

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO  
DIVISIÓN DE AGRONOMÍA  
DEPARTAMENTO DE FITOMEJORAMIENTO



Comportamiento Agronómico de Frijol Ejotero (*Phaseolus vulgaris* L.) en la  
Producción de Semilla de la Variedad Black Valentine con Tres Tipos de  
Fertilización y Diferentes Dosis, en Saltillo, Coahuila, México

Por:

**ROBERTO RUIZ SOLANO**

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

**INGENIERO AGRÓNOMO EN PRODUCCIÓN**

Saltillo, Coahuila, México

Noviembre, 2017

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO  
DIVISIÓN DE AGRONOMÍA  
DEPARTAMENTO DE FITOMEJORAMIENTO

Comportamiento Agronómico de Frijol Ejotero (*Phaseolus vulgaris* L.) en la  
Producción de Semilla de la Variedad Black Valentine con Tres Tipos de  
Fertilización y Diferentes Dosis, en Saltillo, Coahuila, México

Por:

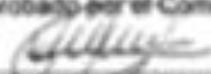
**ROBERTO RUIZ SOLANO**

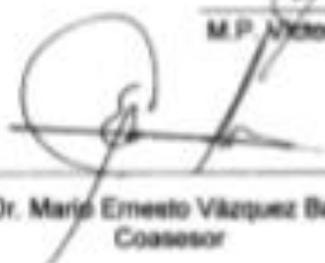
TESIS

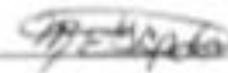
Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

**INGENIERO AGRÓNOMO EN PRODUCCIÓN**

Aprobado por el Comité de Asesoría:

  
M.P. Víctor Manuel Villanueva Coronado  
Asesor Principal

  
Dr. Mario Ernesto Vázquez Badillo  
Coasesor

  
Dra. Ma. Elizabeth Galindo Cepeda  
Coasesor

  
Dr. Gabriel Gallegos Morales  
Coordinador de la División de Agronomía

Saltillo, Coahuila, México  
Noviembre, 2017

## AGRADECIMIENTOS

*A Dios padre por haber hecho realidad algo que para el inicio de la carrera sonaba imposible de lograr y gracias a sus bendiciones hoy en día puedo decir que a pesar de todas las cosas que pasen siempre estará a mi lado dándome bendiciones y sobretodo salud que para mí eso es lo más importante.*

*A mi "Alma Mater", por haber abierto sus puertas y brindar ese apoyo que muchas personas nos hace falta para seguir los estudios y sobretodo hacer de mí una persona de bien, formándome como profesionalista.*

*A mis padres por haberme guiado a un camino correcto en la vida, apoyándome siempre incondicionalmente con cariño, amor y consejos.*

*De la misma manera agradezco a las siguientes personas por su apoyo humano y profesional para que este trabajo se realizara exitosamente.*

*Al M.C Víctor Manuel Villanueva Coronado por haberme dado la oportunidad de realizar este proyecto y confiar en mí, así como el apoyo de brindarme información, conocimiento y sobre todo su tiempo.*

*Al Dr. Mario Ernesto Vázquez Badillo por darme la oportunidad de apoyarme con sus conocimientos y su tiempo para la realización y revisión a de este trabajo*

*A todos los profesores del departamento de Fitomejoramiento que me dieron clases durante mi formación como persona y como profesionalitas que fueron puntos clave para adquirir conocimiento necesario de mi carrera como profesionalista*

*A las personas que consideren como mis amigos que estuvieron apoyándome en momentos buenos, y malos durante mi estancia en la escuela que son Manuel Santis, Rodolfo, miguel Ángel, blanca, Daniel, Juan Carlos, Abelardo, Joel, Misael, gracias a ellos he aprendido algunas cosas buenas, divertidas y malas.*

## DEDICATORIA

En especial

**Sra. † María Solano López**  
**Sr. Juan Roberto Ruiz Sánchez**

Con mucho amor y cariño a mi madre por confiar en mí desde los inicios de mi carrera que en vida fue una de mis mayores prioridades darle un título a ella por su calor de madre, comprensión y consejos que no me hizo falta, apoyándome siempre en todo lo bueno que hacía, desafortunadamente te fuiste antes sin haber visto los frutos que cultivaste con mucho amor y dedicación, Te amo mamá.

A mi padre por darme el apoyo y el conocimiento para seguir una vida de bien, por sus regaños que fueron los que más me motivaron a lograr ser una persona profesionalista y por el amor y confianza que aún me sigues dando.

A mis hermanos **Bernardo, Luisa y Beatriz** por apoyarme y motivarme para ser realidad mis sueños y por el calor de familia que me brindan

A mi cuñado **Magdaleno** que aparte de ser cuñado me brinda el apoyo de hermano y de sus consejos

A mi pareja **Graciela** por darme la oportunidad de formar parte de su vida y llenarme de cariño y amor, por ser una gran persona, una gran mujer, porque aparte de ser pareja es mi mejor amiga estando conmigo en las buenas y en las malas, apoyándome siempre, formando parte de este gran proyecto

## ÍNDICE DE CONTENIDO

Descripción	Página
<b>AGRADECIMIENTOS</b> .....	I
<b>DEDICATORIA</b> .....	II
<b>ÍNDICE DE CONTENIDOS</b> .....	III
<b>ÍNDICE DE CUADROS</b> .....	V
<b>ÍNDICE DE FIGURAS</b> .....	VI
<b>RESUMEN</b> .....	VII
<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	1
Objetivos.....	3
Hipótesis.....	4
<b>REVISIÓN DE LITERATURA</b> .....	5
Generalidades del cultivo.....	5
Importancia del frijol en la alimentación mexicana.....	8
Manejo del cultivo.....	15
Los biofertilizantes.....	27
Enfermedades del frijol.....	39
<b>MATERIALES Y MÉTODOS</b> .....	41
Localización del área de estudio.....	41
Material genético.....	42
Tratamientos.....	44
Control de plagas y enfermedades.....	45
Parámetros evaluados.....	45
Análisis estadístico.....	47

**RESULTADOS Y DISCUSIÓN..... 49**

**CONCLUSIONES..... 61**

**LITERATURA CITADA..... 62**

## ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro No.	Descripción	Página
2.1	Clasificación taxonómica del frijol.....	7
2.2	Contenido promedio en 100 g de frijol.....	10
2.3	Variedades del frijol ejotero de acuerdo a las condiciones climatológicas.....	15
2.4	Clasificación, símbolo, forma absorbida y síntomas de deficiencia de los nutrimentos.....	26
2.5	Composición típica de estiércol de diferentes especies animales.....	33
2.6	Principales enfermedades del follaje del frijol.....	40
2.7	Principales plagas que atacan al frijol ejotero.....	40
3.1	Principales características de la variedad utilizada.....	42
3.2	Descripción de los tratamientos del experimento.....	45
3.3	Productos químicos y dosis utilizadas para el control de plagas y enfermedades.....	45
4.1	Cuadros medios del análisis de varianza en las variables evaluadas en frijol ejotero producidas en Saltillo, Coahuila.....	49
4.2	Comparación de medias de la variable clorofila evaluada en frijol ejotero.....	52
4.3	Comparación de medias de la variable altura de planta en frijol ejotero.....	53
4.4	Comparación de medias de la variable cobertura de planta en frijol ejotero.....	53
4.5	Cuadros medios del análisis de varianza en las variables de fruto y rendimiento en frijol ejotero producidas en Saltillo, Coahuila.....	54

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura No.</b>	<b>Descripción</b>	<b>Página</b>
3.1	Localización del área experimental.....	41
4.1	Numero de vainas por planta de los tratamientos evaluados en frijol ejotero.....	55
4.2	Representación gráfica de número de granos por vaina de los tratamientos evaluados en frijol ejotero.....	56
4.3	Representación gráfica del número de granos por planta de los tratamientos evaluados en frijol ejotero.....	57
4.4	Rendimiento en kg/ha respecto a la media general de los tratamientos evaluados en semilla de frijol ejotero en Saltillo, Coahuila.....	58

## RESUMEN

El presente trabajo de investigación se llevó a cabo en el Campo Experimental Bajío de la UAAAN en Saltillo, Coahuila, México, durante el ciclo agrícola primavera - verano del 2015, con el objetivo de demostrar que la materia orgánica en el suelo mejora la disponibilidad de nutrientes que el cultivo necesita para su crecimiento y desarrolló, así como evaluar el comportamiento del humus sólido y humus líquido con el fertilizante químico en el cultivo de Frijol Ejotero (*Phaseolus vulgaris* L.) y demostrar que el humus sólido y el humus líquido es una alternativa para remplazar el fertilizante químico. Se evaluaron las variables de clorofila, cobertura y altura de planta, numero de grano total, numero de grano por planta, peso de mil semillas, numero de vainas por planta, numero de granos por vaina en cuatro fechas de cosecha y numero de grano por planta total. Los resultados se analizaron con un diseño bloques completamente al azar. Los resultados no tuvieron diferencias estadísticas significativas en las variables evaluadas en la cosecha, con excepción de clorofila, cobertura y altura de planta que resultaron ser altamente significativas en las fechas, mientras que en la variable clorofila presento diferencia altamente significativa en la interacción fechas\*tratamientos. El tratamiento 2 presento el mayor rendimiento con 952.12 kg ha<sup>-1</sup>, mientras que el tratamiento 3 obtuvo el

valor más bajo con 907.32 kg ha<sup>-1</sup>, el tratamiento 1 y 4 presentaron valores intermedios

**Palabras Claves:** Frijol ejotero, Black Valentine, Fertilización química, Fertilización orgánica.

## INTRODUCCIÓN

El frijol (*Phaseolus Vulgaris* L.) es producido en casi todos los estados de la República Mexicana, aunque destacan las regiones templada-semiárida y cálida con invierno seco, tanto por la superficie sembrada, como por el valor de la producción; en la primera, los estados de Zacatecas y Durango y en la segunda, Sinaloa y Nayarit, son los principales productores. El frijol es una leguminosa destinada a la alimentación humana, por su doble aprovechamiento (grano y vaina) y por su aporte proteico a las familias mexicanas. El frijol ejotero (*Phaseolus vulgaris* L.) contribuye en la alimentación humana por su contenido de proteína, fibra, calcio y vitamina A (Bittenbender *et al.*, 1984). Según Esquivel *et al.* (2006), el consumo *per cápita* en México se ha incrementado en los últimos años de 0.9 a 1.1 kg. Para atender la demanda de frijol ejotero es necesario aumentar la producción y mejorar su calidad nutricional (Silbernagel *et al.*, 1991). El rendimiento promedio nacional de ejote es de 9.3 t ha<sup>-1</sup> y los estados de Puebla, Morelos y Sinaloa son los de mayor rendimiento (14, 11 y 10 t ha h<sup>-1</sup>, respectivamente). En Hidalgo y Estado de México se reporta el más bajo rendimiento con 7 y 5 t ha<sup>-1</sup>, respectivamente (SAGARPA, 2003). Los cultivares de frijol ejotero más utilizados en México son 'Black Valentine', 'Contender', 'Kentucky Wonder', 'Sure Crop Max' y Tendergreen' (Álvarez y Baca, 1986). En el estado de México se reportan 40 ha<sup>-1</sup> con un rendimiento de

3.7 t ha<sup>-1</sup> rendimiento que no satisface la demanda interna de ejote por lo que es necesario importarlo. El bajo rendimiento puede deberse en parte a la falta de un manejo apropiado de las variedades utilizadas y a la falta de adaptación. Para revertir lo anterior se debe diseñar estrategias con prácticas agronómicas que conduzcan al incremento del rendimiento y calidad nutricional del frijol ejotero como arreglo topológico, fertilización, fecha de siembra e introducción de nuevos cultivares. El rendimiento de frijol varía en función del fotoperiodo (Acosta y White, 1995), la intensidad luminosa (Escalante *et al.*, 2001) y temperatura ambiental (Suzuki *et al.*, 2001).

En condiciones de clima templado y con riego, Esquivel *et al.* (2006) encontraron que el frijol ejotero de crecimiento indeterminado rinden hasta 25.6 t ha<sup>-1</sup> y los de tipo determinado 22.2 t ha<sup>-1</sup>.

Entre el 2003 y 2008 el reporte de rendimiento promedio a nivel nacional fue de 0.58 t ha<sup>-1</sup> en cultivo de temporal. En tanto el rendimiento en condiciones de riego es de 1.59 a 22.2 t ha<sup>-1</sup>. En conjunto, se obtienen rendimientos promedio de 0.72 t ha<sup>-1</sup> (FIRA, 2009).

Al ejote se le atribuyen propiedades nutraceuticas, por presentar un bajo contenido calórico de 133.9 kJ por 100 g de fruto fresco (Adsule *et al.* 2004), que puede ayudar a reducir el sobre peso y la obesidad. Asimismo, por su alto contenido de fibra (25%) reduce el tiempo de tránsito intestinal, la tasa de glucosa sanguínea postprandial, la absorción de grasa y colesterol, y está relacionado también con la prevención de cáncer de colon (Vestirilly, 2002). La calidad nutricional del ejote varía en función del cultivar. Zhiwej *et al.*, (1995)

encontraron que la fibra y proteína cruzada de 51 genotipos de frijol ejotero promediaron 11.6 y 28 g por cada 100 g de peso seco. Por otra parte, la demanda de consumo de frijol ejotero en México es creciente y no se aprecian saltos de producción espectaculares en los últimos años, por tal razón la demanda externa abastece los mercados locales y nacionales y por tal motivo los precios mantienen una tendencia alcista. Una de las tareas en búsqueda de una mejor agricultura en el agro mexicano es implementar estrategias y opciones para incrementar los rendimientos mediante el adecuado reciclaje de los residuos generados por la actividad agropecuaria, por el cual cabe mencionar algunos productos que se han empezado a implementar en algunos estados de la República mexicana como es la composta sólida, líquida, vermicompost, los cuales son desechos orgánicos transformado en fertilizante orgánico mediante la ayuda de lombrices que descomponen los desechos y transformarlo para el aprovechamiento de las plantas, en los cuales estudios mencionan que mejora la estructura y propiedades del suelo y la vida microbiana que en el mismo suelo se encuentra, los cuales en numerosos cultivos favorece el crecimiento de, raíces, tallos, y superficie foliar (Garcés *et al.*, 2004). En este sentido se plantea el siguiente trabajo, teniendo como:

### **Objetivos**

- Demostrar que la materia orgánica en el suelo mejora la disponibilidad de nutrientes que el cultivo de frijol ejotero necesita para su crecimiento y desarrolló.

- Evaluar el comportamiento del humus sólido y humus líquido con el fertilizante químico en el cultivo de Frijol Ejotero (*Phaseolus vulgaris* L.)
- Demostrar que el humus sólido y el humus líquido es una alternativa para remplazar el fertilizante químico.

### **Hipótesis**

- Que al menos uno de los dos fertilizantes orgánicos empleados (humus sólido, humus líquido) dará mejores resultados en cuanto al rendimiento en Frijol ejotero (*Phaseolus vulgaris* L.) en relación a la fertilización química.

## REVISIÓN DE LITERATURA

### Generalidades del cultivo

El género *Phaseolus*, consta de 183 especies aproximadamente, de las cuales 126 proceden del Continente Americano, 54 del sur de Asia y oriente de África, dos de Australia y una de Europa.

Existen múltiples variedades de frijol que se caracteriza por su tamaño, por su forma, por su color de su semilla y por su tipo de crecimiento. En México existen cerca de 70 variedades de frijol que se distribuyen en 7 grupos: negros, amarillos, blancos, morados, bayos, pintos y moteados.

(<http://www.obesidad.net/spanish2002/default.htm>).

El cultivo de frijol ejotero con rendimientos entre 8 y 14 toneladas por hectárea, es una buena alternativa para la rotación de cultivos en un campo hortícola, debido a su buena aceptación en el mercado tanto nacional e internacional.

En la actualidad, se cultivan infinidad de leguminosas, tales como alfalfa, trébol, chícharo, frijol de soya y el frijol ejotero. De todos ellos, los más importantes para el consumo humano en América Latina son el frijol y el chícharo. El frijol se

cultiva principalmente con el fin de cosechar semilla seca y, en menor proporción para la producción en vaina, o sea, frijol ejotero (Parsons, 1990). El frijol tiene la capacidad de fijar el nitrógeno del aire. La fijación de nitrógeno se realiza bajo condiciones apropiadas para sus procesos simbióticas. Esta capacidad se aprovecha, sobre todo, cuando se practica la rotación de cultivo y los cultivos asociados.

### **Origen**

Los estudios arqueológicos revelan que el género *Phaseolus* es originario del área México-Guatemala ya que en estos países se encuentran una gran diversidad de variedades tanto en forma silvestre como en forma de cultivo. Al respecto se han encontrado evidencias con antigüedad de 500 a 8 mil años en algunas regiones de México. (Garduño *et al* 2009).

### **Clasificación taxonómica del frijol**

La especie del frijol es el prototipo del genero *Phaseolus*, según la clasificación realizada por Linneo en el año 1753, le asigno el nombre científico de *Phaseolus vulgaris*. Lépiz (1983) cita la clasificación del frijol *Phaseolus vulgaris*, de la siguiente manera:

Cuadro 2.1 Clasificación taxonómica del frijol

<b>Reino</b>	<b>Plantae</b>
subreino	Spermatophyta
Tipo	Angiospermae
Clase	Dicotiledóneae
Subclase	Diapetala
Orden	<i>Rosales</i>
Familia	<i>Fabaceae</i>
Subfamilia	<i>Papilionácea</i>
Tribu	<i>Phaseoleae</i>
Su tribu	<i>phaseoleae</i>
Genero	<i>Phaseolus</i>
Especie	<i>P. vulgaris L</i>

### **Importancia del cultivo del frijol**

El frijol es una de las leguminosas más importantes en el mundo, en Latinoamérica y África constituye la segunda fuente de proteína vegetal. En México el frijol ha formado parte importante de la cultura gastronómica, su consumo per cápita anual es de 22 Kg y se ha venido consumiendo desde tiempos prehispánicos. Junto con el maíz ha constituido la dieta básica de una gran parte de la población, llegando a constituir hasta el 15% de la dieta en las zonas más marginadas (el maíz aporta hasta el 65%). La combinación frijol-maíz logra el aporte de hasta el 70% de las calorías requeridas y el 50% del requerimiento de proteínas (Castellanos *et al.*, 1997). Además, la combinación potencializa el valor nutritivo de la proteína ingerida ya que el frijol aporta la lisina y triptófano deficientes en maíz y éste a su vez aporta los aminoácidos azufrados (metionina y cisterna) deficientes en frijol (Reyes-Moreno y Paredes-López, 1993).

Existen hábitos preferenciales en el consumo del frijol en México, las principales características que utilizan los consumidores para definir sus preferencias se basan en el tiempo de cocción y sabor, además del color, tamaño y brillantez. Se estima que en el Noroeste de México el 90% de los encuestados consume frijol azufrado, en el Noreste el 70% consumen frijol pinto o bayo, en el Sur el 90% consume frijol negro y en el Centro se consumen todas las clases comerciales, sobresaliendo Flor de Mayo y Flor de Junio (Castellanos *et al.*, 1997). Evidentemente, las costumbres en el consumo del frijol son muy arraigadas, por lo que se debe tener en consideración las preferencias del consumidor antes de establecer alguna estrategia de mejoramiento genético, para que éste no sólo resulte satisfactoria genética y fisiológicamente, sino también en la aprobación y demanda de la población.

### **Importancia del frijol en la alimentación Mexicana**

El frijol común es un cultivo de amplia distribución en el mundo, tanto en países desarrollados como subdesarrollados y su producción mundial es de 16, 248,219 Mt. En México es la segunda actividad agrícola más importante, así como de superficie cultivada (1, 650,000 Ha) con una producción anual de 1, 000,000 Mt. Es una importante fuente de alimento, principalmente en forma de semillas maduras y en menor proporción como vainas verdes o ejotes; además, en algunos países de América Latina, así como en el este y centro de África las hojas o flores tiernas son cosechadas y consumidas como vegetales frescos. Su uso no sólo es exclusivo del hombre, el ganado es alimentado con hojas,

tallos, cáscara de las vainas y rastrojo seco, que finalmente es incorporado al suelo para incrementar la materia orgánica (Singh, 1999).

### **Características nutricionales del frijol**

Dentro de las características más importantes que destacan el valor nutritivo de las leguminosas en la nutrición humana es que tienen de 2 a 3 veces más proteína que los cereales. Además de un alto contenido de minerales, especialmente Fe, Ca y Zn (Deshpande, 1992). En particular, se considera que el frijol es un alimento rico en macronutrientes tales como proteína (16 – 33%), carbohidratos (60 - 70%), aunque escaso en grasa (1 – 3%), además contiene vitaminas y micronutrientes que elevan aún más su valor nutricional; sin embargo, la importancia del frijol se ha incrementado debido a que se considera un alimento nutracéutico que contiene otros componentes que brindan un beneficio a la salud. El frijol es un alimento rico en proteína, pero el valor nutricional de esta es pobre debido a factores intrínsecos de la semilla, tales como la presencia de inhibidores de tripsina que inhiben de forma irreversible a las proteasas intestinales; sin embargo, la actividad de los inhibidores puede ser eliminada hasta en un 90% durante la cocción (Deshpande, 1992). Por otro lado, la faseolina que es la principal proteína de reserva presenta bajos niveles de digestibilidad, la cual mejora con la cocción (Deshpande y Damodaran, 1989). Así mismo, otros componentes tales como taninos y ácido fítico forman complejos con las proteínas disminuyendo su solubilidad y su hidrólisis; sin

embargo, pueden ser removidos en una buena proporción durante el remojo (Maga, 1982; Barampama y Simard, 1994).

Cuadro 2.2 Contenido promedio en 100 g de frijol

Componente	Valor
Energía	322 kcal
Proteínas	21.8 g
Grasas	2.5g
Carbohidratos	55.5g
Tiamina	0.63 mg
Niacina	1.8 mg
Calcio	183 mg
Hiero	4.7mg

Fuente: (<http://www.obesidad.net/spanish2002/default.htm>)

### Distribución nacional en México

Se han identificado más de 67 especies del género *Phaseolus*, de las cuales solo se han domesticado cuatro: *P. vulgaris* L., *P. coccineus* L., *P. lanatus* L. y *P. acutifolius* L., los cuales se cultivan con el propósito de usarse en la alimentación humana. Salinas *et al.*, (2008) citan que el frijol ejotero contribuye en la alimentación humana por su contenido de proteína, fibra, calcio y vitamina A.

Según Esquivel *et al.* (2006), el consumo per cápita se ha incrementado en los últimos años de 0.9 a 1.1 kg. Para atender la demanda de frijol ejotero es necesario aumentar la producción y mejorar su calidad nutricional. En México se siembra anualmente alrededor de 2.2 millones de hectáreas de frijol

(*Phaseolus vulgaris* L.) con un rendimiento promedio de 570 kg ha<sup>-1</sup>. El frijol es producido en casi todos los estados de la República Mexicana, aunque destacan las regiones templada–semiárida y cálidas con invierno seco, tanto por la superficie sembrada, como por el valor de la producción; en la primera, los estados de Zacatecas y Durango y en la segunda, Sinaloa y Nayarit, son los principales productores. En Guanajuato, durante 2006 se sembraron en riego y temporal 98,747 ha con un volumen de producción de 53,140 t y rendimiento de 1.60 t ha<sup>-1</sup> en riego y 0.570 en temporal (SIAP–SAGARPA, 2007). Una de las limitantes para la producción de frijol en el estado, es la baja disponibilidad de semilla de alta calidad de variedades mejoradas, para condiciones de riego y temporal.

### **Descripción botánica**

#### **Raíz**

El sistema radical está formado por la raíz primaria o principal que se desarrolla a partir de la radícula del embrión, sus raíces son pivotantes en su origen, y ramosas y fibrosas después, penetran en el suelo a profundidades que varían de 90 a 120 cm., y poseen pequeñas nudosidades que son colonias de bacterias que fijan el nitrógeno molecular atmosférico (COVECA, 2011).

#### **Tallo**

El tallo es identificado como el eje central de la planta, está formado por una sucesión de nudos y entrenudos, es herbáceo, con sección cilíndrica o

levemente angular, puede ser erecto, semiprostrado o prostrado según el hábito de crecimiento de la variedad (Hocde, H. Hernández, 2000).

## **Hojas**

Son de dos tipos: simples y compuestas. Los cotiledones constituyen el primer par de hojas, proveen de sustancias de reserva a la planta durante la germinación y emergencia y elaboran los primeros carbohidratos a través de la fotosíntesis en sus cloroplastos, son de poca duración, el segundo par y primeras hojas verdaderas, se desarrollan durante el segundo nudo, son simples, opuestas y cortadas. A partir del tercer nudo se desarrollan las hojas compuestas, las cuales son alternas, de tres folíolos, un peciolo y un raquis presentan variación en cuanto a tamaño color y pilosidad esta variación está relacionada con la variedad y con las condiciones ambientales de luz y humedad (COVECA, 2011).

## **Flor e inflorescencia**

Las flores son hermafroditas y zigomorfas.

La flor del frijol es una típica flor papilionácea. El periantio consta de un cáliz integrado por cinco sépalos más o menos soldados y de una corola de color variable (blanco, amarillo, rosa) con cinco pétalos libres: uno superior muy desarrollado (estandarte o vexilo) dos laterales (alas) y dos inferiores (en conjunto se denominan quilla, la cual se encuentra enrollada). El androceo está formado por 10 estambres libres o unidos por los filamentos en uno (monadelfos) o dos haces (diadelfos: 9 + 1). El gineceo con ovario súpero y

monocarpelar. Las inflorescencias aparecen en racimos terminales en las plantas de hábito de crecimiento determinado, y axilares en las de hábito indeterminado. En la inflorescencia se pueden distinguir tres componentes principales: el eje de la inflorescencia que se compone de pedúnculo y de raquis, las brácteas primarias y los botones florales (CIAT, 1984). Con excepción de algunos lugares específicos, en la zona tropical donde la alogamia puede ser significativa, la planta de frijol es normalmente autógama (Graham y Ranilli, 1997). La morfología floral del frijol favorece el mecanismo de autopolinización, ya que las anteras están al mismo nivel del estigma y, además, ambos órganos están envueltos completamente por la quilla. Cuando se produce el derrame del polen (antesis), éste cae directamente sobre el estigma (CIAT 1984).

### **El fruto**

Es una vaina que se compone de un pericarpio carnoso y de semillas, las distintas variedades poseen pericarpio carnoso, jugoso y tierno, en el interior de las partes carnosas no se forman capas de cutícula, así como tampoco en el borde de las vainas se forman fibras duras (hilos). Los frutos de la habichuela alcanzan la maduración económica aproximadamente a los 16 o 17 días después de la floración (COVECA, 2011).

## **Semilla**

La semilla no posee albumen, por tanto, las reservas nutritivas se concentran en los cotiledones. Puede tener varias formas: ovalada, redonda, cilíndrica, arriñonada.

La semilla tiene una amplia variación de colores (blanco, crema, rojo, amarillo, café, morado), de forma y brillo. La combinación de colores también es muy frecuente. Esta gran variabilidad de los caracteres externos de la semilla se tiene en cuenta para la clasificación de las variedades y clases comerciales de frijol (CIAT, 1984).

## **Requerimientos Edafoclimáticos**

### **Clima y Suelo**

- El rango térmico para crecimiento es de 2 a 27°C, con un óptimo de 18°C (FAO, 1994).
- El frijol desarrolla bien de 15 a 27°C; bajas temperaturas retardan el crecimiento, mientras que altas lo aceleran; temperaturas extremas disminuyen la floración y ocasionan problemas de esterilidad; temperaturas de 5 o 40°C pueden provocar daños irreversibles (White, 1985).
- La temperatura óptima para máxima fotosíntesis en tierras bajas (< 1500 m) es de 25-30°C, y para tierras altas (>1500m) es de 15-20°C (Ortiz, 1982).

- Los suelos óptimos son de texturas ligeras como los franco-arcillosos y franco-arenosos; en tanto que los suelos pesados de tipo barrial son un poco menos productivos (Navarro, 1983).
- Prefiere suelos sueltos y ligeros de textura franca o franca limosa (Benacchio, 1982).

Cuadro 2.3 Variedades de frijol ejotero de acuerdo a condiciones climatológicas

Variedad	Cálidas	Templadas
Labrador	•	•
Contender	•	•
Kentucky wonder	•	•
Black Valentine	•	•
Stringless	•	•

Fuente: Casseres, 1981.

## Manejo del cultivo

### Selección y preparación del terreno

Las labores de preparación del suelo dependen de las condiciones de cada terreno. El frijol puede establecerse sobre suelo preparado con labranza tradicional (barbecho, rastreo, nivelación, marca o curvas de nivel y escarificación) y también con el sistema de labranza mínima, en ambos casos deberán utilizarse únicamente las labores necesarias, ya que el uso indiscriminado de maquinaria eleva el costo de producción y no mejora el rendimiento, disminuyendo por lo tanto la rentabilidad del cultivo (COVECA, 2011).

## **Fechas de siembra más adecuada y rotación de cultivos**

El frijol ejotero es muy sensible tanto a las temperaturas bajas como a las temperaturas muy altas, y es recomendable sembrarlas una vez que haya pasado el peligro de las heladas en zonas altas y después de los calores fuertes del verano, en zonas bajas y costeras. Las lluvias excesivas al momento de la floración son también desfavorables debido a que pueden provocar la caída de las flores. Las siembras de temporal, dentro de las limitaciones impuestas por la temporada de lluvia, deben ajustarse en lo posible a las fechas recomendadas. La frecuencia con la cual debe aparecer el frijol ejotero dentro de una rotación de cultivos depende en gran parte de la presencia de enfermedades en el suelo específicas para este cultivo. la rotacion se realiza para evitar la incidencia de plagas y enfermedades. El frijol ejotero se debe cultivar cada 5 años y cada 3 años como minimo de tiempo en un terreno, se le considera en este aspecto una planta renovadora del suelo por su exigencia en diferentes labores y el elevado residuo de fertilidad que deja en el suelo, ademas de ser apropiado para la rotacion por su corto ciclo ( De la Cruz, 1995).

## **Método de siembra**

En suelos de barrial se sugiere en surcos separados a 80 cm. En las variedades de habito de crecimiento de mata se puede emplear el método de camas de 1.0 m con doble hilera de plantas. La distancia entre hileras debe ser de 40 cm y 60 para el cultivo. Para variedades de hábito de crecimiento semi guía de tipo

negro, se sugiere una separación entre surcos de 80 a 92 cm. En suelos de aluvión se sugiere sembrar únicamente a hilera sencilla, debido a que el desarrollo del cultivo es mayor. La profundidad de la semilla en barrial varía de 6 a 8 cm y en aluvión de 4 a 6, bien cubierta con tierra húmeda ligeramente apisonada. Se sugiere no reducir la distancia entre surcos para evitar el exceso de humedad y facilitar la penetración de aire de los rayos solares a través de la planta, con lo cual se reducen los riesgos de infecciones de enfermedades fungosas. <http://www.inforural.com.mx/frijol-siembra-y-cosecha/>

### **Densidad**

Hacen referencia que la siembra puede hacerse con un distanciamiento entre surcos de 0.50 m para variedades enanas y de 0.70 a 0.80 m para variedades de enrame, en una misma línea de siembra, esta suele hacerse a golpes distantes entre sí de 0.25 m colocando en cada golpe de 3 a 4 semillas. COVECA (2011) recomienda que al sembrar se depositen entre 15 y 18 semillas por metro de surco, bien distribuidas, para siembras de hilera sencilla y para siembras a doble hilera depositen de 12 a 16 semillas por metro, con lo cual se podrá obtener entre 10 y 14 plantas por metro lineal.

### **Riego**

La mayoría de las experiencias sobre riego, según Raymond (1989) indican que la falta de agua durante la floración y el desarrollo de las vainas afectan

seriamente al rendimiento. Todas las experiencias indican que el riego en estas dos épocas da el máximo beneficios. Trabajos europeos muestran que riegos aplicados antes de la floración solamente aumentan el desarrollo vegetativo. Sin embargo, los trabajos realizados en Norteamérica sugieren que en condiciones de mayor aridez el riego aplicado durante la etapa vegetativa también benéfica la producción.

El frijol, comúnmente llamado frijol es exigente en riegos en lo que se refiere a la frecuencia, volumen y momento oportuno del riego que van a depender del estado fenológico de la planta así como el ambiente en el que esta se desarrolla (tipo de suelo, condiciones climáticas, calidad del agua de riego, etc.). De dos a cuatro días antes de sembrar conviene dar un riego para facilitar la siembra y la germinación de las semillas. Después de la siembra el primer riego solo deberá darse después de las nascencia de las plantas.

(<http://www.infoagro.com/hortalizas/judia.htm>)

### **Control de maleza**

La competencia por espacio, luz, agua y nutrientes que establecen las malezas con el frijol (*Phaseolus vulgaris* L.), ocasiona pérdidas superiores al 50% de la cosecha cuando no se combaten oportunamente (Soto y Gamboa, 1984). Vieira (1970), señala que la intensidad de la competencia depende, entre otros factores, de las especies, población de malas hierbas, humedad del suelo, altura y hábito de crecimiento del cultivo. Vieira y Barreto (1970) coinciden en

situar el período crítico de competencia de malas hierbas en frijol durante los primeros treinta días de crecimiento del cultivo. Varias investigaciones realizadas sobre diferentes métodos de control de malezas en frijol permiten concluir que lo más recomendado es hacer un manejo integrado, definido como un conjunto de prácticas o métodos encaminados a mantener la vegetación arvense en un nivel inferior al que produciría pérdidas de importancia económica (Córdoba y Casas, 2003).

### **Fertilización**

El cultivo de frijol requiere una aplicación de macronutrientes, tales como nitrógeno, fósforo y potasio. En cuanto al nitrógeno, normalmente tiene un mayor efecto en el crecimiento, rendimiento y calidad del cultivo que cualquier otro nutriente. Pero está claro que su uso excesivo puede ser un derroche económico y dar lugar a problemas.,por tanto, a la hora de realizar la fertilización nitrogenada hay que tener cuenta tres aspectos fundamentales:

- 1.- Los requerimientos de nitrógeno por el cultivo.
- 2.- La cantidad de nitrógeno que el suelo puede suministrar al cultivo.
- 3.- Los costos de los fertilizantes y el valor esperado de la cosecha.

El nitrógeno disponible en el suelo es la cantidad de nitrógeno ( $\text{kg ha}^{-1}$  de N) en el suelo que se encuentra disponible para la asimilación por el cultivo, desde el establecimiento hasta el final de la fase de crecimiento, teniendo en cuenta las pérdidas que se pueden dar (Ministry of Agriculture, Fisheries and Food, 2000).

En cuanto a la respuesta de la aplicación del nitrógeno el CIAT (1977) cita que en el frijol tuvo una respuesta positiva a los niveles de 200 a 400 kg ha<sup>-1</sup> de nitrógeno.

Mientras el fósforo se encuentra dentro de los procesos metabólicos de la planta, la importancia de este elemento radica en su relación con la transformación de energía, dada la importancia del nitrógeno y el fósforo en el desarrollo de la planta, si se llega a romper el balance de estos nutrientes en el sistema con solo extraerlos del suelo, la fertilidad del mismo bajará y como consecuencia el rendimiento disminuirá. Sin embargo, la planta de frijol responde significativamente al abonamiento fosfatado, lo cual puede ser una consecuencia de los bajos niveles del fósforo disponible en el suelo. La demanda de potasio en frijol es moderada; sin embargo, los suelos aparentemente poseen niveles, ya que solo en ocasiones se presenta respuesta a este nutriente.

## **Fertilizantes**

### **¿Qué es un fertilizante?**

Cualquier material natural o industrializado, que contenga al menos cinco por ciento de uno o más de los tres nutrientes primarios (N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, K<sub>2</sub>O), puede ser llamado fertilizante. Fertilizantes fabricados industrialmente son llamados fertilizantes minerales.

## **Problemática de los fertilizantes**

Uno de los requerimientos más importante es el mantenimiento de la fertilidad del suelo. Tradicionalmente la eficiencia de nutrimentos, especialmente la de N, es corregida a través de la incorporación de fertilizantes. Sin embargo esto genera altos costos que limitan su uso sobre todo en países en desarrollo, donde la necesidad de incrementar la producción de alimentos es más urgente, por otro lado, se estima que los cultivos absorben un 20 a 40% N del fertilizante aplicado, el resto se pierde por diversos mecanismos, generando cuantiosas pérdidas económicas y contaminación ambiental, tal como la eutrofización de cuerpos de agua, lluvia acida, destrucción de la capa de ozono estratosférica e incremento de efecto invernadero (Duxbury., 1994).

El consumo de fertilizantes sintéticos data desde 1950 y ha crecido interrumpidamente hasta llegar al consumo actual de  $4.4 \times 10^6$  Mg ha<sup>-1</sup>, por la alta demanda de fertilizantes, en 1943 se crea la empresa pública guanos y fertilizantes de México, a la cual en la década de los 1970 se cambió el nombre a Fertimex. Hasta 1970 se tenía plantas productoras de fertilizantes con las mejores tecnologías disponibles en el mundo y México era el exportador neto. Contaba con gas natural para producir amoniaco, principal insumo para la fabricación de fertilizantes, aunque se importaba roca fosfórica. A inicios de 1990 incremento el precio del gas y el amoniaco, lo que provoco que en 1992 Fertimex se privatizara, el gobierno decidió fragmentarlo en 13 unidades productoras y se disparó el precio de los fertilizantes. (Grageda-Cabrera *et al.*,

2000). Así, desde ese año 2000 México se convirtió en importador neto, actualmente se importa el 63 % de los fertilizantes que se utiliza. Prácticamente 80% de la superficie se fertiliza en diferentes dosificaciones, dependiendo de la capacidad económica del productor, en la mayoría de los casos se aplican sin el rigor técnico requerido en lo que sea reflejado de que muchos apliquen una cantidad desmesurada de fertilizantes al suelo y generando una serie de problemas en los cuales cabe mencionar la contaminación por sales y esterilidad del suelo mismo.

### **Contaminación del suelo por fertilizantes**

La contaminación por fertilizantes se produce cuando estos se utilizan en mayor cantidad de la que pueden absorber los cultivos, o cuando se eliminan por acción del agua o del viento de la superficie del suelo antes de que puedan ser absorbidos. Los excesos de nitrógeno y fosfatos pueden infiltrarse en las aguas subterráneas o ser arrastrados a cursos de agua. Esta sobrecarga de nutrientes provoca la eutrofización de lagos, embalses y estanques y da lugar a una explosión de algas que suprimen otras plantas y animales acuáticos. Los métodos agrícolas, forestales y pesqueros y su alcance son las principales causas de la pérdida de biodiversidad del mundo. Los costos globales de los tres sectores pueden ser considerables. La producción agropecuaria tiene unos profundos efectos en el medio ambiente en conjunto son la principal fuente de contaminación de agua por nitratos, fosfatos y plaguicidas. También son la mayor fuente antropogénica de gases responsables del efecto invernadero,

metano y óxido nitroso, y contribuyen en gran medida a otros tipos de contaminación del aire y del agua.

[\(http://contaminacionporfertilizantes.blogspot.mx/\)](http://contaminacionporfertilizantes.blogspot.mx/)

La agricultura afecta también a la base de su propio futuro a través de la degradación de la tierra, la salinización, el exceso de extracción de agua y la reducción de la diversidad genética agropecuaria. Sin embargo, las consecuencias a largo plazo de estos procesos son difíciles de cuantificar. En las proyecciones de cultivos para el año 2030, se supone un menor crecimiento del uso de fertilizantes nitrogenados que en el pasado. Si se puede mejorar el rendimiento, el incremento en el uso total de fertilizantes entre 1997-99 y 2030, podría ser tan reducido como el 37 por ciento. Sin embargo, el uso actual en muchos países en desarrollo es muy ineficaz. En China, el mayor consumidor del mundo de fertilizantes nitrogenados, casi la mitad del nitrógeno aplicado se pierde por volatilización y de un 5 a un 10 por ciento más por infiltración. Si se utilizan más métodos de producción sostenible, se podrán atenuar los efectos de la agricultura sobre el medio ambiente. No cabe duda de que, en algunos casos, la agricultura puede desempeñar una función importante en la inversión de estos efectos, por ejemplo, almacenando carbono en los suelos, mejorando la filtración del agua y conservando los paisajes rurales y la biodiversidad.

El uso a gran escala de los biofertilizantes en cualquier sistema de producción agrícola traería grandes beneficios sin ejercer un impacto perjudicial sobre el ambiente. Sin embargo, resulta preocupante que en México la tecnología relativamente simple de la biofertilización no ha sido transferida a la mayoría de

los productores. A corto y mediano plazo, la investigación deberá enfocarse en el desarrollo de inoculantes de mejor calidad y más económicos (Díaz-Franco y Mayek-Pérez, 2008). En términos generales, se puede decir que los biofertilizantes tienen un costo para el productor de sólo 10% del costo de la fertilización química, y en la mayoría de los casos no debe representar más del 2 a 3% del costo de producción del cultivo. Además, es necesario desarrollar "tecnologías de punta" *in situ*, con las condiciones locales, ya que las desarrolladas en otros países y aplicadas al nuestro son la principal causa de la crisis económica y ecológica que agobia a la agricultura mexicana del presente. La demanda de alimentos por la población mexicana en constante aumento solo puede ser satisfecha por la intensificación sostenible de la producción agrícola que permita incrementos económicamente redituables en la productividad. Esto involucra el mejoramiento de la eficiencia en el uso de los fertilizantes así como técnicas en el uso del agua (Zapata, 2002). La producción de semilla se recomienda en áreas semiáridas de clima seco y con disponibilidad de riego; es decir, regiones relativamente libres de enfermedades, debido a que el cultivo de frijol es afectado por numerosos patógenos, entre ellos, virus, bacterias y hongos, que pueden ser transmitidos a través de la semilla (Dornbos y Mullen, 1991).

### **El uso de los fertilizantes en el suelo**

El uso de los fertilizantes se ha vuelto indispensable debido a la baja fertilidad de la mayoría de los suelos para los altos rendimientos y la buena calidad que se esperan en la actualidad, por lo que hacer un uso adecuado de ellos es

importante para una agricultura sostenible. Los suelos contienen todos los elementos esenciales que la planta requiere para su desarrollo y producción; sin embargo, en la mayoría de los casos, no en las cantidades suficientes para obtener rendimientos altos y de buena calidad, por lo que es indispensable agregar los nutrientes por medio de fertilizantes, sin el uso de fertilizantes, los rendimientos serán cada vez más bajos debido al empobrecimiento paulatino del suelo por la extracción de los nutrientes en la cosecha. Un suelo infértil produce menos, tiene menor cubierta vegetal y está más expuesta a la erosión. El uso adecuado de fertilizantes requiere conocer sus características, su efecto en las plantas y en el suelo, las formas de aplicación y como se deriva o se prepara una dosis de fertilización con base en los fertilizantes disponibles.

<http://www.sagarpa.gob.mx/desarrolloRural/Documents/fichasaapt/Usode%20Fertilizantes.pdf>

### **Tipos de fertilizantes**

Los fertilizantes se aplican para subsanar la deficiencia de los nutrientes primarios, secundarios y con menor frecuencia para los micronutrientes (cuadro 2.4) Las deficiencias se pueden diagnosticar visualmente; sin embargo, se deben de confirmar con los análisis químicos de la planta, ya que otros problemas se pueden confundir con carencias nutrimentales.

(<http://www.sagarpa.gob.mx/desarrolloRural/Documents/fichasaapt/Usode%20Fertilizantes.pdf> )

Cuadro 2.4 Clasificación, símbolo, forma absorbida y síntomas de deficiencia de los nutrimentos.

<b>Clasificación</b>	<b>Nombre y símbolo</b>	<b>Forma absorbida</b>	<b>Síntoma de deficiencia</b>
Sin clasificación	Carbono (C) Hidrógeno (H) Oxígeno (O)	CO <sub>2</sub> H <sub>2</sub> O H <sub>2</sub> O, O <sub>2</sub>	
Primarios	Nitrógeno (N)  Fósforo (P)  Potasio (K)	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> , NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>  H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> <sup>-</sup> , HPO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>  K <sup>+</sup>	Clorosis en las hojas viejas Hojas con margen color púrpura Hojas con margen cloróticas
Secundarios	Calcio (Ca)  Magnesio (Mg)  Azufre (S)	K <sup>++</sup>  Mg <sup>++</sup>  SO <sub>4</sub> <sup>-</sup> , SO <sub>2</sub>	Achaparramiento y raíces cortas Hojas con clorosis intervenal Hojas jóvenes cloróticas y pocas desarrollada
Micronutrientes	Hierro (Fe)  Manganeso (Mg)  Boro (B)  Zinc (Zn)  Cobre (Cu)  Molibdeno (Mo)  Cloro (Cl)	Fe <sup>++</sup> , Fe <sup>+++</sup>  Mn <sup>++</sup>  H <sub>2</sub> BO <sub>2</sub>  Zn <sup>++</sup>  Cu <sup>++</sup>  Mo <sup>4</sup>  Cl	Hojas con clorosis intervenal Clorosis intervenal Poco crecimiento apical y puntos cloróticos Hojas jóvenes con clorosis intervenal Hojas jóvenes amarillas y pocas desarrolladas Hojas con clorosis y achaparramiento Hojas marchitas cloróticas y raíz corta

## Los biofertilizantes

La interpretación del término biofertilizante es muy amplia, representando desde microorganismos, abonos verdes y estiércoles, hasta extractos de plantas. De manera sintetizada, podemos decir que son productos que contienen microorganismos, que al ser inoculados pueden vivir asociados o en simbiosis con las plantas y le ayudan a su nutrición y protección (Vessey, 2003). Estos microorganismos se encuentran de forma natural en el suelo y abarcan diversos grupos; sin embargo, su población es afectada por el manejo de suelo y uso excesivo de agroquímicos (Caballero-Mellado *et al.*, 1992).

A finales del siglo XIX, la práctica de mezclar suelo con semillas, se convirtió en un método recomendado para inocular leguminosas en Estados Unidos; poco después, Nitragin registró la primera patente para inocular plantas con bacterias del género *Rhizobium spp.* En los años 1930's y 1940's, la inoculación con bacterias rizosféricas asociativas con cepas de los géneros *Azotobacter* y *Bacillus* fue utilizada a gran escala en Rusia y Europa del Este. Sin embargo, estas prácticas no tuvieron éxito y fueron abandonadas durante la Segunda Guerra Mundial (Barea, 2005). Todo apuntaba que el futuro de los biofertilizantes era promisorio en el desarrollo de la agricultura del siglo XX. Sin embargo, la asombrosa industrialización y urbanización que surgió después de 1945, demandó una gran cantidad de materias primas y alimentos. Es aquí donde la demanda de los fertilizantes, que son capaces de generar una rápida respuesta productiva, tuvieron su extensa utilización (Duxbury, 1994).

Actualmente, existe una gran variedad de biofertilizantes con diversas funciones y atendiendo al tipo de cultivo. En general, los biofertilizantes más difundidos se componen de hongos micorrícicos y bacterias (All-Taweil *et al.*, 2009).

### **Los microorganismos utilizados como biofertilizantes**

Existen tres grupos principales de microorganismos que destacan por su efectividad como biofertilizantes, son: Los *Rhizobium*, las micorrizas y los promotores de crecimiento como *Azospirillum*.

#### **Primer grupo**

Los *Rhizobium* son las bacterias que tienen la capacidad de fijar nitrógeno al asociarse con plantas leguminosas como el frijol, el chícharo, el cacahuate, el haba, la soya, la alfalfa, entre otras. Estos microorganismos entran en las raíces y provocan que en esta se formen una estructura llamada nódulos. Estos nódulos son como pequeñas casitas que las plantas hacen para que así los *Rhizobium* puedan vivir protegidos y realicen la fijación de nitrógeno, que finalmente va a beneficiar a la planta.

(<http://www.fps.org.mx/portal/index.php/notas/1491-se-realizo-un-dia-demostrativo-sobre-el-uso-de-los-biofertilizantes>)

#### **Segundo grupo**

El segundo grupo de microorganismos utilizados como biofertilizantes son las micorrizas, que son hongos que tienen la capacidad de solubilizar fósforo. Las micorrizas penetran en las raíces, pero también se extienden por el suelo y de

esa manera forman una especie de raíz extendida que junto con las raíces de la planta ayudan en la captación de agua y nutrientes del suelo.

[http://siproduce.sifupro.org.mx/seguimiento/archivero/22/2013/trimestrales/anexo\\_587-5-2014-05-4.pdf](http://siproduce.sifupro.org.mx/seguimiento/archivero/22/2013/trimestrales/anexo_587-5-2014-05-4.pdf)

### **Tercer grupo**

Las hormonas vegetales ayudan a que la planta tenga una raíz de mayor tamaño y por consecuencia una mejor absorción de nutrientes y agua del suelo, incluyendo un mejor aprovechamiento de cualquier fertilizante químico añadido.

Bacterias como *Azospirillum* estimulan el crecimiento de las raíces y se pueden utilizar en muchos cultivos pues al parecer no tiene una alta especificidad por la especie de planta (<http://www.fps.org.mx/portal/index.php/notas/1491-se-realizo-un-dia-demostrativo-sobre-el-uso-de-los-biofertilizantes>).

### **Manejo y aplicación de los Biofertilizantes**

Los biofertilizantes contienen microorganismos vivos por lo que siempre deben mantenerse en la sombra y jamás deben estar expuestos directamente a los rayos del sol. Los microorganismos actúan en la raíz de la planta, por esta razón su aplicación siempre debe realizarse de forma de que no se les dificulte el acceso a la raíz. Existen varias formas de aplicación de acuerdo al tipo de producto, al cultivo y al sistema de cultivo que se está utilizando. Los biofertilizantes se pueden aplicar al momento de la siembra o en las semanas posteriores a la siembra. Para un máximo beneficio se recomienda aplicar antes

de que se cumplan cuatro semanas de la emergencia de las plantas. ([http://siproduce.sifupro.org.mx/seguimiento/archivero/22/2013/trimestrales/anexo\\_587-5-2014-05-4.pdf](http://siproduce.sifupro.org.mx/seguimiento/archivero/22/2013/trimestrales/anexo_587-5-2014-05-4.pdf)).

Existen diferentes presentaciones en las que se pueden encontrar los biofertilizantes, **sólidos** (que vienen en turba, suelo, arcilla) o **líquidos** (medios nutritivos). Las indicaciones en el producto nos dirán como trabajar con cada uno. El sustrato o vehículo en el que se encuentra los biofertilizantes tienen la capacidad de mantener a los microorganismos con vida para que su funcionamiento sea adecuado y además facilite su aplicación. En el caso de las presentaciones líquidas, el vehículo puede ser un medio que contiene agua y minerales. Para evitar su contaminación con otros organismos no deseado y garantizar la viabilidad de los microorganismos que contiene debe ser envasado en condiciones de esterilidad y en un recipiente que no sea tóxico para los microorganismos o para su ambiente. Para aplicar directamente los biofertilizantes ya sean líquidos o sólidos, estos se pueden diluir en agua sin cloro y aplicar sobre la superficie de siembra a al pie de la planta, nunca sobre las hojas. Si el fertilizante es líquido se puede aplicar con cualquier sistema de riego que esté limpio y sin residuos de fertilizantes químicos (<https://es.scribd.com/document/257227036/Manual-Teorico-practico-Biofertilizantes>).

## **Materia Orgánica**

La materia orgánica junto con el aire, agua y minerales es uno de los componentes básicos del suelo. Se define como el conjunto de componentes orgánicos, de origen animal o vegetal, que se encuentra en diferentes estados de descomposición o transformación (Cosmolcel, 1998). Por su parte, Graetz (2002) considera que la materia orgánica está formada de materiales frescos, plantas parciales y completamente descompuestas y humus. El humus es el producto final de la descomposición.

La materia orgánica está constituida de microorganismos y animales pequeños, vivos o muertos; de materiales frescos de plantas; y de materiales en descomposición. Un suelo con buena estructura permite que las raíces penetren mejor. Se estima, que la composición de la materia orgánica en el medio suelo estaría definida por: un 10 % de carbohidratos; un 10 % de compuestos nitrogenados—incluyendo proteínas, péptidos, aminoácidos, aminoazúcares, purinas, pirimidinas, y otros compuestos, un 15 % de grasas, ceras, resinas, etc., y un 65 % de sustancias húmicas. Evidentemente estos porcentajes son variables y altamente dependientes de numerosos factores externos e internos (Schnitzer, 1990). Por su parte Gómez-Álvarez *et al.*, (2008) menciona que utilizando el humus se puede llegar a obtener hasta un 23% más de altura de la planta a comparación de la fertilización tradicional, así mismo la aplicación del compost (estrechamente relacionado con el humus) ayuda que la actividad microbiana promoviendo una simbiosis en la cual los elementos

nutritivos como el N y otros de poca movilidad como el, Cu y Zn sea aprovechada por la planta más fácilmente lo que provoca un aumento en la altura de la planta (Chefetz *et al.*, 1998. Millaleo *et al.*, 2006). Gómez-Álvarez *et al.*, (2008) establece que al usar el humus obtendremos hasta un 67 % más de vainas a comparación de una fertilización sintética.

### **Composición de los abonos orgánicos**

#### **El humus**

Es la materia orgánica transformada y estabilizada que se acumula en el suelo y en los sedimentos acuáticos y que se constituye la fracción orgánica más abundante de la biosfera. La estructura del humus está formada por diferentes macromoléculas complejas que son muy resistentes a la biodegradación. Por esa razón, el humus es considerado como un material recalcitrante, lo cual se ve reflejado en la vida media de sus componentes que pueden llegar a ser mayor a 500 años (Stevenson, 1994). Aguilar sostiene (1992) que los ácidos húmicos ayudan a un mejor desarrollo temprano de la planta obteniendo mayor expansión foliar e incremento del sistema radicular.

Los abonos orgánicos más comunes utilizados con fines agrícolas son los estiércoles de diferentes especies animales, las compostas y los residuos de cultivos, tal como se muestra en el cuadro 2.5

Cuadro 2.5 Composición típica de estiércol de diferentes especies animales

Elementos	Estiércol vacuno %	Gallinaza %	Estiércol porcino %	Estiércol ovino %
<b>Nitrógeno</b>	2-8	5-8	3-5	3-5
<b>Fosforo</b>	0.2-1.0	1-2	0.5-1.0	0.4-0.8
<b>Potasio</b>	1-3	1-2	1-2	2-3
<b>Magnesio</b>	1.0-1.5	2-3	0.08	0.2
<b>Sodio</b>	1-3	1-2	0.05	0.05
<b>Sales solubles</b>	6-15	2-5	1-2	1-2

Fuente: Miller and Donahue, 1995

### Humus liquido de lombriz

Conocido desde más de una década, el “humus liquido”, la mayoría de las veces no es más que un simple lixiviado de humus, obtenido por extracción con agua del sólido. Los lixiviados contienen una cantidad de nutrientes a menudo de solo el 1% de los presentes en el sólido, pero acrecientan la producción significativamente en algunos cultivos; por otra parte los resultados son muy favorables sobre el control de hongos patógenos. La base para cultivar los microorganismos del humus liquido se obtiene, generalmente, mezclando partes iguales de agua y humus (Schuldt, 2006). El humus de lombriz es producido por la lombriz roja (*Eisenia foetida*), es parecida a la lombriz de tierra, la que se alimenta de tierra y vive en forma libre. Su diferencia esta en que la lombriz roja se alimenta de materia organica descompuesta y su reproduccion es en promedio altoy vive en cautiverio. El humus de lombriz es abono organico muy rico en micronutrientes y microorganismos que descomponen la materia

orgánica en minerales utilizados por las plantas (Colque *et al.*, 2005). Este fertilizante orgánico por excelencia es el producto que sale del tubo digestor de la lombriz. Puede servir como abono natural, mejorador del suelo y enmienda orgánica. El humus, como todo abono orgánico, se usa en primavera y otoño (Barbado, 2004). Según Sotelo y Téllez (2007), al determinar el efecto de distintos porcentajes de humus de lombriz, composta y suelo en plántulas de café, obtienen que las variedades agronómicas evaluadas en la producción de plántulas de café en condiciones de vivero, manifiestan en general un mejor comportamiento en cuanto a una alta dosis de lombriz y una menor dosis de suelo; así como una menor y mayor dosis de composta y suelo. Medardo (2007) describe que el efecto de los abonos orgánicos es a mediano y a largo plazo, ya que inicialmente se da el proceso del mejoramiento de las características físicas, químicas y biológicas del suelo.

### **Papel de la materia orgánica en el suelo**

#### **Efectos físicos**

<http://dspace.pucesi.edu.ec/bitstream/11010/265/1/T71649.pdf>

- Mejora la estructura del suelo, la adhesión y cohesión entre partículas, entre los grupos de partículas y su configuración y estabilidad.
- La naturaleza coloidal de la materia orgánica humificada actúa sobre los agregados del suelo aumentando generalmente su estabilidad, sobre todo por la formación de complejos órgano minerales con la arcilla.

- El aporte de materia orgánica disminuye la densidad aparente del suelo, por su mejora de la estructura del mismo y también por tener una densidad aparente más baja que el suelo mineral.
- La materia orgánica aumenta la porosidad del suelo, por lo que contribuye a la mejora de la aireación y del balance del oxígeno.
- Mejora la capacidad de retención de agua de los suelos arenosos
- Mejora en general la tasa de infiltración de agua de los suelos, puesto que mejora la estructura, abriendo poros más grandes por los que circula el agua a mayor velocidad.
- Hace que disminuyen los efectos de la erosión.
- Debido a su color oscuro, aumenta la radiación solar absorbida por el suelo con la cual este mantiene temperaturas más altas e impide al hongo radicular en tierras arcillosas.

### **Efectos químicos**

<http://dspace.pucesi.edu.ec/bitstream/11010/265/1/T71649.pdf>

- La materia orgánica actúa como reserva dosificadora de elementos nutritivos.
- La materia orgánica aumenta el poder del suelo, que se hace más resistente a los cambios de pH, lo que resulta generalmente beneficioso.

- Las sustancias húmicas, los ácidos alifáticos simples, los azúcares ácidos y los polis fenoles tienen un papel importante en la disponibilidad de micronutrientes para las plantas, forman complejos metálicos con los metales como hierro, magnesio, zinc, cobre y otros que son disponibles para las plantas.
- las sustancias húmicas, contienen grupos carboxílicos, hidro-fenólicos, hidroxienólicos, imidas y otros grupos funcionales que son capaces de captar y liberar iones hidrogeno.
- La materia orgánica, a la vez, actúa como sumidero de metales pesados, reduciendo los riesgos de fitotoxicidad causada por los mismos.
- La materia orgánica aplicada al suelo continua su degradación por los microorganismos en el proceso de mineralización, por ello, su aplicación del nitrógeno orgánico y la incorporación de fosforo a la fracción orgánica y formación de fosfohumatos.

### **Efectos biológicos**

<http://dspace.pucesi.edu.ec/bitstream/11010/265/1/T71649.pdf>

- La materia orgánica puede albergar microorganismos patógenos, puede contener agentes patógenos o de poblaciones fúngicas simbiotes de los vegetales y puede poseer actividad enzimática y reguladora del crecimiento. La materia orgánica presenta actividad reguladora del crecimiento, algunos productos derivados de la descomposición de la

materia orgánica como los derivados fenólicos, afectan al balance hormonal inhibiendo o favoreciendo la actividad de las hormonas vegetales

- Existen algunas hormonas ligadas a la materia orgánica, como las auxinas o el etileno que se libera en condiciones reductoras.
- La materia orgánica puede absorber reguladores de crecimiento aplicados exógenamente al suelo.
- Algunos materiales orgánicos presentan actividad supresora frente a hongos y se utilizan para combatir hongos patógenos. La supresión puede deberse a diversos factores físicos relacionado con la disponibilidad de oxígeno y el drenaje, un pH inadecuado al desarrollo de los microorganismos patógenos, presencia o ausencia de elementos como el nitrógeno, etc.
- Biótica o abiótica, a menudo se debe a un conjunto de característica de difícil presión. Algunos materiales presentan hongos tipo *Trichoderma* o *Streptomyces* que pueden ser supresivos de hongos patógenos como el *Pythium* y *Rhizoctonia*.

### **Fuentes de materia orgánica**

El aporte de materia orgánica al suelo se puede obtener a partir de diversas materias primas: Residuos de cosecha y en general restos vegetales, estiércol, abonos verdes, compost, turba y sustancias húmicas. Las sustancias húmicas

están constituidas por las siguientes fracciones básicas: ácido húmico, ácido Fulvicos, ácidos hematomelánicos y humina.

**Ácidos Fulvicos.** Constituyen una serie de compuestos sólidos o semisólidos, amorfos, de color amarillento y naturaleza coloidal, fácilmente dispersable en agua y un precipitado por los ácidos, susceptibles en cambio de experimentar floculación en determinadas condiciones de pH y concentración de las soluciones de cationes no alcalinos.

**Ácidos húmicos.** Se presentan como sólidos amorfos de color marrón oscuro, generalmente insolubles en agua y en casi todos los disolventes no polares, pero fácilmente dispersables en las soluciones acuosa de los hidróxidos y sales básicas de los metales alcalinos, constituyendo un hidrosol que puede experimentar floculación mediante el tratamiento de los ácidos o los demás cationes.

**Huminas.** Los compuestos húmicos no extraíbles con reactivos alcalinos o Huminas, constituyen un grupo de sustancias relativamente diferentes entre sí, cuyo origen puede tener lugar mediante la vía de herencia o la de neoformación (Delgado, 2000).

## Enfermedades del frijol

Beebe y Pastor-Corrales (1991) sugieren que hay más patógenos y ataques más virulentos asociadas con la producción de frijol en América Latina y África, que los que se encuentran en las regiones productoras de USA y Europa. Principales Enfermedades causadas por hongos en la raíz y tallo más Comunes en frijol ejotero son:

**Amarillamiento de *Fusarium* (*Fusarium sp.*).** La pudrición empieza en la punta de la raíz y avanza hacia el cuello ocasionando el tumbado de las plántulas. Puede ocasionar el taponamiento del sistema vascular, produciendo amarillamiento y envejecimiento prematuro de las hojas inferiores (CIAT, 1984).

**Tizón sureño (*Sclerotium rolfsii*).** Se presentan plantas amarillentas y caída temprana de hojas. Puede haber marchitez repentina de plantas. Cerca del suelo se notan lesiones oscuras y acuosas, que avanzan hacia las raíces. Sobre estas lesiones se observa una masa de color blanco (Araya, 2008).

**Podredumbre Gris (*Botritis cinérea*).** Afecta a las plantas de corta edad, causando aborto de flores. Presenta manchas marrones a la altura del cuello del tallo rodeándolo, donde se puede observar micelio blanco y esclerotes redondos de color marrón (Valladolid, 2005).

## **Enfermedades del follaje del frijol**

Cuadro 2.6 Principales enfermedades del follaje en frijol.

<b>Nombre común</b>	<b>Nombre científico</b>
Antracnosis	<i>Colletotrichum lindemuthianum</i>
Roya	<i>Uromyces phaseoli typica</i> Arth
Mancha angular	<i>Isariopsis griseola</i> Sacc
Mustia hilachosa	<i>Thanatephorus cucumeris</i>
Mildiu polvoso u oídium	<i>Erysiphe polygona</i>
Mildiu veloso	<i>Phytophthora phaseoli</i>

[http://www.cesaveg.org.mx/html/folleto/folleto\\_11/folleto\\_frijol\\_11.pdf](http://www.cesaveg.org.mx/html/folleto/folleto_11/folleto_frijol_11.pdf)

## **Principales plagas del frijol**

Cuadro 2.7 Principales plagas que atacan al frijol ejotero

<b>Nombre común</b>	<b>Nombre científico</b>
Conchuela o borreguillo	<i>Epilachna varivestis</i>
Chicharrita	<i>Empoasca</i> spp
Picudo del ejote	<i>Apion godmani</i>
Minador de la hoja	<i>Liriomyza</i> spp
Doradilla o lorito	<i>Diabrotica</i> spp
Mosquita blanca	<i>Trialeurodes vaporariorum</i>
Trips	<i>Frankliniella occidentalis</i>

Fuente: Diccionario de Especialidades Agroquímicas, PLM (2005).

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Localización del área de estudio

El presente trabajo se realizó en los terrenos de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, en Buenavista, Saltillo, Coahuila, los cuales se encuentran en una altitud sobre el nivel del mar de 1743 m y se ubica en las coordenadas geográficas de 25°23" de latitud N y en los 101°02" de longitud W.



Figura: 3.1 Localización del área experimental

### Clima

Muy seco, BW hw (x") (e); semicálido, con invierno fresco, extremo, con lluvias en verano, y una precipitación invernal superior al 10% del total anual. La precipitación total anual media es de 350-400 mm; régimen de lluvias, la

temporada lluviosa es de junio a octubre. El mes con lluvias más abundante es julio y marzo es el mes más seco y una precipitación invernal superior al 10% del total anual. La temperatura media anual de 19.8 °C. Las heladas comienzan en noviembre, no son muy severas en noviembre y diciembre, son más intensas en enero (hasta - 10°C). Terminan en marzo, mes que ni son muy intensas, ni se presentan frecuentemente, en algunas ocasiones, pueden presentarse ligeras heladas en abril. El suelo es de textura migajón y migajón arcilloso, con bajos contenidos de materia orgánica y poseen una capa subyacente de carbonato de calcio.

### **Material genético**

En este trabajo se utilizó la variedad de frijol ejotero (*Phaseolus vulgaris* L.), de la variedad de Black Valentine.

### **Descripción de la variedad utilizada**

Cuadro 3.1 Principales características de la variedad utilizada

<b>Características</b>	<b>Black Valentine</b>
Origen	USA
Crecimiento	Determinado
Tamaño	2.5 cm
Color de testa	Blanco
Forma	Arriñonada
Color de la flor	Violeta
Días de emergencia	8 – 12 días
Promedio de longitud de vainas	10 cm
Días a floración( a partir de la siembra)	45 días
Ciclo vegetativo	110 – 120 días
Dosis de siembra	75 – 80 kg/ha

## **Materiales utilizados**

Las herramientas de trabajo que se utilizó para la preparación de terreno fueron azadones, rastrillo, rafia, pico, pala, machete, cubetas de plástico de 15 y 20 l., bolsas transparentes de plástico que nos ayudó para la medición de el humus sólido y el fertilizante químico, bascula manual, cinta métrica y estacas.

En cuanto a las herramientas que nos sirvió durante el tiempo para la realización de este experimento y la toma de datos fueron: Spad, báscula analítica, regla de un metro, probeta graduada de 100 ml.

## **Preparación del terreno**

El trabajo experimental se estableció en el terreno denominado Bajío de la UAAAN, donde se realizaron la preparación del terreno como: barbecho, rastreo, nivelación, surcado y siembra. La siembra del fríjol ejotero se inició el día 14 de agosto del 2015. La distancia entre surcos fue de 0.85 m y la distancia entre plantas fue de 20 cm, se establecieron nueve surcos en toda la parcela/variedad, el tamaño de la parcela fue de 12 metros de largo x 10 metros de ancho, dejando como referencia 50 cm de bordo. Los datos tomados para la evaluación fueron tomados de cinco plantas al azar para las evaluaciones de la variedad.

## Tratamientos

Se evaluaron los efectos de tres diferentes fuentes de fertilización orgánica (humus líquido), (humus sólido), y química (triple 17), para evaluar los efectos de rendimiento a campo abierto, sobre plantas de frijol ejotero de la variedad Black Valentine. Se utilizaron nueve surcos de 12 metros de longitud, seccionados en 3 m para obtener así cuatro repeticiones, la distancia entre surcos fue de 0.85 m. y la distancia entre planta y planta fue de 20 cm, esto para tener una población de 21 plantas por surco y 21,000 plantas ha<sup>-1</sup>, se sembraron dos semillas por golpe y no se eliminó ninguna. Los tratamientos fueron distribuidos al azar en las parcelas y aplicados en el lomo del surco, esto fue realizado el mismo día de la siembra (viernes 14 de agosto de 2015), excepto por el humus líquido que se aplicó 15 días después de la siembra. Anteriormente ya se había dado un riego rodado y se esperó a que el suelo estuviera a capacidad de campo para realizar la siembra. La dosis de fertilización química fue 40-40-00, utilizando triple 17-17-17 y Urea. El humus sólido se adicionó a una dosis de 10 toneladas por hectárea, se aplicó una sola vez al momento de la siembra, al igual que la fertilización química que solo se aplicó una sola vez, al momento de la siembra, el humus líquido se aplicó seis veces contando 15 días después de la siembra y se estuvo aplicando cada 15 días con una dosis de 50 litros por hectárea.

Cuadro 3.2 Descripción de los tratamientos del experimento.

<b>Tratamiento</b>	<b>Descripción</b>
1	Fertilización química
2	Fertilización orgánica (humus liquido)
3	Fertilización orgánica (humus solido)
4	Sin fertilizar (testigo)

### **Control de plagas y enfermedades**

El control de plagas y enfermedades se realizó con mochila de aspersión con las siguientes dosis y productos (Cuadro 3.3).

Cuadro 3.3 Productos químicos y dosis utilizados para el control de plagas y enfermedades.

<b>Plaga</b>	<b>Producto</b>	<b>Dosis</b>	<b># de aplicaciones</b>
Diabrotica	Diazinon	1-1.5 lt/ha	<b>2</b>
Mosquita blanca	Pounce	1 ml/lt	<b>1</b>
<b>Enfermedad</b>	<b>Producto</b>	<b>Dosis</b>	<b># de aplicaciones</b>
Roya	Clorotalonil	1.5-3 kg/ha	<b>1</b>

### **Parámetros evaluados**

#### **Cobertura vegetal**

Este carácter fue medido en centímetros y se consideró desde los lados verticales y horizontales del follaje de la planta, se multiplicaron los lados horizontales y verticales. El muestreo se realizó cada 15 días por seis semanas.

## **Vainas**

Se define a la vaina como el fruto de la planta de frijol. Según la variedad va a ser el color que se presente, sea en estado joven, madura o completamente seca.

## **Cantidad de clorofila por planta**

Para determinar la clorofila presente en las plantas seleccionadas se tomaron la medición de dos hojas de una sola planta (H1 y H2), esto con la ayuda de un Spad modelo 500.

## **Altura de planta**

Con la ayuda de una regla métrica se tomó la altura de cada planta durante seis semanas, esto se realizó cada 15 días.

## **Cosecha**

### **Número de vainas por planta**

En este parámetro se contaron todas las vainas que tenían cada planta evaluada durante todo su ciclo fisiológico.

### **Número de grano por vaina**

Se contabilizó el número de granos por vaina de la variedad al final de que la planta cumplió su ciclo de vida. Esto se realizó por cada planta evaluada.

### **Peso total de granos por planta (gr)**

El número de granos y número de vainas, se utilizó una balanza analítica para medir el peso total de los granos por planta esto se pesó en el laboratorio del departamento de Fitomejoramiento.

### **Rendimiento**

Pará determinar el rendimiento de la variedad se utilizó la formula siguiente:

$$\text{Rend} = \frac{\text{pla/m}^2 * \text{vainas/pltas} * \text{semilla/vainas} * \text{peso de 100 semilla} * \text{factor s (0.7)}}{100}$$

### **Análisis Estadístico**

El diseño experimental aplicado para esta investigación, fue bloques completamente al azar con tres tratamientos (fertilizantes) y tres repeticiones.

Se realizó el análisis estadístico con el paquete SAS (2002). El modelo lineal fue el siguiente:

$$Y_{ij} = \mu + R_i + G_k + E_{ij}$$

#### **Dónde:**

$Y_{ij}$  = Variable observada.

$\mu$  = Efecto de la media general.

Ri = Efecto de la i-ésima repetición.

Gk = Efecto del k-ésimo tratamiento.

Eij = Error experimental.

### **Comparación de medias**

Se realizó la prueba de comparación de medias para cada una de las variables estudiadas utilizando la prueba de Tukey al 0.05% de probabilidad con la siguiente formula:

$$T_o = q\alpha S\bar{x}$$

$$T_o = q\alpha \sqrt{\frac{S^2}{r}}$$

**Dónde:**

$q\alpha$  = Valor tabular, que es un valor de t modificado.

$S\bar{x}$  = Error estándar.

$S^2$  = Cuadrado medio del error.

$r$  = Número de repeticiones.

Así mismo, se calculó el coeficiente de variación para cada una de las características estudiadas, con el fin de precisar la exactitud de la conducción del experimento, se utilizó la siguiente formula:

$$C. V. = \frac{\sqrt{CMEE}}{X} \times 100$$

**Dónde:**

$CMEE$  = Cuadrado medio del error experimental.

$X$  = Media general.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el Cuadro 4.1 se presentan los cuadros medios, nivel de significancia y coeficiente de variación de las variables de clorofila, cobertura y altura de planta de los tratamientos aplicados al frijol ejotero cosechadas en diferentes fechas en Saltillo, Coahuila. Se aprecia en dicho cuadro que en la fuente de variación de fechas de cosecha, las variables de clorofila, cobertura y altura de planta se encontraron diferencias estadísticas altamente significativas ( $P \leq 0.01$ ), mientras que en la interacción tratamiento\*fechas solo se encontró diferencias altamente significativas para clorofila ( $P \leq 0.01$ ), en cambio, para cobertura y altura de plantas no existieron diferencias significativas. En cuanto a tratamientos y repeticiones en las tres variables no se presentaron significancia. Los coeficientes de variación oscilaron entre 4 a 23.1%, siendo el mayor valor para la variable de altura de planta, lo anterior demuestra que estos valores son bajos y aceptables para el experimento realizado.

Cuadro 4.1 Cuadros medios del análisis de varianza en las variables evaluadas en frijol ejotero producidas en Saltillo, Coahuila.

<b>F.V</b>	<b>G.L</b>	<b>Clorofila</b>	<b>Cobertura</b>	<b>Altura</b>
REP	2	4.6152083	1.615833	5.874375
TRAT	3	4.1094444	0.141875	96.264097
FECHAS	3	72.4044444**	954.572431**	2445.265764**
TRAT*FECHA	9	9.8501852**	7.780949	44.054097
CMEXP	30	3.0187639	12.00	34.993931
C.V (%)		4.48	14.66	23.16
MEDIA		38.73	23.62	25.53

\*\* Denota diferencias significativas al nivel de  $P \leq 0.01$

## **Comparación de medias**

### **Clorofila**

De acuerdo a los resultados obtenidos en los análisis de varianza, a continuación, se presenta la comparación de medias de las variables, haciendo referencia principalmente para todas aquellas que mostraron diferencias significativas a los niveles de probabilidad de  $P \geq 0.01$  y  $0.05$ . Como por ejemplo, en el Cuadro 4.2 se presenta la comparación de la variable de clorofila durante las cuatro fechas de muestreo realizadas y los tratamientos de fertilización, observándose que en la fecha 1 se obtuvo el valor más alto con 42.05 unidades, siendo superior y diferente al resto de las fechas, seguido por la fecha 4 con 39.11, en cambio, las fechas 2 y 3 registraron los niveles más bajos con 36.65 y 37.11 unidades, estas dos últimas fueron estadísticamente iguales entre sí. También se observa en el cuadro, que, en la columna de tratamientos, los tratamientos del 1 al 3 tuvieron valores inferiores al testigo 39.41 unidades que oscilaron entre 38.0 a 38. En cambio, en la interacción fechas por tratamientos, se aprecia que todos los tratamientos en la fecha 1 mostraron los valores más altos que en las fechas posteriores, resultando ser el tratamiento a base de humus sólido quien registro el valor más alto con 43.53 unidades. La fecha cuatro con el tratamiento 4 se obtuvo el mayor porcentaje de clorofila con 41.01 unidades y en último lugar tuvimos al tratamiento 3 con 35.86 unidades durante la última fecha de evaluación.

## **Altura**

En el Cuadro 4.3 se presenta la comparación de medias para altura de planta durante las cuatro fechas de muestreo observándose que en la fecha 3 mostro la media más alta con valor numérico de 36.517 cm, siendo estadísticamente igual a la obtenida en la fecha 4 quien registro tener una altura de 35.975 cm. Mientras que en la fecha 2 obtuvo un valor de 23.533 cm, quedando la fecha 1 con el valor más bajo estadísticamente con 6.100 cm. En cambio, para los tratamientos que resultaron no tener diferencias estadísticas entre sí, numéricamente se encontró que el tratamiento 3 mostró el valor más alto con 28.84 cm de altura de planta, mientras que los valores más bajos correspondieron a los tratamientos 4 y 1 con 23.8 y 22.5 cm.

## **Cobertura**

En el Cuadro 4.4 se presenta la comparación de medias para la variable de cobertura de planta durante las cuatro fechas de muestreo realizadas a los cuatro tratamientos evaluados, observándose que en la fechas, 4, esta mostro la media más alta con un valor numérico de 31.14 cm, siendo superior al resto de las medias mostradas en las fechas anteriores, con excepción de la fecha 3 que mostro ser estadísticamente igual, al registrar una media de 27.892 cm, seguido por la fecha 2 quien tuvo un valor de 24.60 cm, siendo estadísticamente igual con la fecha 3. Por último, la fecha 1 registro el valor más bajo con 10.8 cm. Para las medias obtenidas para cobertura de planta y n

relación a los tratamientos, estas no mostraron diferencias estadísticas al mostrar medias muy similares entre sí, las cuales oscilaron entre 23.5 y 23.7 cm en los cuatro tratamientos evaluados.

Para las medias obtenidas en la interacción de fechas\*tratamientos, el tratamiento 3 mostro los valores más altos en la fecha 1 y 4 con valores de 11.66 y 33.23 cm, mostrando ser los más altos dentro de cada fecha, sin embargo, estos tratamientos también mostraron los valores más bajos en las fechas 2 y 3 respectivamente con valores de 22.40 y 27.23 cm.

Cuadro 4.2. Comparación de medias de la variable clorofila evaluada en frijol ejotero.

Tratamiento	Clorofila				Media
	F1	F2	F3	F4	
<b>1. Fertilización química</b>	40.86±1.9	36.60±2.1	37.33±1.1	39.50±1.5	38.57
<b>2. Humus liquido</b>	42.46±3.2	34.10±3.2	35.43±2.1	40.10±0.9	38.02
<b>3. Humus solido</b>	43.53±0.5	38.03±1.3	38.23±2.5	35.86±1.0	38.91
<b>Testigo</b>	41.33±0.9	37.86±0.3	37.46±0.6	41.01±0.0	39.41
<b>Media</b>	42.05 A	36.65 C	37.116 C	39.11 B	

Cuadro 4.3. Comparación de medias de la variable altura de planta en frijol ejotero

<b>Altura</b>					
<b>Tratamientos</b>	<b>F1</b>	<b>F2</b>	<b>F3</b>	<b>F4</b>	<b>Media</b>
<b>1. Fertilización química</b>	5.86±0.5	20.13±3.3	35.73±8.5	28.56±5.0	22.5
<b>2. Humus liquido</b>	6.33±0.9	21.33±1.3	37.86±2.1	42.40±2.2	26.9
<b>3. Humus solido</b>	6.13±0.2	32.16±18.4	36.40±3.4	40.26±2.6	28.7
<b>4. Testigo</b>	6.06±0.1	20.50±2.1	36.06±6.3	32.66±2.4	23.8
<b>Media</b>	6.100 C	23.533 B	36.517 A	35.975 A	

Cuadro 4.4 Comparación de medias de la variable cobertura de planta en frijol ejotero

<b>Cobertura</b>					
<b>Tratamiento</b>	<b>F1</b>	<b>F2</b>	<b>F3</b>	<b>F4</b>	<b>Media</b>
<b>1. fertilización química</b>	10.06±0.3	25.96±6.6	29.00±3.8	29.00±4.8	23.5
<b>2. humus liquido</b>	11.26±2.0	25.30±2.3	27.96±1.5	29.80±3.3	23.5
<b>3. humus solido</b>	11.66±1.1	22.40±0.8	27.23±0.8	33.23±4.0	23.6
<b>4. Testigo</b>	10.43±1.5	24.73±6.6	27.36±1.9	32.53±2.2	23.7
<b>Media</b>	10.85 C	24.60 B	27.89 A,B	31.14 A	

## Variables de Fruto y Rendimiento

En el Cuadro 4.5 se presentan los cuadros medios, nivel de significancia y coeficiente de variación de las variables físicas de los frutos (vainas, por planta, número de granos por vaina, número de granos por planta total, número de granos totales, peso de mil semillas y rendimiento de vainas o ejote) con cuatro tratamientos de fertilización aplicados en frijol ejotero producida en Saltillo, Coahuila. En dicho cuadro se observa que en ninguna de las variables se encontró ningún nivel de significancia entre cada una de ellas, así mismo, se aprecia que los coeficientes de variación obtenidos en estas variables oscilaron entre 2.89 a 27.43%. Donde el valor más alto se obtuvo para la variable NGPT (27.43), seguida de NVP (22.02%).

Cuadro 4.5: Cuadros medios del análisis de varianza en las variables de fruto y rendimiento en frijol ejotero producidas en Saltillo, Coahuila.

F.V	G.L	NVP	NGV	NGPT	NGT	NGP	PMS	Rto t ha <sup>-1</sup>
TRAT	3	3.22	0.022	70.356	9980	0.022	55.55	0.0518
REP	2	1.32	0.020	40.034	9007	0.020	57.00	0.0420
E.E	6	4.23	0.121	130.98	5370	0.121	36.55	0.0902
C.V (%)		22.02	7.85	27.43	7.85	7.85	2.89	6.7278
MEDIA		9.33	4.44	41.72	932925	4.44	209.00	4.465

NVP=Número de vaina por planta, NGV=Numero de grano por vaina, NGPT= Numero de grano por planta total, NGT=Numero de grano total, NGP=Numero de grano por planta, PMS= Peso de mil semillas.



<b>TRAT 1</b> = Fertilizante químico	<b>TRAT 3</b> = Humus solido
<b>TRAT 2</b> = Humus liquido	<b>TRAT 4</b> = Testigo

Figura 4.1. Número de vainas por planta de los tratamientos evaluados en frijol ejotero.

En la Figura 4.1 se presenta el número de vainas por planta de cada tratamiento, donde el tratamiento 1 presenta un promedio de 10.46 vainas por planta, seguida del tratamiento 4 que presento un promedio de 9.93 vainas por planta, mientras que los tratamientos 2 y 3 se observa un valor dentro del rango de 8 vainas por planta.

En cuanto al número de granos por vainas, el tratamiento 2 presentó 4.53 granos por vainas en promedio, mientras que el tratamiento 1 a base de fertilización química obtuvo 4.46 granos por vainas en promedio, seguida del tratamiento 4 que promedio un valor de 4.44 granos y por último, el tratamiento 3 presento un numero de grano por vaina bajo de 4.32 en promedio, tal y como se observa en la Figura 4.2.



<b>TRAT 1</b> = Fertilizante químico	<b>TRAT 3</b> = Humus solido
<b>TRAT 2</b> = Humus liquido	<b>TRAT 4</b> = Testigo

Figura 4.2. Representación gráfica del número de granos por vainas de los tratamientos evaluados en frijol ejotero.

En cuanto al número de grano por planta, el tratamiento 1 a base de fertilización química presentó 46.49 granos por planta, seguida por el tratamiento 4 quién presento un valor de 45.96 granos, mientras que el tratamientos 2 obtuvo un valor de 36.18 granos por planta y finalmente observamos al tratamiento 3 a base de humus solido con el valor más bajo de 35.72 granos por planta, tal y como se observa en la Figura 4.3



**TRAT 1** = Fertilizante químico

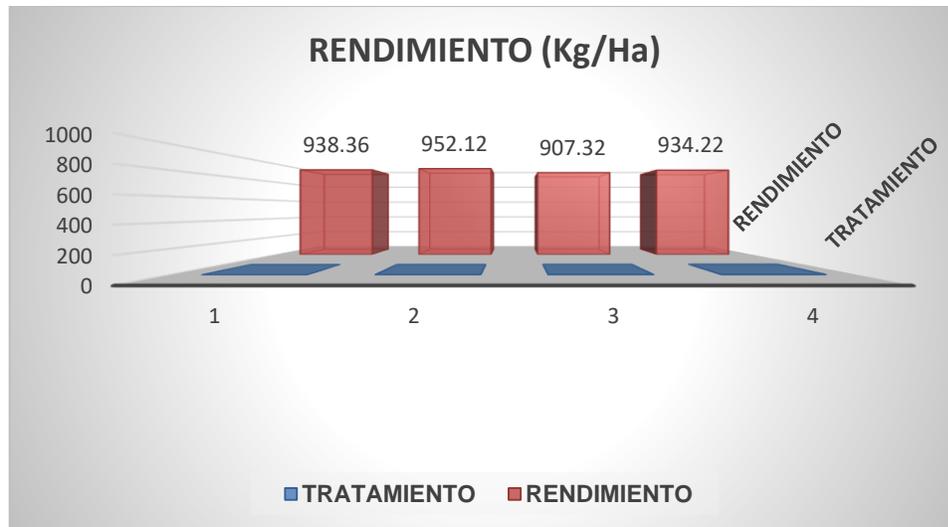
**TRAT 3** = Humus solido

**TRAT 2** = Humus liquido

**TRAT 4** = Testigo

Figura 4.3 Representación gráfica del número de granos por planta de los tratamientos evaluados en frijol ejotero.

En la Figura 4.4 Se observa que de acuerdo a las medias obtenidas en el peso de mil semillas en los cuatro tratamientos, numéricamente apreciamos que el tratamiento 2 a base de humus líquido, quién presento la media más alta con un valor de 952.12 Kg ha<sup>-1</sup>, seguida del tratamiento 1 con fertilización química con un valor de 938.36 Kg ha<sup>-1</sup>, posteriormente seguido por el tratamiento 4 con un valor de 934.22 Kg ha<sup>-1</sup> y finalmente el con un valor más bajo fue para el tratamiento 3 a base de humus sólido.



**TRAT 1** = Fertilizante químico

**TRAT 3** = Humus solido

**TRAT 2** = Humus liquido

**TRAT 4** = Testigo

Figura 4.4 Rendimiento en  $\text{kg ha}^{-1}$ , respecto a la media general de los tratamientos evaluados en semilla de frijol ejotero en Saltillo, Coahuila.

A partir de los resultados obtenidos, aceptamos la hipótesis general, que al menos uno de los fertilizantes orgánico empleados (humus sólido, humus liquido) dará mejores resultados en cuanto al rendimiento en frijol ejotero, (*Phaseolus vulgaris* L) en relación a la fertilización química. De acuerdo a cobertura de planta con lo obtenido en este trabajo. Estos resultados no guardan relación con lo que sostiene Aguilar (1992) que los ácidos húmicos ayudan a un mejor desarrollo temprano de la planta obteniendo mayor expansión foliar e incremento del sistema radicular. En los resultados obtenidos en altura de planta con fertilización orgánica, concuerdan con lo dicho por Gómez-Álvarez *et al.*, (2008) utilizando el humus se puede llegar a obtener

hasta un 23% más de altura de la planta a comparación de la fertilización tradicional, así mismo la aplicación del humus (estrechamente relacionado con el vermicompost) ayuda que la actividad microbiana promoviendo una simbiosis en la cual los elementos nutritivos como el N y otros de poca movilidad como el , Cu y Zn sea aprovechada por la planta más fácilmente lo que provoca un aumento en la altura de la planta (Chefetz *et al.*, 1998. Millaleo *et al.*, 2006)

En relación al número de vainas por planta, los resultados obtenidos en este trabajo no concuerda con lo mencionado por Gómez-Álvarez *et al.* (2008) estableciendo que al usar el humus obtendremos hasta un 67 % más de vainas a comparación de una fertilización sintética.

De acuerdo a lo anterior se ve claramente que la fertilización orgánica presenta efectos positivos a mediano y a largo plazo tal como lo menciona Medardo, (2007) que el efecto de los abonos orgánicos es a mediano y a largo plazo, ya que inicialmente se da el proceso del mejoramiento de las características físicas, químicas y biológicas del suelo. En cuanto a la media en rendimiento en peso de mil semillas la fertilización orgánica sobresalió sobre el fertilizante químico llegando a igualar la media nacional del rendimiento de frijol como lo menciona FIRA (2009), que la media nacional se encuentra en  $0.72 \text{ t ha}^{-1}$ . Otros estudios relacionados con el humus de lombriz, según Sotelo y Téllez (2007), al determinar distintos porcentajes de humus de lombriz, composta y suelo en

plántulas de café, en condiciones de viveros, manifiestan en general un mejor comportamiento en cuanto a una alta dosis de lombriz y una menor dosis de suelo; así como una menor y mayor dosis de composta y suelo

## **CONCLUSIONES**

En el presente trabajo de investigación y de acuerdo con los objetivos e hipótesis planteados se determinó las siguientes conclusiones:

En base a los resultados obtenidos se logró demostrar que la materia orgánica en el suelo mejora la disponibilidad de nutrientes, que el cultivo de frijol ejotero necesita para su crecimiento y desarrollo, esto de acuerdo a la mayoría de los parámetros evaluados en donde presento resultados positivos.

De acuerdo a la evaluación del comportamiento del humus líquido y el humus sólido con el fertilizante químico en el cultivo de frijol ejotero tuvieron un comportamiento similar en la característica física de cobertura. Pero se observó un comportamiento bajo en el fertilizante químico en las variables altura de planta, clorofila, número de grano por vaina, y en peso de mil semilla, lo que representa su bajo rendimiento.

De acuerdo a los resultados obtenidos con la fertilización orgánica; el humus líquido presento el mayor rendimiento en peso de mil semillas, con esto demostramos que la fertilización orgánica es una alternativa viable para reemplazar al fertilizante químico.

## LITERATURA CITADA

- Acosta-Gallegos J A, J White W. 1995 Phenological plasticity as an adaptation by common bean to rainfed environments. *Crop Sci.* 35:199-204.
- Adsule R N, Deshpande S, Sathe S K. 2004. Tratado de Ciencia y Tecnología de las Hortalizas. Ed. Acribia, S.A. México D.F. 739 p.
- Álvarez E L, G Baca C. 1986. El Frijol Ejotero. Servicio de Extensión Agropecuaria. México, D. F. 46 p.
- All-Taweil, H. I.; Osman, M. B.; Hamid, A. A. and Yusoff, W. M. W. 2009. Development of microbial inoculants and the impact of soil application on rice seedlings growth. *Am. J. Agric. Biol. Sc.* 4:79-82.
- Araya, C. M. 2008. Guía de identificación y manejo integrado de enfermedades del frijol en América Central. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA). P 35
- Barampama, Z. and Simard, R. E. 1994. Oligosaccharides, antinutritional factors, and protein digestibility of dry beans as affected by processing. *J. Food Sci.* 59:833-838.
- Barea, J. M.; Pozo, M. J. Azcon, R. and Azcon-Aguilar, C. 2005. Microbial cooperation in the rhizosphere. *J. Exp. Bot.* 56:1761-1778.
- Barbado J. L. 2004. Microemprendimientos, Cria de lombrices. Primera edicion. Editorial Albatros. Buenos Aires, Argentina. Pag. 53 y 56.
- Benacchio, S.S. 1982. Algunas exigencias agroecológicas en 58 especies de cultivo con potencial de producción en el Trópico Americano. FONAIAP Centro Nal. de Inv. Agropecuarias. Ministerio de Agricultura y Cría. Maracay, Venezuela. 202 p.
- Beebe, S. E. y Pastor-Corrales, M. 1991. Breeding for disease resistance. En: *Common Beans: research for crop improvement.* V. A. Schoonhoven y O, Voysest. Ed. CAB International and CIAT, Wallingford. P 34
- Bittenberder H C, R Barret P, B Indere – Larusa 1984. Beans and cowpeas as leaf vegetables and grain legumes. Bean Cowpea Collaborative Research Support Program. Monograph no.1. Michigan State University. East Lansing, MI, USA. 24 p.

- Caballero-Mellado, J.; Carcaño-Montiel, M. G. and MascaruaEsparza, M. A. 1992. Field Inoculation of Wheat (*Triticum aestivum*) with *Azospirillum brasilense* under temperate climate. *Simbiosis*. 13: 243-253.
- Castellanos, J. Z., Guzman-Maldonado, H. S., Jiménez, A., Mejia, C., Muñoz-Ramos, J. J., Acosta-Gallegos, J. A., Hoyos, G., López-Salinas, E., González- Eguiarte, D., Salinas-Pérez, R., González-Acuña, J., Muñoz-Villalobos, J. A., Fernández- Hernández, P. y Cazares, B. 1997. Hábitos preferenciales de los consumidores de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) en México. *Arch. Lat. Nutr.* 47:163-167.
- Casseres, E. 1981. Producción de hortalizas. Tercera Edición. Ed. IICA. México. Pag. 26.
- Chefetz, B., Hadar, Y., Chen, Y., 1998. Dissolved Organic Carbon Fractions Formed during Composting of Municipal Solid Waste Properties and Significance. *Acta Hydrochim. Hydrobiol.* 26, 172-179.
- CIAT.1977. Informe del Programa de Frijol de 1977. Requerimientos de Fosforo en frijol. Centro Internacional de Agricultura Tropical, Cali, Colombia. Spp: B-57- B58.
- CIAT 1984. Morfología de la planta de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.). Centro Internacional de Agricultura Tropical. Colombia. Pag. 17-18.
- Cosmocel, S. A. de C.V. 1998. Fertilizantes Ácidos Orgánicos. Boletín Técnico Informativo. México.
- COVECA. 2011. Monografía del Frijol. Comisión Veracruzana de Comercialización Agropecuaria. Del Gobierno del Estado de Veracruz. 25 p.
- Colque T., Rodríguez D., Mujica A., Canahua A., Apaza V., Sven y Jacobzen. 2005. Instalación y manejo de una granja de lombrices para la producción de humus. *Punu*, Perú. Pág. 8.
- Córdoba, O. y Casas, H. 2003. Principales arvenses asociadas al cultivo de frijol en la Región Andina. Boletín Técnico N° 20, Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (CORPOICA), Estación Experimental El Nus, San Roque, Antioquía, Colombia. 32 p.
- De la Cruz, B.J.A. 1995. Apuntes de cultivos básicos. Licenciatura UAAAN. Pp. 21-24, 29.
- Delgado, Manuel 2000. Archivo general de documentación, investigación y ensayos. Guía Descriptiva De Productos AGROMED. Graficas Alambra, Granada, España. Pág. 16.

- Deshpande, S. S. 1992. Food legumes in human nutrition: A personal perspective. *CRC Crit. Rev. Food Sci. Nutr.* 32(4):333-363.
- Deshpande, S. S. and Damodaran, S. 1989. Effect of phytate solubility, activity and conformation of trypsin and chymotrypsin. *J. Food Sci.* 54:695-699.
- Díaz-Franco, A. y Mayek-Pérez, N. 2008. La biofertilización como tecnología sostenible. Plaza y Valdés, S.A. de C.V. México. 260 pp.
- Dornbos, D. L.; Mullen, R, E. 1991. Influence on stress during soybean seed fill on seed weight, germination and seedling growth rate. *Can. J. Plant Sci.* 71:373-383.
- Duxbury, J. M. 1994. The significance of agricultural sources of greenhouse gases. *Fert. Res.* 38: 151-163.
- Esquivel E. G., Acosta-Gallegos J.A., Rosales S.R., Pérez H.P., Hernández C. J.M., Navarrete M.R. y Muruaga M. J.S. 2006. Productividad y adaptación de frijol ejotero en el Valle de México. *Revista Chapingo. Serie Horticultura. Universidad Autónoma de Chapingo. Chapingo, Méx. Enero-junio Vol.12, No. 1. Pp.119-126.*
- Escalante E J A, L E Escalante E, M T Rodríguez G.2001 Producción de frijol en dos épocas de siembra: Su relación con la evapotranspiración, unidades calor y radiación solar en clima cálido. *Terra* 19:309-315.
- FAO. 1994. ECOCROP 1. The adaptability level of the FAO crop environmental requirements database. Versión 1.0. AGLS. FAO. Rome, Italy.pag 88.
- Fideicomisos instituidos en relación con la agricultura (FIRA). 2009. FRIJOL Pág. 23.
- Garcés, N.; M. Arteaga y I. Caro. 2004. Liplant, producto estimulante del crecimiento y desarrollo vegetal, En: XIV Congreso Científico. III taller de productos bioactivos, INCA, Cuba. Pp. 106–107, Resúmenes, La Habana, Cuba,
- Garduño González, J. Morales Rosales, E.J. Guadarrama Valentín, S. Escalante Estrada, J. A. 2009. Biomasa y rendimiento de frijol con potencial ejotero en un cultivo y asociado con girasol. Centro de estudios avanzados en Fito mejoramiento. Facultad de ciencias agrícolas, UAEMex. Toluca estado de México, México. 4 p.
- García, A. J. 1992. Evaluación de los ácidos húmicos (Humiplex plux) a diferentes dosis en el desarrollo del cultivo de papa, Cv Atlantic en la región de Galeana N.L. Tesis de Licenciatura UAAAN. Pág. 19.

- Gómez –Álvarez, R., Lazano –Jerónimo, G., León- Nájera, J.A., 2008. Producción de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) y rábano (*Rhabanus sativus* L.). Universidad y Ciencia 24, 11-20.
- Grageda-Cabrera, O. A.; Esparza-García, F. and Peña-Cabriales, J. J. 2000. Environmental impact of nitrogen fertilizers in the region known as “Bajío” in México. 45-54 pp. In: Sánchez G. and Olguín G. (Eds.). Environmental biotechnology and cleaner processes. Taylor and Francis, London, U. K
- Graetz, H.A. 2002 suelos y fertilización. México, Editorial Trillas, México pág. 6.
- Graham, P. H. y Ranilli, P. 1997. Common bean (*Phaseolus vulgaris* L.). Field Crops Research. 53(1997): 131-146.
- Hocde, Hernández, J. C. Araya, R. Bermúdez, Alexis. Bermúdez, Tali. Morena, Juan 2000. Proceso de Fito mejoramiento participativo con frijol en Costa Rica: la historia de “saca pobres”. 12p.
- Lépiz, I. R. 1983. Frijol en el Noreste de México. SARH, Centro Nal. De Investigaciones Agrícolas del Pacífico Norte. Campo Agr. Exp. Del Valle de Culiacán. Comisión Permanente para la Investigación y Experimentación Agrícola en Sinaloa. Culiacan, Sin. México. 218 p.
- Maga, J. A. 1982. Phytate: Its chemistry, occurrence, food interactions, nutritional significance and methods of analysis. J. Agric. Food Chem. 30:1-9.
- Ministry of Agriculture, Fisheries and Food 2000. Fertiliser recommendations for agricultural and horticultural crops. Londres. Pag 24.
- Miller, R.W. and Donahue, R.L. 1995. Soils in our environment. 7th ed. Prentice Hall. Englewood Cliffs, NJ. P 40.
- Millaleo, R., Montesinos, C., Rubio, R., Contreras, A., Borie, F., 2006. Efecto de la adición de compost sobre propagulos micorrizicos arbusculares en un suelo volcánico del centro sur de Chile. R. C. Suelo Nutr. Veg. 6, 26-39.
- Navarro S., F. 1983. Marco de referencia del área. In: Frijol en el Noroeste de México. Tecnologías de producción. SARH-INIA-CIPAC. CAEVACU. CPIPEAS. Culiacán, Sin., México. pp. 1-28.
- Ortiz S., C. A. 1982. Agro meteorología. Departamento de Suelos. Universidad Autónoma de Chapingo. Chapingo, México. 221 p.

- Parson, D.B 1990. Frijol y chícharo. 2 da Edición. México Editorial SEP-Trillas, México. Pp. 9, 11, 12, 16,21 y 22.
- PLM, 2005. Diccionario de especialidades agroquímicas Ed. Ediciones PLMS.A. de C.V. México D.F. Pág. 32.
- Reyes Moreno, C. and Paredes López, O. 1993. Hard-to-cook phenomenon in common beans-a review. Crit. Rev. Food Sci.Nutr. 33:227-286
- Raymond, A.T. G. 1989. Producción de semillas de plantas hortícolas. Edicione Mundi- Prensa.Madrid, España. Pp. 200, 201, 288.
- Salinas N.R, Escalante J.A. E., Rodríguez M.T. G. y Sosa E. M. 2008. Rendimiento y calidad nutrimental de frijol ejotero (*P. vulgaris* L.) en fechas de siembra. Rev. Fitotecnia Méx, vol. 31 numero 3. De la Sociedad Mexicana de Fitogenética, A.C. pp. 235-241.
- Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación SAGARPA 2003 Producción de Hortalizas.235 p.
- Schnitzer, M. 1990. Selected methods forte characterization of soil humic substances. En: p. McCarthy y Cols. (Ed.): humic sustances in soil and crop sciences. ASA & SSSA. Madison: 65-89.
- Schuldt, M. 2006. Lombricultura, teoría y práctica. Editorial Aedos. Mundi-Prensa Barcelona. Pag. 29 y 30.
- Silbernagel M J, W Janssen, J H Davis C, G Montes de Oca 1991. Snap bean production in the tropics: Implications for genetic improvement. In: 235 p.
- Singh, S. P. 1999. Production and Utilization. En Common bean improvement in the twenty-first century. (Singh. S. P. ed.) pp. 1-24.
- SIAP -SAGARPA 2007. Consulta de bases de datos de producción mundial y comercio internacional de Frijol., SIACON, Anuario Agrícola por Municipio. Consulta de Indicadores de Frijol. 6 p.
- Soto, A. y Gamboa, C. 1984. Competencia entre malas hierbas y el frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) en función del cultivar, la población y la distancia entre hileras. Agronomía Costarricense. 8(1): 45-52.
- Sotelo R. M.G y Téllez P. J. A. 2007. Efecto de distintos porcentajes de humus de lombriz, composta y suelo, como sustrato en la producción de plántulas de café (*Coffea arabica* L.) variedad caturra. Tesis de Licenciatura. Universidad Nacional Agraria. Managua, Nicaragua. Pág. 42.

- Stevenson, F. J. 1994. Humus Chemistry: Genesis, Composition, Reactions. Department of Agronomy, University of Illinois, U.S.A. pag. 13.
- Suzuki H, T Tsukaguchi, Y Egawa 2001 Ultrastructural study on degeneration of tapetum in anther of snap bean (*Phaseolus vulgaris* L.) under heat stress. Sexual Plant Reprod. 13:293- 299.
- White, W. J. 1985. Conceptos básicos de fisiología en frijol. In: Frijol, investigación y producción. Compilado y editado por M. López, F. Fernández y A. Schoonhoven. CIAT. Cali, Colombia. pp. 43-60.
- Silbernagel M J, W Janssen, J H Davis C, G Montes de Oca (1991) Snap bean production in the tropics: Implications for genetic improvement. In: Common Bean: Research for Crop Improvement. A van Schoonhoven, O Voysest (eds). CAB Int Centro Internacional de Agricultura Tropical. Pp: 835-862.
- Valladolid, A. R. 2005. Cultivos con potencial de exportación. Cit Informa. N° 003. 2005. Ministerio de Agricultura del Perú. Centro de Información tecnológico. P 35
- Vestirilly C M B 2002. Tecnología de Hortalizas. Ed. ACRIBIA, S.A. Zaragoza, España. 591 p.
- Vessey, J. K. 2003. Plant growth promoting rhizobacteria as biofertilizers. Plant Soil. 255:571-586.
- Vieira, C. 1970. Periodo crítico de competencia entre ervas daninhas e a cultura do feijão. Ceres. 17(94): 354-367.
- Zapata, F. 2002. Contribución de las técnicas nucleares al desarrollo de prácticas de manejo integrado del suelo, agua y nutrientes para el incremento de la producción agrícola. Terra 20: 1- 6.
- Zhiweij Q, X Xangyang, L Hongyu, Y Chengge, T Bing. 1995. Evaluation of quality characteristic of the fresh pods of the bean (*Phaseolus vulgaris* L.) in breeds in Heilongjiang province. Acta Hort. 402: 200-205.

## Citas de internet

- <http://contaminacionporfertilizantes.blogspot.mx/>
- [http://www.cesaveg.org.mx/html/folletos/folletos\\_11/folleto\\_frijol\\_11.pdf](http://www.cesaveg.org.mx/html/folletos/folletos_11/folleto_frijol_11.pdf)
- <http://www.obesidad.net/spanish2002/default.htm>
- (<http://www.infoagro.com/hortalizas/judia.htm>)
- <http://www.sagarpa.gob.mx/desarrolloRural/Documents/fichasaapt/Usode%20Fertilizantes.pdf>
- [http://siproduce.sifupro.org.mx/seguimiento/archivero/22/2013/trimestrales/anexo\\_587-5-2014-05-4.pdf](http://siproduce.sifupro.org.mx/seguimiento/archivero/22/2013/trimestrales/anexo_587-5-2014-05-4.pdf)
- <http://www.fps.org.mx/portal/index.php/notas/1491-se-realizo-un-dia-demostrativo-sobre-el-uso-de-los-biofertilizantes>
- <https://es.scribd.com/document/257227036/Manual-Teorico-practico-Biofertilizantes>
- <http://dspace.pucesi.edu.ec/bitstream/11010/265/1/T71649.pdf>
- <http://www.inforural.com.mx/frijol-siembra-y-cosecha/>