



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA  
DE MÉXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES  
CUAUTITLÁN



RESPUESTA DEL GARBANZO PORQUERO VAR. CAL  
GRANDE (Cicer Arietinum L.) A LA FERTILIZACIÓN  
NITROGENADA Y FOSFATADA EN CONDICIONES  
DE HUMEDAD RESIDUAL EN URRIO MUNICIPIO  
DE SALVATIERRA GUANAJUATO

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE  
INGENIERO AGRICOLA

P R E S E N T A :

LUIS GONZALEZ ROCHA

ASESORES: ING. ANDRES MARBAN BAHENA  
ING. CONSUELO PANIAGUA CRUZ

CUAUTITLÁN IZCALLI, EDO. DE MEX.

1993

TESIS CON  
FALLA LE CRIGEN



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 GENERAL

	Pág.
RESUMEN . . . . .	1
INDICE DE FIGURAS . . . . .	4
INDICE DE CUADROS . . . . .	5
I. INTRODUCCION . . . . .	7
I.1. OBJETIVOS . . . . .	10
I.2. HIPOTESIS . . . . .	10
II. REVISION DE LITERATURA . . . . .	11
2.1. Antecedentes Históricos del Cultivo de Garbanzo . . . . .	11
2.2. ORIGEN . . . . .	11
2.3. Taxonomía del Garbanzo . . . . .	12
2.4. Descripción Botánica . . . . .	12
2.5. Ecología del Cultivo . . . . .	13
2.5.1. Temperatura . . . . .	13
2.5.2. Humedad . . . . .	15
2.5.3. Fotoperiodo . . . . .	16
2.6. Distribución del Garbanzo en México y en el Mundo . . . . .	17
2.7. Fisiología del Cultivo . . . . .	19
2.8. Efectos del Clima en la Fenología y Desarrollo del -- Garbanzo . . . . .	20
2.9. Variedades existentes . . . . .	23
2.10. Características Nutricionales del Garbanzo . . . . .	27
2.11. Ventajas del Cultivo del Garbanzo . . . . .	28
2.12. Fertilización Química . . . . .	30
2.13. El Nitrógeno . . . . .	31
2.14. Fijación Simbiótica del Nitrógeno . . . . .	31
2.15. Fuente del Nitrógeno . . . . .	33
2.16. Limitantes de la Fijación Simbiótica del Nitrógeno . . . . .	33
2.17. Fertilizantes Amónicos . . . . .	35
2.18. El Fosforo . . . . .	35
2.19. El Superfosfato de calcio simple . . . . .	39
2.20. Nutrición Mineral . . . . .	40

2.21.	Suelo .....	41
2.22.	pH. del Suelo .....	42
III.	MATERIALES Y METODOS .....	43
3.1.	Localización de la Parcela Experimental .....	43
3.2.	Límites .....	43
3.3.	Clima .....	44
3.4.	Suelo .....	44
3.5.	Características Físicas y Químicas del Suelo .....	45
3.6.	Humedad Residual .....	46
3.7.	La Parcela Experimental .....	46
3.8.	Sistema de Siembra .....	47
3.9.	Semilla de Garbanzo .....	47
3.10.	Fertilizante .....	47
a)	Sulfato de Amónia .....	47
b)	Superfosfato de Calcio Simple .....	47
3.11.	Muestreo del Suelo .....	48
3.12.	Utensilios .....	49
3.13.	Establecimiento del Experimento .....	49
3.14.	Análisis del Suelo .....	50
3.15.	Diseño Experimental .....	51
3.16.	Tratamientos .....	51
3.17.	Distribución de Tratamientos en la Parcela Experimental	53
3.18.	Preparación del Terreno .....	54
3.19.	Barbecho .....	54
3.20.	Cruza .....	54
3.21.	Surcado .....	55
3.22.	Fertilización .....	55
3.23.	Siembra .....	55
3.24.	Tapado .....	56
3.25.	Rastreado .....	56
3.26.	Cosecha .....	56
IV.	RESULTADOS .....	59

V.	ANALISIS DE RESULTADOS .....	76
5.1.	Altura Promedio del Cultivo de Garbanzo en Fresco ....	76
5.2.	Peso Fresco Promedio del Cultivo sin Raiz .....	77
5.3.	Peso Fresco Total Promedio del Cultivo de Garbanzo sin Raiz .....	78
5.4.	Longitud Promedio de la Raiz Principal .....	79
5.5.	Altura Promedio en Seco del Cultivo .....	80
5.6.	Peso Seco Promedio Total del Cultivo de Garbanzo ....	81
5.7.	Número Promedio de Vainas .....	82
5.8.	Número Promedio de Granos .....	84
5.9.	Peso Promedio de Grano .....	87
VI.	RENTABILIDAD DEL CULTIVO .....	88
VII.	DISCUSION .....	92
VIII.	CONCLUSIONES .....	96
IX.	RECOMENDACIONES .....	97
X.	BIBLIOGRAFIA .....	98
XI.	APENDICE .....	104

# GARBANZO

*Cicer aristatum*, L.



## RESUMEN

El presente estudio en garbanzo (Cicer arietinum L.) se llevó a cabo con la finalidad de ver la respuesta de este cultivo hacia la fertilización nitrogenada y fosfatada en condiciones de humedad residual para incrementar su rendimiento y presentarlo como alternativa a los agricultores de Urireo, Guanajuato lugar donde se desarrollo el experimento, para satisfacer sus necesidades y las de sus animales en invierno que es la época de estiaje. Dado que en la actualidad la demanda de alimentos es cada vez más grande en México y en el mundo, razón por la que el sector agrícola a visto la necesidad de buscar nuevas alternativas para incrementar la producción en el campo Mexicano.

Los objetivos planteados en dicho trabajo son: Conocer los efectos que tiene la fertilización nitrogenada y fosfatada en el cultivo de garbanzo en condiciones de humedad residual. Así como evaluar la respuesta del cultivo de garbanzo en condiciones de humedad residual a diferentes dosis de fertilización nitrogenada y fosfatada, e incrementar el rendimiento de la producción de garbanzo como fuente forrajera en beneficio económico del productor así como ecológico del suelo.

Tomando en cuenta los objetivos en el mencionado estudio es como se desarrollo el experimento, siendo que el recurso agua era una limitante para la obtención de buenos resultados, factor que fue superado por las condiciones climáticas al momento de su establecimiento.

El diseño experimental empleado fue en bloques al azar con tres repeticiones y cinco tratamientos, dando un total de quince unidades experimentales útiles, establecidas en un área de 480m<sup>2</sup> variando tan solo la dosis de fertilización.

Entre las dosis empleadas se consideraron la 30-60 00, 30-50-00, 00-80-00, 00-70-00 y la 00-00-00. La aplicación de fertilizantes se realizó al momento de la siembra tomando en cuenta la disponibilidad de agua en el suelo y la vertida por las precipitaciones ciclónicas en el mes de septiembre y octubre en la región, así como las invernales de diciembre y enero, consideradas como favorables para el buen desarrollo del cultivo e incremento del rendimiento.

Se evaluaron parámetros tales como altura de planta, longitud de la raíz por planta, peso seco total peso fresco total, peso de plantas sin raíz, número de vainas, número de granos y peso de grano.

Así mismo se realizaron análisis de varianza para cada parámetro evaluado y la prueba de comparación de medias de Tukey en donde se mostró que los mejores rendimientos, se obtuvo en las fertilizaciones con nitrógeno y fósforo en combinación siendo estos tratamientos el 30-60-00 y el 30-50-00. Para lo cual el mencionado trabajo se propone como una alternativa para regiones con bajos regimenes pluviometricos y para aquellas con precipitaciones mal distribuidas así como suelos bajos en contenidos nutrimentales, los cuales pueden ser corregidos con la adición de los elementos faltantes. La fertilización con nitrógeno y fósforo en el mencionado estudio mostró respuesta debido a la presencia de precipitaciones al momento de establecer el experimento lo que dio como resultado una mayor concentración de humedad en el suelo y por consecuencia la disolución de los fertilizantes adicionados, mismos que fueron aprovechados por el cultivo, reflejandose en el incremento del rendimiento.

El garbanzo es un cultivo del cual se aprovecha en su totali-

dad toda su biomasa, por lo que siendo un cultivo de invierno y a su vez de una época en la que se presenta escases de alimento animal; este puede ser una buena opción para que el agricultor lo utilice para satisfacer las necesidades alimenticias de sus animales en épocas de escases de forraje.

INDICE DE FIGURAS

<u>Figuras</u>	<u>Pag.</u>
FIGURA 1.- Distribución de los tratamientos en la parcela experimental	53
FIGURA 2.- Localización del lugar de estudio en el Municipio de Salvatierra, Guanajuato.	105
FIGURA 3.- Ubicación del Municipio en el Estado de Guanajuato	106
FIGURA 4.- Localización del estado de Guanajuato en el País	107
FIGURA 5.- Longitud media de la raíz en Cm.	108
FIGURA 6.- Altura media en seco de la planta en Cm.	109
FIGURA 7.- Peso seco promedio total en Gr.	110
FIGURA 8.- Peso seco promedio del cultivo sin raíz en Gr.	111
FIGURA 9.- Número promedio de vainas	112
FIGURA 10.- Número promedio de granos	113
FIGURA 11.- Peso promedio de grano seco	114
FIGURA 12.- Peso promedio del cultivo sin raíz en Gr.	115
FIGURA 13.- Altura media en fresco en Cm.	116
FIGURA 14.- Peso fresco promedio total en Gr.	117

INDICE DE CUADROS

<u>Cuadros.</u>		<u>Pag.</u>
CUADRO 1.	Características nutritivas del garbanzo.	26
CUADRO 2.	Análisis de varianza para el parámetro altura en fresco del cultivo de garbanzo.	58
CUADRO 3.	Comparación de medias de Tukey correspondiente al parámetro altura promedio en fresco del cultivo de garbanzo.	58
CUADRO 4.	Análisis de varianza para peso fresco promedio del cultivo sin raíz.	59
CUADRO 5.	Prueba de comparación de medias de Tukey correspondiente al peso fresco promedio del cultivo sin raíz.	60
CUADRO 6.	Análisis de varianza del peso fresco total promedio del cultivo.	61
CUADRO 7.	Comparación de medias para el parámetro fresco total promedio del cultivo del garbanzo.	62
CUADRO 8.	Análisis de varianza para peso seco promedio del cultivo de garbanzo sin raíz.	63
CUADRO 9.	Comparación de medias de Tukey para longitud promedio de la raíz principal.	64
CUADRO 10.	Análisis de varianza de altura promedio en seco del cultivo de garbanzo.	65
CUADRO 11.	Comparación de medias de Tukey para el parámetro altura promedio en seco del garbanzo.	66
CUADRO 12.	Análisis de varianza para peso seco total del cultivo.	67
CUADRO 13.	Comparación de medias para peso seco promedio del garbanzo.	68
CUADRO 14.	Análisis de varianza para el parámetro número promedio de varianza.	69
CUADRO 15.	Prueba de comparación de medias de Tukey para el parámetro número promedio de vainas.	70

	<u>P&amp;q.</u>
CUADRO 16. Análisis de varianza para el parámetro número promedio de vainas en el cultivo de garbanzo.	71
CUADRO 17. Prueba de comparación de medias para el parámetro número promedio de granos en el cultivo de garbanzo.	72
CUADRO 18. Análisis de varianza para peso promedio de grano.	73
CUADRO 19. Prueba de comparación de medias para peso promedio de grano en el cultivo de garbanzo.	74
CUADRO 20. Análisis de varianza para el parámetro peso seco promedio del cultivo de garbanzo sin raíz.	75
CUADRO 21. Prueba de comparación de medias para peso seco promedio del cultivo sin raíz.	76
CUADRO 22. Relción Costo-benéficio maíz-garbanzo.	89
CUADRO 23. Rendimiento de grano en Kg/ha de garbanzo.	90
CUADRO 24. Resultados de análisis de suelo antes de establecer el cultivo.	
CUADRO 25. Resultados de análisis de suelo al término del ciclo del cultivo.	118
CUADRO 26. Efectos de la aplicación de fertilizantes nitrogenados.	119
CUADRO 27. Fertilizantes nitrogenados.	120
CUADRO 28. Algunas características de los fertilizantes nitrogenados.	121
CUADRO 29. Disponibilidad del fósforo, de acuerdo al pH.	122
CUADRO 30. Fertilizantes fosfatados.	123

## I. INTRODUCCION

El garbanzo (Cicer arietinum L.) se cultiva en algunas regiones de México; en donde se utiliza como alimento humano así como forrajero y en otras se destina al mercado de exportación. En lo que se refiere al uso que se le da al cultivo del garbanzo es lamentable consignar que en la alimentación mexicana no se incluye a esta leguminosa, por lo que se desaprovecha una fuente de proteína barata y de buena calidad.

En el país varias regiones se han especializado en este cultivo unas con la tecnología apropiada y consiguiendo buenos rendimientos unitarios, otras todavía con métodos de cultivo tradicionales logrando rendimientos bajos. Los datos experimentales indican que mediante la aplicación de las técnicas apropiadas puede maximizarse la aplicación de insumos, obteniendo rendimientos mejores tomando en cuenta que la demanda de alimentos es cada día más creciente y que el garbanzo es potencialmente productivo bajo algunas condiciones ecológicas del país.

El cultivo del garbanzo suele considerarse como apropiado para zonas de baja precipitación, de invierno rústico y se destina para consumo humano en grano seco o verde. Para forraje se utiliza la planta, la paja o el mismo grano. Es un cultivo no muy explotado en la agricultura latinoamericana, pero potencialmente productivo en base a las siguientes características.

a) Como alimento para el ser humano, tiene porcentajes aceptables de proteína de fácil digestión y de un gran contenido de carbohidratos.

b) Puede usarse como cultivo de invierno, sin interferir con los cultivos más importantes de verano o primavera

como son maíz, sorgo y frijol.

c) Es una planta con la cual la familia rural mexicana de las zonas del Bajío y del Noroeste se están ampliamente familiarizadas, lo mismo como alimento que como forraje.

d) Puede sembrarse durante el invierno en rotación con cereales de verano y proporciona grano para consumo del hombre y forraje para la alimentación del ganado en el invierno, que es la época de estiaje; aparentemente el garbanzo es capaz de completar su ciclo vegetativo y producir cosecha aún en condiciones de poca humedad en el suelo y además, son pocos los insumos que se le aportan siendo su costo de producción bajo comparado con el de otros cultivos.

Siendo que la actividad agrícola en nuestro país se desarrolla bajo diferentes formas de producción que va desde prácticas agrícolas seminómadas, hasta los sistemas más modernos de producción empleando lo más sofisticado en tecnología.

Por otra parte es de mencionar que dentro de las limitantes a las que se enfrenta cada agroecosistema es la insuficiencia del recurso agua representada por lo errático de las precipitaciones y su mala distribución durante el temporal por lo que el agricultor se ha visto en la necesidad de implantar nuevas fechas de siembra para sus cultivos, siendo este un desfazamiento agrícola por la gran variación que ha presentado el clima en dicha región. De ahí que ha surgido la necesidad de implementar medidas agrícolas mediante adecuadas prácticas agronómicas para hacer más eficiente el buen uso y manejo del suelo, del agua y del cultivo del garbanzo (Cicer arietinum L.)

En el presente trabajo se plantea el estudio de la respuesta

que tiene esta importante leguminosa a la fertilización nitro  
genada y fosfatada. Aunque es un cultivo no muy exigente,  
es evidente que el garbanzo remueve nutrimentos, del suelo  
los cuales muchas veces son insuficientes para que se pueda  
desarrollar adecuadamente y producir buenos rendimientos,  
mismos que se verán reflejados en la redituabilidad del agri  
cultor; ya que estudios reportados sobre las demandas de nu-  
trimentos por las plantas entre los que destacan el nitróge  
no y el fósforo considerados como elementos mayores y por  
ende como los principales macronutrientes requeridos por los  
cultivos para poder llevar a cabo todos sus procesos fisioló  
gicos, es por eso que en este experimento se pretende evaluar  
y ver la respuesta que el cultivo de garbanzo tiene a la fer  
tilización nitrogenada y fosfatada para incrementar su rendi  
miento.

## 1.1 O B J E T I V O S

- A) Observar los efectos que tiene la fertilización nitrogenada y fosfatada en el cultivo de garbanzo en condiciones de humedad residual.
- B) Evaluar la respuesta del cultivo de garbanzo en condiciones de humedad residual a diferentes dosis de Fertilización nitrogenada y fosfatada.
- C) Incrementar el rendimiento de garbanzo como fuente forrajera en beneficio económico del productor, así como ecológico del suelo.

## 1.2 H I P O T E S I S

La aplicación de nitrógeno y fósforo al suelo aumenta su contenido nutrimental y de esta manera, se obtendrá una mejor respuesta del cultivo del garbanzo incrementando así su rendimiento

## II. REVISION DE LITERATURA

### 2.1 Antecedentes Históricos del Cultivo del Garbanzo

Laumont y Chevassus, (1958) indican que Cicer arietinum L. es conocido desde la más remota antigüedad en la agricultura de la Cuenca del Mediterraneo, en el Sureste de Asia y en la India.

León Garré, A. (1954) señala que Colón introdujo el garbanzo a America en su segundo viaje. Los españoles hicieron los primeros cultivos en las Antillas, pero éstos no prosperaron debido a diversas condiciones desfavorables. En cambio, cuando se hicieron en México las primeras siembras, debido a que en muchas regiones de este país las condiciones ecológicas eran desfavorables a tal cultivo, éste prosperó y en pocos años llegó a competir con el garbanzo que se producía en España por su alta calidad y buenos rendimientos.

Whyte et al; (1970) mencionan que las leguminosas se cultivan desde hace aproximadamente 6000 años.

### 2.2 Origen

No se sabe su origen preciso, pero se cree que los griegos lo conocían antes de Homero y era cultivado en Egipto e India siendo la más importante legumbre en la India (INIA, 1982). Esta planta se origina en el Mediterraneo, Oriental Noroeste de Africa y Sureste de Asia. En la actualidad es cultivado en muchos países subtropicales y durante la estación fría en los trópicos (Aykroyd y Doughty citados por Gutiérrez, 1987).

De acuerdo con Vavilov, (1953) los centros de origen del garbanzo son el Noroeste de la India y Afganistan para

algunas variedades, y para otras Asia Menor. Las variedades de semillas blancas y grandes parecen originarias de la región mediterránea. El mismo autor señala que otro centro de origen es Abisinia.

### 2.3 Taxonomía del Cultivo

De acuerdo con Kupicha (citado por Gutiérrez, 1987), el garbanzo pertenece a la familia leguminosae, subfamilia papilionoideae, tribu Cicereae, género Cicer y la especie cultivada es (Cicer Arietinum L.).

### 2.4 Descripción Botánica

Es una planta herbácea anual de 50 a 70 cm. de altura; su hábito de crecimiento es semierecto, algunas veces erecto o postrado; su raíz es típica y profunda (1 a 2 cm.), ramificada desde la base y su profundidad es aparentemente la principal causa de su resistencia a la sequía; los tallos tienen de 1 a 3 cms. de diámetro, con 3 o 10 ramas principales; hojas imparipinadas con 11 a 15 folíolos, con excepción de las variedades de garbanzo-chicharo (garbanza) cuyas hojas son simples; las flores son pequeñas de color blanco; violeta, azul o rosadas según la variedad, corola, formada por 5 pétalos desiguales; tiene 10 estambres de los cuales 9 están soldados; el fruto es una legumbre monocarpelar, inflada con 1 a 2 semillas de 0.1 a 0.5 gr., las semillas son redondas, exalbuminosas, formadas por dos cotiledones carnosos que encierran la plúmula, y su color es variable según la variedad. Todas las partes excepto la corola son glandulosas y pubescentes (Van Der Maesen, 1972).

## 2.5 Ecología del cultivo

### 2.5.1 Temperatura

La semiaridez y las temperaturas que van desde la media a la caliente, son las principales condiciones climáticas que se requieren para una buena producción de garbanzo (Grey citado por Robles, 1981).

La influencia climática sobre la calidad del grano de garbanzo tiene gran efecto ya que el contenido proteico es más elevado en climas calientes y secos, y más bajo, en climas húmedos y templados. El nivel de nitrógeno en el suelo es más elevado en regiones calientes y secas, en donde por otra parte el grado de Lixiviación del nitrógeno es menor que en las regiones húmedas y templadas (Grey, citado por Robles 1981).

La temperatura óptima para el crecimiento del garbanzo está entre 10 y 30°C, pudiendo crecer entonces en todos los sitios donde la altitud y la latitud permitan esos rangos de temperatura (Saxena y Yadab, 1985).

Debe añadirse también que las plantas de garbanzo no se dañan fácilmente por efecto de las bajas temperaturas de invierno, comunes en las verdaderas áreas garbanceras, de México; sin embargo puede sufrir el efecto de las heladas tardías cuando el cultivo, está en completa floración, o cuando los frutos en las vainas están todavía en los estados iniciales de maduración (Grey; citado por Robles, 1981).

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

afectan gravemente la rugosidad y color del grano (Torrijos, 1987). Las altas temperaturas (30°C principalmente al momento de la floración producen un estrangulamiento en el cuello de la planta causando anomalías en el crecimiento y en ocasiones la muerte (Jacob y Von Wexicull, 1964).

### 2.5.2 Humedad

Los requerimientos de humedad del garbanzo han sido estudiados, mencionando que es un cultivo de bajos requerimientos de agua con un uso consuntivo de 40 cm. para su desarrollo (SARH, 1978). Aunque una lluvia ligera puede ser favorable durante su desarrollo vegetativo dependiendo de las condiciones del suelo (Van Der Maesen, 1972).

Las leguminosas son muy susceptibles al déficit hídrico durante el período de floración según (Salter, 1973); 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, citados por Hernández, 1986).

En un ensayo realizado se demostró que la germinación óptima para garbanzo se lleva a cabo a una temperatura de 20°C con un lento aprovechamiento de agua (Chen, Etal; 1984).

El garbanzo se ha reportado como un cultivo de bajos requerimientos hídricos (Sinha, Saxena; citados por Durón, 1975).

Condiciones adversas de humedad en el suelo. El anegamiento, el secado del suelo cercano al punto de marchitamiento permanente causan una disminución en la cantidad de nitrógeno fijada (Swaby y Nppmai, citados por Hernández, 1986).

### 2.5.3 Fotoperiodo

El garbanzo es una planta con sensibilidad moderada a fotoperiodo. El ciclo vegetativo se acorta bajo día largo, pero el día corto no evita la floración (Van Der Maesen, 1972).

## Fotoperiodo

Los estímulos fotoperiódicos hacen que las plantas respondan de diferentes maneras a los mismos, esta diversidad aunque no está suficientemente estudiada, si esta estudiada en términos generales en cuanto a la floración, germinación y frutificación. Regularmente al hablar de fotoperiodo se relaciona con la floración debido a que en esta etapa fenológica es donde se ha observado más frecuentemente el papel que juega el fotoperiodo; Al hablar de una planta de fotoperiodo de día corto, esto no significa que tal planta requiera de menos horas luz que una de día largo, lo que quiere decir que una planta de fotoperiodo de día corto sólo florecerá cuando no rebasa un determinado límite crítico de luminosidad y las plantas de día largo solo florecerán si el periodo de luz es mayor al periodo crítico, las plantas de fotoperiodo corto son aquellas, que sólo floreceran cuando el periodo de luz está por debajo del periodo crítico, si se excede tal periodo la planta permanece en estado vegetativo. En términos generales se puede establecer que, todas aquellas plantas originarias de lugares cercanos al Ecuador se comportan como de fotoperiodo de día corto, lo que quiere decir que requieren de oscuridad continúa de 10 a 14 horas.

Debido a que las plantas provienen de diferentes regiones del mundo, reaccionan de diferente manera a los periodos oscuros y claros durante el día.

En México la gran mayoría de las plantas de fotoperiodo de día largo se cultivan en otoño e invierno, cuando el fotoperiodo es corto.

El fotoperiodo influye en la tasa de formación de primordios, una vez que la iniciación a ocurrido y junto con la temperatura ha demostrado su influencia sobre la tasa de crecimiento de la inflorescencia.

## 2.6. Distribución del Garbanzo en México y en el Mundo

En nuestro país se cultivan dos tipos de garbanzo: el blanco para alimentación humana y el café o porquero para alimentación de animales. El primero se cultiva en Sonora, Sinaloa y Baja California Sur y el segundo en la región del Bajío (Jalisco, Michoacan y Guanajuato) (García, citado por Durón, 1975).

En México se siembran alrededor de 200,000 hectareas de garbanzo de riego con un rendimiento medio de 1.2 toneladas por hectárea. De 80 a 90% de esa superficie corresponde a garbanzo porquero (INIA, 1982). Por otra parte, el 45% del garbanzo de Sinaloa y el 85% del de Guanajuato se cultivan en condiciones de temporal o humedad residual (Gómez y Paredes, citado por Durón, 1975).

Hernández (1986), en un experimento de fechas de siembra y riegos en garbanzo porquero en el área de Chapingo. México, reporta como mejor época de siembra el 3 de enero y requiriendo 4 riegos como mínimo.

Otra región de importancia en México es la Costa de Hermosillo siendo las zonas productoras el Valle del Yaqui y el Valle del Mayo en donde se ha experimentado con inoculante y algunos macroelementos como el nitrógeno y el fósforo (Gómez, 1981).

En Mahareshra en la altiplanicie del Deccan, se usan suelos negros y también algunos suelos rojos (Vertisoles). En la parte oeste del Punjab, los suelos más ligeros de Haryana y Rajasthan, en su mayoría migajones arenosos, se usan exitosamente (Van Der Maesen, 1972).

En Etiopía, el garbanzo crece preferentemente en sue-

los negros más bien pasados con una buena capacidad de retención de humedad (Vertisoles), suelos rojos (Lactosoles) se siembran en las tierras montañosas de Yerer-Kereyu (Van Der Maesen, 1972).

En la región turca del Aegean, el garbanzo crece en vertisoles, ricos en calcio, situados cerca al pie de las colinas, provistos de buena humedad y buen drenaje. Suelos rojos y negros de estepa (vertisoles) se usan en Anatolia Oriental y Central (Van Der Maesen, 1972).

En España el garbanzo prospera mejor en suelos arcillo-arenosos y suelos que no contengan demasiado sulfato de calcio (Mateo citado por Herrera, 1981). Pues es bien conocido que los suelos ricos en cal hacen el grano más duro y la mejor calidad se obtiene en suelos arenosos aunque esta clase de suelos no es agronómicamente la mejor para el garbanzo (Cubero y Moreno, 1975).

Entre los países en donde se produce garbanzo a nivel mundial se encuentra el norte de la india, destacando la cuenta alta del Ganges. En Maharashtra en la altiplanicie del Deccan, en la parte Oeste del Punjab, Haryana y Rojasthan (Van Der Maesen, 1972).

El Etiopia es otro de los países donde se produce el garbanzo así mismo la región Turca del Aegean y España (Van Der Maesen, 1972).

## 2.7. Fisiología del Cultivo

Roberts et al. (citado por García y Castro, 1989), mencionan que el desarrollo del garbanzo es indeterminado, los tallos principales y las ramas continúan desarrollándose durante la fase reproductiva y se supone que la duración de la etapa pre y pos floración tiene efectos importantes en la morfología y rendimiento económico. Hugon (1967) al utilizar un material de garbanzo de tipo mediterráneo observó una ramificación basal (que surge de los 6 nudos inferiores) y una zona media de ramificación, separada por cerca de 6 nudos con yemas no desarrolladas. De la zona de ramificación primaria surgen ramas secundarias y terciarias; éstas eventualmente pueden producir flores que constituyen una parte pequeña de la cantidad total de flores (Van Der Maesen, 1972).

Los folíolos del garbanzo presentan una distribución planoflica y se dirigen perpendicularmente a la dirección de la luz, además las hojas imparipinadas proyectan menos sombra en hojas inferiores, lo que favorece una eficiente utilización de energía luminosa en comparación con otras leguminosas como la soya, que presentan folíolos más grandes (Van Der Maesen, 1972). El mismo autor menciona que la floración se presenta en pocos nudos terminales de cada rama.

Saxena y Cheldrake (1979) utilizando 6 cultivares de garbanzo con diferentes períodos de maduración bajo condiciones de campo normales que van de 15 a 35°C en dos regiones de campo normales que van de 15 a 35°C en dos regiones de la India mencionan que la floración y desarrollo de las vainas en garbanzo se sucede en forma acrópeta; de forma que en todos los cultivares hubo un descenso, de los nudos basales hacia los apicales, en el número de vainas por nudo, peso por vaina y peso de semillas un patrón similar del descenso se encontró en tallos principales, ramas primarias, secundarias y terciarias.

rias pero las ramas de orden más alto presentaron menor cantidad de nudos productores de vainas, y estas generalmente pesaron menos en sus nudos basales de las ramas primarias donde la floración empezó más pronto. En base a estos resultados se concluyeron que el llenado de vainas estuvo limitado por el menor abastecimiento de fotosintatos y otros nutrimentos durante la fase reproductiva a causa del descenso, en el área foliar y al menor número de semillas en vainas formadas más resultaron por el aborto de más semillas desarrolladas. Por su parte Batiz y Chena (citado por García y Castro 1989) menciona que el garbanzo es capaz de "Capturar la humedad atmosférica" especialmente temprano en la mañana por la función higroscópica del ácido oxálico y málico que se encuentra en sus vainas y hojas.

## 2.8. Efectos del Clima en la Fenología y Desarrollo del Garbanzo

Van Der Maesen (1972), trabajando con 4 cultivos de garbanzo a tres intensidades de luz (0.72, 0.54, y 0.18 cal/cm/min) sin variar la temperatura (25°C) y la humedad relativa concluyó que la producción de semilla decrece a intensidades luminosas bajas en proporción mayor que la producción de brotes. Un descanso de la intensidad luminosa del 25% durante la etapa plena de floración causa un 42% de reducción en el número de vainas/rama, el peso de 100 semillas y el número de semillas/vaina fue apreciablemente disminuido en tratamientos con menos intensidad luminosa. Además el mismo autor sostiene que en días nublados la disminución en la producción y calidad de la semilla se debe a la baja intensidad luminosa cuando el cultivo se encuentra en plena floración y no es atribuible al aumento de la humedad del aire, por lo que la fertilización de los ovulos no tiene problema, pero sí el desarrollo del fruto.

Kadam, (citado por Van Der Maesen, 1972) señala que la floración es menor bajo condiciones de tiempo nublado que en días despejados. Por su parte (Aziz etal, citados por García y Castro 1989), menciona que el desarrollo de la semilla en días nublados es de 4 o 8 veces menor que en días soleados).

Ustimenko (citado por García y Castro 1989) sostiene que con un 60% de humedad relativa y cielo despejado es cuando mejor transcurre la Floración viendose ésta afectada por elevados niveles de humedad del aire, formandose en consecuencia menor cantidad de semilla. El mencionado autor resume las condiciones de temperatura en el ciclo de desarrollo del garbanzo y que se mencionan a continuación las semillas empiezan a germinar a una temperatura de 2 a 5°C; los bro-

tes soportan bajas temperaturas de corta duración de hasta 11°C la temperatura óptima para la formación de brotes es de 20 a 30°C; con 18°C de temperatura diurna y 14°C en la noche se estimula la ramificación y con el ascenso de la temperatura entre los 10 y los 23°C; mientras que la maduración transcurre mejor cuando la temperatura del aire por la noche no es inferior a los 14°C y durante el día no sobrepasa los 35°C.

Van Der Maesen (1972) menciona que la temperatura óptima para la germinación es de 20°C en forma constante o variaciones entre 15 a 25 °C, aunque dice que la temperatura del suelo generalmente no alcanza temperaturas tan bajas como la mínima del aire.

El efecto del fotoperiodo y la temperatura se consideran de mayor influencia para el desarrollo del garbanzo: Existen autores que han estudiado el efecto de cada factor por separado en el desarrollo de dicho cultivo. La mayoría de los investigadores están de acuerdo que el garbanzo es una planta de día largo o mejor dicho con moderada sensibilidad al fotoperiodo (Van Der Maesen etal., 1972).

Van Der Maesen (1972) concluyó que las longitudes mayores de 14 a 16 hr adelantan la floración aunque pueden existir diferencias entre cultivares. El garbanzo es una especie que reacciona a periodos de 16 hr particularmente en el cual el período vegetativo se acorta; pero días largos de 19 hrs. no impiden la floración aunque si la retardan.

Ustimenko 1982 (citado por García y Castro 1989) menciona que la floración más temprana y la mayor productividad se presenta cuando el día es de dieciseis hrs. y la temperatura de 22°C, y al reducir el día hasta 8 a 10 hrs. se prolonga

el periodo desde la aparición natural de la luminosidad no perjudica la floración pues las hojas superiores del garbanzo dan poca sombra a las inferiores y las flores tienen pedúnculos largos.

Sondhu y Hodyes (citado por García y Castro, 1982) por su parte detectaron la presencia de una floración máxima y más temprana, un número mayor de semillas por planta y un desarrollo vegetativo más vigoroso en días de 16 hrs. con una temperatura de 22.5°C y alta intensidad de luz.

Pal y Marty (citado por García y Castro, 1989) encontraron una floración más rápida bajo condiciones, de día largo, mientras que en días cortos las plantas permanecen vegetativamente, por mayor tiempo; éstas fueron más grandes y aunque la floración se retardó, produjeron rendimientos más altos.

Nanda y Chimoy (citado por García y Castro, 1989) propusieron un sistema teórico de periodos de fase para garbanzo; dicen que el periodo vegetativo y la relación entre fotoquantum y termoquantum sumas de cantidades de log. y temperaturas recibidas, respectivamente están inversamente correlacionadas y concluyen que el desarrollo vegetativo se adelanta en días largos, aunado a periodos de 24 hrs. pero la ramificación se ve inhibida. Bajo condiciones de día corto la planta crece durante un periodo más largo.

Se creía que la fijación del nitrógeno limitaba los rendimientos en el cultivo de garbanzo; siendo evidente que la nodulación es fuertemente afectada al comienzo de la fructificación, una comparación del nitrógeno del índice de cosecha entre trigo y garbanzo demuestra claramente que la incorporación del nitrógeno total en la planta es mayor en trigo (30-

40%) pareciendo que el garbanzo necesita realizar una mejor división de nitrógeno asimilado por la planta. Posiblemente la morfología de la planta y el control de senescencia de las hojas pudiera ser importante en este contexto, se considera que algunos garbanzos son cultivos que crecen bajo condiciones de sequía y esto es atribuido a la fijación de nitrógeno pudiendo ser influenciado adversamente por el stress del agua. Esto influye notablemente en la fotosíntesis y consecuentemente en la fijación del nitrógeno.

El tiempo de la floración es fuertemente influenciado por la latitud a causa de los cambios de temperatura y duración del día (Shinha, 1978).

El garbanzo (Cicer arietinum L) es un cultivo importante en la India la mayoría de los cultivos de garbanzo se encuentran en el norte de la India a causa de las condiciones agroclimáticas adecuadas en ese lugar (Sinha, 1978). Recientemente ha habido un cambio considerable en los métodos de cultivo y un cambio consecuente en las características requeridas por el cultivo.

El garbanzo era esencialmente un cultivo de temporal creciendo algunas veces con el trigo y cebada, se creía que bajo condiciones de riego se promovía el crecimiento vegetativo y también en el crecimiento reproductivo y teniendo ciertos efectos adversos en el rendimiento de grano. Algunas prácticas agronómicas fueron desarrolladas para estas situaciones (Sinha, 1978).

## 2.9. Variedades Existentes

La investigación de garbanzo en Guanajuato se inició en

1961 con estudios de prácticas culturales así como con la colección de algunos garbanzos criollos.

La superficie cosechada de garbanzo en México presenta una variación de 105,995 a 253,000 hectáreas de 1970 a 1977. Los rendimientos de 800 Kg/ha tienden a elevarse como consecuencia de las nuevas técnicas agrícolas aplicadas especialmente en el garbanzo de riego. En 1976 el 80% del área (riego y humedad residual) se cosechó de garbanzo porquero, mientras que en el 12% restante se cosechó garbanzo blanco. (INIA, 1981).

En general, la producción de garbanzo porquero se encuentra en los estados de Jalisco, Guanajuato y Michoacán, mientras que la de garbanzo blanco de exportación se obtiene en Sinaloa y Sonora (INIA, 1981).

En Guanajuato las mayores superficies se encuentran en la región Centro-Sur, cuya producción de garbanzo porquero se utiliza en la alimentación de cerdos, así que por una parte se beneficia a los agricultores y por otra parte los porqueros que engordan más de un millón de cerdos cuya carne alimenta a más de 20% de la población del Distrito Federal.

En Guanajuato se siembran desde 200 hectáreas en algunos años, hasta 60,000 hectáreas en otros, de garbanzo porquero de humedad residual con rendimientos medios de 300 kg/ha. (1970-1979), (INIA, 1982).

Desde el inicio de los trabajos de investigación en 1961 se observó que el agricultor sembraba el garbanzo de riego en diferentes fechas de siembra sin saber cuál sería la mejor.

Sembraba diferentes cantidades de semilla con el método "a rabo de buey". Aplicaba agua en exceso y no controlaba las malas hierbas. Usaba variedades criollas de poco rendimiento tanto en riego como en humedad residual. No sabía si era o no necesario usar inoculantes o fertilizar, tenía problemas de enfermedades (rabia y plagas) (minador de la hoja y gorgojo del almacén), (INIA, 1981).

Con el objeto de resolver los problemas anteriores, se iniciaron a partir de 1961, estudios tendientes a determinar la mejor fecha de siembra, así como la densidad de población más adecuada, determinación de los requerimientos de agua, daño de las malezas al cultivo y mejoramiento genético, para observar variedades más rindidoras y tolerantes a las pudriciones radiculares. Uno de los problemas más difíciles de resolver ha sido encontrar resistencia al Chahuixtle. (INIA, 1981).

A partir de 1979, se reinició la investigación del garbanzo de humedad residual, en forma separada de garbanzo de riego.

El mejoramiento genético ha dado los siguientes resultados: Se han entregado a la PRONASE, cuatro variedades de garbanzo porquero de riego, obtenidas en el CAEB en el período de 1961 a 1980 que son siguientes: Cal Grande con rendimiento de 2,600 kg. Grande 12, 2,500 kilogramos; Carreta 145, 2, 700 a 4,000 kilogramos y Carreta 129, 2,900 a 2,900 Kg/ha. (INIA, 1981).

Se ha encontrado que las variedades de garbanzo blanco de Sinaloa tiene buena adaptación en El Bajío, las más recomendables por su mayor calidad de exportación son: Culiacán

cito-860, Sinaloa y Unión. Este tipo de garbanzo tiene un porvenir muy promisorio para el estado de Guanajuato. (INIA 1981).

El aumento de rendimiento de 800 Kg/ha a 1,300 Kg/ha, de 1970 a 1980, es el resultado de la aplicación de la técnica agrícola sobre todo en el garbanzo de riego. Los agricultores actualmente han aceptado el uso de la variedad Cal Grande, así como las fechas, densidades y métodos de siembra. han aceptado también las recomendaciones sobre los riegos, escardas y control de plagas se han puesto en práctica, lo cual quiere decir que el agricultor tiene la suficiente confianza para aplicar la tecnología que sobre el garbanzo ha producido el Campo Agrícola Experimental de El Bajío (INIA, 1981).

Las variedades mejoradas recomendadas son: Porquero Cal Grande y Porquero Grande 12. La variedad porquero Cal Grande, es de amplio grado de adaptación, de gran rusticidad, tiene excelente tolerancia a los excesos de humedad, su semilla es mediana de color café rosita y su ciclo vegetativo es de 130 días. La variedad Porquero Grande 12, es de excelente porte alcanzando más altura que la variedad Cal Grande, por lo que se facilita la cosecha en forma mecánica, tiene buena tolerancia a los excesos de humedad, su semilla es de tamaño similar a la del garbanzo blanco o "garbanza" y su ciclo vegetativo es de 145 a 150 días (INIA, 1977).

### 2.10. Características Nutriocionales del Garbanzo

Las vainas verdes y las ramas tiernas son usadas como verdura. El garbanzo se consume en estado seco despues de previo reblandecimiento. La planta completa es usada como forraje y como abono verde.

CUADRO 1. Características Nutricionales del Garbanzo

Las semillas secas contie nen agua	Protefna	Grasas	Fibras	Cenizas	Carbohidratos
9.8%	17.1%	5.5%	3.9.%	2.7%	61.2%

Fuente: SARH-INIA Ciclo de cultivo 1982

Entre las leguminosas de grano, el garbanzo destaca por su gran potencial alimenticio ya que 100gr. de porción comestible se tiene 358 calorías, 11 g. de agua, 20.1 g. de proteínas 2.5 g de grasas, 4.9 g. de fibra, 61.5 de carbohidratos y 2.9 g. de cenizas (Sinha, 1978), aunque también se reportan factores antinutritivos como inhibidor de tripsina, ácido fítico y fibra insoluble (Elicowics citado por Durón 1986), pudiendo ser termolabial o termoestables y desaparecer por lavado o cocido (De Haro citado por Durón, 1975).

## 2.11. Ventajas del Cultivo del Garbanzo

Robles. (1981) Menciona las siguientes ventajas del garbanzo:

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

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

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

**Económicas:** Puede generar divisas si su producción se destina para la exportación.

Las semillas tostadas pueden usarse como sustituto del café, sin embargo no se logra alcanzar el sabor característico del mismo (Van Der Maesen, 1972).

El garbanzo tiene buenas características para la elaboración de dietas infantiles ya que tiene propiedades para la formulación comercial, por lo que podrá ser utilizado como sustituto lácteo con niños que tienen una desnutrición proteínica-calórica y con intolerancia a la leche (Sotelo etal. 1987).

Para 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 gran ventaja para la alimentación de cerdos en esta región (Casarín etal. 1976).

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). Por otra parte la paja de garbanzo es utilizada como alimento complementario del ganado bovino, caprino, equino, etc., (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 su sabor, aspecto y características de la tradicional tortilla (Hernández y Sotelo, 1987).

El garbanzo puede ser utilizado para la suplementación de harina de trigo, para la elaboración de galletas mejorando la calidad proteínica del producto, ya que considerando su bajo costo y alto valor nutritivo, resulta benéfico en aquellos países con una alta producción de esta leguminosa y bajo consumo de proteína de origen animal (Hernández y Sotelo, 1987).

## 2.12. Fertilización Química

En la República Mexicana es reciente el uso de Fertilizantes químicos, se practica desde hace aproximadamente 30 años en la agricultura intensiva o comercial y solo desde hace 20 años en agricultura de subsistencia. No obstante es uno de los insumos más costosos y es el de mayor influencia en el rendimiento; por ello, la importancia de su uso adecuado mediante investigaciones de campo, pueden determinarse las mejores técnicas del uso de ellos notándose que una de las principales limitantes para su óptimo aprovechamiento es la disponibilidad de agua (Hernández etal.) citado por Vázquez 1989.

Los fertilizantes contienen diferentes porcentajes de nutrientes que pueden tener uno solo o estar presentes en diferentes combinaciones. Algunos contienen elementos secundarios tales como el calcio, magnesio y el azúfre; (Groetz citado por Vázquez, 1989). Sabemos que las plantas necesitan tomar de los suelos los elementos que le son indispensables, en proporción adecuada para lograr su normal desarrollo. Cuando a un suelo le falta, o tiene en proporción insuficiente, algún elemento esencial, la producción disminuye. La carencia de un elemento puede ser corregida por simple adición al suelo de compuestos que contengan dicho elemento; es - - decir por adición de Fertilizantes (Yuferá y Dorrien, 1981).

Los fertilizantes pueden utilizarse para aportar macro y micro nutrientes. Los primeros contienen N,P,K,S, Ca o Mg que junto con el C, O y H son los elementos que se encuentran en mayor proporción en los vegetales, los segundos contienen los elementos Fe, Zn, Mn, Cu, B, o Mo que siendo esenciales, se encuentran en menor proporción (Yuferá, 1981).

### 2.13. Nitrógeno

El nitrógeno es uno de los nutrimentos esenciales de los seres vivos (Ortiz, 1980). Es el que más frecuentemente limita los rendimientos de los cultivos, y su suministro puede ser controlado por el hombre. La mayoría de las plantas absorben el nitrógeno del suelo en sus formas  $\text{NH}_4$  y  $\text{NO}_3^-$ ; sin embargo también pueden tomar pequeñas cantidades de Urea amoniacados solubles en agua y ácidos nucleicos (Jacob y Vexkull, citados por Tisdale y Nelson, 1988).

El nitrógeno es un constituyente esencial de la materia viva conocida hoy día; de las proteínas, enzimas y nucleoproteínas. Es parte integral de la molécula de clorofila, vitaminas, alcaloides, hormonas, etc., su suministro a la planta está asociado con un crecimiento vegetativo vigoroso y un intenso color verde. Tiene relación con la utilización de los hidratos de carbono, pues si las cantidades de nitrógeno son insuficientes aquellos se depositan en las células vegetativas causando un adelgazamiento de las paredes de las mismas (Tisdale y Nelson 1988).

Los mismos autores señalan que las plantas deficientes en nitrógeno se desarrollan lentamente, son raquíticas y de color amarillo-pálido. Esta clorosis se inicia en las hojas viejas; la floración y fructificación es prematura y defectuosa. En cambio, el exceso de nitrógeno, prolonga el crecimiento vegetativo y retarda la madurez.

### 2.14 Fijación Simbiótica del Nitrógeno

Las leguminosas son el grupo principalmente de plantas que fijan nitrógeno simbióticamente siendo el simbiote una bacteria del género *Rhizobium*, el cual es específico. El nitrógeno se fija en los microorganismos de vida libre en dos formas: Como una reducción fotosintética del nitrógeno por

las bacterias fotosintéticas a las algas verde azules, y como un proceso no fotosintético que ocurre en ciertos microorganismos del suelo, (Bidwell, 1983).

Los organismos de las leguminosas viven en nódulos radic<sup>u</sup>cales, toman libremente el nitrógeno del aire del suelo y lo sintetizan en formas complejas. Los nódulos son el resultado de la irritación de la superficie de la raíz, como las agallas la entrada de los organismos se efectúa a través de los pelos radicales y en células de la corteza de las raicillas, (Buckman y Brady, 1977).

La cantidad de nitrógeno fijado por las bacterias de las legumbres se debe a factores como: La condensación del suelo, la aireación, drenaje, humedad y cantidad de calcio activo. La sensibilidad de las leguminosas a la acidez del suelo se atribuye a la falta de nódulos bacterianos. Se dice que el molibdeno es esencial para el progreso de la fijación del nitrógeno, el cual es un micronutriente indispensable para las reacciones enzimáticas (Buckman, 1977).

## 2.15 Fuente de Nitrógeno

La fuente de nitrógeno utilizado por las plantas es el gas inerte  $N_2$  que constituye aproximadamente el 78% de la atmósfera terrestre. Sin embargo, esta forma elemental, no es utilizable por las plantas superiores. Siendo los procesos por los que el nitrógeno es convertido a forma utilizable por las plantas superiores, son fijación simbiótica por Rhizobium y otros microorganismos, que viven simbioticamente en las raíces de las leguminosas, fijación por descargas e léctricas y fijación como amoníaco,  $NO_3^-$ , o  $CN^-$  por alguno de los varios procesos industriales para la fabricación de los fertilizantes nitrogenados sintéticos (Tisdale y Nelson, 1988).

Constituye del 1 al 4 por ciento del peso seco de las plantas, se toma del suelo en forma de Nitratos ( $NO_3^-$ ) o de amonio ( $NH_4^+$ ) y se combina con los compuestos del metabolismo de los hidratos del carbono o de la planta para formar aminoácidos y proteínas. El nitrógeno es el motor del crecimiento de la planta. Es el constituyente esencial de las proteínas interviene en todos los principales procesos del desarrollo de las plantas y determina el rendimiento (FAO citada por Vázquez, 1989).

## 2.16 Limitantes de la Fijación Simbiótica del Nitrogeno

Los principales factores limitantes que pueden impedir la acción del nitrógeno, o reducirla, son la sequía, la falta de fósforo, el crecimiento excesivo. En las leguminosas el nitrógeno desfavorece su fijación por lo que se debe evitar fertilizar con este nutriente (Papadaskis, 1980).

Las deficiencias de nutrimentos, han sido estudiadas con algún detalle debido a que afectan el crecimiento de una leguminosa, por influir en la formación de nódulos, la fija

ción de nitrógeno en los nódulos o la habilidad de la planta para utilizar el nitrógeno cuando esta fijado y disponible. (Mulder; Albrecht, Loneragan, Holland, citados por Hernandez 1986).

Si una leguminosa con nódulos estructuralmente completos responde a la aplicación de fertilizantes nitrogenados, esto indica que los nódulos no están fijando nitrógeno. Tal planta puede carecer de cantidades adecuadas de uno o más de los elementos necesarios para la fijación, estos elementos son (hierro, cobalto, cobre y molibdeno) (Nicholas, Chavez, Del Wiche et al., Reisenaver, Anderson, citado por Hernández, 1960).

El Boro y el Calcio son esenciales para la formación de nódulos (Mulder, Albrecht, Loneragan, Holland, citados por Hernández, 1986).

Cuando una leguminosa bien nodulada pero raquítica, no responde a la aplicación de fertilizante nitrogenado, esto indica que es incapaz de utilizar nitrógeno debido a alguna falta en el metabolismo de la planta, aunque probablemente el nódulo esté fijando nitrógeno. Los elementos que se requieren para un metabolismo eficiente que capacite a la leguminosa para utilizar el nitrógeno fijado son: boro, calcio, cobre, fósforo, potasio, azufre y zinc (Mulder, Albrecht, et al, citado por Hernández 1986).

## 2.17 Fertilizantes Amonicos

(Sulfado de amonio, nitrato de amonio cálcico, etc., estos proporcionan el nitrógeno en forma de amonio es soluble en agua, es absorbido y retenido por las partículas finas del suelo, su acción es menos rápida, pero más duradera (SEP, 1983 citado por Vázquez 1989).

El sulfato de amonio contiene 20.5-21% de nitrógeno en forma amoniacal. Esta forma se considera de acción más lenta que la nítrica pero la diferencia es poco importante. Más interesante es que contiene 23% de azúfre, un nutriente que a veces falta y que se debe agregar al suelo. Actua como - corrector de suelos alcalinos. (Papadaskis, 1980).

Es una sal cristalina blanca y muy soluble, en agua; con poca higroscopicidad, siendo de fácil almacenamiento y conser vación pues no sufre aterronamientos. Las formas de presenta ción son granulos y cristales debido a su sulfato ( $SO_4$ ) pre senta residuos de acidéz (medido en cantidad (Kg) de carbonato de calcio ( $CaCO_3$ ) para poder neutralizar 100 kg. de este fertilizante se necesitan 110 kg. siendo uno de los más acidificantes del suelo (Rodríguez, 1982).

## 2.18 Fosforo

El fósforo es otro de los nutrimentos esenciales para el crecimiento y desarrollo de las plantas. Es el segundo elemento despues del nitrógeno, por la frecuencia con que lími ta los rendimientos de los cultivos; por esta razón se tiene que suministrar el suelo en forma de fertilizante (Mendoza, citado por Herrera 1981), sin embargo en la mayoría de las plantas se encuentra en menores cantidades que el nitrógeno y el potasio (Tisdale y Neldon, 1988).

Las plantas absorben el fósforo principalmente en forma

de ión primario ortofosfato ( $H_2 Po_4^-$ ) y pequeñas cantidades del ión secundario ortofosfato ( $HPO_4^{2-}$ ). Otras formas de fósforo, como los pirofosfatos, también pueden ser absorbidos por las plantas (Tisdale y Neldosn, 1988).

El fósforo es un constituyente importante de muchos compuestos vitales, como la fitina, lícitinas, nucleotidos y enzimas. El metabolismo de los carbohidratos se efectúa normalmente si los compuestos orgánicos sufren una previa esterificación con ácido fosfórico que desempeña, además, participando en forma decisiva en el metabolismo (Jacob y Uexkull, 1964).

Las leguminosas deficientes en fósforo sufren a veces simultáneamente la falta de nitrógeno, ya que solo bajo el abundante abastecimiento de fósforo de la planta las bacterias nodulares alcanzan su completo desarrollo (Devlin 1975).

El abundante abastecimiento de fósforo es muy importante en aquellas plantas cuyas semillas o estacas han de dedicarse a la reproducción (Jacob y Uexkull, citados por Herrera 1981). Un adecuado suministro de fósforo se asocia con una mayor solidez de la paja de los cereales, un incremento de la calidad de ciertos frutos, forrajes, hortalizas y cultivos de grano, y un aumento de su resistencia a enfermedades (Tisdale y Nelson, 1988).

Un exceso de fósforo puede acelerar unilateralmente la madurez a costa del crecimiento vegetativo. Además de ello las deficiencias de elemento menores (principalmente zinc y fierro) han sido atribuidas, en ciertos casos, a un exceso de fosfatos que origina bajas en el rendimiento (Jacob y Uexkull, 1964).

El fósforo es rápidamente movilizado en las plantas y cuando se presenta una deficiencia, el elemento contenido en los tejidos más viejos es transferido a las regiones activas meristemáticas.' Sin embargo, a causa del marcado efecto que una deficiencia de este elemento tiene sobre los retrasos del crecimiento, los síntomas de deficiencia que se presentan llamativamente en las hojas casos del nitrógeno y el potasio son raramente observados (Tisdale y Nelson, 1988).

Las cantidades generalmente 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 las plantas, hacen de él un producto de mayor importancia en fertilidad de los suelos (Tisdale y Nelson, 1988).

El pH afecta la utilización del fósforo. En la mayoría de los suelos su disponibilidad es máxima entre 5.5 a 7.0; dicha disponibilidad disminuye fuera de este rango hacia abajo por reacción con Fe y Al, mientras que hacia arriba es precipitado por calcio y magnesio (Tisdale y Nelson, 1988).

La fijación del fósforo es un proceso mediante el cual las formas más fácilmente solubles son combinadas a formas menos solubles, por reacciones con compuestos inorgánicos y orgánicos del suelo: Con el objeto de que se restrinja la inmovilidad de este nutrimento en el suelo y por lo tanto disminuye su disponibilidad para las plantas (Bear, 1964).

Se encontró que la eficiencia del superfosfato varía con el método de aplicación, así también menciona que las aplicaciones confinadas a una capa de una pulgada abajo de la semilla produjeron mayor rendimiento, que las aplicaciones mezcladas conjuntamente con el suelo (Gile, 1963).

El fósforo promueve la formación y el crecimiento temprano de las raíces, actúa en la fotosíntesis, respiración y almacenamiento así como en la transferencia de energía división y alargamiento celular (Jacob, Vexkull 1964).

El fósforo permite a las plantas soportar inviernos, rústicos, aumenta la eficiencia del agua, del suelo, acelera la madurez que es importante para la cosecha y calidad del cultivo, aumenta la relación-grano-paja cuando se adiciona fósforo a las leguminosas se activa el Rhizobium y por consecuencia la formación de nódulos en las raíces, ayudando de esta manera a una mayor fijación del nitrógeno (Monjaras y Sánchez, 1988).

Se ha observado que con aplicación de fósforo de 40 y 60 Kg/ha el garbanzo a partir de semillas inoculadas y sobre un suelo areno-arcilloso, incrementa la producción por dos años en 15.9% y un 22.1% comparado con lodosos de 20 Kg/ha de  $P_2O_5$ , y la dosis óptima económica de 45 Kg/ha de  $P_2O_5$  (Rajá, 1984).

En otra provincia denominada West Bengal Indú en un experimento sobre los efectos de fertilización con fósforo y riegos, en la nodulación y concentraciones nutritivas en aplicaciones de 50 y 75 kh de fósforo/ha las cuales incrementaron la nodulación y por lo tanto la asimilación de nitrógeno, así como rendimientos altos. Las concentraciones en las semillas y en la paja se incrementaron mediante aumentos en las dosis de fósforo (Roy, y Triphathi, 1984).

En el mismo país Indú en otros estudios sobre el efecto del fósforo en la calidad nutritiva de diferentes variedades de garbanzo mostraron que aumentos en la 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 cisteína no fue significativo (Dwivedi, 1985).

Kalyana (1984) menciona que el efecto del fósforo sobre el desarrollo, rendimiento y calidad del garbanzo fue estudiado durante la temporada invernal en 1978-80 estos parámetros se incrementaron con el aumento en los niveles de fósforo de 0 a 60 Kg/ha. siendo la dosis óptima económica de 45.4 kg/ha de  $P_2O_5$ .

Otras investigaciones del aprovechamiento y utilización del fósforo a partir del suelo y aportado mediante la fertilización en el garbanzo, se encontró que la semilla y rendimiento de materia seca y, fósforo aprovechado se incrementó satisfactoriamente con el aumento de 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 (Mahajam, 1986).

### 2.19 Superfosfato de Calcio Simple

Es el más viejo de los fertilizantes químicos y contiene 18-20% de fósforo y 28-31% de azufre. El fósforo como elemento químico no puede perderse del suelo, excepto si se pierde el suelo mismo (erosión), pero se inmoviliza. Por lo tanto no se debe agregar si no el fósforo necesario.

Naturalmente si se aplica fósforo y se siembran leguminosas, los cultivos crecen mejor, dejan mayor cantidad de residuos principalmente por sus raíces y elevan la fertilidad "potencial" del suelo; como consecuencia la descomposición.

de materia orgánica libera mayor cantidad de nitrógeno fósforo, etc., pero en realidad no se trata de un almacenamiento de fertilizante fosfatada si no de un efecto indirecto (Papadaskis, 1980).

Un gran número de plantas afectadas por deficiencias fosfóricas presentan un sistema radicular raquítico. Las hojas y tallos de las plantas deficientes son frecuentemente pequeñas y muestran una colaboración verde rojiza, café-rojiza, café-rojiza, purpúra o bronceada. La floración y la maduréz se retardan, 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, (Dev Lin, 1975).

## 2.20 Nutrición Mineral

La planta toma del suelo los elementos químicos necesarios para su vida, con excepción del carbono. De aquí, la gran importancia de la presencia y disponibilidad o accesibilidad a la planta de los diversos elementos (Rojas 1977).

Siendo los elementos químicos esenciales: el nitrógeno, fósforo, azúfre, calcio, potasio, magnesio, hierro, zinc, manganeso, cobre, boro y molibseno. (Bonner, 1973).

El suelo suministra soporte físico y anclaje para muchas plantas, así como nutrimentos de diversas clases para la mayoría de ellas, sin embargo es mucho más que un soporte o un simple recipiente de agua y sales nutritivas; es un medio complejo que influye en la vida de la planta de muchas maneras ya que las raíces no solo viven en él sino que crecen a través suyo, y sus propiedades químicas y físicas pueden

tener fuertes interacciones con las raíces vivas (Bidwell 1983). Los iones disueltos en la fase suelo-agua están libremente disponibles para las raíces; los que están circulados a partículas del suelo solo están disponibles conforme entran en solución; de manera que la fertilidad de un suelo depende de la concentración de nutrimentos en solución no de los elementos nutritivos que contenga (Bidwell, 1983)

## 2.21 Suelos

El cultivo se adapta a diferentes condiciones de suelo, pero prospera mejor en migajones profundos libre de excesivas concentraciones de sales solubles. Los suelos con conductividad eléctrica mayor de 5 millones  $\text{cm}^{-1}$  afectan negativamente el rendimiento de grano además es muy sensible a la aereación deficiente del suelo y es mediante tolerante a pH alto (I.N.I.A. 1984).

Norris (citado por Robles 1981), menciona que en su mayoría el cultivo de garbanzo se ha adaptado a suelos de alta fertilidad y en particular ha llegado a desarrollar un hábito calcícola, puntualiza que la necesidad de añadir grandes cantidades de cal al suelo de regiones húmedas y templadas, con la finalidad de que las leguminosas se desarrollen bien, se debe no solo al posible pH de esos suelos, sino también al nivel más elevado de la energía de absorción de bases en las arcillas iliticas y montmorilónicas de regiones templadas; respecto al nivel de energía de absorción en los suelos caoliniticos de región es tropicales.

En el norte de la India, el garbanzo se siembra generalmente en suelos aluviales, cafés y grises, moderadamente pesados de la cuenca alta de Ganges.

Además de los elementos mayores de su estructura orgánica, carbono, hidrógeno y oxígeno, las plantas contienen una gran variedad de elementos en varias formas químicas. Una porción considerable de minerales, particularmente nitrógeno, azufre y calcio están presentes como parte de la estructura orgánica (Bidwell, 1983).

### 2.22 pH del Suelo

Para las leguminosas de grano, en general, un pH de 6.5 a 8.0 se considera adecuado (Raychoudhari, citado por Van Der Maesen 1972).

El cultivo es tolerante a la salinidad hasta una relación de absorción de sodio de 2, manteniendo un buen crecimiento moderado (Paliwal et al. citados por Van Der Maesen 1972).

La alta susceptibilidad del cultivo a las condiciones salinas y alcalinas del suelo, se evidenció en Nueva Delhi donde el cultivo de la variedad 6-24 de garbanzo fracasó completamente en un suelo de pH de 8.4 (Saraf y Davis, citados por Saexena y Yada, 1985).

### III. MATERIALES Y METODOS

#### 3.1 Localización de la Parcela Experimental

El presente trabajo experimental se desarrolló en el ciclo otoño invierno de 1991 en el área conocida como el Callejón Colorado en los terrenos del Sr. Guadalupe González Martínez, en el Poblado de Urireo, Municipio de Salvatierra, Guanajuato.

El Municipio de Salvatierra, Gto., se encuentra localizado a 20° 13' de latitud norte y 100° 53' de longitud oeste con una A.S.N.M.M. de 1,770 mts. teniendo una precipitación pluvial de 700 a 800 mm, su temperatura media anual con la que cuenta el Municipio, es de 20°C y una temperatura máxima de 36.0°C, en el mes de mayo y temperatura de 2.0°C en el mes de diciembre; (G.C.B. 1987).

Callejón Colorado se localiza aproximadamente en el Km. 1.5 del poblado de Urireo, Gto., Municipio de Salvatierra el cual está ubicado geográficamente en el paralelo 20° 12' 57" de Latitud Norte y el meridiano 100° 50' 28" Longitud Oeste y una altura de 1800 m.sn.m.

#### 3.2 Límites

La fase del experimento se llevó a cabo durante el ciclo otoño-invierno en Urireo, Gto., el cual está limitado por los poblados y barreras orográficas más importantes y conocidas del lugar donde se realizó dicho trabajo, localizadas de la siguiente manera:

Al Norte limita con los poblados de la Moncada, el Rincón de Tamayo, el Fenix, Ojo de Agua de Ballesteros y Celaya al Sur con Chamácuaro y Acámbaro, al Este con San Nicolas de los Agustinos, Santiago Maravatio, Yuriria, Uriangato y Moro

león, y al Oeste, con Parácuaro, el Acebuche y los Fierros, entre las montañas más importantes encontradas al rededor del área de estudio y que influyen en el clima del lugar donde se llevó a cabo el experimento encontramos al Norte Cerro Prieto y Culiacán, al Sur el Cerro de Picacho, al Este la Sierra de Agustinos y al Oeste el Cerro de Santa Teresa.

### 3.3 C l i m a

Según el sistema de clasificación climática de Koppen modificado por García (1974), el clima para este lugar es:

(A) C (Wo) (W) a (e) g

- (A) - Templado húmedo
- C - Con temperatura media del mes más frío inferior a 18°C pero superior a 3°C del mes más caliente mayor de 18°C
- (Wo) - El más seco de los templados subhúmedos, con lluvias en verano, con un coeficiente de P menor de 43.2
- (W) - Regimen de lluvias de verano (por  $\bar{T}$  lo menos 10 veces mayor cantidad de lluvias en el mes más húmedo de la mitad fría del año que en el más seco.
- a - Verano caliente, con temperatura  $\bar{X}$  del mes más caliente mayor de 22°C.
- (e) - Extremoso con diferencia en temperatura entre el más frío y el más caliente entre 7° y 14°C.
- g - Marcha de la temperatura tipo ganges (el mes más caliente se presenta antes del solsticio de verano).

### 3.4 S u e l o

De acuerdo al modo de formación que han tenido los suelos encontramos en la región:

Zonales ya que por sus características están determinadas por la influencia del clima y vegetación en el cual se han formado, estos son suelos evolucionados que presentan perfiles genéricos bien desarrollados en los cuales se nota la influencia del clima y vegetación (Boul y Hole 1988), por el origen tenemos a dos tipos que son: Los de origen aluvial y los desarrollados a partir de la roca. Los suelos aluviales denominados así por ser suelos de arrastre y depositación transportados en suspensión por corrientes hídricas superficiales y depósitos en las mismas (Boul y Hole, 1988) y los vertisoles son suelos que abajo de los 20 cm. (arados), tienen 30% o más de arcilla en todos los horizontes; por lo menos dentro de los primeros 50 cm. de la superficie, en algún período del año presentan grietas, a menos que estén bajo riego. Son suelos pesados (arcillosos), difíciles de labrar sin embargo se utilizan para una gran variedad de cultivos FAO/UNESCO (1972).

### 3.5 Características Físicas y Químicas del Suelo

El suelo característico del terreno experimental corresponde a un arcillo-limo arenoso según la clasificación textural que reportó el análisis de suelo; es un suelo de color gris oscuro con un contenido de materia orgánica de 1.3 que corresponde a un suelo medianamente pobre en este nutriente con pH de 7.1 por lo que es considerado como un suelo neutro con un contenido de Nt de 0.10 lo que lo hace pobre y de fósforo de 3 ppm. lo que lo hace todavía más pobre en los principales nutrientes utilizados por la mayoría de los cultivos sintomatología que se reflejó en cada etapa del desarrollo del cultivo de garbanzo (Cicer arietinum L.) Siendo que el presente experimento se trabajó con una leguminosa en donde se mostró un mejoramiento del suelo al término del ciclo

del cultivo según el análisis de suelo extraído de la parcela experimental después de la cosecha. Para mayor información ver cuadros de análisis de suelo.

### 3.6 Humedad Residual

Para determinar el contenido de humedad en el suelo del terreno experimental se empleo el método gravimétrico que consiste en extraer de la parcela experimental una muestra de suelo (100 grs.) humedo, el cual se pesó y después se puso a la estufa a 105°C para extraerle la humedad contenida y de esta manera por diferencia de peso sacar el porcentaje de humedad empleando la siguiente fórmula:  $\% \text{ Humedad} = \frac{\text{peso de suelo humedo} - \text{peso de suelo seco}}{\text{peso de suelo seco}} \times 100$

En donde se obtuvo para este experimento la siguiente  $\frac{100 - 65}{65} = 53\%$  de humedad, considerandose como adecuado para para el buen desarrollo del cultivo del garbanzo, (Ortiz, 1980).

### 3.7 Parcela Experimental

La parcela experimental estuvo integrada por quince unidades experimentales útiles, cada una formaba un tratamiento que medía 10 metros de largo por 3.2 de ancho ocupando una superficie cada una de 3.20 m<sup>2</sup> por lo que la superficie total del área experimental fue de 480 m<sup>2</sup>; es de mencionar que en cada parcela útil se tenían ocho surcos de 10 metros de largo y un ancho de 70 cm. en los cuales se estableció el cultivo de garbanzo.

### 3.8 Sistema de Siembra

Para poder establecer el cultivo se utilizó el método tradicional de siembra con yunta de caballos ya que bajo condiciones de temporal en esta región y por las características físicas del suelo que prevalecen en la zona se han venido realizando todas las labores agrícolas con tracción animal salvo en aquellos terrenos que han sido modificados y mejorados por el agricultor se ha logrado introducir el tractor, sin duda alguna la región en su área temporalera se empieza a mecanizar.

### 3.9 Semilla de Garbanzo

La semilla que se empleó en el trabajo fue la variedad Cal Grande, conocida como "porquero" la cual es ampliamente sembrada por los agricultores de esta región en los últimos años bajo condiciones de humedad residual. Esta semilla no fue certificada ya que provino de la cosecha obtenida en el año anterior, utilizando la técnica de selección masal.

### 3.10 Fertilizante

#### a) Sulfato de amonio.

La fuente sulfato de amonio fue empleada en el experimento la cual pertenece al grupo de los fertilizantes nitrogenados su presentación es la de una sal blanca cristalina y con gran solubilidad en agua y poca higroscopicidad, lo cual facilita su manejo y conservación.

#### b) Superfosfato de Calcio Simple.

Fue la otra fuente empleada, es conocido también como superfosfato doble o concentrado, se obtiene mediante el tratamiento de la roca fosfórica con ácido fosfórico. El  $H_3PO_4$  se obtiene por el tratamiento de la roca fosfórica con ácido

sulfúrico, que resulta de la formación de yeso que se separa para la filtración y se desecha (Arnon, 1960).

Su presentación es la de un polvo muy fino se seleccionaron estos fertilizantes por ser los comunmente empleados en la región y con los que responden las características químicas de los suelos.

### 3.11 Muestreo de Suelo

Para el muestreo del suelo se empleó el método conocido como en (zig-zag) por ser un plan de muestreo adecuado, por que considera que todos los componentes de fertilidad (M.D. contenido de nutrimentos. pH, etc.) si están representados en la muestra recolectada. Por lo que en el área de estudio total, se obtuvieron dos muestras de suelo una antes de establecer el experimento y la otra al término del mismo. Cada muestra compuesta constó de cinco submuestras obtenidas en los 480m<sup>2</sup> área de la que constó el experimento las cuales se mezclaron para formar una sola, estas se sacaron el 23 de septiembre y la otra muestra compuesta empleando el mismo procedimiento de la primera se extrajo el 10 de marzo. Para su respectivo análisis el cual sirvió para conocer unas de las características edáficas de la parcela experimental. La profundidad del muestreo fue de 0-30 cm. Tovar (1984), dice que la cantidad de sitios a muestrear está en función del elemento que se vaya a evaluar y que para efectuar un muestreo no existe criterio bien establecido que defina el número de sitios a muestrear.

### 3.12 Utensilios

Se emplearon para el muestreo utensilios tales como un pico, una pala recta, una cuchara de albañil, una espátula, etiquetas, bolsas de polietileno oscuras, cartulinas y maskingtape.

### 3.13 Establecimiento del Experimento

Dicho experimento se estableció el 23 de septiembre en una superficie de  $480 \text{ m}^2$ , la cual se dividió en pequeñas subparcelas mismas que conformaron un total de quince unidades experimentales útiles, cada subparcela media  $32 \text{ m}^2$  con ocho surcos cada una.

### Análisis del Suelo al inicio y término del cultivo

De acuerdo con los resultados del análisis del suelo antes del establecimiento del cultivo y al término de su ciclo; ambos análisis comparados como se puede apreciar en los cuadros 24 y 25 del apéndice se tiene que en cuanto al pH no hubo alteración alguna quedando estable de 7.1 y al término del ciclo del cultivar, la conductividad vario ya que al inicio se tenía de 0.51 ds/m disminuyendo a 0.25, ds/m se tuvo aumento en materia orgánica al término del ciclo del cultivo dado que las recillas del cultivar así como parte de su follaje se reincorporaron al suelo nutriendolo y mejorando su estructura, proporcionando mejores condiciones del mismo en cuanto a mejorando la aireación y retención de humedad para cualquier cultivo, aunado esto a la incorporación favorable de otros macroelementos como lo es el Potasio y el Nitrogeno los cuales aumentaron en el suelo, producto de esta importante leguminosa como lo es el garbanzo y su capacidad para incorporar a estos macroelementos esenciales en el suelo.

Es de mencionar que el garbanzo respondió ampliamente a la adición de nitrógeno y fosforo como se observa en los cuadros 24 y 25 del apéndice la cantidad adicionada aunada con la que se encontraba presente en el suelo fue grandemente aprovechada por esta leguminosa.

Aprovechada en el sentido correspondiente del fosforo ampliamente.

### 3.15 Diseño Experimental

El diseño experimental y tratamientos que se estudiaron son: Un diseño bloque al azar con tres repeticiones y cinco tratamientos que dieron un total de quince unidades experimentales útiles, distribuidas en un área de terreno de 480 m<sup>2</sup>.

Cada parcela útil consta de 10m de largo por 3.2 de ancho trazándose en cada una de ellas ocho surcos. En cada parcela útil, para separarla de otra, no se hicieron divisiones bien definidas, sino que, para aprovechar al máximo la superficie del área experimental las divisiones se realizaron primero con un hilo y luego, se marcaron guiandonos tan solo por las direcciones hasta donde median sus dimensiones cada parcela, se marcó con rocas, del área experimental coloréandolas de blanco para definir bien cada parcela util.

Se utilizó el diseño bloques al azar debido a que fue el que más se adaptaba en el presente estudio. y por lo tanto a las características del lugar donde se desarrolló dicho experimento ya que en el área experimental el clima es el mismo, como temperatura, humedad, luminosidad pero se difiere en el gradiente de fertilidad del suelo por lo que el diseño empleado se considera el adecuado.

### 3.16 Tratamientos

El número de tratamientos de que consta el diseño en el presente estudio es de un total de cinco, que multiplicado por el número de repeticiones, que fueron tres, da quince unidades experimentales en el área de estudio. (ver fig. 4)

En cada tratamiento solo se varió la dosis de fertilización utilizándose como fuentes; dosis, y el designamiento de los tratamientos de la siguiente manera:

A: Sulfato de amonio

B: Superfosfato de calcio simple

Tratamientos: 5 x 3 = 15

		DOSIS		
A	Testigo	N	P	K
B	Fertilización NyP	1. A	00 - 00 - 00	00
C	Fertilización NyP	2. B	30 - 50 - 00	00
D	Superfosfato de calcio simple	3. C	30 - 60 - 00	00
E	Superfosfato de calcio simple	4. D	00 - 70 - 00	00
		5. E	00 - 80 - 00	00

Repeticiones: I, II, III de cada tratamiento

### 3.17 Distribución de los Tratamientos en la Parcela Experimental

Figura Núm. 1



### 3.18 Preparación del Terreno

Consistió en realizar todas y cada una de las prácticas culturales requeridas por el cultivo de garbanzo (Cicer arietinum L.) antes de su establecimiento en el terreno en el lugar donde se realizó el experimento.

### 3.19 Barbecho

Es una de las principales labores culturales que se hace antes de proceder al establecimiento de cualquier cultivo, consistió en remover la capa superficial del suelo con arado de tracción animal, su objetivo es proporcionar a la semilla una cama suave donde germinará con mayor facilidad y de esta manera facilitar el anclaje de las raíces, así como aumentar la aereación del suelo y retención del agua y filtración de la misma, destrucción de larvas de suelo, incorporación de residuos de cosechas y destrucción de malas hierbas. El barbecho se realizó a una profundidad de 30 cm. y con arado de una sola vertedera para trabajar en un solo sentido. Esta labor cultural se hizo un mes antes para que de esa manera se concentrara en el suelo la mayor cantidad de agua posible y así asegurar el ciclo completo del garbanzo (Cicer arietinum L.).

### 3.20 Cruz a

Esta labor consistió en pasar el arado a la misma profundidad del barbecho pero en sentido perpendicular a este, el objeto principal es remover por completo la capa arable del suelo y desmoronar los terrones que hayan quedado después del barbecho.

### 3.21 S u r c a d o

Es un tipo de cama de siembra para algunos cultivos que consiste en realizar pequeños bordes en cada parcela experimental útil, en los cuales se estableció el cultivo de garbanzo.

### 3.22 Fertilización

La fertilización se llevó a cabo antes de la siembra variando tan solo las dosis de fertilizante en cada parcela útil, en unas se puso en mezcla y en otras únicamente uno de los fertilizantes, esta práctica se hizo el 23 de septiembre el mismo día de la siembra del cultivo de garbanzo, depositándolo en el fondo de cada raya, según la dosis y la fuente utilizada de fertilizante, para ello se emplearon el sulfato de amonio (A) y el superfosfato de calcio simple (B).

### 3.23 S i e m b r a

Una vez hechos los surcos la primera vez o la que se le denomina rayado en la región, se depositaron las semillas de garbanzo en el fondo del surco o raya, esta labor se realizó manualmente, la siembra se realizó a una distancia de 20 cm. en cada surco depositando tres semillas por golpe para que de esta manera asegurar su germinación y después aclamar, (quitando las plantas sobrantes) y dejar las más vigorosas, en cada parcela experimental util.

Tratamientos con sus respectivas dosis	N	P	K
A <sub>1</sub> -Testigo	00	- 00	- 00
B <sub>2</sub> -3.74Kg×1000=3740grs.=156grs./surco	30	- 50	- 00
C <sub>3</sub> -4.21Kg×1000=4210grs.=175grs./surco	30	- 60	- 00
D <sub>4</sub> -3.27Kg×1000=3270grs.=136.25grs./surco	00	- 70	- 00

Tratamientos con sus respectivas dosis	N	P	K
E <sub>5</sub> -3.744Kgx100=3744grs.=156 grs./surco	00	- 80	- 00

### 3.24 T a p a d o

Esta práctica cultural consistió en tapar la semilla una vez que fue depositada en la raya antes de hacer el surco para lo cual se dió una pasada con el arado con tracción animal de caballos para irle hechando tierra a la semilla de garbanzo y quedar cubierta y en forma alineada en el surco ya formado.

### 3.25 Rastreado

Este se realizó una vez que ya estuvo sembrado se dió una pasada con una rastra de ramas de mezquite con el objetivo de desmoronar todos aquellos terrones que hayan quedado en el terreno así como cubrir la semilla que no haya quedado tapada durante la pasada de arado y nivelar en forma parcial el terreno en aquellas partes desniveladas de la parcela experimental.

### 3.26 C o s e c h a

La cosecha se realizó cuando el cultivo tuvo cierto grado de madurez y nos sirvió como indicadores los siguientes aspectos como: el cambio de color del follaje y de las partes reproductivas de las plantas, la dureza del grano, contenido de humedad de los granos y la facilidad con que se desprendían los granos de las vainas, así mismo es de mencionar

que para desprender la vaina y grano de la planta es preciso cortar las plantas antes de su secado total, para facilitar mejor su manejo y de esta manera evitar pérdidas de vaina y grano, por lo que esta se arranca y se engavilla, extendiendo las gavillas en el mismo terreno para acelerar su secado por el sol, después de ocho o quince días estas se recogerán en tercios y se llevarán a la era que es un pequeño lugar empedrado circular hecho por el productor para que ahí se proceda a trillar con caballos e ir separando el grano de la paja hasta quedar completamente limpio esto; se realiza en aquel tipo de agricultura tradicional donde las condiciones del terreno no permiten la mecanización a menos que sean mejorados o modificados por el productor para el caso del experimento la cosecha e hizo en forma semejante solo que el separamiento del grano se hizo por tratamiento en forma manual con una ma madera sin romper el grano para después cuantificar su rendimiento.

Entre los parámetros que se evaluaron en el presente experimento se tienen los siguientes:

Altura de planta en fresco  
Peso fresco del cultivo sin raíz  
Peso fresco total del cultivar  
Altura de planta a la cosecha  
Peso seco total  
Número de granos  
Peso seco del cultivo sin raíz  
Número de vainas  
Longitud de la raíz  
Peso fresco de grano

Para la evaluación de los parámetros de altura de planta y longitud de la raíz, se utilizó una regla para realizar

las respectivas mediciones, mientras que para la determinación del peso de las plantas, se empleó una balanza granataria y con lo que respecta al número de vainas y granos en el cultivo se hizo manualmente, planta por planta y vaina por vaina en cada una de ellas.

El peso de grano se realizó tomando el peso de 1000 granos tomados al azar por cada tratamiento y el peso obtenido de esos 1000 granos se multiplicó por el total de granos en cada unidad experimental.

IV. RESULTADOS

Altura Promedio en Fresco del Cultivo de Garbanzo

En el cuadro 2 se muestra el análisis de varianza de altura promedio del cultivo, en el cual se observa diferencia significativa entre las fertilizaciones al .05 de significancia ya que  $F_c$  es mayor que  $F_t$ .

CUADRO 2. Análisis de varianza para el parámetro de altura en Fresco del cultivo de garbanzo en:

A N D E V A						
FV	GL	SC	CM	FC	.05% $F_t$	01%
Bloques	2	15.00	7.5	0.42 ns	4.46	8.65
Tratamientos	4	307.10	76.77	4.34 *	3.84	7.01
Error	8	141.10	17.66			
Total	14	463.42				

C.V. = 9.56 %

- \* Significativo
- \*\* Altamente significativo
- ns No significativo

En el cuadro 3 se observan los resultados de medias de Tukey correspondientes al parámetro altura promedio en fresco del cultivo de garbanzo, en el que se forman tres grupos.

CUADRO 3. Prueba de Comparación de medias (Tukey- $p=0.05$ ) altura promedio en fresco del cultivo de garbanzo en cm.

T U K E Y				
$\bar{X}_3 =$	49.13	a		
$\bar{X}_2 =$	47.46	a	b	
$\bar{X}_1 =$	43.60	a	b	c
$\bar{X}_4 =$	43.36		b	c
$\bar{X}_5 =$	36.03			c

Medias con la misma letra son estadísticamente iguales entre sí.

TESIS CON  
 FALLA DE CR.GEN

Peso Fresco Promedio del Cultivo de Garbanzo sin Raiz.

En el cuadro 4 se observa el análisis de varianza para peso fresco promedio del cultivo sin raíz en donde se muestra que si se tiene diferencia altamente significativa entre tratamientos al 0.01 de significancia dado que  $F_c$  es mayor que  $F_t$ .

CUADRO 4. Análisis de varianza para el parámetro peso fresco promedio del cultivo del garbanzo, sin raíz en gr.

A N D E V A							
FV	GL	SC	CM	FC	.05% $F_t$	01%	
Bloques	2	1494.68	747.34	3.92 ns	4.46	8.65	
Tratamientos	4	8575.11	8575.11	11.24 **	3.84	7.00	
Error	8	1524.65	1524.65				
Total	14						

C.V. = 22.20%

\* Significativo

\*\* Altamente significativo

ns No significativo

En el cuadro 5 se aprecian los resultados de Tukey y se encontró que se integran tres grupos el primero integrado por las fertilizaciones, tres, dos y cinco los cuales muestran la mayor respuesta a la fertilización incrementando el peso del cultivo sin raíz, el segundo por el dos, cinco y cuatro y el último grupo por el cinco, cuatro y uno con los rendimientos más bajos para este parámetro.

CUADRO 5. Prueba de comparación de medias de Tukey correspondiente al peso fresco promedio del cultivo de Garbanzo sin raíz en gr.

T U K E Y					
$\bar{X}_3 =$	101.21	a			
$\bar{X}_2 =$	69.34	a	b		
$\bar{X}_5 =$	58.43	a	b	c	
$\bar{X}_4 =$	54.56		b	c	
$\bar{X}_1 =$	27.34			c	

Medias con la misma letra son estadísticamente iguales entre sí.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

## Peso Fresco Total Promedio del Cultivo de Garbanzo.

En el cuadro 6 se aprecia el análisis de varianza del peso fresco total promedio del cultivo, donde se aprecia que hay diferencia significativa entre las diferentes fertilizaciones al .05 de significancia dado que Fc es mayor que Ft.

CUADRO 6. Análisis de varianza para el parámetro peso fresco total promedio del cultivo del garbanzo en gr.

A N D E V A							
FV	GL	SC	CM	FC	.05% Ft	01%	
Bloques	2	1476.91	738.45	1.34 ns	4.46	8.65	
Tratamientos	4	8762.93	2190.73	3.99 *	4.84	7.01	
Error	8	4390.12	548.76				
Total	14	14629.96					

\* Significativo  
 \*\* Altamente significativo  
 ns No significativo

En el cuadro 7 se observa la comparación de medias para el parámetro peso fresco total promedio del cultivo del Garbanzo en donde vemos que se forman tres grupos de medias que corresponden a la respuesta que tuvo el cultivo a la fertilización. El primer grupo está formado por el número tres y dos que son los tratamientos con N y P en mezcla en las dosis 30-60-00 y 30-50-00 que son a las que respondió mejor el cultivo, incrementando su peso, y el segundo por el cinco y cuatro con "P" únicamente y el tercer grupo corresponde al testigo.

CUADRO 7. Prueba de comparación de medias de Tukey para el parámetro peso fresco total promedio en gr.

T U K E Y			
$\bar{X}_3 =$	103.46	a	
$\bar{X}_2 =$	72.26	a	
$\bar{X}_6 =$	60.48		b
$\bar{X}_4 =$	56.28		b
$\bar{X}_1 =$	29.02		c

Medias con la misma letra son estadísticamente iguales entre sí.

TESIS CON  
 FALLA DE ORIGEN

## Longitud Promedio de la Raíz Principal

En el cuadro 8 se observa el análisis de varianza para el peso seco promedio del cultivo de garbanzo sin raíz, en el cual se aprecia que existe diferencia significativa entre las fertilizaciones al .05 dado que  $F_c$  es mayor que  $F_t$ .

CUADRO 8. Análisis de varianza para el parámetro longitud promedio de la raíz del cultivo del garbanzo en cm.

A N D E V A						
FV	GL	SC	CM	FC	.05% $F_t$	01%
Bloques	2	0.07	0.035	0.017ns	4.46	8.65
Tratamientos	4	26.14	6.535	3.35 *	3.84	7.01
Error	8	15.58	1.9475			
Total	14	41.79				

CV = 8.89 %

\* Significativo  
 \*\* Altamente significativo  
 ns No significativo

En el cuadro 9, se muestra la comparación de medias de Tukey en el que se forman tres grupos de medias, el primero integrado por el tratamiento cinco y cuatro que corresponden a las fertilizaciones fosfatadas las cuales resultaron con la mayor respuesta, seguidas por los tratamientos dos y tres que conforman el segundo grupo de comparación con el testigo se observa la respuesta del cultivo del garbanzo hacia la fertilización.

CUADRO 9. Prueba de comparación de medias para el parámetro longitud promedio de la raíz principal en el cultivo de garbanzo en cm.

T U K E Y			
$\bar{X}_5 =$	17.58	a	
$\bar{X}_4 =$	16.69	a	
$\bar{X}_2 =$	15.44		b
$\bar{X}_3 =$	14.56		b
$\bar{X}_1 =$	14.01		c

Medias con la misma letra son estadísticamente iguales entre sí.

Altura Promedio en Seco del Cultivo

En el cuadro 10 se observa el análisis de varianza de altura promedio en seco del cultivo de garbanzo en el que se aprecia la diferencia altamente significativa entre tratamientos al .01% de significancia.

CUADRO 10. Análisis de varianza para el parámetro longitud promedio de la raíz del cultivo del garbanzo en cm.

A N D E V A							
FV	GL	SC	CM	FC	.05% Ft	01%	
Bloques	2	26.94	13.47	3.06 ns	4.46	8.63	
Tratamientos	4	668.21	167.05	37.96 **	3.84	7.01	
Error	8	35.26	4.40				
Total	14	730.41					

CV = 4.84 %

\* Significativo  
\*\* Altamente significativo  
ns No significativo

En el cuadro 11. se muestra la comparación de medias de acuerdo a Tukey en donde se muestra el efecto de la fertilización para el parámetro altura promedio en seco del cultivo, resultando en esta prueba como el mejor tratamiento en repuesta, el número tres, siguiéndole el dos, los cuales forman un grupo de medias con la aplicación de fertilización nitrogenada y fosfatada en mezcla y con la dosis 30-60-00 y la 30-50-00 en relación con los tratamientos se puede ver la respuesta del cultivo a la fertilización, principalmente nitrogenada.

CUADRO 11. Prueba de comparación de medias de Tukey para el parámetro altura promedio en seco del cultivo de garbanzo.

T U K E Y			
$\bar{X}_3 =$	50.25	a	
$\bar{X}_2 =$	49.21	a	
$\bar{X}_3 =$	43.34		b
$\bar{X}_4 =$	42.28		b
$\bar{X}_1 =$	34.53		c

Medias con la misma letra son estadísticamente iguales.

Peso Seco Promedio Total del Cultivo de Garbanzo

En el cuadro 12, se muestra el análisis de varianza para el parámetro peso seco total de cultivo, en donde se observa que si existe diferencia significativa entre bloques y tratamientos dado que  $F_c$  es mayor que  $F_t$ .

CUADRO 12. Análisis de varianza correspondiente al peso seco promedio total del cultivo de garbanzo en gr.

A N D E V A						
FV	GL	SC	CM	FC	.05% Ft	.01%
Bloques	2	1526.27	763.13	5.24 *	4.46	8.65
Tratamientos	4	3964.16	991.04	6.81 *	6.81	7.01
Error	8	1163.24	145.40			
Total	14					

CV = 32.14%

\* Significativo  
\*\* Altamente significativo  
ns No significativo

En el cuadro 13, de la comparación de medias de Tukey se observa que la mejor respuesta a la fertilización, se obtuvo en los tratamientos tres y dos correspondientes a las dosis 30-50-00 y 30-50-00.

CUADRO 13. Prueba de comparación de medias correspondiente al peso seco promedio total del cultivo del garbanzo en gr.

T U K E Y			
$\bar{X}_3 =$	58.64	a	
$\bar{X}_2 =$	53.80	a	
$\bar{X}_0 =$	32.53		b
$\bar{X}_4 =$	26.68		b
$\bar{X}_1 =$	15.09		c

Medias con la misma letra son estadísticamente iguales.

Número Promedio de Vainas

En el cuadro 14, se observa el análisis de varianza para el parámetro número promedio de vainas, en el cual no se muestra diferencia significativa, entre bloques pero si en los tratamientos 1.05% ya que Fc es mayor que Ft.

CUADRO 10. Análisis de varianza correspondiente al número promedio de vainas del cultivo de garbanzo.

A N D E V A							
FV	GL	SC	CM	FC	.05% ft	.01%	
Bloques	2	7494.98	3747.49	3.67	4.46	8.65	
Tratamientos	4	16375.39	4093.84	4.01	3.84	7.01	
Error	8	8163.93	1020.49				
Total	14	32034.3					

CV = 35.75%

- \* Significativo
- \*\* Altamente significativo
- ns No significativo

En el cuadro número 15, se aprecia la prueba de comparación de medias de Tukey, en el que se forman tres grupos de medias, haciendo diferentes a los tratamientos.

CUADRO 15. Prueba de comparación de medias de Tukey para el parámetro número promedio de vainas.

T U K E Y				
$\bar{X}_1 =$	133.69	a		
$\bar{X}_2 =$	122.55	a	b	
$\bar{X}_3 =$	81.41	a	b	c
$\bar{X}_4 =$	67.40		b	c
$\bar{X}_5 =$	46.55			c

Medias con la misma letra son estadísticamente iguales.

Número Promedio de Granos

En el cuadro 16, se muestra el análisis de varianza correspondiente al número promedio de vainas, donde se observa diferencia altamente significativa entre bloques así como en los tratamientos ya que Fc es mayor que Ft.

CUADRO 16. Análisis de varianza para el parámetro número promedio de vainas en el cultivo de garbanzo.

A N D E V A						
FV	GL	SC	CM	FC	.05% ft	01%
Bloques	2	30434.33	15217.16	47.85*	4.46	8.65
Tratamientos	4	65349.45	16337.36	51.38**	3.84	7.01
Error	8	2543.83	317.97			
Total	14	98327.61				

\* Significativo

\*\* Altamente significativo

ns No significativo

En el cuadro número 17, se observa que en la comparación de medias para el parámetro número promedio de granos, se forman tres grupos de medias, en donde la fertilización que adquirió la mayor respuesta corresponde al tratamiento dos, seguido del tres.

CUADRO 17. Prueba de comparación de medias para el parámetro número promedio de granos en el cultivo de garbanzos.

T U K E Y			
$\bar{X}_2 =$	267.83	a	
$\bar{X}_3 =$	243.72	a	
$\bar{X}_4 =$	162.68		b
$\bar{X}_5 =$	134.80		b
$\bar{X}_1 =$	92.44		c

Medias con la misma letra son estadísticamente iguales.

Peso Promedio de Grano

En el cuadro 18, se muestra el análisis de varianza para el parámetro peso promedio de grano, en el cual se aprecia diferencia altamente significativa entre bloques y tratamientos al .01 de significancia dado que  $F_c$  es mayor que  $F_t$ .

CUADRO 18. Análisis de varianza correspondiente al peso promedio de grano en el cultivo de garbanzo en Kg.

A N D E V A						
FV	GL	SC	CM	FC	.05% $f_t$	01%
Bloques	2	7344.97	367248.5	18.09**	4.46	8.65
Tratamientos	4	132327.67	330793.76	16.30**	3.84	7.01
Error	8	162327.67	20290.95			
Total	14	2219999.74				

C.V. = 29.40 %

- \* Significativo
- \*\* Altamente significativo
- ns No significativo

En el cuadro número 19, se puede observar la comparación de medias de Tukey en el que se muestra como mejor tratamiento el tres que corresponde a la dosis de fertilización aplicada de 30-60-00 seguido del tratamiento dos con la dosis 30-50-00 para este parámetro.

CUADRO 19. Prueba de comparación de medias correspondientes al peso promedio de grano en el cultivo de garbanzo, en kg.

T U K E Y			
$\bar{X}_2 =$	1119.66	a	
$\bar{X}_3 =$	941.33	a	
$\bar{X}_4 =$	586.00		b
$\bar{X}_5 =$	492.33		b
$\bar{X}_1 =$	311.33		c

Medias con la misma letra son estadísticamente iguales.

Peso Seco Promedio del Cultivo de Garbanzo sin Raiz

En el cuadro 20, se observa el análisis de varianza el cual muestra diferencia significativa entre bloques así como entre tratamientos al 0.05 de significancia, dado que  $F_c$  es mayor que  $F_t$ .

CUADRO 20. Análisis de varianza para el parámetro peso seco promedio del cultivo de garbanzo sin raíz, en gr.

A N D E V A						
FV	GL	SC	CM	FC	.05% $f_t$	.01%
Bloques	2	1393.09	693.54	4.64*	6.46	8.65
Tratamientos	4	3889.54	971.88	6.48*	3.84	7.01
Error	8	1199.88	149.51			
Total	14	6480.51				

C.V. = 34.95 %

- \* Significativo
- \*\* Altamente significativo
- ns No significativo

En el cuadro número 21 se muestra la prueba de comparación de medias para el peso del cultivo sin raíz, dando como resultado el tratamiento tres sometido a fertilización nitrogenada y fosfatada en mezcla; fertilización que incrementó el peso de la planta con excepción de la raíz seguida de la dos, cinco y cuatro en contraste con el testigo si se ve diferencia.

CUADRO 21. Prueba de comparación de medias correspondiente al peso seco promedio del cultivo sin raíz en gr.

TUKEY		
Independencia	55.26	a
"	51.96	a
"	30.06	b
"	24.42	b
"	13.52	c

Medias con la misma letra son estadísticamente iguales.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

## V. ANALISIS DE RESULTADOS

### 5.1 Altura Promedio del Cultivo de Garbanzo en Fresco

En el cuadro núm. 2 de resultados se muestra el análisis de varianza de altura promedio del cultivo de garbanzo en fresco en donde se observa que no hay diferencia significativa entre bloques, pero si la hay entre tratamientos al .05% de significancia, ya que la Fc es mayor que Ft., con respecto al coeficiente de variación, se encontró que es de 9.56, valor que se considera estadísticamente aceptable, para tomar como confiables los datos obtenidos para este parámetro en el cultivo. Por lo que se procedió a realizar la prueba de comparación de medias de Tukey, las cuales se muestran en el cuadro número tres en donde se observa que los tratamientos del grupo tres, dos y cinco son estadísticamente iguales, pero diferentes del grupo dos, cinco y cuatro y a su vez diferentes del grupo cinco, cuatro y uno.

Por lo que se puede deducir que la fertilización nitrogenada influye grandemente en el crecimiento del cultivo del garbanzo ya que la mejor respuesta hacia este parámetro se obtuvo en los tratamientos dos y tres a los cuales se les aplicó fertilización nitrogenada y fosfatada en sus dosis 30-60-00 y 30-50-00, atribuyendole el crecimiento de las plantas al nitrógeno que en comparación con el testigo se observa gran diferencia en altura entre los tratamientos resultados que concuerdan con lo dicho por (Tisdale y Nelson, 1988). La razón por la que se haya diferenciado el tratamiento tres con la dosis 30-60-00 con cantidad adicionada de 4210gr. de nitrógeno y fósforo en mezcla, correspondiendo 175 gr/surco ya que cada parcela útil constaba de ocho surcos, esto con respecto al tratamiento dos con la dosis 30-50-00 y con cantidad de 3740 repartido en cada tratamiento, distribuido en la misma forma que el anterior, esta respuesta se atribuye a la mayor cantidad de fósforo adicionada al tratamiento, ya -

que se considera como otro elemento esencial para las plantas, después del nitrógeno resultados que concuerdan con lo observado por (Kalyan, 1984). Por otra parte la diferencia de fertilidad en el suelo y la adicionada para corregir las deficiencias, como fue el caso del terreno donde se realizó dicho experimento originó la respuesta del cultivo del garbanzo a la fertilización lo que concuerda con lo que menciona (Yufero, 1978).

#### 5.2 Peso Fresco Promedio del Cultivo sin Raíz

En el cuadro número 4 se observa el análisis de varianza para peso fresco promedio del cultivo sin raíz en donde se aprecia la diferencia no significativa entre bloques y altamente significativa entre tratamientos ya que  $F_c$  es mayor que  $F_t$ , este resultado se obtuvo al .01% de significancia. En el mismo cuadro se observa el coeficiente de variación que resultó ser de 22.2% el cual anda entre el rango estadístico para poder aceptar como confiables los resultados según lo mencionado por (Reyes 1984). Para lo cual se realizó la prueba de comparación de medias de Tukey, mismas que se muestran en el cuadro número 5 en donde se observan las mejores fertilizaciones y que se tienen en los tratamientos del grupo tres y dos que corresponden a las aplicaciones de nitrógeno y fósforo en mezcla en las que se observa la influencia de estos fertilizantes, sobre el cultivo, al incrementar el peso de la planta con excepción de la raíz, resultados, que coinciden con lo que menciona (Cheldrake y Sasena, 1979). Es de mencionar que el mejor tratamiento según se observa en las comparaciones de medias corresponde al número tres con la dosis 30-60-00, seguido del dos con la dosis 30-50-00 y posteriormente por los tratamientos 00-80-00 aumentan el rendimiento de cada componente de rendimiento del cultivo de garbanzo, lo

concuerta con lo mencionado por (Roy y Tripathi 1984).

### 5.3 Peso Fresco Total Promedio del Cultivo de Garbanzo sin Raíz

En el Cuadro número 6 de resultados se aprecia el análisis de varianza para el parámetro peso fresco total promedio del cultivo de garbanzo, en donde se ve que existe diferencia ya que  $F_c$  es mayor que  $F_t$ . En donde también se observa que el coeficiente de variación es de 34.95, el cual anda dentro del rango estadístico para tomar como confiables los resultados obtenidos, para lo cual se realizó la prueba de comparación de medias de Tukey que se muestran en el cuadro número 7 en donde se observa que los tratamientos del grupo 3 y 2 son estadísticamente iguales entre si, pero diferentes del grupo 5 y 4 estos comparados con el testigo en donde se observa que si difieren las fertilizaciones con respecto a él. En lo que se refiere al coeficiente de variación, podemos ver que resulta de 36.43 valor considerado adecuado dentro de la estadística, por lo que se pueden tomar los resultados obtenidos como confiables para este parámetro en el garbanzo, dado que la prueba de comparación de medias nos dice que el mejor tratamiento es el tres, el cual corresponde a la dosis 30-60-00 seguido del tratamiento dos con la dosis 30-50-00 que corresponde a las fertilizaciones nitrogenadas y fosfatadas en combinación seguidas en respuesta de los tratamientos cinco y cuatro con las dosis 00-80-00 y 00-70-00, en comparación con el testigo se puede apreciar que si se obtuvo respuesta a la fertilización, lo que coincide con lo que dice (Sinha, 1972, citado por Herrera, 1981). La presencia de lluvias en el periodo del establecimiento del cultivo ocasionó que tuviera respuesta a la fertilización nitrogenada y fosfatada aunada a la retención de humedad adecuada del suelo, por su textura arcillo-

limo-arenosa, favoreciendo la disolución y absorción por el cultivo de fertilizante, lo que concuerda con lo que menciona (Rao, citado por Herrera, 1981). Por otra parte el que se ha ya obtenido en los tratamientos tres y dos respuesta a la fertilización nitrogenada y fosfatada se debió a los factores climáticos mencionados anteriormente y al efecto de los fertilizantes en la reacción del suelo de acuerdo a su pH así como en el cultivo favoreciendo el rendimiento biológico resultados que concuerdan con lo mencionado por (FAO, citado por Vázquez 1989).

#### 5.4 Longitud Promedio de la Raíz Principal

En el cuadro 8 se observa el análisis de varianza referente a la longitud promedio de la raíz principal del cultivo de garbanzo donde se visualiza que no existe diferencia significativa entre bloques, pero si en tratamientos al 0.5% de significancia. En lo que se refiere al coeficiente de variación tenemos que es de 8.89, lo que nos indica que los resultados obtenidos son de gran confiabilidad. Para lo cual se procedió a realizar la prueba de comparación de medias que se observa en el cuadro 9 utilizando las de Tukey, el cual nos reporta como el mejor tratamiento el número cinco con la dosis 00-80-00 en donde se aprecia una mayor respuesta en cuanto desarrollo radicular del garbanzo, tanto en longitud como en ramificación, lo que permite que el suelo se beneficie por los residuos orgánicos del sistema radicular elevando la fertilidad potencial del suelo, según lo mencionado por (Papadakis, 1989). Lo mencionado anteriormente se viene a verificar con el tratamiento cuatro que fue el segundo en respuesta y que fue el segundo en respuesta y que corresponde a la dosis 00-70-00 lo que nos afirma que una de las funciones del fósforo es incrementar el desarrollo radicular según lo observado

por (Monjaras y Sánchez 1899), lo que le permitirá al cultivo de garbanzo un mejor aprovechamiento de los nutrientes e incrementar su eficiencia para soportar las sequías dado que es un cultivo con bajos requerimientos hídricos y que mientras mayor sea su sistema radicular, mayores serán sus probabilidades de sobrevivir al stress según lo mencionado por (Van Der Maesen, 1972). Los anteriores tratamientos mencionados en comparación con el segundo grupo formado por el dos y tres así como por el uno que es el testigo se puede ver la respuesta que se obtuvo entre los tratamientos para este parámetro respecto al testigo, ya que se menciona que el fósforo es esencial para el buen desarrollo de las plantas (Mendoza, citado por Herrera, 1981) dado que el suelo del terreno donde se llevó a cabo el experimento mostró gran deficiencia de fósforo según el análisis realizado por lo que era necesaria su adición para corregir las deficiencias y beneficiar las bacterias nodulares según lo que dice (Devlin, 1975) por lo que menciona también que es el segundo macronutriente necesario para los cultivos (Tisdale y Nelson, 1988). Se dice que el fósforo es eficiente para inducir el desarrollo radicular, lo que concuerda con lo observado en los tratamientos con este elemento en el presente trabajo, ya que las raíces eran más grandes con buen vigor y gran número de raicillas secundarias y con gran desarrollo nodular (Jacob y Vexkull, 1964).

### 5.5 Altura Promedio en Seco del Cultivo

En el Cuadro 10 se muestra el análisis de varianza para el parámetro altura promedio del cultivo de garbanzo y mostrando diferencia altamente significativa entre tratamientos al .01% de significancia dado que  $F_c$  es mayor que  $F_t$  para el cual se tiene un coeficiente de variación de 4.84 valor altamente aceptable estadísticamente, lo que nos indica que los datos

obtenidos en el experimento para este parámetro son de gran confiabilidad. En tanto que la prueba de comparación de medias reportada en el cuadro número 11 correspondiente a Tukey nos demuestra que los tratamientos donde se adquirió la mayor respuesta en altura de planta fueron los del grupo tres y dos los que a su vez son estadísticamente iguales entre si pero diferentes del grupo cinco y cuatro estos con respecto al testigo también son diferentes. En donde se deduce que la fertilización nitrogenada y fosfatada a la cual se sometieron los tratamientos tres y dos di ayuda al desarrollo más rápido del cultivo de garbanzo ya que, la mayor altura se alcanza en aquellas fertilizaciones donde hiban implícitos los dos elementos (N y P) esto concuerda con lo que dice (Tisdale y Nelson, 1988).

Por otra parte según observaciones que se hicieron en todos los tratamientos durante el desarrollo del cultivo se pudo apreciar que los tratamientos donde se manifestó la mayor respuesta para este parámetro, crecieron más rápido y por consecuencia florecaron y fructificaron en menor tiempo en comparación con los otros en donde se aplicó nada más fósforo y con respecto al testigo que fue el de más lento desarrollo, atribuido al más bajo contenido nutrimental del suelo, lo que originó respuestas favorables a la fertilización lo que concuerda con lo mencionado por (Rao, citado por Herrera 1981).

#### 5.6 Peso Seco Promedio Total del Cultivo de Garbanzo

En el Cuadro 12 se muestra el análisis de varianza para el parámetro correspondiente al peso seco promedio total del cultivo, en donde se observa diferencia significativa entre bloques así como en tratamientos al .05% de significancia ya que Fc fue mayor que Ft.

Con respecto al coeficiente de variación tenemos que fue de 32.14 valor tomado con aceptable estadísticamente y que nos indica que los resultados obtenidos son confiables. En tanto que la prueba de comparación de medias de Tukey observadas en el Cuadro 13 nos indican que se tienen tres grupos de medias el primero formado por las fertilizaciones tres y dos que corresponden a las dosis 30-60-00 y 30-50-00 las que a su vez son reportadas como las de mayor respuesta para el parámetro peso seco total del cultivo del garbanzo por lo tanto son estadísticamente iguales entre si, pero diferentes del segundo grupo integrado por las fertilizaciones cinco y cuatro, con las dosis 00-80-00 y 00-70-00 que fueron las que siguieron en respuesta después de las anteriores y que son estadísticamente iguales entre si, pero diferentes de los demás tratamientos estan en relación con el testigo, se puede apreciar la diferencia en incremento de peso seco total del cultivo del garbanzo. Por lo que se deduce que la complementación de nitrógeno y fósforo ayuda a incrementar el peso de la planta lo que coincide con lo reportado por (Chandra, 1983)

En observaciones realizadas durante el desarrollo del cultivo se puede apreciar que en los tratamientos tres y dos había una mayor área foliar del cultivo, la planta era más vigorosa con tallos gruesos, color verde bandera y con mayor número de frutas en comparación con los otros tratamientos donde era menor su rendimiento y observaciones que concuerdan con lo que dice (Cheldrake y Saexena, 1979).

#### 5.7 Número Promedio de Vainas

En el Cuadro 14 se observa el análisis de varianza para el número promedio de vainas en el cual no se muestra diferencia significativa entre bloques, pero si en tratamientos al

al 05% de significancia, dado que  $F_c$  es mayor que  $F_t$ . Así mismo se obtuvo un coeficiente de variación de 35.35, valor que se encuentra dentro del rango estadístico, para poder tomar los resultados obtenidos como confiables para este parámetro. Para lo cual se realizó la prueba de comparación de medias de Tukey las cuales podemos observar en el cuadro número 15 en el que se aprecian tres grupos de medias formadas por las fertilizaciones, así mismo se muestran los tratamientos en donde se adquirió la mayor respuesta hacia el parámetro número de vainas y corresponden a los integrados por el primer grupo que lo constituyen el número dos, tres y cinco que son estadísticamente iguales entre sí, pero diferentes del segundo grupo formado por los tratamientos tres, cinco y cuatro y estos a su vez diferentes del tercer grupo integrado por los tratamientos cinco, cuatro y uno que son estadísticamente iguales entre sí pero distintos de todos los demás. Por lo tanto el mayor número de vainas se obtuvo en los tratamientos con fertilización nitrogenada y fosfatada en combinación resultados que coinciden con lo observado por (López y Andrade citados por Herrera, 1981), así mismo concuerdan con lo que menciona (FAO, citado por Vázquez, 1989) que el nitrógeno determina el rendimiento del cultivo. Por otra parte (Devlin, 1975) dice que las leguminosas deficientes en fósforo sufren simultáneamente la falta de fósforo para el desarrollo nodular, dado que el suelo mostró deficiencias en nitrógeno y fósforo lo cual influyó grandemente para que se tuvieran dichos resultados.

#### 5.8 Número Promedio de Granos

En el Cuadro 16 se observa el análisis de varianza correspondiente al número promedio de granos, en donde se aprecia diferencia altamente significativa en bloques y en trata

mientos al .01% de significancia dado que  $F_c$  fue mayor que  $F_t$  obteniéndose también para este parámetro un coeficiente de variación de 9.89, valor considerado estadísticamente a decuado y que les otorga un buen valor de confiabilidad a los resultados obtenidos. En tanto la prueba de comparación de medias de Tukey reportadas en el cuadro 17 nos indica que los tratamientos dos y tres son estadísticamente iguales entre sí pero distintos respecto a cinco y cuatro y a su vez estos últimos son estadísticamente iguales entre sí pero diferentes de dos, tres y uno que es el testigo por lo tanto la prueba de comparación de medias reporta como la mejor respuesta en los tratamientos dos y tres con las dosis 30-50-00 y 30-60-00, en los que el rendimiento de granos fue mejorado por el nitrógeno ya que el incrementar el área foliar de la planta, da como consecuencia un aumento en fruto por la mayor cantidad de fotosíntesis realizada lo que origina gran concentración de fotoasimilados para responder satisfagtoriamente en la fructificación, dado que es un elemento que forma parte de la clorofila según (Tisdale y Nelson, 1988). Otros estudios sobre fertilización con fósforo se obtuvieron buenos rendimientos, en el contenido proteico de la semilla (Dwivedi, 1985) aunado a investigaciones realizadas por (Mahajam, 1986) que dice que el fósforo adicionado al suelo y el encontrado en el mismo da lugar a un aumento en la fertilidad, lo que origina un incremento en semilla y rendimiento de materia seca, así como de fósforo aprovechable, lo que concuerda con lo encontrado en nuestro experimento.

#### 5.9 Peso Promedio de Grano

En el cuadro 18 se muestra el análisis de varianza para el parámetro peso promedio de grano, donde se observa que existe diferencia altamente significativa entre bloques así

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

como en tratamientos, al .01% de significancia, dado que  $F_c$  es mayor que  $F_t$ , por lo que se procedió a realizar la prueba de comparación de medias de Tukey mismas que se observan en el cuadro número 19 y en las que se aprecian los tratamientos con la mejor respuesta correspondiendo aquellos tratamientos con fertilización nitrogenada y fosfatada aplicada en mezcla y que a su vez conforman el primer grupo de medias dichos tra tamientos son el tres y dos, los cuales son estadísticamente iguales entre sí pero distintos con respecto a los tratamien- tos cinco y cuatro así como por el testigo el cual forma el tercer grupo dentro de la comparación de medias reportada en el cuadro 18, por lo tanto los tratamientos cinco y cuatro son estadísticamente iguales entre sí pero distingos con res pecto a tres y dos; así mismo el tratamiento uno corresponde al testigo es distinto de los anteriores por lo que se puede decir que el mejor tratamiento fue el tres con la dosis 30-60-00, en el cual se observó el mayor rendimiento en peso de gra no de garbanzo, respuesta atribuida a los dos fertilizantes adicionados ya que el suelo mostró deficiencias de ambos, por lo que se tuvo que aplicar los dos dado que estos son comple- mentarios para incrementar el rendimiento, según lo menciona- do por (Kalyana, 1984) otros reportan que el aumento de peso se atribuye a la fertilización fosfatada, y a que su abundan- cia en la semilla es importante para las que se han de utili- zar a la reproducción según lo observado por (Jacob y Ucakull 1964).

Por otra parte esto viene a reafirmarse ya que en los tratamientos con fertilización fosfatada dió la mejor respu es ta el que tenía mayor cantidad de fósforo y que corresponde a la dosis 00-80-00--.

### 5.10 Peso Promedio del Cultivo sin Raíz

En el Cuadro 20 se observa el análisis de varianza correspondiente al peso seco promedio del cultivo sin raíz, reportando que existe diferencia significativa en bloque así como entre tratamientos al .05% de significativa en bloque así como entre tratamientos al .05% de significancia, dado que  $F_c$  es mayor que  $F_t$ .

Con respecto al coeficiente de variación, se muestra que es de 34.95, el cual está dentro del rango estadístico por lo que los resultados obtenidos para este parámetro son aceptables, para lo cual se realizó la prueba de comparación de medias de Tukey las cuales se muestran en el cuadro 21 donde se manifiesta que la fertilización nitrogenada aunada a la fosfatada si influye directamente en el cultivo de garbanzo ya que los tratamientos tres y dos son estadísticamente iguales entre sí pero distintos de cinco, cuatro y uno así mismo las fertilizaciones cinco y cuatro son estadísticamente iguales entre si, pero diferentes de tres y dos y uno según se puede observar en el cuadro 20 por lo tanto el mejor tratamiento que manifestó la mayor respuesta fue el tres con la dosis 30-60-00 seguidos del dos con la dosis 30-50-00 que forman un grupo en la comparación de medias de Tukey, deduciendo entonces que la fertilización nitrogenada y fosfatada aumentan la ganancia de peso en el cultivo de garbanzo según lo reportado por este experimento y lo mencionado por (Singh, citado por Herrera 1981).

Lo mencionado anteriormente en cada parámetro estudiado se puede apreciar en las figuras citadas en el apendice las cuales muestran el comportamiento que siguió cada componente de rendimiento en el cultivo del garbanzo en respuesta a la fertilización nitrogenada y fosfatada.

## VI RENTABILIDAD DEL CULTIVO

### Relación de Costo-Beneficio del Garbanzo-Maíz Costos de Producción del Maíz

RENTA DE LA TIERRA	\$400,000.00/ha
1. Preparación del terreno	
Barbecho	140,000.00/ha
Cruza de Barbecho	80,000.00/ha
Rastreo	70,000.00/ha
Nivelación	100,000.00/ha
Marco y trazo de surcos	60,000.00/ha
2. Siembra	
Semilla	45,000.00/ha
Siembra (3 jornales)	60,000.00/ha
3. Fertilización	
Fertilizante	150,000.00/ha
Aplicaciones	40,000.00/ha
4. Control de plagas	
Insecticidas	50,000.00/ha
Aplicaciones	30,000.00/ha
5. Labores culturales	
1a. Escarda (mulas y hombres)	40,000.00/ha
2a. Escarda (Mulas 2 días)	50,000.00/ha
Deshierbes	150,000.00/ha
6. Labores de cosecha	
Pisca (peones)	40,000.00/ha
Corte de rastrojo (peones)	40,000.00/ha
Transporte (mulas)	100,000.00/ha
Costales	30,000.00/ha
Desgrane	50,000.00/ha

S U M A \$1'825,000.00/ha

Precio de garantía del maíz \$700,000.00 (1981)

700,000 Ton.	1'825,000
x 2 Ton/ha en rendimiento Déficit	1'400,000
1'400,000 Venta por concepto de 2 Ton.	<u>425,000</u>

Relación costo beneficio garbanzo-maíz

Costos de Producción	COSTOS	1'825,000
		<u>425,000</u>
		1'400,000

Beneficio o pérdida

Precio de garantía \$7000,000.00 en (1991) del maíz  
Sumaria= \$1'825,000.00 Costos de producción/ha  
1'400,000.00 Por concepto de venta de 2  
Ton./ha.

Por sustitución se obtiene el siguiente resultado.

\$1'400,000.00	
<u>1'825,000.00</u>	
=- 425,000.00	Beneficio=\$-425,000 (déficit)

Por lo tanto tenemos:

CUADRO 22: Relación Costo Benético Maíz-Garbanzo

MAIZ	COSTO DE PRODUCCION	VALOR EXPRESADO	BENEFICIO
	\$1'825,000.00	\$1'400,000.00	-425,000.00
GARBANZO	COSTO DE PRODUCCION	VALOR EXPRESADO	BENEFICIO
	\$ 988,000.00	\$1'750,000.00	-762,000.00

CUADRO 23. Rendimiento de Grano en Kg/ha de garbanzo.

TRATAMIENTO	DOSIS	RENDIMIENTO EN Kg/ha
1 A	00-00-00	244 Kg/ha
2 B	30-50-00	733 Kg/ha
3 C	30-60-00	875 Kg/ha
4 D	70-00-00	385 Kg/ha
5 E	00-80-00	458 Kg/ha

Es factible sembrar garbanzo bajo condiciones de humedad residual, ya que el costo de inversión es menor, comparado con el del maíz y el beneficio obtenido es mayor, con los rendimientos obtenidos en el presente experimento, dado que estos se incrementaron con la fertilización en comparación con el testigo, como se observa en el cuadro anterior.

Costos de Producción del Cultivo del Garbanzo

RENTA DE LA TIERRA	\$ 400,000.00/ha.
1. Preparación del terreno	
Barbecho	140,000.00/ha
Cruza de barbecho	70,000.00/ha
Rastreo	30,000.00/ha
2. Siembra	
Semilla	50,000.00/ha
Siembra (3 jornales)	60,000.00/ha
3. Fertilización	
Fertilizante	68,000.00/ha
Aplicación	40,000.00/ha
4. Labores de cosecha	
Arrancar o cortar el cultivo	40,000.00/ha
Limpia (peones)	40,000.00/ha
Transporte (mulas)	30,000.00/ha
Costales	20,000.00/ha
S U M A	\$ 988,000.00/ha

Precio del garbanzo por tonelada en la región igual a  
 \$20,000.00 Ton. DEFICIT = 988,000

X 875,00 Kg. obtenidos/ha. en rendimiento	<u>1'762,000</u>
	<u>-762,000</u>

(DEFICIT)

Relación costo-beneficio garbanzo-maíz

Costos de producción	COSTOS= \$ 988,000	\$1'750,000
	<u>-762,000</u>	<u>988,000</u>
Beneficio o pérdida=	987,232	762,000

(BENEFICIO)

Se obtiene el siguiente resultado \$=762,000 como beneficio (déficit).

## VII. D I S C U S I O N

En los resultados obtenidos en dicho experimento se atribuyen principalmente a los efectos climatológicos prevaletes en la región donde se desarrolló el trabajo, ya que fue favorecido ampliamente por la presencia de lluvias al principio de su establecimiento que fue el 23 de septiembre dado que el lugar se ve invadido en los meses de septiembre y octubre por las lluvias ciclónicas que se dejan sentir en nuestro país las que a su vez son de gran importancia en este lapso de tiempo en el cual se establece el cultivo del garbanzo, en la zona del estudio, la cantidad y buena distribución de la precipitación al momento de la siembra así como aplicación de las diferentes dosis de fertilización nitrogenada y fosfatada al suelo, originó que se solubilizara rápidamente en el suelo quedando homogeneizado con el mismo, pero posteriormente ser utilizado por el cultivo del garbanzo en sus diferentes etapas fenológicas, en las que se requiere la demanda de cada nutriente adicionado al suelo y en combinación con los que se encuentran en mayor o menor cantidad en el mismo ya que el fertilizante fosfatado que se utilizó fue el superfosfato de calcio simple, considerado como de menor solubilidad en cantidades de humedad inadecuadas en comparación con la otra fuente nitrogenada que fue el sulfato de amonio el cual es rápidamente aprovechado por el cultivo, es por eso que las lluvias que se presentan en este período son ampliamente favorecidas para la fertilización y posteriormente por las plantas de garbanzo, quedando así gran cantidad de humedad en el suelo para completar su ciclo vegetativo esto aunado a las lloviznas invernales de diciembre y enero, junto con los rocíos rústicos de las mañanas favorecen en gran parte el buen desarrollo de las plantas, siendo que las plantas de garbanzo son capaces de capturar la humedad atmosférica especialmente temprano por la función higroscópica de los ácidos oxálicos y málicos

encontrados en hojas y vainas, lo que concuerda con lo observado (Batis y Chena, citado por García y Castro 1989).

Otra modalidad que ayudó a la obtención de buenos resultados y que ocasionó la respuesta a la fertilización, es la textura del suelo, la cual reporta el análisis como arcillo-arenosa, los cuales son suelos que por contener gran cantidad de arcilla retienen mucha humedad y la guardan por mucho tiempo misma que fue aprovechada por el cultivo en todo su ciclo.

Según el método gravimétrico que fue el utilizado para determinar la cantidad de humedad en el suelo del terreno experimental se obtuvo un 53% de humedad con la que se desarrolló el garbanzo considerada como adecuada, esto concuerda con lo que dice (Shinha, Saxena; citados por Durón 1986) que el garbanzo es un cultivo de bajo requerimiento hídrico y lo reportado por la SARH, (1978) que menciona que un uso consumivo de 40 cm. es adecuado para el cultivo del garbanzo.

La respuesta que se tuvo a la fertilización nitrogenada y fosfatada hacia el cultivo pudo haber sido por las deficiencias de estos nutrimentos en el suelo según lo reporta el análisis realizado, su adición vino a corregirlas y a que se tuvieran las cantidades sino las adecuadas, las suficientes para que el cultivo pudiera responder en sus diferentes componentes de rendimiento mismos que fueron evaluados.

Un factor muy importante que influyó en el rendimiento en cada tratamiento en cada uno de los parámetros evaluados es la pendiente que no es muy visible a simple vista pero que afectó a cada parámetro, por lo que se obtuvieron mejores resultados en aquellos tratamientos localizados en donde se tenía la mejor pendiente, lo cual se atribuyó al lavado de

nutrientes de las áreas de menor o mayor pendiente y por consecuencia también a la concentración más alta de humedad dentro del terreno experimental.

Las bajas temperaturas son una limitante para la producción de garbanzo en la región, afectada al cultivo en sus últimas etapas fenológicas que son: de floración y de llenado de grano para lo cual se deben calendarizar adecuadamente las fechas de siembra para evadir el siniestro, por lo que se debe considerar la fecha implantada en el presente experimento como adecuado para la siembra del cultivo del garbanzo en esta región del bajío, ya que de esta manera se satisface y se aprovecha mejor la humedad residual, así como las lluvias ciclónicas que afectan esta parte del país, las que a su vez se pueden utilizar para la producción de garbanzo y verificar al productor.

Una labor cultural que ayudó a la retención de humedad en el suelo fue el barbecho que se le hizo al terreno experimental un mes antes de sembrarlo y que tubo entre otras fúnciones la de eliminar, las malezas, la de exponer las plagas de suelo al sol y de hacerlo más manejable, por lo que se recomienda que la realice el productor para obtener buenos resultados en el cultivo del garbanzo ya de no ser así, se formaría una capa endurecida que impediría una adecuada permeabilidad del agua hacia el suelo evitándose retención en el y por consecuencia se perdería evaporando por las altas temperaturas, sobre todo se presenta en aquellos suelos que han estado en descanso como se observó en una parte de terreno que se sembró sin un barbecho antes en el mismo lugar donde se realizó el mencionado trabajo. Estas observaciones concuerdan con lo que se menciona en los apuntes de suelos de (Valencia Islas C. 1989).

Los resultados obtenidos en el presente estudio con fertilización nitrogenada y fosfatada ofrece al productor una opción para incrementar sus rendimientos en cada componente de rendimiento del cultivo de garbanzo, ya que de este se aprovecha en su totalidad toda la planta por lo que ofrece un amplio uso al productor desde forrajero hasta para la alimentación humana, tanto en verde como en seco siendo que en la región se presenta escacés de alimento para los animales en gran parte del invierno y primavera por lo que este cultivo puede ser una alternativa para contrarestrar esta falta de alimento animal, siendo que es rico en carbohidratos, proteínas, grasas, fibras y cenizas (INIA, 1982). Debido a la mala distribución que se han presentado las lluvias en nuestro país, sin excepción de esta región en el verano, hay años en que se han presentado las lluvias en forma excesiva, lo que ha originado que no se realicen las labores a tiempo del cultivo del maíz por los excesos de humedad ocasionando la pérdida del cultivo y en ocasiones ni siquiera se llega a sembrar a consecuencia del mal tiempo, por lo que una alternativa es el cultivo del garbanzo para no dejar perder el ciclo y aprovechar la humedad residual, ya que el cultivo del garbanzo se adapta a todas condiciones climáticas muy drásticas que va desde el semiárido, templado hasta el trópico (Robles 1981) y su costo de producción es mínimo comparado con el del maíz generando divisas si se utilizan técnicas adecuadas de producción.

## VIII. CONCLUSIONES

La respuesta que tuvo el garbanzo a la fertilización nitrógena y fosfatada en el presente experimento fue satisfactoria en la mayoría de los componentes de rendimiento evaluados bajo condiciones de humedad residual.

El cultivo de garbanzo y la fertilización nitrogenada y fosfatada se vieron ampliamente favorecidos por la presencia de lluvias ciclónicas, aunadas a las invernales, favoreciendo de esta manera, el transporte, acceso y absorción de los nutrientes adicionadas al cultivo y los encontrados en el suelo.

La aplicación del nitrógeno en combinación con el fósforo en la dosis 30-60-00 bajo condiciones de humedad residual y en las características físico-químicas que presenta el suelo, se recomienda para el cultivo del garbanzo ya que fue la que mejor comportamiento tuvo en las proporciones de los componentes de rendimiento evaluados, requeridos para satisfacer la alimentación humana así como forrajera.

La fertilización fosfatada mostró respuesta en el cultivo de garbanzo en su dosis 00-80-00 al incrementar el número de raicillas y mayor vigor en la raíz principal así como incrementó la nodulación y aumentó el peso de grano.

Es evidente que el cultivo del garbanzo no satisface sus requerimientos nutrimentales, con los residuos que toma del suelo por esta razón hay respuesta a la fertilización N y P.

El cultivo del garbanzo como leguminosa favorece ampliamente al suelo, ayudándolo a recuperar algunos nutrientes y a mejorar su textura por medio de la incorporación de su paja y raíces al suelo dado que se aumentó la materia orgánica por

la incorporación de sus raicillas al suelo.

## IX. RECOMENDACIONES

El cultivo de garbanzo es una alternativa en la región ya que ofrece al agricultor mayores beneficios económicos en comparación con el cultivo más representativo del lugar que es el maíz, dado que se invierte menor mano de obra y por consecuencia menor cantidad de dinero.

La fertilización química es recomendable aplicarla en suelos con bajos contenidos nutrimentales para incrementar los rendimientos. como se observó en el presente experimento con el cultivo del garbanzo. Pero, no en aquellos suelos que presentan buenos contenidos de nutrientes, por lo que se recomienda realizar un análisis de suelo antes de adicionar cualquier elemento químico.

El garbanzo presenta una alternativa para aquellas regiones con precipitaciones mal distribuidas, que en ocasiones provocan que el agricultor no alcance a sembrar el maíz por los excesos de humedad que impiden el laboreo del suelo a causa de la gran cantidad de lluvias, mismas que dan como resultado la pérdida de la fecha de siembra, del cultivo de maíz para la cual el garbanzo se presenta como una alternativa para el aprovechamiento de la humedad residual y no dejar perder el ciclo agrícola, así como para aquellas regiones con bajos regímenes pluviométricos.

BIBLIOGRAFIA

1. Aldrich, S.R. and E.R. leng. 1974. Producción Moderna del Maíz Edit. Hemisferio Sur.
2. Arnon, L.M. 1960. Diccionario de Fertilizantes, Guanos y Fertilizantes, Guanos y Fertilizantes de México, S.A. boletín México.
3. Boul, S.W. y Hole F.D. 1988. Génesis y Clasificación de los suelos Edit. Trillas, México.
4. Bonner J. 1973. Principios de Fisiología Vegetal Edit. Aguilar, Madrid España.
5. Bear, E.F. 1964. Chemistry of soil cap. IX Soil Fixatin of Plant. Nutrients.
6. Buckman, H. O. y Brady, N.C. 1977. Naturaleza y Propiedades de los suelos. Edit. Montaner y Simon, S.A. Barcelona España.
7. Bidwell, R.G. 1983. Metabolismo del Nitrógeno en Fisiología Vegetal Segunda Edición Edit. A.G.T. Editor S.A. México.
8. Cantatore de Frank 1980. Manual de Estadística Edit. Hemisferio Sur, S.A.
9. 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. oec. México, #31.
10. Grispín Medina, S. y López García, H. 1976. El Garbanzo un cultivo importante en México SAG/INIA, México Folleto núm. 56.
11. Cubero, J. I. Moreno, M.T. 1975. Leguminosas de Grano Edit. Mundi Prensa Madrid España.
12. Chen T.H. K. Yamamoto; L.V. Gusta y A. Eslingard 1984. Inibitional Chilling Injuary During Chickpea Germination Field Crops Abstracts.
13. Chandra J.N.K. Tovar; R.S. Chanal y R. Kala 1983. Respose of gram To N, P. y K. Application Field Crops ABstracts 038 01917.
14. 1980. Carta topográfica del Estado de Guanajuato F14-10 Querétaro, Michoacán, Jalisco y México, Segunda, impresión Secretaría de Programación y Presupuesto México.

15. Devlin, M.R. 1975. Fisiología Vegetal Edit. Omega, S.A. University of Massachusstts. Barsezona España.
16. Durón, N.L.J. 1975. Resistencia a la Sequia XXI Estudios sobre Transplante de Garbanzo (Cicer Arietium L) observaciones morfológicas y fisiológicas chapingo, México Tesis (Maestría en Ciencias en Botánica); Colegio de Postgraduados Chapingo México.
17. Dwivedi G.K. y V.P. Singh, 1985. Effect of Phosphorus and sulphur Application on the nutrition Quality of Different Varieties.
18. FAO/UNESCO, 1972. Descripción de las cartas edafológicas unidades del suelo del sistema FAO/UNESCO.
19. García del Real G. y Castro R. 1989. Efectos de un Bioestimulante en el cultivo del Garbanzo (Cicer arietinum L.) V. Carreta 145 en Cuautitlán, Edo. de México Tesis Profesional F.E.S Cuautitlán UNAM, Cuautitlán Izcalli México.
20. Gile, L.P. 1963. The Effect of Different Coloidal Soil Materials on the Eficiencia of Tech Bull Superphosphato U.S.D.A.
21. García E. 1974. Modificaciones del Sistema de Clasificación Climática Koopen-García, para Adaptarlo a las Condiciones Climáticas de la Rep. Mexicana, México.
22. Gaseta del Colegio del Bajío 1978. Los Municipios de Guajajuato Secretaria de Programación y Presupuesto, México.
23. Gutiérrez, P.E. 1987. Dinámica Poblacional de Artrópodos Dañosos y Benéficos en Garbanzo (Cicer arietinum L.) Sembrado en seis fechas de siembra y su influencia en rendimiento y calidad de Grano Chapingo, México Tesis (Ing. Agronomo Esp. en Parasitología Agrícola).
24. Gómez G.L.M. 1981. Adaptación del Cultivo del garbanzo (Cicer arietinum L.) en Apodaca N.L. Ciclo otoño-invierno 1979-1980 Monterey, N.L. México.
25. Hernández M.A. Sotelo 1987. Nutritional Evaluation of Wheat Flour Cookies Supplementad with chick pea, Chaese Whey and Aminoacids Nutrition Repos International Vol. 29 No. 4.
26. Hugón L. T. 1967. Observation sunla Ramification et les Correlations the inhibition entre Burgeons Chez Lepois.

- chiche (Cicer arietinum L.) Rev. Gen Bot 74.
27. Hernández Gómez, J.A. 1986. Determinación de la fecha de siembra y número de riegos de garbanzo (Cicer arietinum L.) en el area de Chapingo, México. (Tesis Ing. Agrónomo en Fitotecnica).
  28. Herrera González R. J. 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 Sonora; Chapingo México; Tesis Profesional Ingeniero Agrónomo Especialista en Fitotécnia).
  29. INEGI, 1985. Sintesis Geográfica del Estado de Guanajuato Secretaria de Programación y Presupuesto, México.
  30. INIA, SARH, 1984. Guia para la asistencia técnica agrícola, área de influencia del campo agrícola experimental, -- Costa de Hermosillo, Sonora México.
  31. INIA, SARH CIAB, 1981. Logros y aportaciones de la investigación científica en el Estado de Guanajuato, México.
  32. INIA, SARH, 1977. Guía para la asistencia técnica agrícola Valle de Santo Domingo, Centro de Investigación Agrícola de Sinaloa, México.
  33. INIA, SARH 1982. Ciclo de cultivos (diagrama 35) México.
  34. INIA, SARH 1977. Cuia para la asistencia técnica agrícola área de influencia del campo agrícola experimental Bajío, México.
  35. Katare R., A.V.M. Bhale y K. S. Mulgir, 1984 Fertilizer Needing crop. Rotation field crops abstracts 037-08792.
  36. Jacob A. y H. Von. Uexkull 1964. Nutrición y abonado de los cultivos tropicales y subtropicales, Edit. Euroamericana, México.
  37. Kalyan S. 1984. Effects of phosphorus and bio-fertilizes on growth field and quality chickpea (Cicer arietinum L.) soils and fertilithation 047-02228.
  38. Laumant, P. y A. Chevessys, 1958. Note sur panclioration dupois chiche on algeire Institut Agricola de Algeire.
  39. León Garré A. 1954. Manual de Agricultura Técnica de la Producción Vegetal, Edit. Salvat, S.A. Barcelona Madrid Pags. 69. 82, 550.

40. M. Devlin Robert 1965. Fisiología Vegetal Edición Omega S.A. University of Massachusetts Barcelona.
41. Mahajan J. P. Efal 1986. Studies on uptake and utilitathion of soil and fertilizer phosporus by gram (Cicer arietinum L.) and influenced by plevels and fertility status of soiln vertisol soils 049-01957.
42. Monjaras P.J.H. y L. Sánchez 1988. Efecto de tres niveles de fertilización nitrogenada en tres líneas de Amaranthus hipocondriacus en la FESC, Cuautitlán Izcalli, México.
43. Ortiz V. 1980. Edafología Suelos UACH, México.
44. Ortega Enrique 1979. Química de suelos, Chapingo, Depto. de Suelos, Edit. Patena.
45. Papadaskis J.A.I.G.1980. Fertilizantes Edit, Albatros Buenos aires.
46. Piccioni M. 1970. Diccionario de alimentación 3ra. edición edit. acribia, Zaragoza España.
47. Rodríguez, S.F. 1982. Fertilizantes nutrición vegetal A.G.T. Editor, S.A. México.
48. Rojas, G. 1977. Fisiología Vegetal Aplicada Edit. Litográfica S.A. de C.V. México.
49. Robles, S.R. 1981. Producción de Granos y Forrajes Edit. Limusa, S.A. México.
50. Reyes Castañeda 1984. Diseños experimentales aplicados Edit. Trillas, México.
51. Raju, M.S. y S.C. Varma 1986. Response of Bengalgram (Cicer arietinum L.) vatieties to phospate fertilization in relation to F y M and rhizobial inoculation soils and fertilizers 049-04165.
52. Roy, R.K. y R.S. Triparthi 1984. Effects of irrigation and phosphorus on yield, nodulation, water use efficiency and drainage abSTRACTS 014-00708.
53. Steel G.D. 1986. Bio Estadísticas principios y procedimientos 2a. Edición Edit. Reg. num 465, México.
54. Sotelo, A.M.L. Arenas y M. Hernández 1987. Utilización del garbanzo (Cicer arietinum L) en fórmulas no lácteas composición química y calidad nutritiva del garbanzo y su compara-

- ción con fórmulas infantiles comerciales, archivos latino americanos de nutrición vol. XXXVII-N-3.
55. SARH. 1978. Características de distritos y unidades de riego región noreste centro II, Sureste tomo II subsecretarías de agricultura y operación de México.
  56. SAG. INIA, 1977. Guía para la asistencia técnica agrícola área de influencia del campo agrícola experimental del Valle de Santo Domingo, México.
  57. Sexena, M.C. and Yodanis D.S. 1985. Some agronomic considerations of pigeonpeas and chickpeas, in;/CRISAT, international Workshop on grain legumes Begumpet, Hiderabat India.
  58. Saxena M. y Cheldrake 1979. Faba beans, Kabuli; chickpeas, and lentils and international workshop by Aleppo, Syria: ICARDA.
  59. Sinha S.K. 1978. Food legumes, Distribution, adaptability and Biology of yield FAD plant Production and protection paper No. 3 FADROME.
  60. Sotelo M.A. 1987. Protein que la lity mosa and. fortilas suplemented with chickpea nutrition reports international vol. 36 N.1
  61. Tovar T.A. 1984. Diversas comunicaciones personales FES-Cuautitlán, México.
  62. Tisdale, S.F. y W.L. Nelson, 1988. Fertilidad de suelos y fertilizantes Edit. UTEHA Hispanoamericana, S.A. de C.V., México.
  63. Valencia I.C. 1990. apuntes de suelos FESC-UNAM, México.
  64. Vázquez, R.J. Vázquez R.J. 1989. Determinación de la dosis de fertilización y abonado en nopal (*Opuntia ficusindica*), para la exportación de verduras en Villa Alta, D.F., Cuautitlán, Estado de México.
  65. Vavilov, N.I. 1953. The origin, variation, immunity and breeding of cultivated plants chronica botánica, Waltham Mass.
  66. Van Der Masen, L. 1972. *Cicer* L., a monograph of the genus with special reference to the chickpea (*Cicer arietinum L.*) it, ecology and cultivation wageningen, veen mar zonar.

67. Whyte R.D. etal 1970. Las leguminosas en la agricultura  
FAO, Roma.
68. Yufera, D.E. y C.J.M. Dorrien 1981. Química Agrícola Edit.  
Achambra Barcelona, España.

A P E N D I C E

FIGURA 2. Localización del lugar de estudio en el Municipio de Salvatierra Guanajuato.

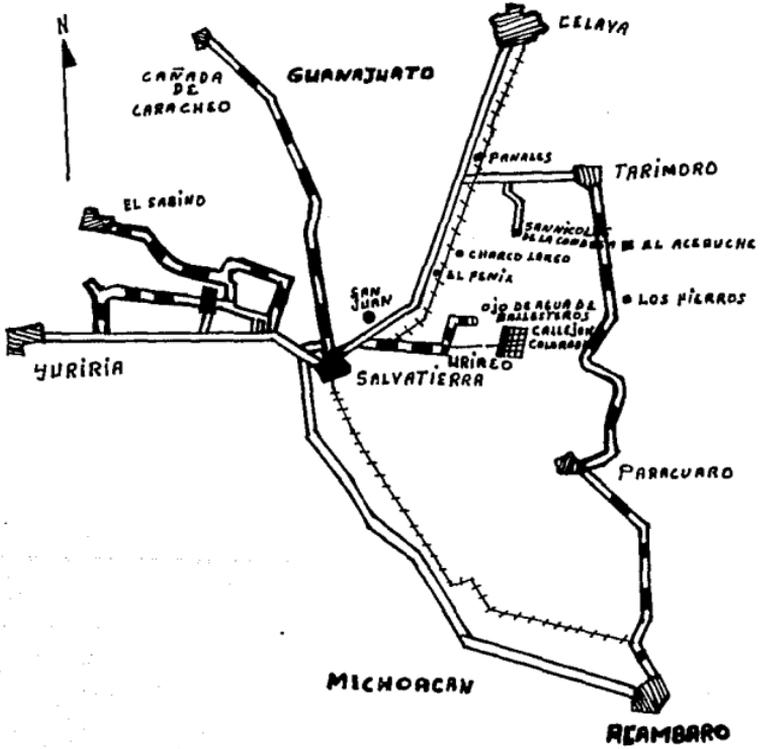


FIGURA 3. Localización y ubicación del Municipio en el Estado de Guanajuato.

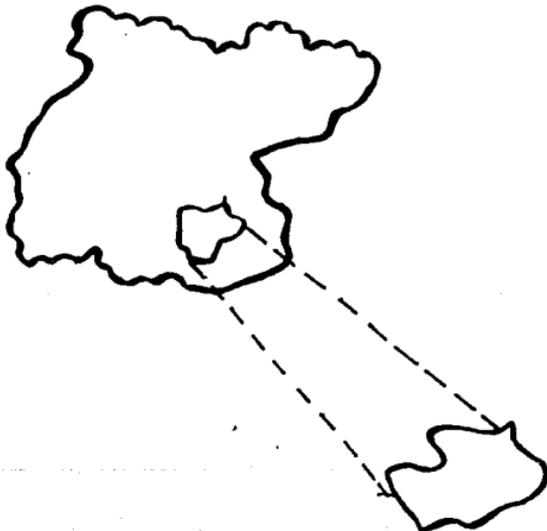


FIGURA 4. Localización del Estado de Guanajuato en el país.



FIGURA 5. **GRAFICA I. LONGITUD MEDIA DE RAIZ EN CM.**

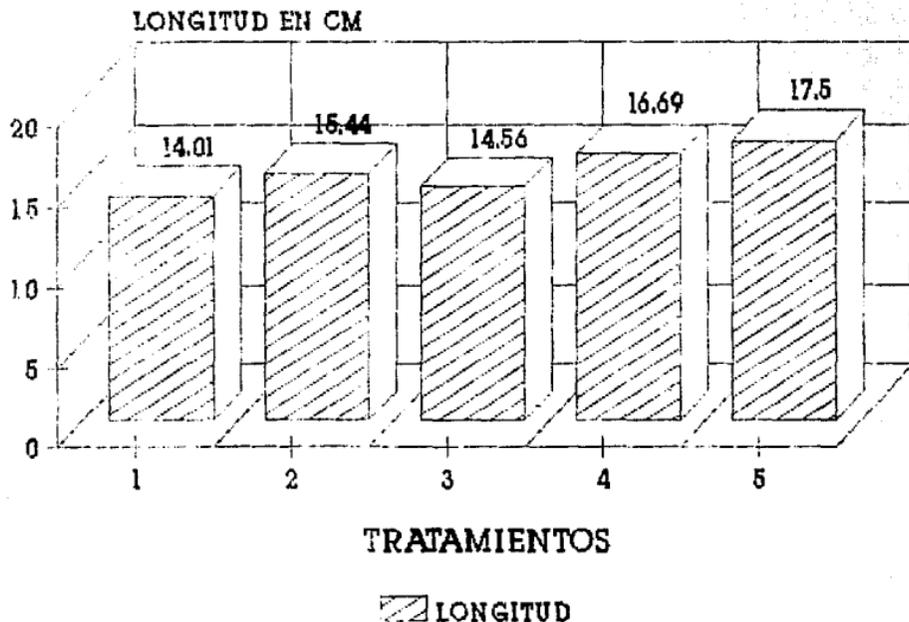


FIGURA 6.

### GRAFICA 2. ALTURA MEDIA EN SECO EN CM

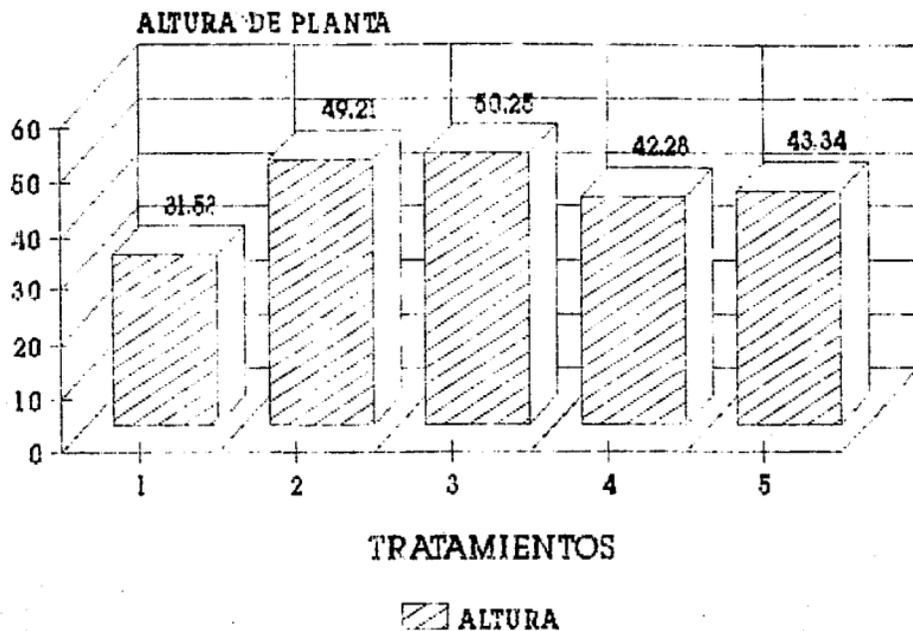


FIGURA 7. GRAFICA 3. PESO SECO  
PROMEDIO TOTAL EN GR.

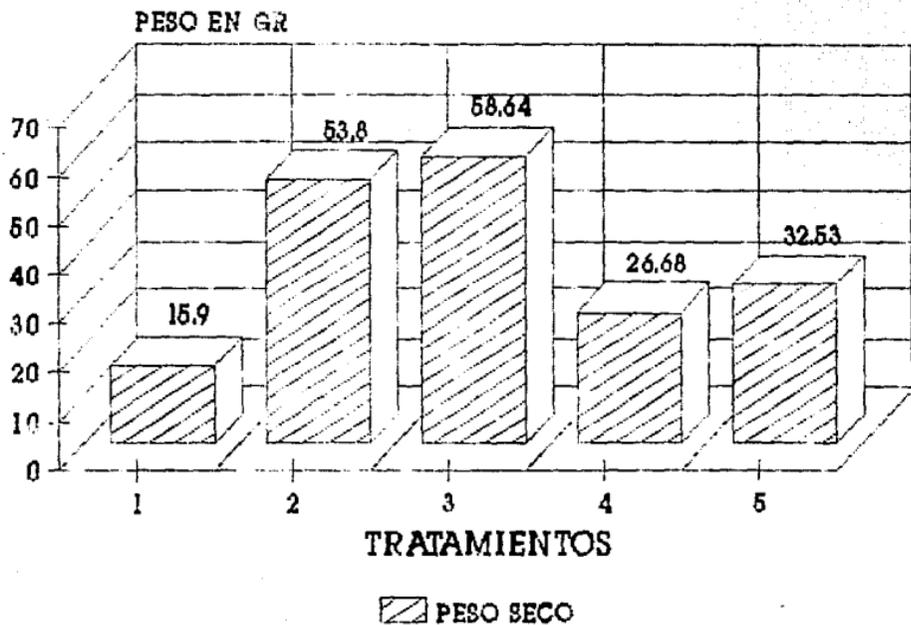


FIGURA 8. GRAFICA 4. PESO SECO PROMEDIO SIN RAIZ EN GR

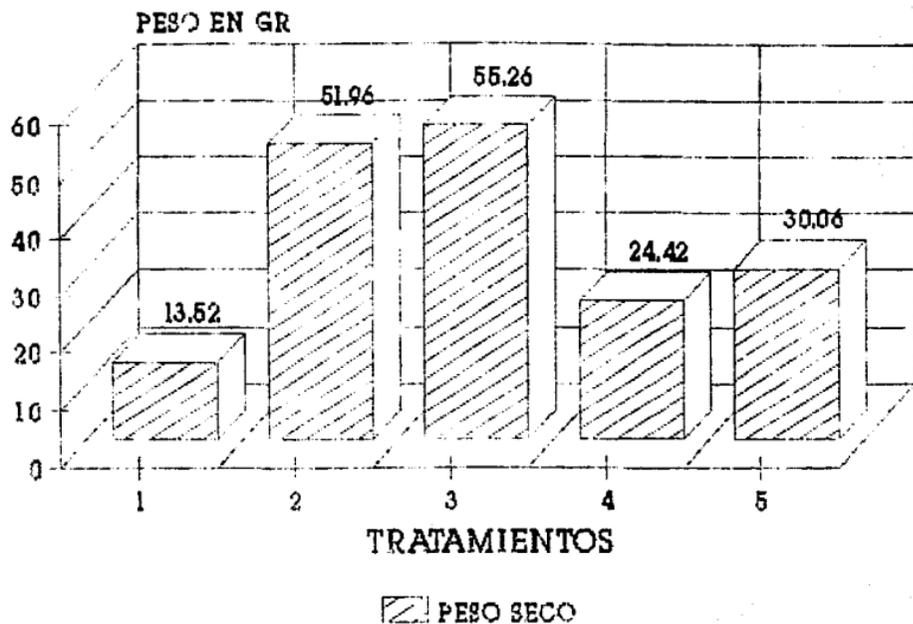


FIGURA 9. **GRAFICA 5. NUMERO PROMEDIO DE VAINAS**

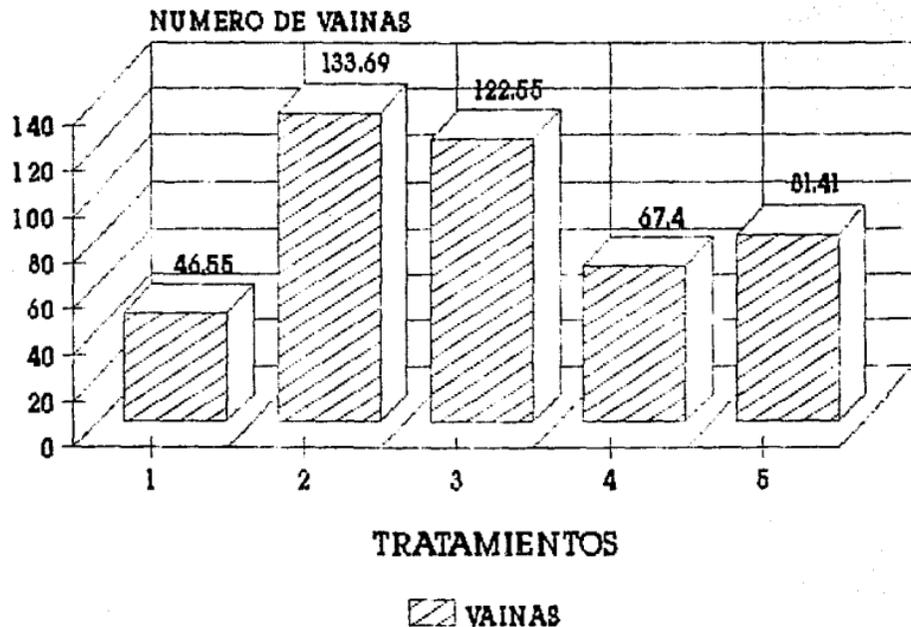


FIGURA 10. **GRAFICA 5. NUMERO  
PROMEDIO DE GRANOS**

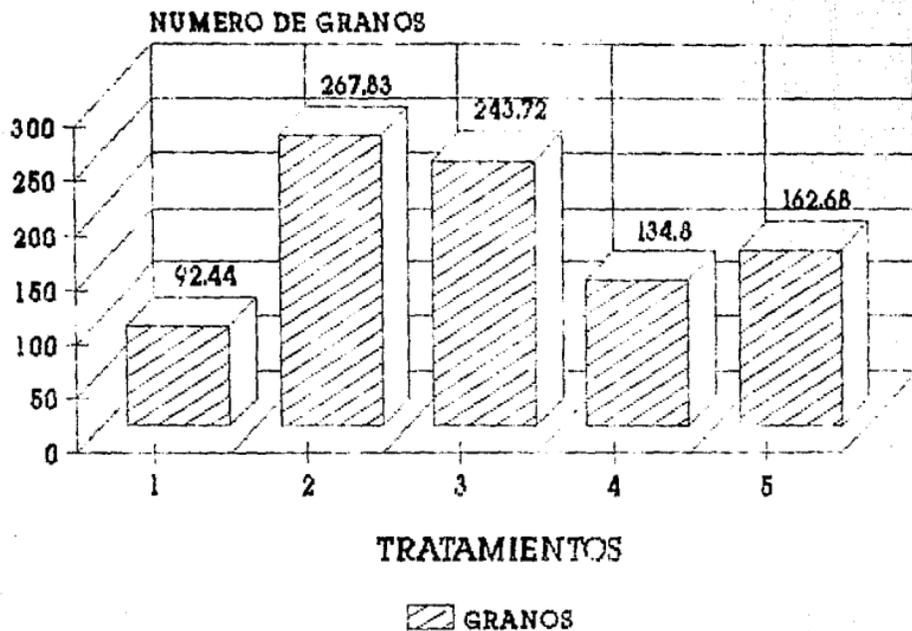


FIGURA 11. GRAFICA 7. PESO PROMEDIO DE GRANO SECO

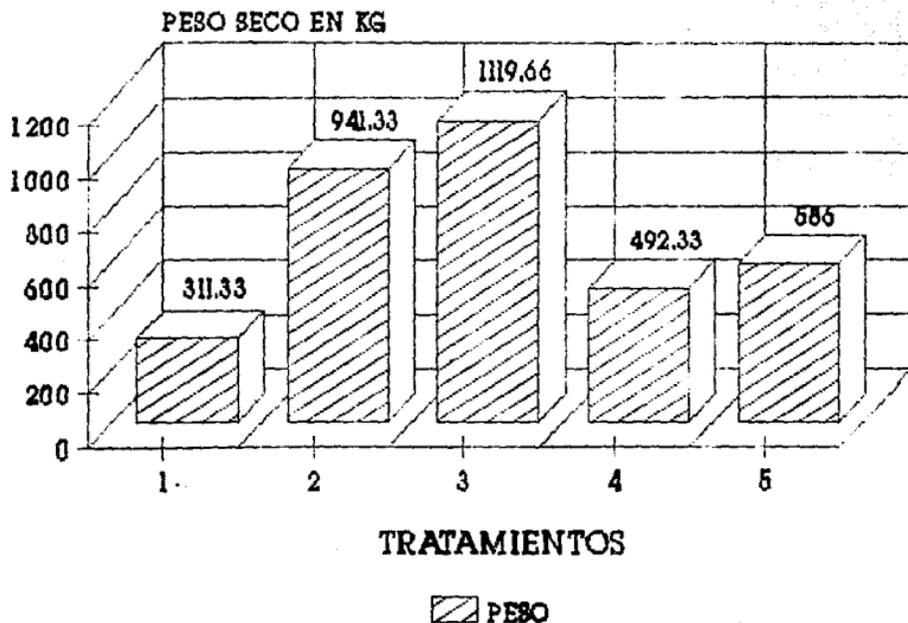


FIGURA 12. **GRAFICA 8. PESO FRESCO PROMEDIO SIN RAIZ EN GR**

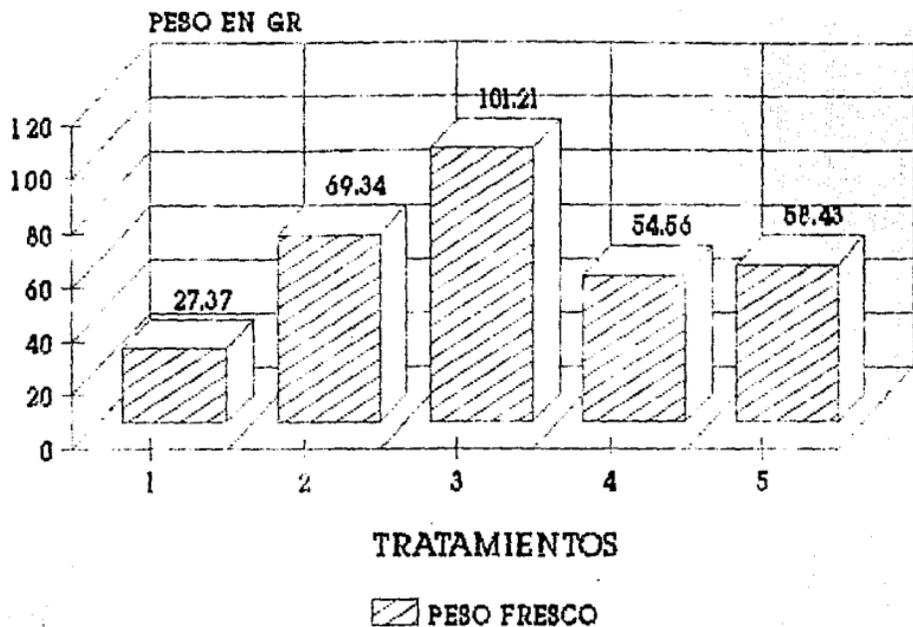


FIGURA 13.

GRAFICA 9. ALTURA MEDIA  
EN FRESCO EN CM

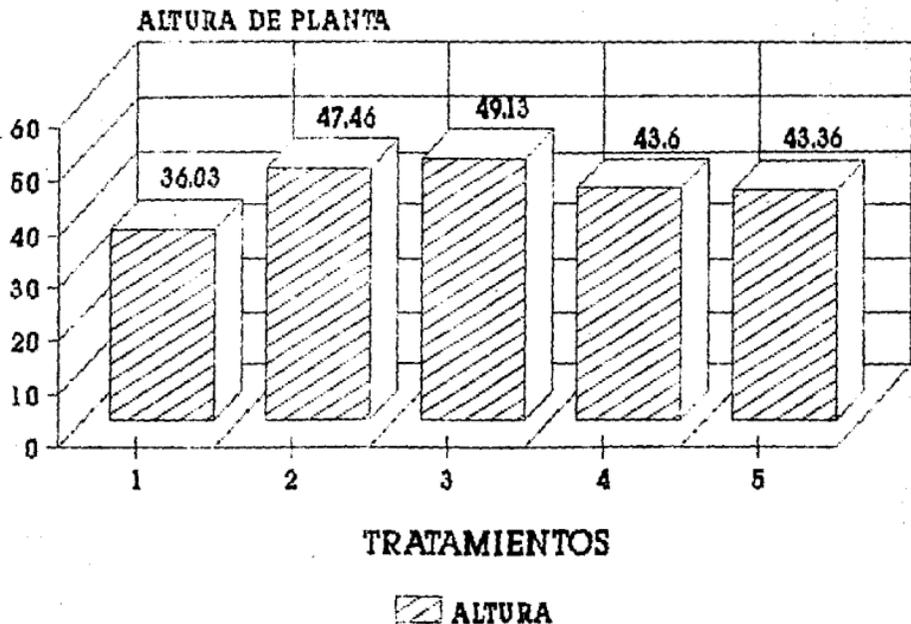
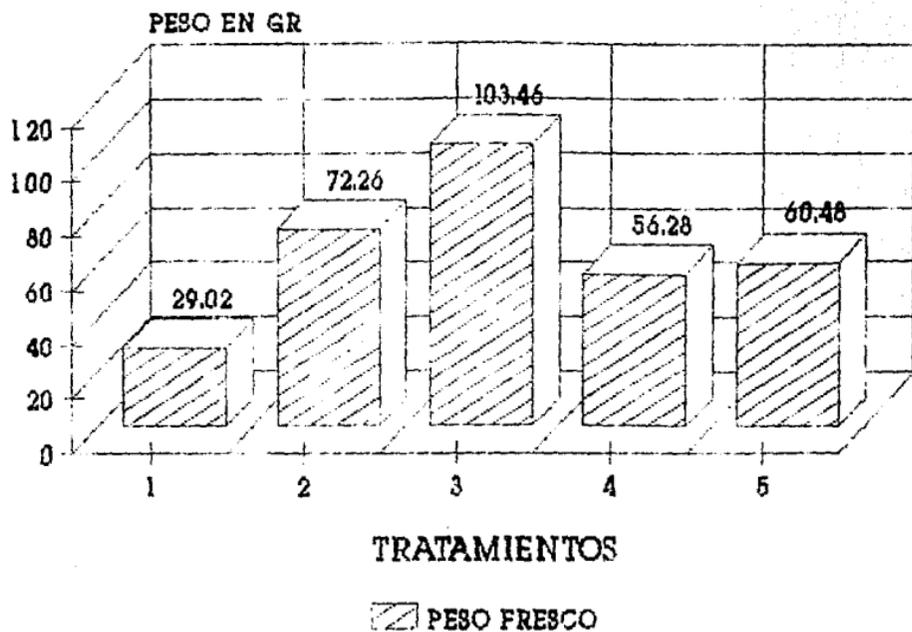


FIGURA 14. **GRAFICA 10. PESO FRESCO  
PROMEDIO TOTAL EN GR**



CUADRO Nº 25

RESULTADOS DE ANALISIS DEL SUELO AL TERMINO DEL CULTIVO

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
PH	CE	MO	NT	P	K
	ds/m	%	%	ppm	ppm
7.1	0.25	1.8	0.098	2	413
Arena	Limo	Arcilla			
CLASIFICACION TEXTURAL					
17.8	18.4	68.8	A	R	C I L L A

METODOLOGIA

- 1.- Potencimétrico relación suelo-agua 1:2
- 2.- Obtención del extracto vía pasta de saturación y determinada con puente de conductividad.
- 3.- Walkley and Black
- 4.- Macro-Kjeldahl
- 5.- Bray-1
- 6.- Extratado en acetato de amonio 1N PH 7.0 relación 1.5 y determinado por espectro fotometría de emisión de flama.
- 7.- Hidrómetro de Bouyoucos.

Cuadro No. 24

## 3.14 Resultados del Análisis de Suelo

(1) pH	(2) CE	(3) MO	(4) NT	(5) p	(6) K	(7) Ca	(8) Mg
	dS/m	%	%	ppm	ppm	ppm	ppm
7.1	0.51	1.3	0.10	3	347	6553	1009
Arena	Limo	Arcilla	CLASIFICACION TEXTURAL				
%	%	%					
12.6	20.7	66.7	Arcilla				

## Metodología

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. Macro-Kjeldahl
5. Bray-1
6. Extracto en acetato de amonio 1N pH 7.0 (relación 1:0) y determinado de espectrofotometría de emisión de flama.
- 7,8. Extractados en acetato de amonio 1N pH 7.0 (relación 1:5) y determinados por volumetría de EDTA.
9. Hidrómetro de Bouyucos

CUADRO 26  
EFECTOS DE LA APLICACION DE FERTILIZANTES NITROGENADOS

Fertilizantes	Efecto acorto plazo	Efecto a largo plazo
1. Nitrato de amonio	-	Moderadamente ácido
2. Sulfato de amonio	-	Fuertemente ácido
3. Fosfato de monoamónico	-	Fuertemente ácido
4. Fosfato diamónico	Básico	Moderadamente ácido
5. Superfosfato amónico	Acido	Moderadamente ácido
6. Amoniacó anhidro	Fuertemente básico	Moderadamente ácido
7. Amonio acuoso	Fuertemente básico	Moderadamente ácido
8. Urea	Levemente básico	Moderadamente ácido
9. Nitrato de sodio	Leve	Básico
10. Nitrato de calcio	Leve	Básico
11. Nitrato de potasio	Leve	Básico
12. Soluciones sin amoniacó libre	-	Moderadamente ácido
13. Soluciones con amoniacó libre	Básico	Moderadamente ácido

CUADRO 27  
FERTILIZANTES NITROGENADOS

Fertilizantes	%	Fórmula química	Estado Físico	Método de aplicación
1. Amonio anhidro	82	$\text{NH}_3$	Gas comprimido 14 kg/cm <sup>2</sup> a 40°C	Inyectarlo a una profundidad de 15 cm, o más en un suelo húmedo pero no saturado. A espacios de 100 a 50 cm.
2. Amonio acuoso	21	$\text{NH}_4\text{OH}$ en agua	Líquido con una ligera presión de $\text{NH}_3$	Inyectarlo por lo menos a 2.5 cm por debajo de la superficie del suelo; se prefiere a una mayor profundidad.
3. Nitrato de amonio	33.5	$\text{NH}_4\text{NO}_3$	Píldoras secas o "pelets"	Al voleo o aplicación lateral en cobertura. Puede dejarse sobre la superficie del suelo.
4. Sulfato de amonio	20.5	$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$	"pelets" secos o gránulos.	Igual que el nitrógeno de amonio. También se utiliza en mezclas a granel.
5. Urea	45.46	$\text{CO}(\text{NH}_2)_2$	Píldoras secas	Ampliar variedad. Al voleo, aplicación lateral en cobertura. Agregada a soluciones. Pulverización líquida en algunos cultivos pero no de maíz.
Soluciones nitrogenadas sólo se mencionan dos importantes. Para obtener información sobre las demás consulte a su vendedor	32 (menor si es diluido en agua)	Urea en una solución de nitrato de amonio	Líquido, sin presión amoniacal.	Pulverización o lluvia sobre la superficie de o aplicación lateral en cobertura.
	41 (menor si se diluye a una presión de $\text{NH}_2$ más baja).	$\text{NH}_3$ en una solución de nitrato de amonio.	Líquido con un poco de amonio libre	Inyectada a una profundidad de 2.5 a 5cm. antes de la siembra o aplicación lateral en cobertura.

CUADRO 28  
ALGUNAS CARACTERISTICAS DE LOS FERTILIZANTES NITROGENADOS

Fertilizantes	Reacciones en el Suelo	Ventajas especiales	Desventajas
1. Amoníaco anhidro	<p>NH<sub>3</sub> reacciona con el agua, el NH<sub>3</sub> se transforma en NH<sub>4</sub> y es retenido en los sitios de intercambio de la arcilla y el humus.</p> <p>Una parte del NH<sub>3</sub> reacciona con la materia orgánica.</p>	Bajo costo, concentración elevada y menor trabajo de transporte. No se lixivía.	Requiere un almacenamiento y aplicadores de alta presión. Se corre riesgo de exposición al gas si el envase explota. Sufre algunas pérdidas durante el transporte. El límite superior es de 168 kg. de N por ha, aplicado a 15 y 20 cm de profundidad, en hileras separadas por 100 cm.
2. Amoníaco acuoso	Los iones NH <sub>4</sub> se adhieren a los sitios de intercambio de la arcilla y la materia orgánica.	Bajo costo. No se precisa un almacenamiento ni aplicadores de alta presión. No se lixivía.	Análisis bajo. Debe cubrirse para evitar la pérdida de amoníaco por volatilización.
3. Nitrato de amonio	El NH <sub>4</sub> se adhiere a los sitios de intercambio. El NO <sub>3</sub> permanece en la solución del suelo hasta que es absorbido o desnitrificado. El NO <sub>3</sub> no es retenido por las arcillas.	El costo de la fuente de obtención seca es bajo. El NO <sub>3</sub> no se puede aprovechar en forma inmediata. Se adecúa a muchos tipos de usos. Entre los fertilizantes secos, ocupa el segundo lugar después de la urea en cuanto al porcentaje de N.	El NO <sub>3</sub> (1/2 de N que contiene) es lixiviable y también está sujeto a la desnitrificación en los suelos cálidos y húmedos. Al ser expuesto al aire se endurece.
4. Sulfato de amonio	El NH <sub>4</sub> se adhiere a la arcilla y la materia orgánica.	Excelente condición. Posee un efecto acidificante muy útil en los suelos alcalinos.	Análisis bajo costo mediano. Tiene el mayor efecto acidificante en todas las fuentes de N, lo cual significa unos cuatro centavos de dólar más por kilogramo de N cuando se utiliza en suelos ácidos.
5. Urea	El NH <sub>2</sub> en pocos días se transforma en NH <sub>3</sub> , luego en NH <sub>4</sub> y entonces se comporta igual que otras fuentes de amonio	Tiene el mayor porcentaje de N de todos los fertilizantes secos. Su lixibilidad alta. Después de transformado en NH <sub>4</sub> no se lixivía	Es lixiviado por la lluvia enseguida después de su aplicación. Existe el riesgo de que se pierda NH <sub>3</sub> por volatilización.
6. Soluciones nitrogenadas	Vease urea, nitrato de amonio más arriba.	No se necesita un equipo compresor. Se puede aplicar en la superficie.	Costo ligeramente mayor. Probablemente sufra una pérdida por evaporación en la superficie del suelo.

Cuadro 29  
DISPONIBILIDAD DEL FOSFORO, DE ACUERDO AL pH

Efecto	pH	Disponibilidad del fosforo	Observaciones
Fuertemente alcalino	9.0]-	baja	Gran parte del fósforo está en forma de fosfato tricálcico, que es muy poco asimilable - (similar al fosfato de roca)
Ligeramente alcalino	8.0]-		
Neutro	7.0]	Alta	En este ámbito, el fósforo es más asimilable que en más ácidos o más alcalinos.
Ligeramente ácido	6.0]		
Moderadamente ácido	5.0]	Baja	En estas formas el fósforo se combina con hierro, aluminio y manganeso, formando productos poco asimilables.
Fuertemente ácido	4.0]		

FUENTE: Aldrich, S.R. and E.R. Leng 1974

Casi todo el fósforo para fertilizantes proviene originalmente del fosfato de roca, en forma de:

$[3Ca_3 (PO_4)_4 CaF_2]$  fluorapatita de calcio

$[3Ca_3 (PO_4)_2 Ca(OH)_2]$  hidroxiapatita

con aproximadamente 30% de  $P_2O_5$ .

GRUPO 30  
FERTILIZANTES FOSFATADOS

Producto	I de P soluble en agua	Principales usos
<p>1. SUPERFOSFATO COMÚN - <math>\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2</math> (fosfato monoácido)</p> <p>Fosfato de roca + Ácido sulfúrico</p> <p>(tamaño de la arena gruesa)</p> <p>Durante el proceso:</p> <p>a) El fósforo se torna más asimilable b) Se desprende gas flúor c) Se forma una cantidad de gas igual a la del superfosfato</p>	78	<p>1. Aplicación directa, seco</p> <p>2. En fertilizantes mixtos (suma superfosfatos monoácidos)</p>
<p>2. SUPERFOSFATO TRIPLE - <math>\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2</math> (fosfato monoácido)</p> <p>Fosfato de roca + Ácido fosfórico (también se usa un poco de ácido sulfúrico)</p> <p>= Superfosfato triple 45 a 47% de <math>\text{P}_2\text{O}_5</math> (19.6 a 20.5% de P) (Puede ser mayor si en vez de usar ácido fosfórico común se usa ácido superfosfórico)</p> <p>Durante el proceso:</p> <p>a) El fósforo se torna más asimilable b) Se desprende gas flúor</p>	84	<p>1. Aplicación directa, seco</p> <p>2. Fertilizantes mixtos (suma superfosfatos monoácidos).</p> <p>3. Mezclas a granel.</p> <p>4. Fertilizantes en suspensión</p>
<p>3. HIPOFOSFATOS - Varias fórmulas químicas</p> <p>Fosfato de roca + Ácido nítrico</p> <p>+ Un poco de ácido sulfúrico o sulfúrico para aumentar la solubilidad en agua de los productos más un poco de sulfato de amonio o de potasio.</p>	Varía desde un valor bajo hasta un alto de aproximadamente 70	<p>1. Aplicación directa, seco.</p> <p>2. Fertilizantes mixtos.</p> <p>3. Fertilizante en suspensión.</p>

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN