrientes (Bidwell, 1979).

Las combinaciones nitrógeno-potasio presentaron efectos negativos respecto al testigo y a la aplicación unilateral de nitrógeno, pero como en el caso de materia seca fue mejor cuando se combinó con potasio a dosis altas.

El mejor tratamiento con respecto a este parámetro fue el correspondiente a la adición de potasio exclusivamente a nivel alto (40 kg K_2O /ha) confirmando de alguna manera el nivel relativamente bajo de este nutriente en el suelo, además de la influencia positiva que ejerce éste sobre dicha variedad, sobre todo tratándose de un cultivo bajo condiciones de humedad limitativa. Resultados contradictorios encontrados por Siag et al. (1982) pudieran haberse debido a elevados niveles de dicho elemento en el suelo.

5.6 PRODUCCION DE PAJA.

En el Cuadro 12, se presenta el análisis de varianza para este parámetro, en el cual no muestra diferencia estadística significativa entre tratamientos, sin embargo, al analizar el comportamiento de los tratamientos se observa que la aplicación de nitrógeno de manera unilateral presenta los mejores rendimientos respecto al testigo y al promedio general, probablemente debido al efecto del nitrógeno sobre el Rhizobium lo que afectó el desarrollo de la planta (Hernández y Hill, 1984).

CUADRO 12

ANALISIS DE VARIANZA DE LA PRODUCCION DE PAJA DEL GARBANZO (Cicer arietinum L.) A LA MADUREZ EN KG/HA.

F.V.	G.L.	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	F	Pr > F
Trat.	18	1044622.70	58034.59	1.08	0.4071
Bloque	2	1260682.14	630341.07	11.74	0.0001
Error	36	1932987.19	53694.36		
Total	56	4238302.03			
C.V. = 16.0076					

Sin embargo, cuando el nitrógeno se aplicó en combinación con el fósforo se contempla un ligero aumento de la producción, siendo ésta mayor cuando el fósforo es aplicado en dosis bajas, lo cual coincide con lo reportado por Chandra et al., (1983).

En los tratamientos completos de N-P-K los mejores resultados se lograron con las dosis que presentan el fósforo en mayor concentración acompañado con potasio bajo. Katare et al; (1981) y Sahah et al., (1968) reportan que los tratamientos completos no presentan resultados significativos con respecto al testigo en esta variable.

El comportamiento del fósforo al igual que su combinación con potasio en este parámetro corrobora lo señalado con anterioridad en los parámetros correspondientes a materia seca y peso de grano.

El potasio en aplicaciones unilaterales presentó el máximo rendimiento siendo aun mejor cuando se aplica en dosis altas coincidiendo de manera muy semejante con lo observado en el rendimiento de grano y avala la respuesta positiva durante las últimas etapas de desarrollo del garbanco, debido probablemente a la función de dicho nutriente como regulador en la economía del agua (Grajales, 1985), además de lo señalado con anterioridad en cuanto al nivel del mismo en el suelo.

5.7 COMPOSICION BROMATOLOGICA

5.7.1 Grano.

Respecto al contenido de proteína en el grano de garbanzo se encontraron diferencias estadísticamente significativas en el análisis de varianza (Cuadro 13), correspondiendo los mejores resultados al tratamiento a base de potasio solo, en dosis altas, así como para el fósforo solo, en dosis altas también. Sin embargo estos resultados no fueron diferentes respecto al testigo; asimismo los menores resultados fueron para las dosis bajas de potasio, así como para los tratamientos completos que incluían fósforo bajo (Cuadro 14A). Los resultados obtenidos para este parámetro coinciden con los rangos reportados por Tejada (1980) y Flores (1986) como se muestra en el Cuadro 3.

CUADRO 13

ANALISIS DE VARIANZA CORRESPONDIENTE A LA PROTEINA DEL GRANO DE GARBANZO (*Cicer arietinum* L.) A LA MADUREZ

F.V.	G.L.	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	F	Pr > F
Trat.	18	67.82	3.76	4.37	0.0012 **
Error	19	16.37	0.86		
Total	37	84.19			
			C.V. = 4.1676		

** Significativo al 5%.

El análisis de varianza para el contenido de grasa en el grano de garbanzo muestra diferencias entre los tratamientos (Cuadro 14). Se puede observar que el máximo contenido de grasa se obtuvo con la combinación de nitrógeno con dosis bajas de fósforo, estos resultados fueron diferentes respecto al testigo. En términos generales se observa una respuesta positiva de este parámetro a la aplicación de potasio (Cuadro 15A). Como en el parámetro anterior los resultados obtenidos en el presente trabajo coinciden con los reportados por otros autores (Cuadro 3). Incluso el máximo contenido de grasa supera estos valores en un 2.5%.

CUADRO 14

ANALISIS DE VARIANZA CORRESPONDIENTE A LA GRASA DEL GRANO DE GARBANZO (Cicer arietinum L.) A LA MADUREZ

F.V.	G.L.	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	F	Pr > F
Trat.	18	14.80	0.8226	5.22	0.0004 **
Error	19	2.99	0.1576		
Total	37	17.80			
C.V. = 6.53					

** Significativo 5%.

El contenido de ceniza en el grano de garbanzo mostró diferencias significativas entre los tratamientos (Cuadro 15). Al

realizar la comparación de medias, (Cuadro 16A) se observa que la aplicación de potasio siguió manifestando la influencia positiva ya citada anteriormente. El máximo contenido de ceniza se obtuvo con el tratamiento completo, con fósforo alto y potasio bajo, este resultado fue diferente al testigo. Esos resultados del presente trabajo coinciden con los reportados por Tejeda (1980) y Flores (1986), (Cuadro 13).

CUADRO 15

ANALISIS DE VARIANZA CORRESPONDIENTE A LA CENIZA DEL GRANO DE GARBANZO (*Cicer arietinum* L.) A LA MADUREZ

F.V.	G.L.	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	F	Pr > F
Trat.	18	1.77	0.0987	4.42	0.0012 **
Error	19	0.42	0.0223		
Total	37	2.20			
				C.V. = 5.2171	

** Significativo al 5%

5.7.2 Paja.

El contenido de proteína en la paja de garbanzo mostró diferencias entre los tratamientos de fertilización, (Cuadro 16). Los mejores resultados corresponden en general a los tratamientos a base de fósforo y potasio, (Cuadro 17A), esto po-

CUADRO 16

ANALISIS DE VARIANZA CORRESPONDIENTE A LA PROTEINA DE LA PAJA
DE GARBANZO (Cicer arietinum L.) A LA MADUREZ

F.V.	G.L.	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	F	Pr > F
Trat.	18	13.34	0.74	3.21	0.0077 **
Error	19	4.39	0.23		
Total	37	17.74			
			C.V. = 6.64		

** Significativo al 5%

siblemente se deba a que estos nutrientes tienen influencia en la síntesis de proteínas (Bidwell 1979). Algunos de estos tratamientos tienen incluido el nitrógeno en sus dosis, debido a que es parte estructural de los aminoácidos, sin embargo el tratamiento a base de nitrógeno sólo mostró bajos resultados, debido quizá a que este nutriente para que pueda ser utilizado requiere la presencia de otros nutrientes. Los resultados obtenidos para este parámetro están dentro de los valores reportados por Tejeda (1980) y por Flores (1986) (Cuadro 4).

Respecto al contenido de grasa en la paja de garbanzo se encontraron diferencias estadísticamente significativas (Cuadro 17). Al realizar la comparación de medias (Tukey 5%) se encontró que el mayor contenido fue para el tratamiento inocula

CUADRO 17

ANÁLISIS DE VARIANZA CORRESPONDIENTE A LA GRASA DE LA PAJA
DE GARBANZO (Cicer arietinum L.) A LA MADUREZ

F.V.	G.L.	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	F	Pr > F
Trat.	18	93.47	5.19	17.54	0.0001 **
Error	19	5.62	0.29		
Total	37	99.11			
C.V. = 9.1314					

** Significativo al 5%.

lado, seguido del tratamiento con dosis altas de fósforo y bajas de potasio. Se observa de manera general que los tratamientos a base de fósforo muestran los mejores resultados. Por otro lado el resultado más bajo se presentó para el tratamiento con la dosis baja de fósforo y alta de potasio, (Cuadro 18A); esta variación sólo se dio para el caso de la paja, pues en el grano no existió gran diferencia. La mayoría de los resultados de los tratamientos superan a los promedios reportados por Tejeda (1980) y por Flores (1986). (Cuadro 4).

En el caso de la fibra, que es un aspecto indeseable para forrajes, se presentó diferencia estadística entre tratamientos (Cuadro 18). Al realizar la comparación de medias (Tu-

CUADRO 18

ANALISIS DE VARIANZA CORRESPONDIENTE A LA FIBRA DE LA PAJA
DE GARBANZO (Cicer arietinum L.) A LA MADUREZ

F.V.	G.L.	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	F	Pr > F
Trat.	18	530.41	29.46	3.18	0.008 *
Error	19	175.95	9.26		
Total	37	706.36			
				C.V. = 7.71	

* Significativo al 5%.

key 5%) se encontró que solamente un tratamiento fue diferente y mayor que corresponde a la dosis baja de potasio solo (Cuadro 19A).

Por otro lado parece ser que ninguno de los tratamientos se manifestó en términos de un efecto deseable en la disminución de fibra. Sin embargo los tratamientos de dosis completas que tienen fósforo en dosis altas mostraron los resultados más bajos, incluso que los reportados por Tejeda (1980) y por Flores (1986). (Cuadro 4)

El contenido de ceniza en la paja de garbanzo mostró diferencias significativas (Cuadro 19). Al realizar la comparación de medias (Tukey 5%) se encontró que el testigo mostró el valor más alto, seguido del tratamiento con la dosis alta de

CUADRO 19

ANALISIS DE VARIANZA CORRESPONDIENTE A LA CENIZA DE LA PAJA
DE GARBANZO (Cicer arietinum L.) A LA MADUREZ

F.V.	G.L.	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	F	Pr > F
Trat.	18	39.62	2.20	7.14	0.0001 **
Error	19	5.86	0.31		
Total	37	45.47			
			C.V. = 4.32		

** Significativo al 5%.

potasio solo. El menor contenido correspondió al tratamiento a base de fósforo en dosis altas, (Cuadro 20A). Los resultados superan a los reportados Tejeda (1980) y por Flores (1986) (Cuadro 4).

VI. CONCLUSIONES

La fertilización del garbanzo en el presente trabajo, no mostró efectos favorables significativos sobre los componentes del rendimiento evaluados.

El nitrógeno en aplicaciones unilaterales presentaron un efecto negativo en los componentes del rendimiento.

La aplicación de fósforo en la dosis baja, pareció ser suficiente para el desarrollo del cultivo, esto quizá por el nivel inicial que existía en el suelo.

La fertilización con potasio muestra efectos positivos, por lo que se sugiere que existe una deficiencia de dicho nutriente en el suelo para este cultivo, máxime cuando las condiciones de este experimento fueron de humedad residual.

El garbanzo cultivado bajo condiciones de humedad residual, no respondió a la adición de fertilizantes, de manera considerable, debido probablemente a la limitante misma de baja disponibilidad de agua para el transporte, acceso y absorción de nutrientes.

La composición bromatológica del grano de garbanzo se vio modificada, de modo significativo, con la adición de fertilizante.

En la paja del garbanzo no se presentó una reducción en

el contenido de fibra o un aumento en el contenido de proteína respecto al testigo, por lo que estadísticamente no se mejoró su calidad como forraje.

La composición bromatológica del grano y paja de garbanzo, bajo condiciones de fertilización coincide con los resultados reportados por otros autores.

La adición de potasio en el cultivo de garbanzo, se puede considerar como benéfica, pues aunque no muestra diferencias significativas, sí tiene injerencia sobre los rendimientos y calidad bromatológica.

Las bacterias nativas del suelo, realizan su función en la fijación de nitrógeno, por lo que no se requiere de inoculación artificial.

BIBLIOGRAFIA

- Agrawal R., P. 1986. Soil physical conditions and growth of chickpea (Cicer arietinum L.). Soil and fertilizers 049-10791.
- Alcalde B., S. 1971. La acción específica e importancia de los distintos nutrimentos. Apuntes mecanografiados. Chapingo México, E.N.A. Colegio de Postgraduados.
- Alvarado L., J. 1985. Estudio de la dinámica del potasio, mediante factores cantidad, intensidad. (Q. L. en suelos tropicales). Tesis profesional. F.E.S. Cuautitlán U.N.A.M. Cuautitlán Izcalli, Méx.
- Andrade A., E. 1981. Guía para cultivar garbanzo porquero de riego en Guanajuato. Folleto para productores No. 3 INIA CIAB, Celaya, Gto.
- Arvadia M., K. y Z. G. Patel. 1989. Effects of dates of sowing and fertilizers on yield, quality and economics of gram (Cicer arietinum L.). Soils and fertilizers 052-01765.
- Awasthi C., P. y A. B. Abidi. 1989. Effect of variety/strains on biochemical composition and cooking quality of chickpea (Cicer arietinum L.) grown in Uttar Pradesh. Field Crops Abstracts 042-06405.

- Banyong Ph., D. T. 1981. Estudio sobre algunos aspectos ecológicos de Cicer rhizobium y los efectos de inoculación de Rhizobium en garbanzo. Universidad de Manitoba. Canadá.
- Bidwell R., G. S. 1979. Fisiología vegetal. Primera edición. Edit. EGT Editor, S.A. México.
- Casarín V., C.; F. O. Bravo y L. A. Uriarte. 1976. Empleo del garbanzo (Cicer arietinum L.) como única fuente proteica para el cerdo. Te. Pec. Méx. # 31.
- Chandra J.; N. K. Tomar; R. s. Chanal y R. Kala. 1985. Response of gram to N, P, K application. Field Crops Abstracts 038-01806.
- Chen T. H. H.; S. D. K. Yamamoto; L. V. Gusta y A. E. Slinkard. 1984. Imbibitional chilling injury during chickpea germination. Field Crops Abstracts 037-04591.
- Crispin M., A. y H. López G. 1976. El garbanzo: un cultivo importante en México. México, SAG-INIA. Folleto de Divulgación No. 56.
- Davydova G., M. y R. B. Demina. 1985. Comparative salt-tolerance of chickpea cultivars. Field Crops Abstracts 038-04431.
- Denolon A. 1975. Crecimiento de vegetales cultivados. Principios de Agronomía. Tomo II. Cuarta edición. Edit. Pueblo y Educación. La Habana, Cuba.

- Devlin H., R. 1980. Fisiología vegetal. Ed. Omega. Barcelona, España.
- Dobariya D. K.; J. C. Patel y D. D. Malavia. 1987. Response - of gram to irrigation scheduling based on IW/CEPE ratio under varyin glevels of nitrogen and phosphorus. Irrigation and Drainage Abstracts 013-00709.
- Dwivedi G. K. y V. P. Singh. 1984. Effect of phosphorus and - sulphur application on the nutrition quality of diffe- rent varieties of Bengal gram. Soils and fertilizers 047 07791.
- Etchevers B., J. D. 1985. Diagnóstico de la fertilidad de sue- los. Apuntes del curso de verano. Colegio de Postgradua- dos. Montecillos Méx.
- Fassbender H., W. 1975. Química de suelos con énfasis en sue- los de América Latina. Primera edición. Instituto Intera- mericano de Ciencias Agrícolas. Turrialba, Costa Rica.
- Flores M., J. A. 1986. Bromatología animal. Edit. LIMUSA. Mé- xico.
- Fuller H., J. y D. D. Ritchie. 1984. Botánica general. Déci- ma primera reimpresión. Edit. CECSA. México.
- García, E. 1981. Modificaciones al sistema de clasificación - climática de Köppen. Tercera edición. Instituto de Geo- grafía UNAM. México.

- García del Real G. y V. O. Castro R. 1989. Efectos de un bioestimulante en el cultivo del garbanzo (Cicer arietinum L.) cv. Carreta 145, en Cuautitlán Edo. de México. Tesis profesional. F. E. S. Cuautitlán U.N.A.M. Cuautitlán Izcalli, Méx.
- Grajales R., O. 1984. Apuntes de fisiología vegetal. F.E.S. - Cuautitlán U.N.A.M. Cuautitlán Izcalli. Méx.
- Gutiérrez O., J. 1986. Estudio de la evolución de las concentraciones de nitrógeno, fósforo y potasio y su relación con el rendimiento como índice del estado nutricional en pasto ballico (Lolium multiflorum). Tesis profesional. F. E.S. Cuautitlán U.N.A.M. Cuautitlán Izcalli. Méx.
- Hernández G., J. A. 1986. Determinación de la fecha de siembra y número de riegos en garbanzo (Cicer arietinum L.) en el área de Chapingo, México. Tesis profesional. U.A. Ch. Depto. de Fitotecnica. Chapingo, Méx.
- Hernández M. y A. Sotelo. 1984. Nutritional evaluation of wheat flour cookies supplemented with chickpea, cheese whey and amino acids. Nutrition reports international. - Vol. 29 No. 4.
- Hernández M. y A. Sotelo. 1987. Protein quality of masa and tortillas supplemented with chickpea. Nutrition reports international. Vo. 36 No. 1.

- Herrera G., J.A. 1981. Respuesta del garbanzo (Cicer arietinum L.) a la inoculación, a la adición de nitrógeno y fósforo bajo dos rotaciones de cultivo en la costa de Hermosillo, Son. Tesis profesional. U.A.Ch. depto. de fitotecnia. Chapingo, Méx.
- Hojjati S., M. 1984. Urea and ammonium nitrate as sources of N for wheat, sugarbeets and chickpea in a 3-year crop rotation. Field Crops Abstracts 037-02667.
- Holland A. A.; J. E. Street y W. A. 1969. Range-legume inoculation and nitrogen fixation by root-nodule bacteria. - University of California. Division of Agricultural Sciences, California Agricultural Experiment Station.
- Idri M.; T. Mahmood y K. A. Malik. 1989. Response of field-grown chickpea (Cicer arietinum L.) to phosphorus fertilization for yield and nitrogen fixation. Field Crops Abstracts 042-07192.
- Jacob A. y H. Von Uexkull. 1964. Nutrición y abonado de los cultivos tropicales y subtropicales. Ediciones Euroamericanas. México.
- Jessop R., S.: S. J. Hetherington y E. H. Hault. 1984. The effect of soil nitrate on the growth, nodulation and nitrogen fixation of chickpea (Cicer arietinum L.) Plant - Soil 82 (2).

- Kalyan-Singh; K. L. Rao; J. S. Jamwal; J. S. Bohra y K. Singh
1984. Effect of phosphorus and bio-fertilizers on growth
yield and quality chickpea (Cicer arietinum L.) Soils and
fertilizers 047-02228.
- Katara R., A.; V. M. Bhale y K. S. Mulgir. 1984. Fertilizer -
need in crop rotation. Field Crops Abstracts 037-08791.
- Khokar R., K y A. S. Warsi. 1989. Fertilizer response studies
in gram. Field Crops Abstracts 042-06401.
- Mahajan J., P.; D. C. Bisen y G. S. Rathore. 1986. Studies on
uptake and utilization of soil and fertilizer phosphorus
by gram (Cicer arietinum L.) as influenced by P levels -
and fertility status of soil in a vertisol. Soils and fer-
tilizers 049-01957.
- Mateo B, J. M. 1961. Leguminosas de grano. Barcelona, Salvat.
- Millar C., E.; L. M. Turk y H. D. Foth. 1962. Edafología; Fun-
damentos de la Ciencia del suelo. Trad. de 3a. ed. en in-
glés por Angel Reynosa Fuller. 2a. ed, CELSA. México.
- Minhas R., S.; R. C. Jaggi y P. Sharma. 1988. Response of gram
to NPK application in the wet temperature zone of Hima-
chal Pradesh. Field Crops Abstracts 041-05467.

- Monjaras P., J. H. y L. Sánchez E. 1988. Efecto de tres niveles de fertilización nitrogenada en tres líneas de amaranto (Amaranthus hypocondriacus) en el campo agrícola experimental de la F.E.S. Cuautitlán. Apuntes mecanografiados. Cuautitlán Izcalli. Méx.
- Muhammad-Shamin y Naimat-Ali. 1988. Effect of seed inoculation with rhizobium and NP fertilizer levels on the yield of gram. Field Crops Abstracts 041-06045.
- Nazir M., S.; M. N. Akhtar y Ghazanfar-Ali. 1987. Nutritional studies on chickpea. Soil and fertilizers 050-0827.
- Olifson L., E.; O. P. Krivelevich y R. B. Demina. 1987. Chemical composition of chickpea seeds. Field crops Abstracts 040-00345.
- Piccioni M. 1970. Diccionario de alimentación animal. 3a. ed. Edit. Acribia. Zaragoza, España.
- Raju M. S. y S. C. Varma. 1986. Response of Bengalgram (Cicer arietinum L.) varieties to phosphate fertilization in relation to F.Y.M application and Rhizobial inoculation. Soils and fertilizers 049-04165.
- Ram H.; M. Subramanyam y J. Prasad. 1985. Effect of pH and clay content on nodulation, yield and protein content of bengal gram. (Cicer arietinum L.). Soils and fertilizers 048-01803.

- Robles S., R. 1979. Producción de granos y torrajes. 2a. ed. Edit. Limusa. México.
- Rossi M.; I. Germondari y P. Casini. 1985. Comparison of chickpea cultivars: chemical composition, nutritional evaluation, and oligosaccharide content. Field Crops Abstracts 038-04429.
- Roy R., K. y R. S. Tripathi. 1987. Effect of irrigation and phosphorus on yield, nodulation, water use efficiency and nutrient concentration in chickpea. Irrigation and Drainage Abstracts 013-00708.
- Sahah S., H.; M. S. Rana; M. Agbal y M. M. Asghar. 1990. Nitrogen, phosphorus and potash requirements of chickpea crop. field Crops Abstracts 043-00481.
- SARH. 1978. Características de Distritos y Unidades de Riego. Region Noreste. Centro II. Sureste. Tomo II. Subsecretaría de Agricultura y Operación. México, D.F.
- Saxena M., C. y D. S. Yadav. 1975. Some agronomic considerations of pigeonpeas y chickpeas. In: ICRISAT. International workshop on grain legumes. Regumpet Hyderabad, India.
- Shimada S., A. 1987. Fundamentos de nutrición animal comparativa. Sistema de educación continua en producción animal en México, A.C. Tercera reimpression. México.

- Siag R., K.; M. Lal y S. S. Bhargava. 1984. Effect of potash levels and method of application on the yield of gram. Field Crops Abstracts 037-07310.
- Singh A.; I. P. S. Ahlawat y C. S. Saraf. 1986. Response of chickpea (Cicer arietinum L.) cultivars to seeding rates and phosphate levels. Soils and Fertilizers 049-04165.
- Singh R., C.; A. S. Faroda y H. C. Sharma. 1980. Response of gram to irrigation and fertilization. Indian Journal Agronomy 25 (2).
- Singh N., B. y R. A. Singh. 1985. Screening for alkalinity and salinity tolerance in chickpea. Plant Breeding Abstracts 055-10162.
- Siddiqui M., B. y S. D. More. 1985. Studies on salt tolerance of gram varieties at germination. Field Crops Abstracts 038-01256.
- Sotelo A.; F. Flores y M. Hernandez. 1987. Chemical composition and nutritional value of Mexican varieties of chickpea (Cicer arietinum L.). Plant Foods for Human Nutrition 37. Printed in the Netherlands.
- Sotelo A.; M. L. Arenas y M. Hernández. 1987. Utilización del garbanzo (Cicer arietinum L.) en fórmulas no lácteas. I. Composición química y calidad nutritiva del garbanzo y su comparación con fórmulas infantiles comerciales. Archivos Latinoamericanos de Nutrición. Vol. XXXVII. No. 3.

- Surinder-Singh y H. C. Sharma. 1984. Effect of soil moisture status on consumptive use and water use efficiency of some crops. Field Crops Abstracts 037-06989.
- Tejeda de H., I.; J. M. Berruecos y Z. H. Merino. 1980. Análisis bromatológico de los alimentos empleados como ingredientes en nutrición animal. Tec. Pec. Méx. 38.
- Tisdale S., L. y W. L. Nelson. 1988. Fertilidad de los suelos y fertilizantes. Edit. UTEHA. México.
- Tiwari K., N.; V. Nigam y A. N. Pathak. 1986. Studies on the potassium requirements of different crops. Soils and Fertilizers 049-09818.
- Van der Maesen L. J. G. 1972. Cicer L., a monograph of the genus, with special reference to the Chickpea (Cicer arietinum L.), its ecology and cultivation. Mededelingen Landbouwhogeschool Wageningen. Neederland.
- Weier T., E.; C. R. Stocking y M.G. Barbour. 1980. Botánica. Edit. Limusa. 5a. edición. México.
- Zatarain G., V. 1987. Evaluación de cinco genotipos de garbanzo (Cicer arietinum L.) para la producción de forraje seco en San Pedro Lagunillas Nayarit. Tesis Profesional. - U.A.CH. Depto. de Fitotecnia. Chapingo. Méx.

A P P E N D I C E

CUADRO 1A

NUMERO DE NODULOS EN EL CULTIVO DE GARBANZO (Cicer arietinum
L.) A LOS 45 DIAS POSTERIORES A LA EMERGENCIA

TRAT.	BLOQUES			
	I	II	III	\bar{X}
1	18.6	17.0	12.3	15.96
2	16.3	10.6	14.6	13.84
3	20.6	17.6	15.0	17.73
4	18.3	17.3	8.0	14.53
5	22.3	9.0	11.0	14.10
6	23.3	10.3	17.0	16.16
7	16.3	11.3	16.0	14.53
8	13.3	13.3	11.6	12.73
9	16.3	20.3	13.3	16.63
10	18.3	14.3	15.6	15.40
11	25.3	11.3	13.0	16.53
12	19.6	11.6	11.6	14.26
13	21.6	17.6	13.6	17.60
14	19.6	23.0	12.6	16.06
15	15.0	10.0	19.0	14.66
16	15.3	15.3	14.0	14.86
17	30.0	11.0	15.3	18.76
18	18.6	10.6	7.3	12.86
19	5.0	16.3	10.0	10.43

CUADRO 2A

LONGITUD DE LA RAIZ PRINCIPAL DEL CULTIVO DE GARBANZO (Cicer
arietinum L.) A 45 DIAS DE SU EMERGENCIA

BLOQUES				
TRAT.	I	II	III	\bar{X}
1	17.3	18.3	16.0	17.2
2	16.0	16.6	15.1	15.9
3	17.3	19.0	18.6	18.3
4	17.0	18.3	16.5	17.20
5	18.1	15.5	16.0	16.5
6	15.0	15.8	20.0	16.9
7	17.6	16.3	19.0	17.6
8	16.0	19.8	16.5	17.4
9	15.0	19.6	16.3	17.0
10	15.0	18.1	15.5	16.2
11	15.0	17.5	14.1	15.5
12	16.3	23.3	15.3	18.3
13	15.8	13.6	19.1	16.16
14	17.1	19.1	16.8	17.6
15	14.5	15.6	19.3	16.4
16	17.0	17.0	21.0	18.3
17	17.3	16.0	22.6	18.6
18	21.3	18.0	21.1	20.1
19	14.3	20.3	11.8	15.4

CUADRO 3A
 NUMERO DE VAINAS POR PLANTA DEL CULTIVO DE GARBANZO
 (Cicer arietinum L.) A MADUREZ

BLOQUES				
TRAT.	I	II	III	\bar{X}
1	23.0	27.7	32.5	27.7
2	39.8	28.4	36.5	34.9
3	34.9	29.9	41.5	35.4
4	44.3	20.0	49.2	37.8
5	41.2	34.2	29.1	34.8
6	30.2	36.4	35.0	33.8
7	41.5	44.2	45.8	43.8
8	26.6	26.5	35.1	29.4
9	19.7	35.2	34.2	29.7
10	24.4	47.3	42.2	37.9
11	28.9	29.0	41.7	33.2
12	36.2	28.9	35.1	33.4
13	47.0	35.9	43.4	42.1
14	27.3	26.4	29.0	27.5
15	44.8	45.2	44.1	44.7
16	46.8	34.3	36.6	39.2
17	36.8	57.9	26.9	40.5
18	46.4	30.4	44.2	40.3
19	49.2	25.3	45.7	40.0

CUADRO 4A
 PRODUCCION DE MATERIA SECA TOTAL POR HECTAREA DE
 GARBANZO EN KG. A LA MADUREZ

BLOQUES				
TRAT.	I	II	III	\bar{X}
1	20.88	18.45	31.11	23.48
2	24.00	15.78	29.78	23.18
3	23.11	22.00	25.33	23.48
4	24.66	14.66	30.88	23.40
5	26.22	20.00	25.77	23.99
6	27.55	30.00	31.11	29.55
7	19.55	25.11	29.33	24.66
8	25.55	18.44	22.88	22.29
9	14.66	24.88	25.77	21.77
10	20.00	18.22	34.44	24.22
11	26.44	21.77	29.55	25.92
12	18.88	24.88	29.11	24.29
13	22.66	23.77	31.11	25.84
14	19.11	22.66	27.55	23.10
15	26.97	27.77	30.89	28.54
16	26.88	23.33	29.11	26.44
17	22.22	24.44	25.11	23.92
18	24.66	23.11	25.11	24.29
19	20.00	24.22	18.89	21.03

CUADRO 5A
 PRODUCCION DE GRANO TOTAL POR HECTAREA DE
 GARBANZO EN KG. A LA MADUREZ

BLOQUES				
TRAT.	I	II	III	\bar{X}
1	8.91	7.71	13.24	9.95
2	10.62	6.40	13.95	10.32
3	10.84	9.20	9.57	9.87
4	10.20	6.15	12.62	9.66
5	12.04	8.28	10.64	10.32
6	11.44	11.97	12.46	11.96
7	7.22	7.28	13.00	9.16
8	12.20	7.55	9.57	9.77
9	4.77	11.28	11.62	9.22
10	7.17	7.64	14.13	9.65
11	10.55	8.17	13.00	10.57
12	7.42	10.06	10.93	9.47
13	9.40	9.86	12.40	10.55
14	7.71	9.86	11.08	9.55
15	11.17	11.17	13.28	11.87
16	9.46	9.31	13.57	10.78
17	9.11	9.77	9.24	9.37
18	10.62	8.06	10.64	9.77
19	5.15	10.44	8.26	7.95

CUADRO 6A
 PESO DE PAJA TOTAL POR HECTAREA DE
 GARBANZO EN KG. A LA MADUREZ

TRAT.	BLOQUES			
	I	II	III	\bar{X}
1	11.97	10.73	17.86	13.52
2	13.37	9.37	15.82	12.85
3	12.26	12.80	21.31	15.40
4	14.46	8.51	18.26	13.74
5	14.17	11.71	15.13	13.67
6	16.11	18.02	18.64	17.59
7	12.33	17.82	16.33	15.49
8	13.35	10.88	13.11	12.45
9	9.88	13.60	14.15	12.54
10	12.82	10.57	20.31	14.56
11	15.88	13.60	16.55	15.34
12	11.46	14.82	18.17	14.82
13	13.26	13.91	18.71	15.29
14	11.40	12.80	16.46	13.55
15	15.66	16.60	17.60	16.62
16	16.62	14.02	15.53	15.39
17	13.11	14.66	16.46	14.74
18	14.04	15.04	14.46	14.51
19	14.84	13.77	10.62	13.07

CUADRO 7A

RESULTADOS CORRESPONDIENTES AL PORCENTAJE DE PROTEINA CONTENIDA EN EL GRANO DE GARBANZO (*Cicer arietinum* L.) EN BASE SECA

TRAT.	I	II	\bar{X}
1	22.80	22.32	22.56
2	22.49	22.27	22.38
3	23.18	22.82	23.00
4	23.22	24.28	23.75
5	20.13	18.51	19.32
6	23.55	24.29	23.92
7	21.29	24.25	22.77
8	19.02	20.54	19.78
9	18.45	20.29	19.37
10	22.21	22.37	22.29
11	23.39	22.75	23.07
12	21.06	23.94	22.50
13	20.98	21.18	21.08
14	22.91	22.61	22.76
15	22.32	23.70	23.01
16	22.51	23.05	22.78
17	22.80	23.40	23.10
18	23.90	22.50	23.20
19	22.35	22.81	22.58

CUADRO 8A

RESULTADOS CORRESPONDIENTES AL PORCENTAJE DE GRASA CONTENIDA
EN EL GRANO DE GARBANZO (Cicer arietinum L.) EN BASE SECA

TRAT.	I	II	\bar{X}
1	5.48	5.37	5.42
2	5.89	6.14	6.01
3	4.36	6.03	5.19
4	5.43	5.19	5.31
5	6.37	6.92	6.64
6	6.53	6.74	6.63
7	8.39	7.36	7.87
8	5.71	5.28	5.49
9	5.80	5.27	5.53
10	6.15	6.10	6.12
11	5.55	5.71	5.63
12	6.29	7.20	6.74
13	6.54	6.47	6.50
14	5.71	5.78	5.74
15	6.17	6.55	6.36
16	6.14	6.00	6.07
17	6.37	6.20	6.28
18	5.79	6.14	5.96
19	5.96	5.84	5.90

CUADRO 9A

RESULTADOS CORRESPONDIENTES AL PORCENTAJE DE CENIZA CONTENIDA
EN EL GRANO DE GARBANZO (Cicer arietinum L.) EN BASE SECA

TRAT.	I	II	\bar{X}
1	2.49	2.58	2.53
2	2.63	2.77	2.70
3	2.73	2.32	2.52
4	3.15	3.07	3.11
5	2.71	2.60	2.65
6	2.55	2.82	2.68
7	2.71	2.40	2.55
8	3.02	2.95	2.98
9	3.10	3.06	3.08
10	2.82	2.72	2.77
11	3.15	3.17	3.16
12	2.89	2.88	2.88
13	3.13	3.07	3.10
14	2.98	3.00	2.99
15	2.96	3.02	2.99
16	3.06	3.08	3.07
17	2.29	2.94	2.61
18	3.16	3.10	3.13
19	2.96	2.93	2.94

CUADRO 10A

RESULTADOS CORRESPONDIENTES AL PORCENTAJE DE PROTEINA CONTENIDA EN LA PAJA DE GARBANZO (Cicer arietinum L.) EN BASE SECA

TRAT.	I	II	\bar{X}
1	7.37	6.37	6.87
2	6.77	6.65	6.71
3	6.92	7.36	7.14
4	5.94	6.02	5.98
5	6.26	7.80	7.03
6	8.10	8.66	8.38
7	8.34	7.36	7.85
8	7.54	7.06	7.30
9	6.50	7.48	6.99
10	8.51	8.09	8.30
11	7.15	7.41	7.28
12	7.38	7.12	7.25
13	6.09	6.85	6.47
14	6.38	7.18	6.78
15	7.73	7.05	7.39
16	8.21	7.63	7.92
17	7.05	7.03	7.04
18	8.16	7.52	7.84
19	6.98	7.00	6.99

CUADRO 11A

RESULTADOS CORRESPONDIENTES AL PORCENTAJE DE GRASA CONTENIDA
EN LA PAJA DE GARBANZO (Cicer arietinum L.) EN BASE SECA

TRAT.	I	II	\bar{X}
1	5.25	5.22	5.23
2	6.09	6.06	6.07
3	7.13	7.59	7.33
4	6.07	5.96	6.01
5	5.06	5.84	5.45
6	5.90	6.86	6.38
7	4.56	5.83	5.19
8	4.06	4.11	4.08
9	4.39	5.20	4.79
10	7.55	7.53	7.59
11	4.31	5.19	4.85
12	7.38	7.85	7.61
13	5.74	5.71	5.72
14	3.28	4.03	3.62
15	9.58	8.61	9.09
16	4.90	5.23	5.06
17	3.16	4.98	4.18
18	5.50	5.90	5.70
19	9.96	8.89	9.42

CUADRO 12A

RESULTADOS CORRESPONDIENTES AL PORCENTAJE DE FIBRA CRUDA CONTENIDA EN LA PAJA DE GARBANZO (Cicer arietinum L.) EN BASE SECA

TRAT.	I	II	\bar{X}
1	40.70	34.53	37.61
2	35.78	36.40	36.09
3	40.66	38.18	39.42
4	40.38	39.91	40.14
5	43.75	55.87	49.81
6	41.45	37.58	39.51
7	45.23	40.19	42.71
8	43.75	41.05	42.40
9	37.37	43.37	40.37
10	37.17	35.38	36.27
11	33.84	35.05	34.44
12	34.98	33.68	34.33
13	41.20	46.60	43.90
14	34.74	39.28	37.01
15	39.68	36.29	37.98
16	42.56	39.60	41.08
17	36.32	36.27	36.29
18	43.18	42.80	44.99
19	36.58	36.60	36.59

CUADRO 13A

RESULTADOS CORRESPONDIENTES AL PORCENTAJE DE CENIZA CONTENIDA
EN LA PAJA DE GARBANZO (*Cicer arietinum* L.) EN BASE SECA

TRAT.	I	II	\bar{x}
1	14.89	13.95	14.42
2	13.64	13.52	13.58
3	12.07	11.85	11.96
4	11.77	9.93	10.85
5	12.83	13.82	13.32
6	14.70	13.92	14.31
7	12.83	12.47	12.65
8	12.13	12.00	12.06
9	13.52	13.53	13.52
10	11.36	11.40	11.38
11	14.10	14.48	14.29
12	12.49	13.88	13.18
13	13.85	13.21	13.53
14	12.59	13.60	13.09
15	11.66	11.38	11.51
16	11.96	11.50	11.73
17	13.18	13.77	13.47
18	11.98	12.77	12.12
19	12.17	13.11	12.64

CUADRO 14A

COMPARACION DE MEDIAS CORRESPONDIENTES AL CONTENIDO DE
 PROTEINA EN EL GRANO DE GARBANZO (Cicer arietinum L.)
 A LA MADUREZ (TUKEY 5%)

TRAT.	\bar{x}				
6	23.92	A			
4	23.75	A			
18	23.70	A	B		
17	23.10	A	B	C	
11	23.07	A	B	C	
15	23.01	A	B	C	D
3	23.00	A	B	C	D
16	22.78	A	B	C	D
7	22.77	A	B	C	D
14	22.76	A	B	C	D
19	22.58	A	B	C	D
1	22.56	A	B	C	D
12	22.50	A	B	C	D
2	22.38	A	B	C	D
10	22.29	A	B	C	D
13	21.08	A	B	C	D
8	19.78		B	C	D
9	19.37			C	D
5	19.32				D

Medias con letra igual, no son estadísticamente diferentes.

CUADRO 15A

COMPARACION DE MEDIAS CORRESPONDIENTE AL CONTENIDO DE
 GRASA EN EL GRANO DE GARBANZO (*Cicer arietinum* L.)
 A LA MADUREZ (TUEEY 54)

TRAT.	%		
7	7.87	A	
12	6.74	A	B
5	6.64	A	B
6	6.63	A	B
13	6.50	A	B
15	6.36	A	B
17	6.28		B
10	6.12		B
16	6.07		B
2	6.01		B
18	5.96		B
19	5.90		B
14	5.74		B
11	5.63		B
9	5.53		B
8	5.49		B
1	5.42		B
4	5.31		B
3	5.19		B

Medias con letra igual, no son estadísticamente diferentes.

CUADRO 16A

COMPARACION DE MEDIAS CORRESPONDIENTE AL CONTENIDO DE
 CENIZA EN EL GRANO DE GARBANZO (*Cicer arietinum* L.)
 A LA MADUREZ (TUKEY 5%)

TRAT.	§			
11	3.16	A		
18	3.13	A	B	
4	3.11	A	B	C
13	3.10	A	B	C
9	3.08	A	B	C
16	3.07	A	B	C
15	2.99	A	B	C
14	2.99	A	B	C
8	2.98	A	B	C
19	2.94	A	B	C
12	2.88	A	B	C
10	2.77	A	B	C
2	2.70	A	B	C
6	2.68	A	B	C
5	2.65	A	B	C
17	2.61	A	B	C
7	2.55		B	C
1	2.53		B	C
3	2.52			C

Medias con letra igual, no son estadísticamente diferentes.

CUADRO 17A

COMPARACION DE MEDIAS CORRESPONDIENTE AL CONTENIDO DE
 PROTEINA EN LA PAJA DE GARBANZO (Cicer arietinum L.)
 A LA MADUREZ (TUKEY 5%)

TRAT.	%		
6	8.38	A	
10	8.30	A	
16	7.92	A	
7	7.85	A	B
18	7.84	A	B
15	7.39	A	B
8	7.50	A	B
11	7.28	A	B
12	7.25	A	B
3	7.14	A	B
17	7.04	A	B
5	7.03	A	B
9	6.99	A	B
19	6.99	A	B
1	6.87	A	B
14	6.78	A	B
2	6.71	A	B
13	6.47	A	B
4	5.98		B

Medias con letra igual, no son estadísticamente diferentes.

CUADRO 18A
 COMPARACION DE MEDIAS CORRESPONDIENTE AL CONTENIDO DE
 GRASA EN LA PAJA DE GARBANZO (Cicer arietinum L.)
 A LA MADUREZ (TUKEY 5%)

TRAT.	%						
19	9.42	A					
15	9.09	A					
12	7.61	A	B				
10	7.54	A	B				
3	7.36		B	C			
6	6.38		B	C	D		
2	6.07		B	C	D	E	
4	6.01		B	C	D	E	
13	5.72		B	C	D	E	F
18	5.70		B	C	D	E	F
5	5.45		B	C	D	E	F
1	5.25			C	D	E	F
7	5.19			C	D	E	F
16	5.06				D	E	F
9	4.79				D	E	F
11	4.75				D	E	F
8	4.08					E	F
17	4.07					E	F
14	3.65						F

Medias con letra igual, no son estadísticamente diferentes.

CUADRO 19A -
 COMPARACION DE MEDIAS CORRESPONDIENTE AL CONTENIDO DE
 FIBRA EN LA PAJA DE GARBANZO (Cicer arietinum L.)
 A LA MADUREZ (TUKEY 5%)

TRAT.			
5	49.81	A	
13	43.90	A	B
18	42.99	A	B
7	42.71	A	B
8	42.40	A	B
16	41.08	A	B
9	40.37	A	B
4	40.14	A	B
6	39.51	A	B
3	39.42	A	B
15	37.98	A	B
1	37.61	A	B
14	37.01		B
19	36.59		B
17	36.29		B
10	36.27		B
2	36.09		B
11	34.44		B
12	34.33		B

Medias con letra igual, no son estadísticamente diferentes.

CUADRO 20A
 COMPARACION DE MEDIAS CORRESPONDIENTE AL CONTENIDO DE
 CENIZA EN LA PAJA DE GARBANZO (Cicer arietinum L.)
 A LA MADUREZ (TUKEY 5%)

TRAT.	%				
1	14.42	A			
6	14.31	A			
11	14.29	A	B		
2	13.58	A	B	C	
13	13.53	A	B	C	
9	13.52	A	B	C	
17	13.47	A	B	C	
5	13.32	A	B	C	
12	13.18	A	B	C	
14	13.09	A	B	C	
7	12.65	A	B	C	D
19	12.64	A	B	C	D
18	12.37	A	B	C	D
8	12.06		B	C	D
3	11.96			C	D
16	11.73			C	D
15	11.52			C	D
10	11.38			C	D
4	10.85				D

Medias con letra igual, no son estadísticamente diferentes.