

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA
“ANTONIO NARRO”

DIVISIÓN DE INGENIERÍA
DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DEL SUELO



**EVALUACIÓN DE LA APLICACIÓN DE ENZIMAS POR MEDIO
DE LA FERTILIZACIÓN FOLIAR EN EL DESARROLLO DE TRES
GENOTIPOS DE FRIJOL (*Phaseolus vulgaris* L).**

POR:
JOSÉ FERMÍN RAMÍREZ RAMÍREZ

TESIS

PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA
OBTENER EL TÍTULO DE:

INGENIERO AGRICOLA Y AMBIENTAL

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México Febrero de 2012.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA "ANTONIO NARRO "

DIVISIÓN DE INGENIERÍA

DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DEL SUELO

Evaluación de la aplicación de enzimas por medio de la fertilización
foliar en el desarrollo de tres genotipos de Frijol
(*Phaseolus vulgaris* L).

Por:

JOSÉ FERMÍN RAMÍREZ RAMÍREZ

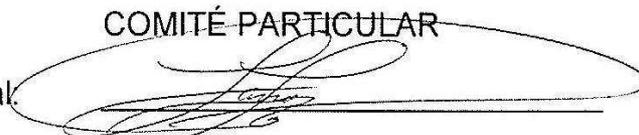
TESIS PROFESIONAL

Que somete a consideración de H. Jurado Examinador como
Requisito Parcial Para Obtener el Título de:

INGENIERO AGRÍCOLA Y AMBIENTAL

COMITÉ PARTICULAR

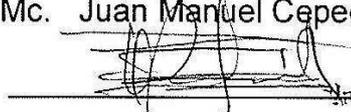
Asesor principal:


Dr. Luis Miguel Lasso Mendoza

Sinodal


Mc. Juan Manuel Cepeda Dovala

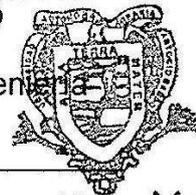
Sinodal:


Dr. Emilio Rascón Alvarado

Coordinación de la División de Ingeniería


Mc. Luis Rodríguez Gutiérrez

Universidad Autónoma Agraria
"ANTONIO NARRO"



Coordinación de
Ingeniería

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. Febrero del 2012.

Agradecimientos

A dios

A mi padre celestial, por darme la vida y acompañarme a lo largo de mi caminar, por darme una buena familia y permitirme terminar satisfactoriamente mi carrera profesional.

Gracias mi Señor por todo, yo sé que siempre estarás conmigo, y que no debo preocuparme por nada, porque yo creo en ti, siempre estarás en mi corazón.

A mi Alma Mater

*Mi casa de estudios, la **Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro** que me abrió las puertas para poder terminar un sueño que inicio en agosto del 2007 y que hoy he alcanzado, por acogerme en sus instalaciones y brindarme a una nueva familia, "Buitres por siempre".*

A mis Asesores

*Dr. Luis Miguel Lasso Mendoza
Dr. Emilio Rascón Alvarado
Mc. Juan Manuel Cepeda Dovala
Mc. Adolfo García Salinas*

Por la asesoría, el tiempo y paciencia que tuvieron para la realización de la presente investigación. Por destinar su amplia gama de conocimientos y convertir la presente tesis en un éxito más en mi vida.

A mis compañeros de la carrera agrícola y ambiental

Gracias por su valioso apoyo en la colaboración para que este proyecto fuera realizado exitosamente. En especial a mis amigos Romairo, Juan, Celso, Hugo, Arbeis, Daniel, Pablo, Eliel, Miguel y Nancy.

A mis primos y amigos

Estrella, Héller, Cristian, Emilio, Mario, Gabriela, Carlos, Pedro, Jesús Y Julio. Con cariño y respeto por su comprensión, apoyo y animo brindado durante esta etapa de mis estudios.

A la empresa miyamonte.

Gracias por la generosidad y atención mostradas en la realización de este proyecto de investigación, apoyando de principio a fin.

Dedicatorias

A la memoria de mi abuelo:

José Ramírez (+): Que en paz descanse por haberme inculcado valores indispensables que me han servido para ser lo que ahora soy, por haber puesto su fe en mí, por todos los consejos y apoyo total que siempre me brindó.

A mis padres:

ROBERTO A. RAMÍREZ Y MARGARITA RAMÍREZ: a las dos personas más especiales que Dios eligió para que fuera mis padres, que me han inculcado buenos valores y que me regalaron la vida, gracias a ustedes he podido lograr esta meta y sin ustedes esto no hubiese sido posible, porque trabajaron cada día para que no me faltara nada en la universidad, porque creyeron en mí y estaban seguros de que este día llegaría, estoy muy orgulloso de ser su hijo y el tener a dos padres maravillosos "Los Amo".

A mis hermanos:

Jorge Antonio y Xiomara Monserrat: Les dedico esta meta alcanzada, por ser quienes me han apoyado incondicionalmente en la culminación de mis estudios, les doy gracias hermanos, por su apoyo, amor y cariño que siempre me han brindado, los quiero.

A toda mi familia:

Este trabajo se lo dedico a toda mi familia, que de una u otra forma me apoyó, en especial a mis abuelos, tíos, sobrinos, etc. no los defraudaré, los quiero. A todas aquellas personas queridas que se adelantaron en el camino, en donde quieran que estén yo les dedico este trabajo que culmina y corona con broche de oro una meta más: mi carrera profesional.

INDICE DE CONTENIDO

Agradecimientos.....	i
Dedicatorias	ii
Indice de cuadros	vi
Indice de figuras	vi
Resumen	vii
I._INTRODUCCIÓN.....	1
1.1 Hipótesis	2
1.2 Objetivo	2
1.3 Justificación.....	2
II._REVISIÓN DE LITERATURA	3
2.1 Marco de Referencia.....	3
2.1.2 Clasificación Taxonómica del Frijol.....	4
2.1.3 Características Morfológicas y Fisiológicas.	5
2.1.4 Distribución del Cultivo.....	5
2.1.5 Generalidades del frijol.	5
2.2 Morfología de la planta de frijol.	6
2.2.1 Descripción Botánica del Cultivo.....	6
2.2.2 Raíz.....	6
2.2.3 Tallo.	7
2.2.4 Hojas.....	7
2.2.5 Flores.	7
2.2.6 Fruto.....	8
2.2.7 Semilla.	8
2.3 Hábitos de crecimiento.....	9
2.4 Requerimientos de clima y suelos.....	12
2.4.1 Temperaturas óptimas para el desarrollo del frijol.	13
2.4.2 Factores que influyen en la Producción y Rendimiento de frijol.	13
2.5. Fertilización foliar.	14
2.5.1 Vías de penetración de los materiales a la planta.....	14

2.5.2 Efecto de la fertilización foliar sobre las plantas.	15
2.5.3 Importancia de la fertilización foliar	18
2.5.4 Ventajas de la fertilización foliar:.....	18
2.6 Enzimas.	19
2.6.1 Propiedades de las enzimas	21
2.7 Reguladores del crecimiento.....	22
2.7.1 Hormona vegetal.....	23
2.7.2 Función de las hormonas.....	23
2.7.3 Auxinas	24
2.7.4 Acción fundamental.....	25
2.7.5 Giberelinas.....	25
2.7.6 Efecto de las Giberelinas sobre el crecimiento de las plantas.	26
2.7.7 Citocininas	26
2.8 Efecto Bioestimulante.....	28
III. MATERIALES Y METODOS	30
3.1 Descripción del área experimental.	30
3.2 Características Ambientales del Área de Estudio.	30
3.2.1 Suelo.....	31
3.3 Métodos.	31
3.3.1 Siembra.....	31
3.3.2 Riegos.....	31
3.3.3 Fertilización.....	32
3.3.4 Fertilización foliar	32
3.4 Materiales.....	32
3.4.1 Materiales genéticos.	32
3.4.2 Fuentes empleadas son:.....	32
3.5 Descripción de los productos	33
3.5.1 Benzoall (bioestimulante orgánico)	33
3.5.2 Regufol (regulador del crecimiento).	34
3.5.3 Promotor (estimulante y promotor de cambios iónicos)	35
3.6 Características de las Unidades Experimentales	35
3.6.1 Modelo Estadístico.....	36
3.7 Variables evaluadas.	38

3.7.1 Longitud de raíz.	38
3.7.2 Altura de Planta	38
3.7.3 Rendimiento por planta.	38
3.7.5 Numero de granos por vaina.....	38
3.7.6 Materia Seca (biomasa).....	38
IV._RESULTADOS Y DISCUSIÓN	39
4.1 Análisis de varianza	39
4.2 Rendimiento del frijol.....	41
4.3. Peso de granos en cultivo de frijol.....	43
4.4 Numero de granos.....	46
4.5 Longitud de raíz	48
4.6 Longitud de tallo.....	49
4.7 Biomasa del cultivo.	50
V._ CONCLUSIONES.	51
VI._LITERATURA CITADA.....	52

INDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Análisis de la descripción de suelo.....	31
Cuadro 2. Los riegos se efectuaron de la siguiente manera.	31
Cuadro 3. Descripción de Tratamientos.....	37
Cuadro 4. se muestran los cuadrados medios y las significancias de las tres variables evaluadas, durante el desarrollo del experimento.....	39

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Mapa de localización del sitio experimental	30
Figura 2. Rendimiento en la interacción entre las variedades y los productos y niveles aplicados en la fertilización foliar de frijol.	41
Figura 3. Peso de grano en la interacción entre productos y sus niveles en fertilización foliar de frijol.....	43
Figura 4. Peso de grano en la interacción entre las variedades y sus niveles en fertilización foliar de frijol.	45
Figura 5. Numero de granos en la interacción entre los productos y sus niveles en fertilización foliar de frijol.	46
Figura 6. Longitud de raíz de las variedades al aplicar los productos y sus niveles en la fertilización foliar de frijol.	48
Figura 7. Longitud de tallo de las variedades al aplicar los productos y sus niveles en la fertilización foliar de frijol.	49
Figura 8. Biomasa de las variedades al aplicar los productos y sus niveles en la fertilización foliar de frijol.	50

RESUMEN

Esta investigación se llevó a cabo en el invernadero (numero 2) de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro (UAAAN). En Buenavista; Saltillo, Coahuila, México, durante el ciclo otoño- invierno del 2010.

El objetivo fue Buscar alternativas que permita una respuesta aceptable mediante utilización de enzimas aplicadas por medio la fertilización foliar que conlleve a una disminución de las dosis en la fertilización de fondo, en el cultivo Frijol, bajo un diseño factorial (3x3x3x2) con arreglo en parcelas subdivididas y una distribución en bloques al azar, con 3 repeticiones.

Mediante la aplicación de la fertilización foliar se pueden obtener mejores rendimientos en la producción de frijol, ya que esta práctica permite una rápida utilización de los nutrientes, corrigiendo deficiencias en corto plazo, lo cual muchas veces no es posible mediante la fertilización al suelo.

Resultados obtenidos muestran que diversos tratamientos superaron al testigo significativamente y basado en la prueba de Tukey se determina que con probabilidad del (0.05), siendo el mejor tratamiento (2) consistente a BENZOALL al 60% aplicados a la variedad Flor de mayo con un rendimiento 2.728 ton/ha.

Palabras clave: Frijol, variedades, fertilización foliar, enzimas y fertilización.

INTRODUCCIÓN.

El frijol es uno de los cultivos más importantes en varias regiones del país, especialmente en climas fríos y medios y en zonas de economía campesina. Este producto es componente principal en la dieta alimenticia de la población y participa con el 1.3% en el IPC de los alimentos. Sin embargo, la producción nacional se está rezagando frente a la creciente demanda interna y ese déficit se ha estado cubriendo con producto importado.

La producción de frijol en México está orientada a satisfacer la demanda nacional, ya que el consumo de esta leguminosa ocupa un lugar importante dentro de la dieta diaria en las familias mexicanas al igual que el maíz. La producción de frijol, muestra un comportamiento variable desde el año 2002, el incremento más importante en la producción se dio entre el 2005 y 2006 (67.6%), este incremento fue debido principalmente a dos factores: una mayor superficie sembrada y al incremento en el rendimiento por hectárea.

La producción nacional de frijol para el año 2008 fue de 1.07 millones de toneladas, lo que representa una disminución del 31.2% con respecto a la producción registrada en 2002, este decremento se debe a una reducción importante en la superficie sembrada. Por el contrario y de manera favorable la producción presentó un crecimiento del 7.2% con respecto al año 2007.

La fertilización foliar en el cultivo de frijol es una técnica de relevante utilidad en aquellos casos donde la disponibilidad nutrimental es un problema, además de que constituye el medio más rápido para que las plantas utilicen los nutrimentos (Tisdale y Nelson 1985; Marschner, 1995), y aunada a la fertilización edáfica puede incrementar la producción y calidad de los cultivos, en este caso del tomate a pesar de la desventaja que pudiera representar su costo de aplicación

1.1 Hipótesis

Es posible que al aplicar enzimas el efecto catalizador de las mismas genere un mejor aprovechamiento de los elementos y por consecuente se reduzca la necesidad de los mismo.

1.2 Objetivo

- 1) Evaluar el rendimiento de tres diferentes variedades de frijol al aplicar enzimas mediante la fertilización foliar.
- 2) Determinar la dosis óptima en la fertilización foliar del frijol que permita una mayor eficiencia en el aprovechamiento de los nutrientes y de esta forma obtener mejores rendimientos a un menor costo.

1.3 Justificación

El costo de los fertilizantes de fondo se han incrementando en los últimos años hasta un 30%. Además de que estos son una fuente de contaminación para los ecosistemas. Como alternativa a esta problemática surge la fertilización foliar.

REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 Marco de Referencia.

Aunque los sistemas comerciales de producción de frijol se han estudiado demasiado en los países industrializados, debe reconocerse que a pesar de ello, un alto porcentaje de nuestra población sigue dependiendo de frijol como fuente importante de proteínas y carbohidratos.

Voysest (1989), menciona que el cultivo del frijol en México ocupa el 2^o lugar de superficie sembrada, después del maíz. Este cultivo se siembra en todos los estados del país, en algunos de ellos las áreas de producción son muy dispersas. Este cultivo se va afectado por diversos factores que limitan su rendimiento.

El frijol en México se produce en los ciclos agrícolas primavera-verano y otoño-invierno. En el primero se siembra la mayor superficie (85%) y se obtiene el 72 % de la producción total, siendo los principales estados, Zacatecas, Durango Chihuahua, San Luis Potosí y Guanajuato, según afirman, Acosta y Pérez, (2003).

De los tipos cultivados de frijol, existe una amplia variación en color, tamaño y forma del grano, así como el hábito del crecimiento y precocidad; en rango de adaptación y potencial de producción; en calidad comercial y nutritiva. De acuerdo a algunas de estas características principalmente la de color, forma y tamaño de la semilla, se han sugerido algunas clasificaciones de la especie en subespecies y variedades

El frijol es uno de los alimentos básicos en la dieta y es la principal fuente de proteína; es rico en lisina pero deficiente en los aminoácidos azufrados metionina, cistina y triptófano; por lo cual una dieta adecuada en aminoácidos esenciales se logra al combinar frijol con cereales (arroz, maíz, otros).

2.1.2 Clasificación Taxonómica del Frijol.

Parsons (1981) indica que el frijol pertenece al género *Phaseolus*, el cual comprende un amplio número de especies que incluyen hierbas anuales perennes, erectas y volubles. La especie más importante es el frijol común *Phaseolus vulgaris* L. (Burkart, 1952):

Orden.....Rosales

Familia.....Leguminoseae

Subfamilia..... Papilionoideae

Tribu.....Phaseoleae

Subtribu.....Phaseolinae

Genero.....*Phaseolus*

Especie..... *Phaseolus vulgaris* L.

2.1.3 Características Morfológicas y Fisiológicas.

La morfología y fisiología del frijol se relacionan con el comportamiento productivo de la planta, el cual se manifiesta en forma diferente según el medio ambiente y las técnicas del cultivo utilizadas.

De acuerdo con Miranda (1966) para las formas silvestres el crecimiento puede ser determinado o indeterminado, el ciclo vegetativo varía de 3 a 6 meses, las vainas muestran gran diversidad en tamaño, formas y colores; en la semilla el color también puede variar.

2.1.4 Distribución del Cultivo

Se puede mencionar que este cultivo se siembra en casi todos los estados del país, ya que existen materiales que se pueden adaptar a condiciones adversas; sin embargo, existen regiones que destacan por la superficie destinada a la producción y por la cantidad de grano que aportan al consumo nacional (Crispin, 1983).

2.1.5 Generalidades del frijol.

Dentro del grupo de las especies leguminosas, el frijol común es una de las más importantes. Es una planta anual, herbácea intensamente cultivada desde la zona tropical hasta las templadas. Es originario de América y se le conoce con diferentes nombres: poroto, haricot, caraota, judía, aluvia, habichuela y otros.

El frijol es uno de los alimentos básicos en la dieta y es la principal fuente de proteína; es rico en lisina pero deficiente en los aminoácidos azufrados metionina, cistina y triptófano; por lo cual una dieta adecuada en aminoácidos esenciales se logra al combinar frijol con cereales (arroz, maíz, otros).

2.2 Morfología de la planta de frijol.

2.2.1 Descripción Botánica del Cultivo.

Según CIAT, (1985) debido al gran número de variedades que presentan al cultivo de frijol se las clasifica de la siguiente manera:

(1) Las de hábito de crecimiento determinado arbustivo, (2) las de crecimiento indeterminado arbustivo y, (3) las de crecimiento indeterminado postrado.

Desacuerdo con el INEGI, (1997) se reportan dos grupos, dejando sólo arbustivas de crecimiento bajo y determinado, y trepadoras de tallos largos y crecimiento indefinido. La abundancia de la ramificación y follaje así como la duración de su ciclo vegetativo, también son importantes para su clasificación

2.2.2 Raíz.

Lepíz (1983) mencionan que sistema radical está formado por la raíz primaria o principal la cual se desarrolla a partir de la radícula del embrión; sobre ésta, y en disposición en forma de corona, en la parte alta se forman las raíces secundarias, terciarias y subdivisiones. Aunque el sistema radical presenta variaciones, en general se le

considera como fibrosa. En las raicillas se encuentran los nódulos con las bacterias simbióticas (*Rhizobium leguminosarum*) encargadas de fijar el nitrógeno atmosférico.

2.2.3 Tallo.

Es herbáceo y con sección cilíndrica o levemente angular, debido a pequeñas corrugaciones de la epidermis. El tallo tiene generalmente un diámetro mayor que las ramas; puede ser erecto, semiprostrado o prostrado, según el hábito de crecimiento de la variedad (CIAT, 1985).

2.2.4 Hojas.

Acorde con Miranda (1966), las hojas son de dos tipos: simples y compuestas, insertadas a los nudos de tallos y ramas mediante peciolo. Las hojas compuestas son alternas de tres folíolos, un peciolo y un raquis.

2.2.5 Flores.

Se presentan en una inflorescencia de racimo, puede ser terminal como sucede en las variedades de hábito determinado, o lateral en las indeterminadas. La inflorescencia consta de pedúnculo, raquis, brácteas y botones florales. La flor consta de 10 estambres, 9 de los cuales son adultos y están soldados por la base formando un tubo alrededor del ovario y un estambre libre llamado vexilar localizado frente al estandarte que es el pétalo más grande (Mateo-Box, 1961).

2.2.6 Fruto.

De acuerdo con CIAT (1985) el fruto es una vaina con dos valvas, las cuales provienen del ovario comprimido, puesto que el fruto es una vaina. Dos suturas aparecen en la unión de las dos valvas, una es la sutura dorsal y otra la sutura ventral.

2.2.7 Semilla.

Miranda (1966) menciona que esta puede tener varias formas: cilíndrica, de riñón, esférica u otras.

Partes de la semilla:

- a) Testa o cubiertas, que corresponde a la capa secundaria del óvulo.
- b) Hilium o cicatriz dejada por el funículo, el cual conecta a la semilla con la placenta.
- c) El micrópilo es una abertura de la cubierta o corteza de la semilla cerca del hilium; a través de esta abertura se realiza la absorción de agua. Internamente la semilla está constituida solamente por el embrión, el cual está formado por la plúmula, las dos hojas primarias, el hipocótilo, los cotiledones y la radícula. Su propagación es por dehiscencia, esto ocurre cuando la vaina se abre y deja escapar la semilla.

2.3 Hábitos de crecimiento.

Este concepto morfoagronómico podría ser definido como el resultado de la interacción de varios caracteres de la planta que determinan su arquitectura final debido a que alguno de estos caracteres es influenciado por el ambiente, el hábito de crecimiento en consecuencia puede ser afectado por este (Debuock 1984).

El concepto hábito de crecimiento no incluye solamente fenómenos de crecimiento (aumentos de volumen y peso de las estructuras de la planta) sino también fenómenos relativos al desarrollo (procesos de diferenciación o cambios estructurales y fisiológicos, como aparición de flores, o vainas).

Los principales caracteres morfoagronómicos que ayudan a determinar el hábito de crecimiento son:

- a) El tipo de desarrollo de la parte terminal del tallo: determinado o indeterminado.
- b) El número de nudos.
- c) La longitud de los entrenudos y en consecuencia, la altura de la planta .adicionalmente hay que considerar la distribución de las longitudes de los entrenudos a lo largo del tallo.
- d) La aptitud para trepar.
- e) El grado y el tipo de ramificación es necesario incluir el concepto de guía definido como la parte del tallo y/o las ramas que sobresalen por encima del follaje del cultivo.

De acuerdo con Debuock (1984) el hábito de crecimiento que presentan las plantas, los cultivares de frijol son agrupados en cuatro tipos principales:

- a) Hábito de crecimiento determinado arbustivo (Tipo I): el tallo principal y las ramas laterales terminan en una inflorescencia. Al expresarse estas inflorescencias, el crecimiento, ya sea del tallo principal o de las ramas, se detiene. El tallo principal es vigoroso y presenta 5 a 10 internudos comúnmente cortos. La altura de las plantas varía normalmente entre 30 y 50 cm, existiendo casos de plantas enanas (15 a 25 cm). La etapa de floración es rápida y la madurez de las vainas ocurre en forma bastante concentrada.

- b) Hábito de crecimiento indeterminado arbustivo (Tipo II): las plantas presentan un hábito indeterminado, continuando con su crecimiento en los tallos luego de ocurrida la floración. Las plantas presentan un crecimiento erecto y un bajo número de ramas. El tallo principal normalmente desarrolla una guía de escaso crecimiento.

- c) Hábito de crecimiento indeterminado postrado (Tipo III): las plantas presentan un hábito postrado o semipostrado, con un importante sistema de ramificación. El tallo principal y las numerosas ramas existentes pueden presentar aptitud trepadora a partir de las guías que presentan en su parte terminal, especialmente si cuentan con algún tipo de soporte. Las guías, que corresponden a prolongaciones de los tallos que

se aíslan de la cobertura del cultivo, comienzan a expresarse luego de iniciada la floración; los internudos de las guías, en tanto, son mucho más largos que los internudos de los tallos. La etapa de floración es más prolongada que en los hábitos Tipo I y Tipo II, y la madurez de sus vainas es bastante menos concentrada.

- d) Hábito de crecimiento indeterminado trepador (Tipo IV): el tallo principal, que puede tener de 20 a 30 nudos, alcanza hasta 2 o más metros de altura si es guiado, ya sea a través de tutores o de plantas de cultivo que le sirvan como soporte. La floración se prolonga durante varias semanas, pudiendo presentarse vainas casi secas en la parte basal de la planta, mientras en la parte alta continúa la floración. Las ramas, que son muy poco desarrolladas a consecuencia de la fuerte dominancia apical, se presentan además en baja cantidad.

Los cuatro tipos de hábito descritos, son muy definidos; sin embargo, hay cultivares cuyas características determinan que su ubicación sea intermedia entre un hábito y otro.

2.4 Requerimientos de clima y suelos

El frijol se adapta bien desde 200 hasta 1.500 msnm. Además requiere desde el inicio del ciclo hasta un mínimo de sesenta días después de la siembra de humedad adecuada en el suelo, para un buen crecimiento, desarrollo de la planta, formación y llenado del grano; a la vez requiere de un período seco o de poca precipitación al final del ciclo, para favorecer el proceso de maduración y cosecha. Por estas razones es importante sembrar a tiempo, para no carecer de humedad y para que la cosecha coincida con una estación seca favorable. Cuando se desea sembrar al final de la época de siembra recomendada, se sugiere el uso de variedades precoces o de ciclo corto (Ríos 2003).

El cultivo necesita entre 300 a 400 mm de lluvia. La falta de agua durante las etapas de floración, formación y llenado de vainas afecta seriamente el rendimiento. El exceso de humedad afecta el desarrollo de la planta y favorece el ataque de gran número de enfermedades.

Se recomienda que los suelos para el cultivo de frijol sean profundos, fértiles, preferiblemente de origen volcánico con no menos de 1,5% de materia orgánica en la capa arable y de textura liviana con no más de 40% de arcilla como los de textura franco, franco limosos y franco arcilloso ya que el buen drenaje y la aireación son fundamentales para un buen rendimiento de este cultivo.

Se debe evitar sembrar en suelos ácidos, con contenidos altos en manganeso y aluminio y bajos en elementos menores. El pH óptimo para frijol está comprendido entre 6,5 y 7,5 aunque es tolerante a pH entre 4,5 y 8,2 (Debuock 1984).

2.4.1 Temperaturas óptimas para el desarrollo del frijol.

De acuerdo con CIAT (1985) este cultivo por ser originario del trópico, es muy susceptible al frío, la temperatura mínima para su germinación es de 8-10 °C y la velocidad con que esta se desarrolla está íntimamente relacionada con las temperaturas existentes.

El desarrollo de la planta exige temperaturas superiores a los 12-14 °C; a 2°C se detiene el crecimiento y puede morir. También las altas temperaturas pueden afectar el desarrollo vegetativo lo, ya que aumenta de gran manera su respiración, utilizando una cantidad excedente de la energía para esta función y disminuyendo la existente para el desarrollo.

La floración se desarrolla óptimamente a los 15°C, la polinización, a los 15-24 °C, viéndose muy mermada arriba de los 30 °C. Las altas temperaturas afectan también el fruto, de formándolo. La temperatura más adecuada para la fructificación es apropiadamente a los 18 °C.

2.4.2 Factores que influyen en la Producción y Rendimiento de frijol.

Los factores influyentes pueden dividirse en dos grandes grupos: los naturales y los socioeconómicos; los primeros incluyen todos los elementos tecnológicos y ecológicos que afectan el rendimiento, y los segundos abarcan los aspectos infraestructurales, organizativos e

institucionales que actúan como incentivadores o limitantes de la producción de una especie agrícola, en este caso del frijol. Considerando que existe una amplia diversidad geográfica y heterogeneidad tecnológica, bajo la cual se cultiva el frijol en México, es claro que su rendimiento es afectado en forma distinta por factores edafológicos, climáticos y de manejo, según la región de que se trate (Acosta y Pérez, 2003).

El frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) es, entre las leguminosas de grano alimenticias, una de las especie más importantes para el consumo humano. Su producción abarca áreas agroecológicas diversas. Esta leguminosa se cultiva prácticamente en todo el mundo. América Latina es la zona de mayor producción y consumo, se estima que más del 45 % de la producción mundial total proviene de estaregión (Voysest, 2000).

2.5. Fertilización foliar.

2.5.1 Vías de penetración de los materiales a la planta.

La cutícula es la primera barrera que debe traspasar cualquier material aplicado por la vía foliar. El espesor y la serosidad de esta capa varía para diferentes especies vegetales, y llega a ser tan gruesa en algunas plantas que parecerían impermeable para la penetración de agua y sales minerales que fuesen asperjadas. Tal es el caso de lagunas cactáceas, agaves y algunas panaceas (Anónimo, 1985).

Según Acosta y Pérez, (2003) los estomas no son las únicas vías de penetración de para la aspersion de materiales nutritivos. A pesar de que la cuenta estomática es muy superior en el envés que en el haz de las hojas de las plantas, sin embargo, pudo comprobarse que la penetración de los minerales asperjados fue con mayor intensidad en la parte superior de la hoja.

Las raíces y tallos de las plantas terrestres son órganos funcionalmente separados, aunque dependientes. Todas las partes del vegetal son capaces de realizar las dos funciones básicas: absorción de nutrientes y fotosíntesis. Con la fertilización foliar, también llamada apigea, no radicular, extra-radical, etc., se aportan nutrientes a las plantas a través de las hojas, básicamente en disoluciones acuosas. No se trata de un método reciente, puesto que ya en 1676, Mariotte abordó el problema de la absorción de agua por las hojas.

2.5.2 Efecto de la fertilización foliar sobre las plantas.

Ordoñez, C. (1994) menciona que la fertilización foliar es nuevo concepto de la nutrición vegetal que consiste en aportar pequeños complementos de la fertilización al suelo, con el propósito de suministrar los elementos que requieren las plantas en el momento más oportuno.

La aplicación foliar es un procedimiento utilizado para satisfacer los requerimientos de micronutrientes y aumentar los rendimientos y mejorar la calidad de la producción. Los principios fisiológicos del

transporte de los nutrientes absorbidos por las hojas son similares a los que siguen por la absorción por las raíces. Sin embargo, el movimiento de los nutrientes aplicados sobre las hojas no es el mismo en tiempo y forma que el que se realiza desde las raíces al resto de la planta. Tampoco la movilidad de los distintos nutrientes no es la misma a través del floema Melgar, R (2004).

Rodríguez, (1989) menciona que un suelo puede contener todos los elementos necesarios para la nutrición, pero estos pueden no estar disponibles para que sean absorbidos de forma radicular, es por ello que se busca implementar la fertilización foliar .

La aspersion de solución nutritiva sobre el follaje de las plantas encuentra su máxima utilidad en la rectificación de las deficiencias de microelementos, todos estos solubles en agua son tóxicos en altas concentraciones. La mayoría de las sales solubles en agua pueden ser absorbidas a través de los estomas de las hojas y ser utilizados inmediatamente (N.P.F.I, 1980).

Dick, (2003) considera que la fertilización foliar debe hacerse de manera que se moje todo el follaje de la planta, para que este pueda penetrar por los estomas, otra de las precauciones que se deben tomar en cuenta al realizar la fertilización son la temperatura ambiente que se tiene en el momento de la aplicación ya que a medida que

aumenta la temperatura, comienza a producirse un secado superficial, disminuyendo la penetración de la solución.

Según Sánchez (2001) menciona que las aplicaciones foliares deben ser utilizadas especialmente cuando:

a) La toma de elementos desde el suelo se encuentra limitada. Su disponibilidad en el suelo está afectada por numerosos factores como el pH, contenido total, nivel y calidad de la materia orgánica, actividad de los microorganismos, otros nutrientes presentes, etc.

b) Además, durante ciertas etapas críticas del desarrollo del vegetal, las demandas metabólicas de nutrientes minerales pueden exceder temporalmente la capacidad de absorción de las raíces y la posterior translocación para suplir las necesidades de la planta.

Esto en los cultivos de crecimiento rápido. Como consecuencia de ello las adiciones de nutrientes al suelo, no incrementan de forma apreciable la disponibilidad de estos iones por la planta, siendo necesaria otra vía que la sustituya o complemente.

c) El suministro de nutrientes vía radicular, suele conllevar a veces grandes dosis de fertilizantes a aplicar, con los consiguientes efectos de contaminación derivados. La aplicación de fertilizantes foliares ha demostrado ser muy útil para la corrección de deficiencias de micronutrientes, los cuales son requeridos en pequeñas cantidades, resultando efectiva incluso si ésta es la única vía de penetración de estos elementos.

2.5.3 Importancia de la fertilización foliar

Desde hace muchos años se sabe que las plantas pueden absorber nutrimentos a través de sus hojas. La absorción tiene lugar mediante los estomas de las hojas y también a través de la cutícula de la hoja. El movimiento de los elementos es más rápido a través de las estomas, pero la absorción total puede ser la misma a través de la cutícula. Las plantas leñosas y las plantas herbáceas son también capaces de absorber nutrimentos a través de la superficie de sus tallos o troncos (Tamhane, et al. 1964).

Koontz y Biddulph (1957) al referirse específicamente a la aplicación foliar de P enumeran los siguientes factores que afectan su absorción y translocación: agentes humectantes, concentración de P, superficie foliar, fuente utilizada, tiempo de absorción, tamaño de área asperjada, edad y posición de las hojas y nivel del P en la planta.

a) 2.5.4 Ventajas de la fertilización foliar:

- b) Permite una rápida utilización de los nutrientes, corrigiendo deficiencias en corto plazo, lo cual muchas veces no es posible mediante la fertilización al suelo.
- c) Permite la aplicación simultánea de una solución nutritiva junto a pesticidas economizando labores.
- d) Permite el aporte de nutrientes cuando existen problemas de fijación en el suelo.

- e) Es la mejor manera de aportar micronutrientes a los cultivos, junto con la aplicación complementaria de macronutrientes.
- f) Ayuda a mantener la actividad fotosintética de las hojas por más tiempo.
- g) Permite el aporte de nutrientes en condiciones de stress como sequía, anegamiento y bajas temperaturas.
- h) Estimula la absorción de nutrientes ya que tiene un efecto estimulante sobre los procesos productivos, se incrementa el crecimiento y por consiguiente la capacidad asimilante, lo cual se manifiesta en una mayor absorción de nutrientes y un mejor rendimiento a la cosecha.

2.6 Enzimas.

Robert. M (1982) menciona que una enzima es una proteína (es decir tiene un origen biológico), que puede aumentar enormemente la velocidad de una reacción bioquímica y cuya acción es en general específica de aquella reacción. Al igual que con los catalizadores inorgánicos, los productos finales de la reacción no son afectados por las enzimas. Aunque una cierta reacción bioquímica pueda tener lugar en ausencia de una enzima, su velocidad sería extremadamente lenta, tan lenta que haría imposible la vida tal como la conocemos.

Las células controlan el camino metabólico que opera, así como su velocidad, produciendo catalizadores adecuados, denominados enzimas, en las cantidades adecuadas y en el momento que se necesitan. casi todas las reacciones químicas de la vida son demasiado lentas sin catalizadores, y las enzimas son catalizadores mucho más

específicos y poderosos que cualquier ion metálico o sustancia inorgánica que la planta pueda absorber en el suelo Frank w, (2000).

Por su parte Jeremy (2008) menciona que las enzimas aceleran las reacciones multiplicando su velocidad por un millón de veces e incluso más. De hecho, la mayoría de las reacciones en los sistemas biológicos no tiene lugar a velocidades perceptibles en ausencia de enzimas. Incluso una reacción tan sencilla como la hidratación del dióxido de carbono se cataliza por una enzima denominada anhidraza del dióxido de carbono.

Las enzimas son altamente específicas, tanto en la reacción que catalizan como en la selección de las sustancias reaccionaste, denominados sustratos. Una enzima cataliza normalmente una sola reacción química o un grupo de reacción estrechamente relacionadas. En contraposición con las reacciones no catalizadas, en las reacciones catalizadas por las enzimas son raras las reacciones colaterales que conducen a la formación de productos secundarios.

Una enzima es una sustancia orgánica formada por aminoácidos, proteínas o ARN. La composición de una enzima depende de su función en el proceso metabólico. Todas las funciones de las enzimas como ayuda en el proceso general de convertir los minerales en los alimentos absorbibles para la planta, con un poco de ayuda de diversos tipos de bacterias en algunos casos. Sin enzimas, las plantas no pueden utilizar con eficacia los minerales a su disposición. Las enzimas son generalmente categorizadas de acuerdo a los minerales específicos que

tienen el propósito de interactuar con, 700 de los cuales han sido identificados hasta la fecha, Manuel R (1990).

2.6.1 Propiedades de las enzimas

Una de las propiedades más importantes de las enzimas es su especificidad. Cada enzima actúa sobre un sustrato (reactivo) único, o bien sobre un grupo de pequeños sustratos, estrechamente relacionado que poseen virtualmente los mismos grupos funcionales susceptibles de reaccionar. En el caso de ciertas enzimas, la especificidad parece ser absoluta, pero en otras existe una graduación en la capacidad de convertir los compuestos relacionados en productos.

Manuel R (1990) menciona que el dinamismo de la bioquímica de los seres vivos se encuentra sometido en su mayor parte a la acción reguladora de catalizadores orgánicos llamados enzimas. Las enzimas son moléculas que posibilitan las reacciones específicas, por lo que bien podría decirse que un individuo es lo que sus enzimas le permiten ser.

2.7 Reguladores del crecimiento

Los reguladores de crecimiento se definen como compuestos orgánicos diferentes de los nutrientes que, en pequeñas cantidades, fomentan e inhiben o modifican de alguna otra forma cualquier proceso fisiológico vegetal (Weaver 1990).

Mientras que Hernández (1981), menciona que el regulador es un compuesto químico, capaz de intervenir en el metabolismo que actúa en muy pequeñas concentraciones para activar o reprimir algún

procedimiento de desarrollo. Pudiendo llegar a ser naturales si los produce la propia planta o sintéticos.

El término regulador de crecimiento a cualquier compuesto orgánico natural o sintético, que en pequeñas cantidades o bajas concentraciones promueve, inhibe o modifica cualitativamente el crecimiento y el desarrollo de la planta (De La Rosa 1997).

Rojas y Ramírez (1992), citan que los fitorreguladores más utilizados tienen moléculas iguales o muy similares a las hormonas naturales, por lo que se consideran hormonas sintéticas. De la misma manera Connel *et al*, citado por Garza (1997), mencionan que los reguladores de crecimiento son compuestos químicos que controlan o alteran el crecimiento de las plantas. Por lo que los reguladores endógenos, son producidos por las plantas y los exógenos son materiales sintetizados aplicados externamente; Estos productos son absorbidos internamente por el follaje a las raíces los cuales promueven, inhiben o retardan los procesos fisiológicos de las plantas.

De acuerdo con Tamaro (1981), Menciona que los fitorreguladores hormonales son aquellos compuestos orgánicos capaces de intervenir en el metabolismo y que actúan en muy pequeñas cantidades para activar o deprimir algún proceso del desarrollo.

2.7.1 Hormona vegetal.

Es un compuesto orgánico que se sintetiza en algunas partes de una planta los cuales se translocan a otra parte, en donde concentraciones muy bajas causan respuestas fisiológica (Salisbury 1998).

De La Rosa (1997) menciona que Las hormonas son sustancias orgánica, distinta de los nutrientes que se activa a muy bajas concentraciones y son producidas en determinados tejidos siendo normalmente transportada a otros, donde ejerce sus efectos aunque también puede ser activa en los propios tejidos donde es sintetizada.

2.7.2 Función de las hormonas.

Las hormonas vegetales son compuestos que intervienen en los procesos de regulación de toda la planta, por lo que poseen 3 propiedades en común que son sintetizadas en un órgano de la planta (hojas jóvenes, yemas, punta de raíces y brotes), y son transportadores a otros sitios en donde estimulan los procesos de organogenesis y crecimiento, siendo producidas en pequeñas cantidades y pueden tener un efecto formativo en la planta. (Moore 1979)

En la actualidad, se conocen cuatro tipos generales de hormonas en las plantas; Auxinas, Giberelinas, Citocininas e inhibidores, y también se han reconocido las propiedades hormonales del etileno (Lira 1994).

2.7.3 Auxinas

El termino auxina (del griego Auxein, incrementar) fue utilizado por primera vez por Fritz Went, quien, como estudiante graduado en los Países Bajos en 1926, descubrió que era posible que un compuesto no identificado causara la curvatura de coleóptidos de avena hacia la luz (Salisbury 1998).

Westwood (1982), menciona que las auxinas se definen como químicos que producen la elongación celular de manera similar al ácido indolacético (IAA). Algunas auxinas son naturales y otras se producen sintéticamente; se asemejan al ácido indolacético (IAA), por los efectos fisiológicos que provocan en las células vegetales, de los cuales, el más importante es la prolongación celular.

El termino auxinas designa cualquier hormona perteneciente al grupo auxinico pero a menudo se usa como sinónimo del ácido indolacético que es la principal auxina natural y que posiblemente se sintetiza a partir del aminoácido triptófano. Las auxinas se sintetizan principalmente en el ápice de las plantas del tallo y ramas jóvenes y general mente en los meristemos (Rojas M 1993).

Acorde con Robert M (1982) Auxina es un término genérico que se designa los compuestos caracterizados por su capacidad para inducir el alargamiento de las células del brote. En general, las auxinas son ácidos con núcleo cíclico instaurado, o derivados de tales ácidos.

2.7.4 Acción fundamental.

De acuerdo con Manuel R (1993) principal mente efecto auxinico es la estimulación del alargamiento celular o su depresión según la concentración del producto. Este fue el síntoma que mas llamo la atención a los primeros investigadores y ha sido bien establecido incluso para las auxinas usadas como herbicidas. Las auxinas, en interacción con otras con otras hormonas, ejercen un efecto característico sobre la diferenciación celular, promoviendo la formación de órganos adventicios.

2.7.5 Giberelinas.

Las Giberelinas se definen como un compuesto con una estructura gibbane y estimulan la división celular y/o la elongación celular, más del 58 % de las Giberelinas son extraídas de cultivos fungosos o materiales vegetales; usualmente semillas inmaduras, que son estructuras químicas complejas, las cuales son difíciles de sintetizar y éstas son producidas comercialmente por medio de cultivos fungosos similares (Colorado 1997).

Según Bidwell (1990) las Giberelinas parecen sintetizarse en muchas partes de las plantas, pero más específicamente en las áreas en activo crecimiento como los embriones o los tejidos meristemáticos o en desarrollo.

2.7.6 Efecto de las Giberelinas sobre el crecimiento de las plantas.

Lang (1957), señala que las aspersiones de Giberelinas inducen la floración en muchas plantas que normalmente requieren de vernalización o días largos para el desarrollo de las flores.

Las Giberelinas se encuentran en cantidades particularmente abundantes en órganos jóvenes de las plantas, especialmente en los puntos de crecimiento del vegetal y en las hojas jóvenes en procesos de expansión. Algunas Giberelinas se mueven libremente en la planta, pero en algunos casos, parecen estar muy localizadas. El desplazamiento de las Giberelinas parece ser debido a un transporte meramente pasivo (De la Rosa 1997).

Robert. M (1982) Las Giberelinas poseen la capacidad única entre las hormonas vegetales conocidas de estimular el crecimiento de las plantas intactas de muchas especies, en especial plantas enanas o bianuales en la fase de roseta. Suelen estimular la elongación de tallos.

2.7.7 Citocininas

De acuerdo con Weaver (1990) poco después del descubrimiento de las Citocininas, en la década los 50, resultó evidente la infinidad de sus efectos llegando a provocar la división celular y diferenciación regular en los tejidos. Por lo que son sustancias del crecimiento de las plantas que provocan la división celular (su sinónimo, fitocinina, no tiene tanta aceptación).

Las Citocininas, que constituyen la tercera clase de las hormonas vegetales, actuando de diversas formas para influir sobre el desarrollo y el crecimiento, pero sus efectos más llamativos son la inducción de la división celular y la promoción de la diferenciación hística (Fuller 1992).

Agrios (1996) menciona que las Citocininas son potentes factores del crecimiento, necesarias para la diferenciación y el crecimiento celular. Al inhibir la degradación de las proteínas y de los ácidos nucleicos, las Citocininas inhiben el envejecimiento y además, pueden alcanzar su punto de máxima concentración al dirigir por toda la planta, la función de las Citocininas consiste en evitar la represión genética y en reactivar a los genes previamente reprimidos.

Los efectos de las Citocininas sobre los vegetales se, citan a continuación: (De La Rosa 1997).

- a.- Estimulación de la pérdida de agua por transpiración.
- b.- Retraso de la senescencia en las hojas.
- c.- Activación del crecimiento en las yemas laterales.
- d.- Eliminación de la dormancia que presenta las yemas y semillas de algunas especies.
- e.- Inducción de la partenocarpia en algunos frutos.
- f.- Estimulación de la formación de tubérculos en patata.

Las Citocininas presentan, hoy día, numerosas aplicaciones prácticas especialmente en la tecnología de cultivo in vitro.

De acuerdo con Frank b. (1992) una de las funciones principales de las Citocininas es estimular es la división celular. Las Citocininas y el ácido indolacético son importantes en el control de la formación y desarrollo de tumores en los tallos de muchas dicotiledóneas y gimnospermas, condición que se conoce como agalla de corona.

Las Citocininas no se mueven en la planta con tanta facilidad como las auxinas y Giberelinas, hay evidencia de que se forman en las raíces y se transportan a los tallos. La hormona parece transportarse por el xilema. Entre los efectos de las Citocininas está el alargamiento y división celular, la prevención de senescencia y la inducción la floración bajo ciertas circunstancias (Bidwell 1990).

2.8 Efecto Bioestimulante.

Los aminoácidos, metabolizados de forma rápida, originan sustancia biológicamente activa. Actúan vigorizando y estimulando la vegetación, por lo que resulta de gran interés en los periodos críticos de los cultivos, o en aquellos cultivos de producción altamente intensiva (invernaderos, cultivos hidropónicos,).

Existen diversos tipos de bioestimulantes, unos químicamente bien definidos tales como aminoácidos, polisacáridos, péptidos, etc., y otros, más complejos en cuanto a su composición química, como pueden ser los extractos de algas, ácidos húmicos, que al ser aplicados a las plantas, normalmente por vía foliar pero también por vía radicular, son bien absorbidos por las mismas y utilizados de forma más o menos inmediata.

Aun cuando son nutrientes, este aspecto no es el que justifica su utilización sino el efecto activador que producen sobre el metabolismo del vegetal. Por ello, resulta aconsejable, en la mayoría de los casos, que sean aplicados junto con el abono mineral adecuado al cultivo y a su estado fenológico, algunos formulados, además de macronutrientes, contiene cantidades respetables de Nitrógeno, Fósforo, Potasio.

MATERIALES Y METODOS

3.1 Descripción del área experimental.

Ésta investigación se llevó a cabo en el invernadero (numero 2)de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro (UAAAN) con coordenadas $25^{\circ} 23' 42''$ de latitud norte, $100^{\circ} 50' 57''$ de longitud oeste y a una altitud de 1742 msnm. En Buenavista; Saltillo, Coahuila, México, durante el ciclo otoño-invierno del 2010.

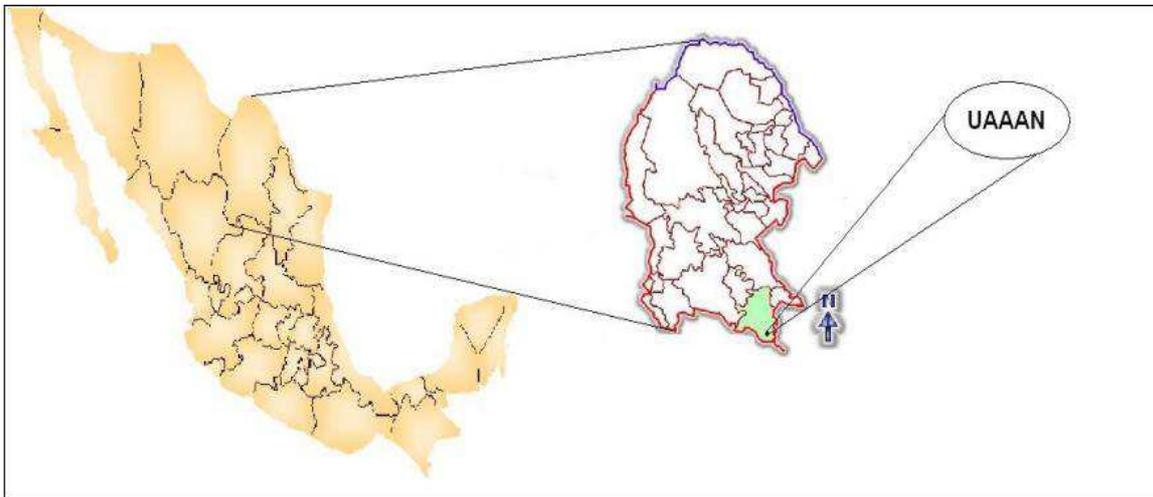


Figura 1. Mapa de localización del sitio experimental

3.2 Características Ambientales del Área de Estudio.

3.2.1 Suelo.

Cuadro 1. Análisis de la descripción de suelo.

CARACTERISTICAS	METODO	VALOR	UNIDAD
TEXTURA	Hidrómetro de bouyoucos	31.25	Arena (%)
		24.37	Limo (%)
		44.38	Arcilla (%)
TEXTURA			SUELO ARCILLOSO
MATERIA ORGANICA	WALKEY Y BLACK	3.91	(%)
PH	PH METRO	7.52	
CONDUCTIVIDAD ELECTRICA	EXTRACTO DE PASTA SATURADA	1804	dS/m

3.3 Métodos.

3.3.1 Siembra

La siembra se realizó el 26 de Septiembre del 2010. Esta se llevó a cabo de forma manual, depositando tres semillas por cada bolsa de polietileno.

3.3.2 Riegos.

La medición del agua aplicada en cada tratamiento se realizaron con una probeta de un litro para.

Cuadro. 2 Los riegos se efectuaron de la siguiente manera.

RIEGO	FECHA	VOL. APLICADO EN(Lts)
Primer riego	20/10/2010	0.5 Lts
Segundo riego	29/10/2010	0.5 Lts
Tercer riego	4/11/2010	0.5 Lts
Cuarto riego	11/11/2010	1.0 Lts
Quinto riego	20/11/2010	1.0 Lts
Sexto riego	30/11/2010	1.0 Lts
Séptimo riego	13/12/2010	1.0 Lts

3.3.3 Fertilización

En condiciones de temporal se recomienda aplicar la dosis de fertilización 40–50–00, para nitrógeno (N), fósforo (P) y potasio (K), respectivamente (Castellanos *et al.*, 1997).

El fertilizante MAP (Fosfato monoamónico) y la Urea (46 por ciento de Nitrógeno) fueron aplicados al momento de la siembra en “chorrillo”, directamente en al suelo.

3.3.4 Fertilización foliar

La primera aplicación de los fertilizantes foliares se realizó el 27 de octubre del 2010, manualmente con un atomizador en forma foliar directamente en las plantas de frijol, la segunda aplicación fue 9 de noviembre y posteriormente la tercera aplicación fue el 22 de noviembre del 2010.

3.4 Materiales

3.4.1 Materiales genéticos.

- Peruano(Zacatecas 04) habito de crecimiento I
- Jamapa (Zacatecas 06) habito de crecimiento II
- Flor de mayo AN05 (Zacatecas 09) habito de crecimiento III

3.4.2 Fuentes empleadas son:

- Fosfato mono amónico (11-52-00).
- Urea (46 % de N).

3.5 Descripción de los productos

3.5.1 Benzoall (bioestimulante orgánico)

ANALISIS DE GARANTIA	
Porcentaje en peso (%)	
Benceno carboxilo (equivalente a 122.0 gr de I.A/Kg).....	12.20 %
Acondicionadores y compuestos inertes relacionados	<u>87.80 %</u>
TOTAL	100.00 %

INFORMACION GENERAL

BENZOALL, es un estimulante vegetal en polvo, formulado a base de ácidos orgánicos, actúan en el crecimiento y diferenciación de los órganos, incrementa el tamaño y uniformidad de los frutos. Incrementa el tamaño y uniformidad de los frutos. Fortalece la defensa bioquímica en condiciones de estrés, mejorando su capacidad productiva en cantidad y calidad.

Los ácidos orgánicos están presentes en todas las actividades metabólicas de las plantas. Son agentes mensajeros involucrados en la acción del sistema hormonal de las plantas.

3.5.2 Regufol (regulador del crecimiento).

Análisis garantizado	% en peso
Cisteína.....	2000ppm
Tiamina.....	1000ppm
Auxinas.....	500ppm
Inositol.....	500ppm
Giberelinas.....	200ppm
Citocininas.....	200ppm
Nitrógeno total.....	8.00%
Zinc.....	2.00%
Azufre.....	0.60%
Fierro.....	0.50%
Acido cítrico.....	0.50%
Magnesio.....	0.12%
Manganeso.....	0.12%
Boro.....	0.10%
Materia vegetal.....	53.38%
Diluyentes y acondicionantes.....	34.21%

INFORMACIÓN GENERAL.

El Regufol es un fertilizante arrancador cuya fórmula a base de hormonas enraizadoras, aminoácidos libres, ácidos fulvicos y zinc quelatado, que inducen y estimulan el crecimiento de raíces y engrosamiento de tallos, favoreciendo el rendimiento de los cultivos.

3.5.3 Promotor (estimulante y promotor de cambios iónicos)

Análisis garantizado :	% en peso
Agentes quelatantes.....	31%
Aminoácidos libres.....	0.50%
(derivados de elementos orgánicos fulvicos)	
Diluyentes y acondicionantes	68.50%

INFORMACIÓN GENERAL.

PROMOTOR, es un estimulante y promotor de intercambios cationicos que permiten la máxima asimilación de nutrientes a través de la queletacion de los elementos básicos a si como cambios en las propiedades físicas del suelo que permiten una mayor disponibilidad de los nutrientes y su aprovechamiento en todas las etapas y partes de la planta como raíces, tallos, hojas y frutos.

3.6 Características de las Unidades Experimentales

Para este experimento se trabajo con un diseño experimental utilizado es un diseño factorial 3x3x3x3, con arreglo en parcelas subdivididas y distribución en bloques al azar.

Fecha de Siembra.....26 de Septiembre del 2010.

No. de Tratamientos.....27

No. de Repeticiones..... 4

Diámetro de las bolsas.....35 cm

Área de la bolsa..... 0.0962 m²

3.6.1 Modelo Estadístico

El modelo estadístico para el análisis de varianza.

$$Y_{ijkl} = \mu + \pi_i + \alpha_j + \beta_k + (\alpha\beta)_{jk} + \gamma_l + (\alpha\gamma^1)_{jl} + (\beta\gamma^1)_{kl} + (\alpha\beta\gamma^1)_{jkl} + \varepsilon_{ijk}$$

Donde:

- Y_{ijkl} : Variable de respuesta en el bloque i -ésimo de la combinación de i -ésimo nivel del factor B y K -ésimo nivel del factor C.
- μ : Efecto de la media general
- π_i : Efecto del i -ésimo bloque
- α_j : Efecto del i -ésimo nivel del factor A.
- β_k : Error de la parcela grande.
- $(\alpha\beta)_{jk}$: Efecto del j -ésimo nivel del factor B.
- γ_l : Efecto de la interacción del i -ésimo nivel del factor A en el j -ésimo nivel del factor B.
- $(\alpha\gamma^1)_{jl}$: Error de la parcela mediana.
- $(\beta\gamma^1)_{kl}$: Efecto del k -ésimo nivel del factor C
- $(\alpha\beta\gamma^1)_{jkl}$: Error en la parcela chica
- ε_{ijk} : Error en la parcela chica

$i = 1 \dots 4$ repeticiones

$j = 1 \dots 3$ variedad

$k = 1 \dots 3$ producto

$l = 1 \dots 3$ dosis

ε : error experimental

$\varepsilon_i \sim N(0, \sigma^2_a)$

$\varepsilon_j \sim N(0, \sigma^2_b)$

$\varepsilon_k \sim N(0, \sigma^2_c)$

Cuadro 3. Descripción de Tratamientos.

GENOTIPOS	PRODUCTOS	NIVELES	TRATAMIENTOS
Peruano (Zacatecas 04) habito de crecimiento I	BENZOALL 1 kg / Ha	30 %,60%,90%	G1P1NIR1,2,3,4 G1P1N2R1,2,3,4 G1P1N3R1,2,3,4
	PROMOTOR 1.5 Lts / Ha	30 %,60%,90%	G1P2NIR1,2,3,4 G1P2N2R1,2,3,4 G1P2N3R1,2,3,4
	REGUFOL 1 Lt / Ha	30 %,60%,90%	G1P3NIR1,2,3,4 G1P3N2R1,2,3,4 G1P3N3R1,2,3,4
			TESTIGO (R1,2,3,4)
Jamapa (Zacatecas 06) habito de crecimiento II	BENZOALL 1 kg / Ha	30 %,60%,90%	G2P1NIR1,2,3,4 G2P1N2R1,2,3,4 G2P1N3R1,2,3,4
	PROMOTOR 1.5 Lts / Ha	30 %,60%,90%	G2P2NIR1,2,3,4 G2P2N2R1,2,3,4 G2P2N3R1,2,3,4
	REGUFOL 1 Lt / Ha	30 %,60%,90%	G2P3NIR1,2,3,4 G2P3N2R1,2,3,4 G2P3N3R1,2,3,4
			TESTIGO (R1,2,3,4)
Flor de mayo AN05 (Zacatecas 09) habito de crecimiento III	BENZOALL 1 kg / Ha	30 %,60%,90%	G3P1NIR1,2,3,4 G3P1N2R1,2,3,4 G3P1N3R1,2,3,4
	PROMOTOR 1.5 Lt / Ha	30 %,60%,90%	G3P3NIR1,2,3,4 G3P3N2R1,2,3,4 G3P3N3R1,2,3,4
	REGUFOL 1 Lt / Ha	30 %,60%,90%	G3P3NIR1,2,3,4 G3P3N2R1,2,3,4 G3P3N3R1,2,3,4
			TESTIGO (R1,2,3,4)

3.7 Variables evaluadas.

3.7.1 Longitud de raíz.

Se midió utilizando una regla de 30 centímetros, tomando la longitud desde la base de la raíz hasta la punta de la misma.

3.7.2 Altura de Planta

Es la distancia que hay desde la base de la planta hasta el ápice.

3.7.3 Rendimiento por planta.

Se pesaron los frutos cosechados de cada planta evaluada, esto se hizo con una balanza y el peso se expresó en gramos por planta.

3.7.4 Numero de vainas por planta.

Se contó el número de vainas que tenía cada planta, el conteo fue de forma manual para todos los tratamientos.

3.7.5 Numero de granos por vaina.

Se realizó el conteo de los granos por vaina que tenía la planta, el conteo fue de forma manual.

3.7.6 Materia Seca (biomasa)

La materia seca es la resultante final del proceso fotosintético y de la respiración, en esta parte de los carbohidratos producidos en este proceso, son utilizados como material de construcción para la estructura de la planta (Tanaka y Yamaguchi, 1981).

IV._RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Análisis de varianza

En el Cuadro 4., se muestran los cuadrados medios y las significancias de las tres variables evaluadas, durante el desarrollo del experimento.

Cuadro 4 Cuadros medios y significancia de los análisis de varianza para cada variable evaluada en diferentes dosis de fertilizantes foliares aplicados en tres cultivares de frijol en Buenavista, Saltillo 2010.

FV	GL	Rendimiento	Peso de grano	Núm. de granos
Factor A Variedades	2	663412.000**	59.641**	12928.617**
Factor B Productos	2	200108.000**	17.627**	653.007**
Factor C Dosis	3	2066688.000**	191.081**	3962.447**
A X B	4	2066688.000**	37.789**	736.343**
AXC	6	695533.312**	63.983**	1150.656**
B X C	6	679046.687**	62.301**	711.377**
A X B X C	12	290084.000**	26.732**	340.394**
ERROR	70	4543.542969**	0.430**	8.532**
C.V:		6.32 %	6.41%	7.85%

NOTA: ** Significativo al nivel 0.01 de probabilidad

En primer lugar para la fuente de variación, las variedades de frijol (Factor A) se encontraron diferencias altamente significativas al ($P \leq 0.01$) para rendimiento del frijol, peso de granos y numero de granos.

En segundo lugar para la fuente de variación de los productos utilizados, (Factor B), se encontraron diferencias altamente significativas al ($P \leq 0.01$), para las variables, rendimiento del frijol, peso de granos y numero de granos.

En tercer lugar para la fuente de variación de las dosis aplicadas, (Factor C), se encontraron diferencias altamente significativas al ($P \leq 0.01$), para las variables, rendimiento del frijol, peso de granos y numero de granos.

Por otra parte en las interacciones de las variedades y los productos (Factores AxB), las variedades y las dosis (Factores AxC), de los productos y las dosis (Factores BxC), a si como la interacción de los tres factores las variedades, productos y dosis (Factores AxBxC), obtuvieron un comportamiento igual debido a que se encontraron diferencias altamente significativas al ($P \leq 0.01$) para rendimiento del frijol, peso de granos y numero de granos.

El coeficiente de variación se comporto de manera normal ya que no supero la regla, que menciona que el coeficiente de variación tiene que ser menor a 30, el coeficiente más elevado se presento para el caso de numero de granos 7.85. Esto se resume a que mientras mayor sea el valor de C.V., mayor heterogeneidad de los valores de las variables; y a menor C.V., mayor homogeneidad de los valores de la variable.

4.2 Rendimiento del cultivo de frijol.

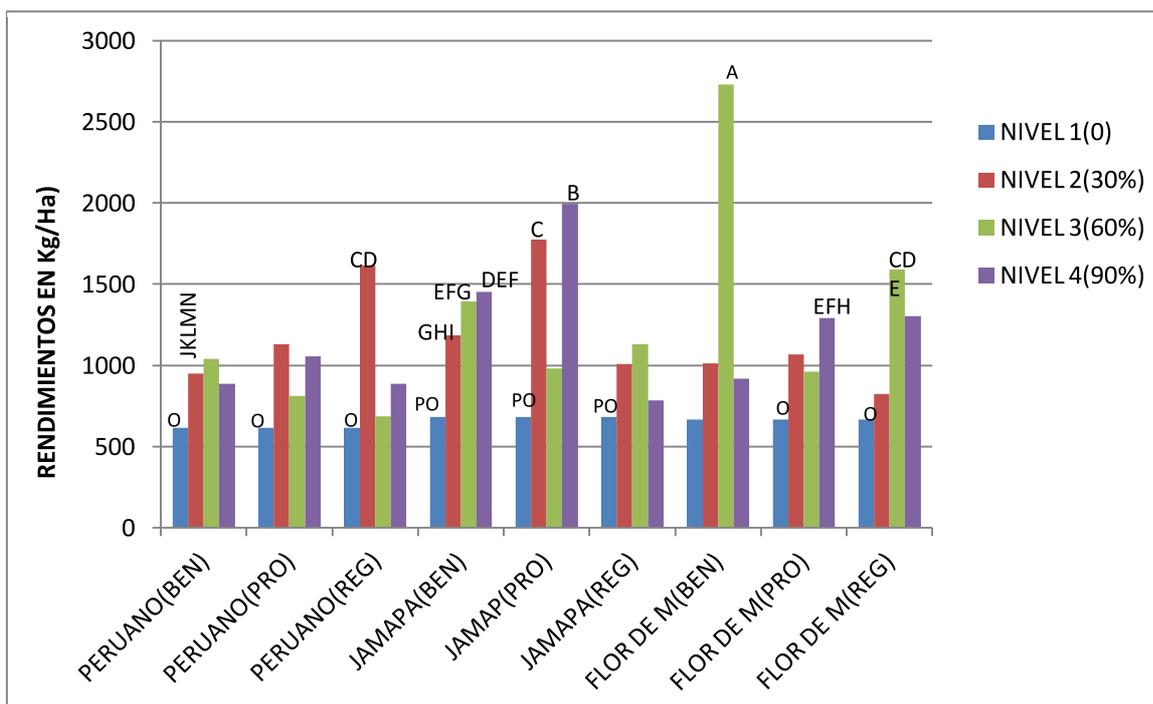


Figura 2. Rendimiento en la interacción entre las variedades y los productos y niveles aplicados en la fertilización foliar de frijol.

La grafica anterior nos muestra que la variedad Flor de mayo mas la aplicación de BENZOALL al 60%, proporciono los mayores rendimientos con 2728.47 kg/ha, seguido de la variedad Jamapa mas PROMOTOR al 90% con 1994.24 kg/ha. Por otra parte se puede mencionar que la variedad Peruano obtuvo sus mayores rendimientos al aplicar REGUFOL al 30% con 1612.83 kg/ha, mientras las interacciones de las variedades y la fertilización de fondo (Nivel 1 0%), conformaron el grupo estadístico inferior con un rendimiento inferior a los 700.00 kg/ ha.

Los rendimientos obtenidos con Benzoall en las tres variedades obtuvieron rendimientos que superaron la media, esto para todos los niveles aplicados. Este producto es un estimulante vegetal en polvo, formulado a base de ácidos orgánicos, actúan en el crecimiento y diferenciación de los órganos, incrementa el tamaño y uniformidad de los frutos.

Iglesias (1994), menciona que los bioestimulantes actúan estimulando el metabolismo de la planta y equilibra sus funciones fisiológicas a nivel de la célula de manera integral, desarrollando su potencial productivo frente al estrés climático, y al ataque de plagas y enfermedades. Este efecto se refleja en un buen crecimiento vegetativo, adecuado desarrollo del sistema radicular, tallos vigorosos, buena floración y fructificación.

Fox y Cameron (1961) y López *et al.* (1995) mencionan que, al aplicar foliarmente productos bioestimulantes, las enzimas que éstos contienen refuerzan en las plantas su sistema inmunitario (más defensa) y su sistema alimentario (más nutrición) y activan sus funciones fisiológicas (más vigor).

4.3. Peso de granos en cultivo de frijol.

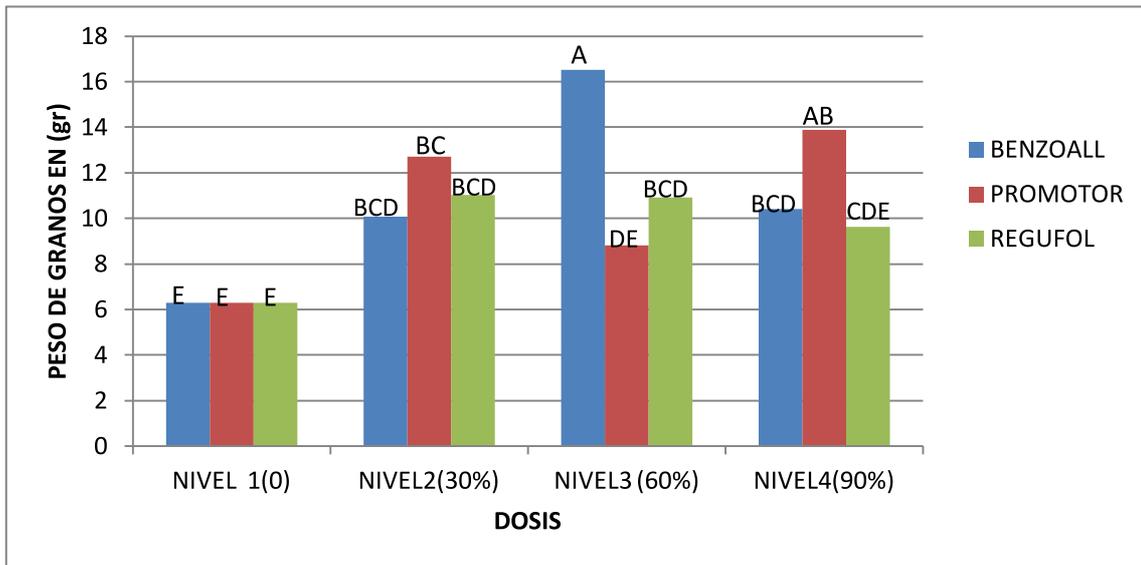


Figura 3. Peso de grano en la interacción entre productos y sus niveles en fertilización foliar de frijol.

Como muestran la gráfica anterior, se nota que solamente al aplicar BENZOALL al 60 %, este se ubicó en el grupo estadístico superior con un peso de granos de 16.51 gr, seguido de la aplicación de PROMOTOR al 90% con un peso de granos 13.88 gr. Mientras tanto, que al aplicar BENZOALL al 90% con un peso de granos 10.07 gr, el REGUFOL al 30% con 11.02 gr y la aplicación del BENZOALL al 30 % con 10.41 gr, conformaron el grupo estadístico intermedio. Por otra parte, se aprecia que los rendimientos más bajos se obtuvieron al aplicar solo la fertilización de fondo, los cuales obtuvieron pesos abajo de los 7.00 gr.

Con la aplicación de promotor se obtuvieron rendimientos por arriba de la media tanto en su nivel medio como en el alto, aunque en este se presento un peso de granos más significativo. El PROMOTOR, es un estimulante y promotor de intercambios cationicos que permiten la máxima asimilación de nutrientes a través de la quelatacion de los elementos básicos a si como cambios en las propiedades físicas del suelo que permiten una mayor disponibilidad de los nutrientes y su aprovechamiento en todas las etapas y partes de la planta como raíces, tallos, hojas y frutos.

Rojas y Ramírez (1992), citan que los fitorreguladores más utilizados tienen moléculas iguales o muy similares a las hormonas naturales, por lo que se consideran hormonas sintéticas. De la misma manera Connel *et al*, citado por Garza (1997), mencionan que los reguladores de crecimiento son compuestos químicos que controlan o alteran el crecimiento de las plantas. Por lo que los reguladores endógenos, son producidos por las plantas y los exógenos son materiales sintetizados aplicados externamente; Estos productos son absorbidos internamente por el follaje a las raíces los cuales promueven, inhiben o retardan los procesos fisiológicos de las plantas.

Peso de granos en el cultivo de frijol.

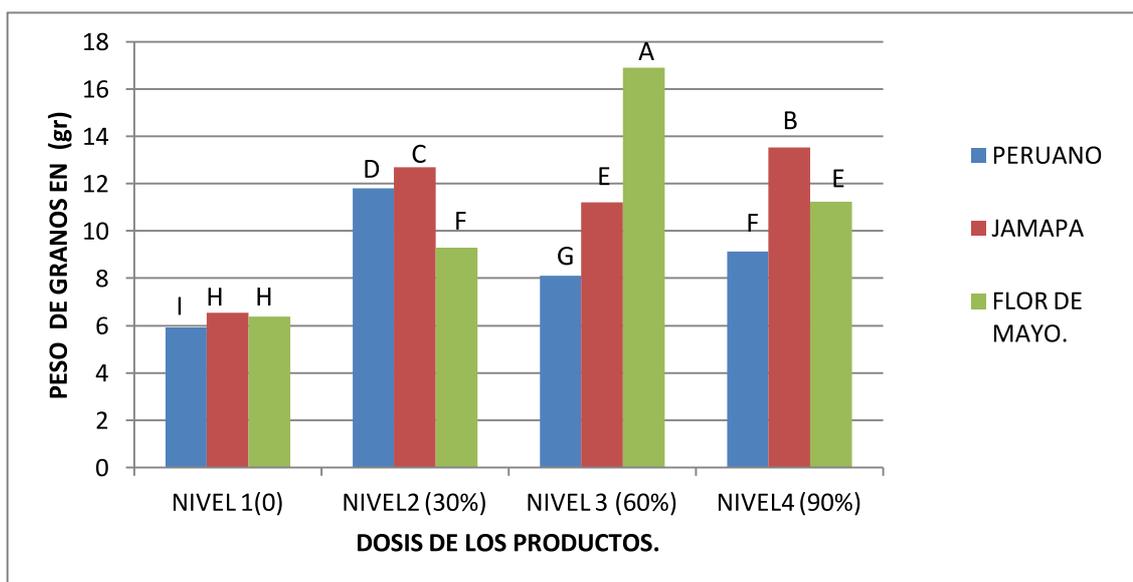


Figura 4. Peso de grano en la interacción entre las variedades y sus niveles en fertilización foliar de frijol.

Los resultados en el empleo de las diferentes dosis con la interacción de las variedades muestran que solamente la variedad Flor de mayo en su interacción con el nivel 3 (60%) se ubicó en el grupo estadístico superior con un peso de grano 16.90 gr, seguido de la interacción Jamapa en su nivel 4(90%) con 13.54gr. La variedad Jamapa en su nivel 2(30%) con 12.69 gr y la interacción peruano nivel 2(30%) con un peso de granos de 11.81 gr, conformaron el grupo estadístico intermedio, mientras las interacciones del nivel 1 (0%) con las tres variedades con formaron el grupo estadístico inferior con un peso de granos inferior a los 7.00 gr.

Cabe mencionar que la variedad peruano obtuvo su mayor rendimiento con la dosis de fertilización más baja, mientras que la variedad Flor de mayo la obtuvo con la media. En el Norte de México el frijol tipo 'Flor de Mayo' es importante por su alta demanda para consumo humano. Este tipo de frijol tiene actualmente el segundo lugar en superficie sembrada y consumo en la Zona Centro de México, y alcanza precios elevados. (Rev. Fitotec. Mex. Vol. 34)

4.4 Numero de granos en el cultivo de frijol.

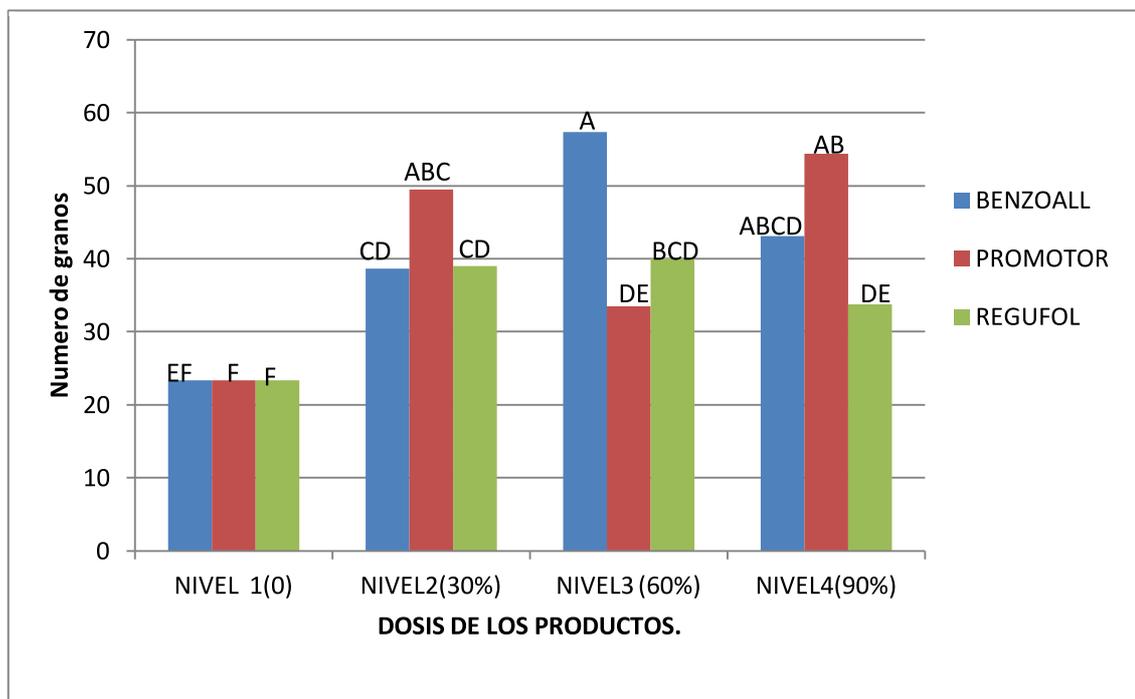


Figura 5. Numero de granos en la interacción entre los productos y sus niveles en fertilización foliar de frijol.

Como se muestra en la grafica anterior, solamente al aplicar BENZOALL al 60%, este se ubicó en el grupo estadístico superior con un número de 57 granos, seguido de la aplicación de PROMOTOR al 90% con un número de 54 granos. Mientras tanto al aplicar BENZOALL al 90% este obtuvo un número de 43 granos, el REGUFOL al 60% con 40 granos y la aplicación del PROMOTOR al 30% con 49 granos, conformaron el grupo estadístico intermedio. Por otra parte, se aprecia que los rendimientos más bajos se obtuvieron al aplicar solo la fertilización de fondo con, menos de 20 granos.

Las aplicaciones de BENZOALL Y REGUFOL obtuvieron rendimientos superiores con la dosis media, por esta razón no es necesario aplicar niveles altos en la fertilización foliar con estos productos. El Regufol es un fertilizante arrancador cuya fórmula a base de hormonas enraizadoras, aminoácidos libres, ácidos fulvicos y zinc quelatado, que inducen y estimulan el crecimiento de raíces y engrosamiento de tallos, favoreciendo el rendimiento de los cultivos.

Stevenson y Scchinitzer, 1982 mencionan que Los ácidos fulvicos son compuestos que están constituidos por dos grupos que son: caboxilicos y fenólicos, estos grupos pueden absorber cationes cuando están en forma libre, siendo los cationes bivalentes los que se adhieren con mayor fuerza a las cargas negativas. Estos influyen en el desarrollo de la raíz así como también en la inicialización de la raíz a partir del hipocotilo en frijol, ya que esta se estimula con tratamientos de estos ácidos a bajas concentraciones (Kononova, 1982).

4.5 Longitud de raíz en el cultivo de frijol.

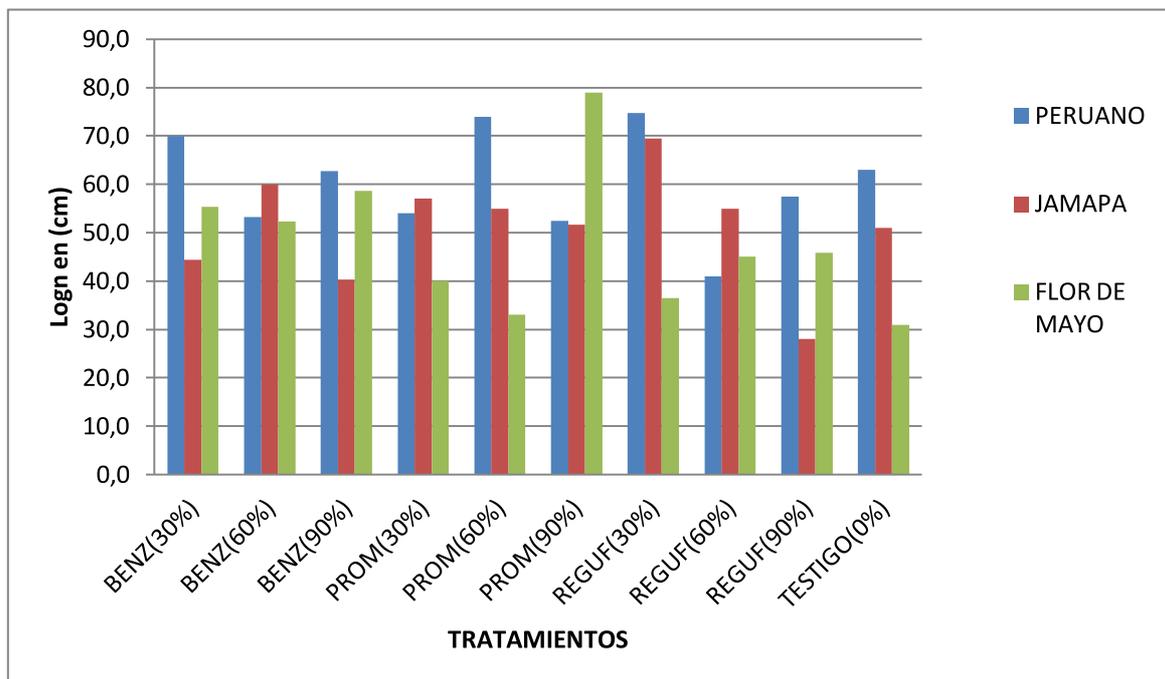


Figura 6. Longitud de raíz de las variedades al aplicar los productos y sus niveles en la fertilización foliar de frijol.

En esta grafica se muestra comportamiento de los tratamientos al aplicar fertilización foliar, el tratamiento que obtuvo mayores resultados, es la variedad flor de mayo con PROMOTOR al 90%, estos resultados son similares a los obtenidos en el rendimiento ya que este tratamiento supero los valores de la media. Por otra parte se puede mencionar que en la variedad flor de mayo, todos los tratamientos superaron al testigo.

Con la adición de promotor hubo un aumento longitudinal de la raíz, Adani *et al.* (1998), mencionan que el orden de magnitud de sustancias húmicas y fúlvicas tanto naturales como comerciales, estimulan la producción y elongación de raíces y el crecimiento.

4.6 Longitud de tallo en el cultivo de frijol.

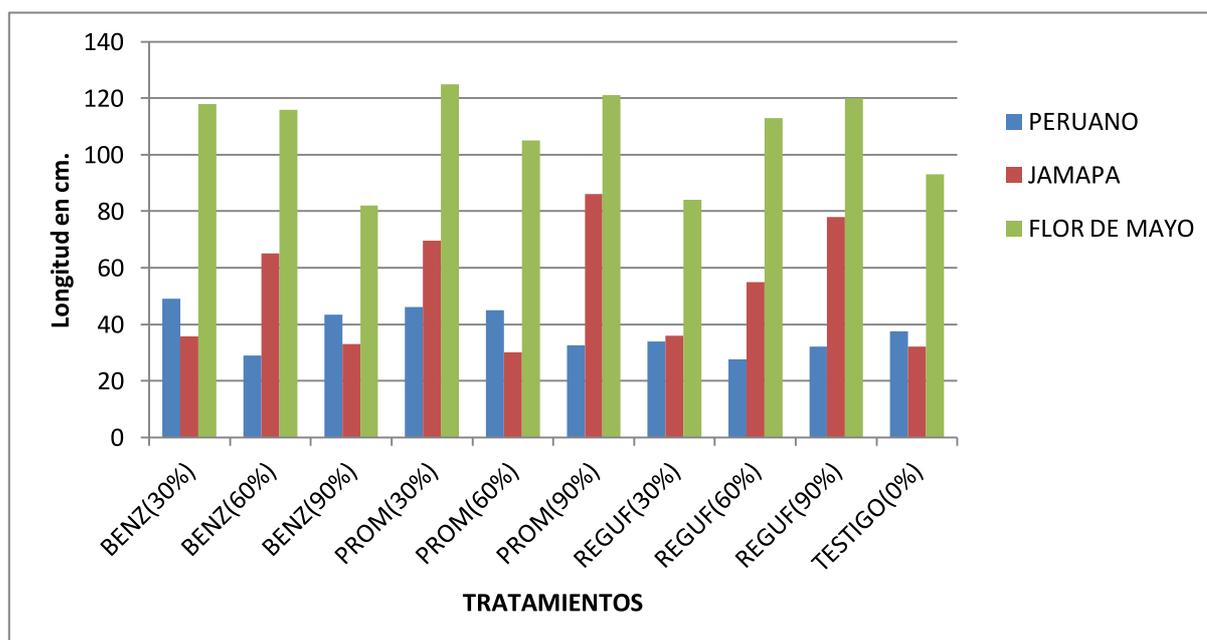


Figura 7. Longitud de tallo de las variedades al aplicar los productos y sus niveles en la fertilización foliar de frijol.

En la grafica anterior muestra que la aplicación de PROMOTOR al 90 %, mostro un mayor longitud de tallo en la variedad Flor de mayo y Jamapa. estos resultados concuerdan con el análisis estadístico de numero de granos, ya que este producto obtuvo sus mejores resultados en la dosis altas, esto nos indica que la aplicación fue la correcta pues según (López, 2003), menciona este producto estimulan el crecimiento de las plantas, dándoles una mayor altura.

Delfune y Scofield (1999), señalaron que los ácidos fulvicos influyen en la estructura anatómica de la planta y en particular, acelera la diferenciación del ápice de crecimiento, aumenta la permeabilidad de las membranas vegetales e incrementa la absorción de los nutrimentos.

4.7 Biomasa del cultivo de frijol.

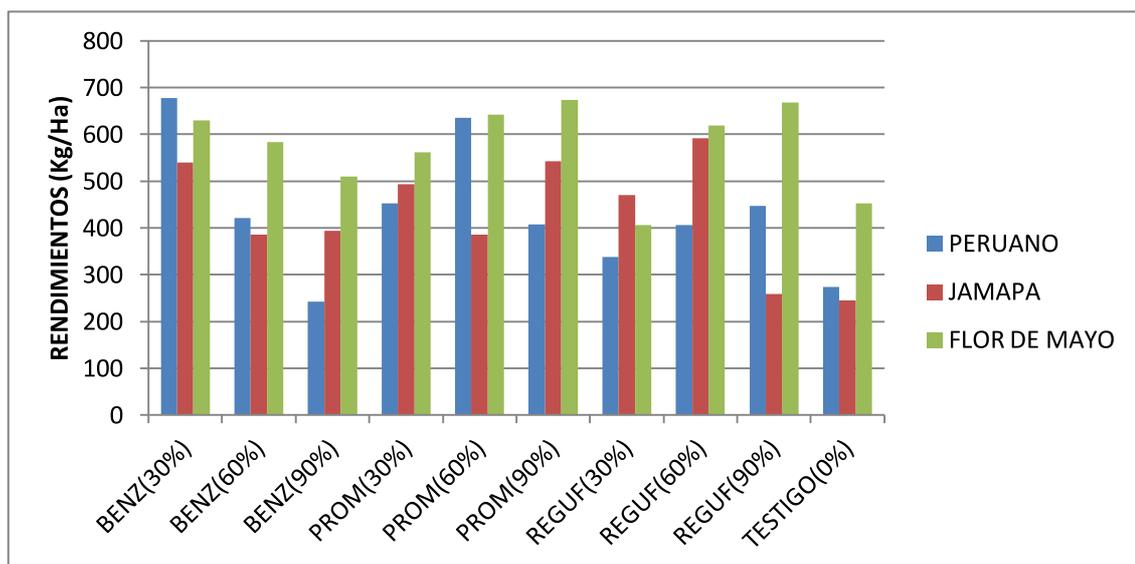


Figura 8. Biomasa de las variedades al aplicar los productos y sus niveles en la fertilización foliar de frijol.

La aplicación de BENZOALL al 30% y de PROMOTOR en la misma dosis, presentaron rendimientos de biomasa que superaron a la media, cabe resaltar que esto se logro para todas las variedades en las que se utilizaron.

David *et al* (1994), señalan que con la aplicación de ácidos fulvicos incrementaron los pesos secos y frescos en plántulas de tomate, atribuidos al incremento en la permeabilidad de la membrana celular y efectos similares al de las hormonas.

Melgar (2004) La aplicación foliar es un procedimiento utilizado para satisfacer los requerimientos de micronutrientes y aumentar los rendimientos y mejorar la calidad de la producción. Los principios fisiológicos del transporte de los nutrientes absorbidos por las hojas son similares a los que siguen por la absorción por las raíces.

CONCLUSIONES.

De acuerdo a los resultados y discusiones se puede concluir que se acepta la hipótesis planteada, ya que los diversos tratamientos superaron al testigo y basado en la prueba de Tukey se determina que con probabilidad del (0.05), siendo el mejor tratamiento (2) consistente a BENZOALL al 60% y superando al testigo con 2.084 ton/ha.

Mediante la aplicación de la fertilización foliar se pueden obtener mejores rendimientos en la producción de frijol, ya que esta práctica permite una rápida utilización de los nutrientes, corrigiendo deficiencias en corto plazo, lo cual muchas veces no es posible mediante la fertilización al suelo.

Cabe mencionar que para dos variedades los mejores rendimientos se obtuvieron en las dosis bajas y medias al (30% y 60%), como es el caso de la variedad Peruano la cual presentó su mayor rendimiento con la aplicación de Regufol al (30%) según la prueba de Tukey con probabilidad del (0.05).

LITERATURA CITADA

- Acosta, G. J. A. y P. Pérez H., 2003. La situación del cultivo del frijol en México. Producción e investigación. Programa de frijol del INIFAP;
- Anonimo. 1985. Fertilización, Química Foliar. Folleto informativo S.A.R.H ; México D.F.
- Carlos Cadahia Lopez.2005.FERTIRRIGACION: CultivosHortícolas, Frutales y Ornamentales 3ª Ediciónampliada, Ediciones mapamundi-prensa. Barcelona
- Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). 1985. Referencia de los cursos de capacitación sobre frijol dictados por el Centro Internacional de Agricultura Tropical. Cali, Colombia.
- Crispín, M.A. 1983. Frijol en el noreste de México, tecnología y producción. Impreso en Talleres Fotolitográficos de Impre-Jal, S.A. Guadalajara Jalisco.
- David, P. P., P. V. Nelson and D. A. Sanders. 1994. A humic acid improves growth of tomato seedling in solution culture. *Journal of Plant Nutrition* 17(1): 173-184.
- De la Rosa, I. M. 1997, Notas del Curso de Fisiología vegetal. UAAAN. Saltillo, Coah.
- Debuock, R.G; Hidalgo, R.1984. Morfología de la Planta de Frijol Común (*Phaseolus vulgaris* L).Centro Internacional de Agricultura Tropical CIAT.Cali, Colombia.
- Delfune, G. y A. M. Scofield. 1999. Efectos de los Ácidos Húmicos y de tres preparados biodinámicos en el crecimiento de las plántulas de trigo. In: I Congreso de la Sociedad Española de Agricultura Ecológica. Toledo, España. Disponible en: www.agroecologia.net/congreso/toledo/25pdf

Dick. R. et al. 2003, Manual de Fertilización para Hortalizas. Editorial Limusa, S.A DE C.V. Grupo Noriega Editores, Balderas, México, D.F.

Estomas. El mecanismo de cierre y apertura de estos órganos de respiración de la planta juegan también un papel importante en la absorción foliar (Peter, 1970).

Fisiología de las plantas (bioquímica vegetal), Frank b.Salisbury; Cleon W. Roos. Editorial Parafino. 2000 España.

Francisco Iglesias.c.1994; bioestimulante terra-sorb foliar en frambueso cultivar Heritage. Universidad de Concepción (Chile). Facultad de Agronomía

Hernández, D. J. 1981, Notas del Curso de Fisiología De Hortalizas. UAAAN, Saltillo, Coah.

<http://www.enbuenasmanos.com/articulos/muestra.asp?art=975>

Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática (INEGI). 1997. Sector alimenticio en México. México, D. F.

Lepíz, I. R. 1983. Frijol en el Noreste de México. INIA, SARH. México.

López, M.O de C. 2003. Efecto de la Aplicación de dos Fertilizantes Orgánicos en el Crecimiento, Rendimiento y Calidad del Fruto del Tomate (*Lycopersicum esculentum*, Mill) en Condiciones de Cambo Abierto. Tesis de licenciatura. UAAAN, Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.

Manuel Rojas Garcidueñas; Homero Ramírez. Control Hormonal del Desarrollo de las Plantas. Editorial Limusa. México, 1993.

Mateo-Box, J.M. 1961. Leguminosas de grano. Salvat Editores, S.A. Barcelona, Madrid.

Melgar, R. 2004. Actual and Potential Use of Micronutrient Fertilizers in Argentina. 2004. IFA International Symposium on Micronutrients. 23-25 February 2004, New Delhi, India

N.P.F.I, 1980, Manual de Fertilizantes, Editorial Limusa, S.A.

Ordoñez Cerda, G. 1994, Efecto del ácido húmico y sulfato de hierro en tomate (*Lycopersicon esculentum*). Tesis de Licenciatura, U.A.A.A.N. Saltillo, Coahuila, México.

Parsons, M. D. 1981. Frijol y chícharo. Tercera edición, Editorial Trillas, México D.F.

Ríos, J.R. 2003. Frijol Recomendaciones Generales para su Siembra y Manejo. CORPOICA región cuatro centro de investigación la selva rio Negro, Antioquia, Colombia.

Robert M. Devlin. Fisiología Vegetal, Ediciones Omega. Barcelona ,1982.

Rodríguez. V. 1989, Fertilizante, Nutrición Vegetal, Editorial. S.A. México.

Rojas; Ramírez. H. 1992, Control Hormonal de Desarrollo de las Plantas. Editorial Limusa. Segunda Edición. México. D.F.

Salisbury, F. B. 1998, Fisiología Vegetal. Editorial Iberoamericana. Tercera Reimpresión. México. D.f.

Stevenson, F. J. 1982. Humus Chemistry. Wiley, New York.

Tamaro, D. 1981, Fruticultura, Editorial Gustavo Gil. S.A. España.

Tamhane, R. V.; D.P. Motiramani; Y.P. Bali r R.L. Donahue.1964. Suelos: su química y fertilidad en zonas tropicales. Ed. Diana. México.

Voysest. O.2000. Mejoramiento Genético del Frijol (*Phaseolus Vulgaris* L): Legado de Variedades de América Latina 1930-1999. Centro Internacional de Agricultura Tropical, Cali, Colombia.

Weaver, R. J. 1990, Reguladores de Crecimiento de las Plantas en la Agricultura. Editorial Limusa, Segunda Edición. México. D.F.

www.cnpaf.ambrapa.br/negocios/ser_doc/anais/palestras/mesa1a.pdf