

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA “ANTONIO  
NARRO”**

**DIVISIÓN DE INGENIERIA**



**DETERMINACIÓN DEL NIVEL PRODUCTIVO DEL CULTIVO DE  
FRIJOL (*Phaseolus Vulgaris L.*)**

Por:

**FERNANDO DARINEL BAUTISTA TAMAYO**

**MONOGRAFÍA**

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

**INGENIERO MECÁNICO AGRÍCOLA**

**Buenavista, Saltillo, Coahuila, México**

**Junio de 2013**

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA**

**ANTONIO NARRO**

**DIVISIÓN DE INGENIERÍA**

**DEPARTAMENTO DE MAQUINARIA AGRÍCOLA**

**DETERMINACION DEL NIVEL PRODUCTIVO DEL CULTIVO DE  
FRIJOL (*Phaseolus Vulgaris L.*).**

**POR:**

**Fernando Darinel Bautista Tamayo**

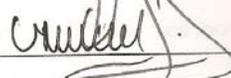
**MONOGRAFIA**

Que somete a consideración del H. Jurado Examinador como requisito  
parcial para obtener el título de:

**INGENIERO MECÁNICO AGRÍCOLA**

**Aprobado por el comité de monografía**

Asesor Principal



**Dr. Jesús Rodolfo Valenzuela García.**

Sinodal

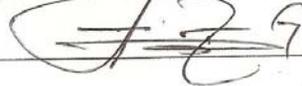
Sinodal



**Dr. Santos Gabriel Campos Magaña**

Universidad Autónoma Agraria  
**M.C. Tomas Gaytan Muñoz**

Coordinador de la división de ingeniería



**M.C. Luis Rodríguez Gutiérrez**  
Coordinación de  
Ingeniería



## **DEDICATORIA**

Con cariño, respeto y admiración les dedico mi triunfo.

### **AMIS PADRES:**

**Sr. José Cesar Bautista Morales y Sra. Matilde Del Carmen Tamayo López** que me dieron la vida, me apoyaron y creen en mí en todo momento a pesar de estar lejos de ellos. Gracias por apoyarme en los momentos buenos y malos que como todo ser humano pasa, así también por sus sabios consejos cuando los necesitaba y levantarme el ánimo cuando en ocasiones los perdía. Agradezco el haberme inculcado los valores que me formaron, porque sin su apoyo no hubiese cumplido este logro tan importante en mi vida la cual comparto con ustedes.

### **A MIS HERMANOS Y SOBRINOS:**

**Gladys Elena, Rodolfo, Doris Yasmin y Christian Cesar** y a mis sobrinos **Maximiliano, Alison, Odalis, Krystelly Susana** porque siempre me entregaron su cariño y sobre todo mucha alegría durante la realización de mi carrera y parte de vida. En especial a mi hermano **Christian** a quien admiro por su forma de ver las cosas aun siendo pequeño de edad además de brindarme su confianza y cariño.

### **A MI COMPAÑERA:**

**Maria De Lourdes** por estar conmigo a cada momento que te necesite por tu consejos y compañía que me has brindado.

### **A MIS COMPAÑEROS Y AMIGOS:**

**Abenamar, Eduard, Luis Enrique, Ricardo, Fernando, Adan, Leandro, Juan Homero y Cristobalen** quienes encontré y pase momentos de felicidad, amistad y sobre todo por los consejos que me brindaron cuando los necesite durante mi formación profesional.

## **AGRADECIMIENTOS**

### **A DIOS:**

Por iluminarme el en el camino en todo momento, fortalecerme día con día, por ser mi hombro de gran apoyo y no dejarme caer en los momentos difíciles que pase. Y como también el estar a mi lado en aquellos momentos felices de mi vida. Y en gran parte por poner en mi camino a mis amigos y maestros, quienes fueron clave importante para terminar una nueva etapa de mi vida.

### **A MI UNIVERSIDAD:**

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA ANTONIO NARRO que me vio crecer como profesionista (Ing. Mecánico Agrícola) además de brindarme las herramientas que dentro de ellas se puede encontrar y a todos y cada uno de los profesores los cuales fueron una herramienta indispensable en mi formación.

### **A MI ASESOR Y MAESTROS:**

Agradezco al **Dr. Jesús Rodolfo Valenzuela García** por brindarme su apoyo y asesorarme para llevar a cabo este proyecto, a todos y cada uno de los profesores del departamento de maquinaria agrícola gracias por transmitirme sus conocimientos tenerme paciencia y comprensión cuando los necesite. A todos y cada uno de ellos gracias por todos sus conocimientos que me brindaron durante mi formación como profesionista.

INDICE GENERAL

INDICE DE FIGURAS..... VI

INDICE DE CUADROS.....VII

I. INTRODUCCIÓN ..... 1

II. ORIGEN DEL FRIJOL ..... 2

III. MORFOLOGÍA Y TAXONOMÍA DEL CULTIVO DEL FRIJOL COMÚN..... 4

    3.1 Principales características del cultivo de frijol..... 4

    3.2 Condiciones del cultivo ..... 5

    3.3 Tallo principal..... 6

    3.4 Ramas ..... 7

    3.5 Triadas..... 8

    3.6 Hábitos de crecimiento ..... 9

    3.7 Hojas ..... 11

    3.8 Etapa de floración..... 12

    3.9 Flores..... 12

    3.10 Inflorescencias..... 13

    3.11 Vainas..... 14

    3.12 Etapa de llenado de granos ..... 15

    3.13 Semillas ..... 17

    3.14 Variedades ..... 18

        3.14.1 Variedades de grano negro ..... 18

        3.14.2 Variedades de grano claros..... 20

        3.14.3 Variedades de grano pinto ..... 21

IV. REQUERIMIENTOS EDAFO-CLIMÁTICOS..... 23

    4.1 Clima ..... 23

    4.2 Suelo ..... 23

    4.3 Elevación ..... 24

V. PARTICULARIDADES DEL CULTIVO .....	24
5.1 Preparación del terreno .....	24
5.1.1 Limpieza del terreno .....	24
5.1.2 Barbecho .....	24
5.1.3 Rastreo .....	25
5.1.4 Nivelación .....	25
5.1.5 Surcado .....	26
5.2 Siembra .....	26
5.2.1 Siembra mecanizada .....	26
5.2.2 Siembra con espeque .....	27
5.2.3 Siembra con arados manuales .....	27
5.3 Labores culturales .....	28
5.4 Manejo de agua .....	28
5.5 Fertilización .....	30
5.6 Combate de malezas .....	31
5.7 Cosecha .....	32
5.7.1 Cosecha manual .....	33
5.7.2 Cosecha semi-mecanizada .....	34
5.7.3 Cosecha mecanizada .....	36
VI. PLAGAS Y ENFERMEDADES EN EL CULTIVO DE FRIJOL .....	39
6.1 Plagas .....	40
6.1.1 Minador del frijol, <i>Xenochalepus signaticollis</i> (Baly) .....	40
6.1.2 Conchuela del frijol, <i>Epilachna varivestis</i> Mulsant .....	43
6.1.3 Chicharrita del frijol, <i>Empoasca kraemeri</i> Ross y Moore .....	46
6.2 Enfermedades .....	49
6.2.1 Roya o chahuixtle [ <i>Uromyces appendiculatus</i> (Pers.:Pers.) Unger]	
.....	49
6.2.2 Tizón de halo [ <i>Pseudomonas syringae</i> pv. <i>phaseolicola</i>	
(Burkholder) Young et al.] .....	51
VII. ESTADO CON MAYOR PRODUCCION DE FRIJOL EN MEXICO EN	
TON/HA. ....	53
7.1 Localización .....	53

7.2 Características edafo-climáticas del Estado de Zacatecas.....	57
7.2.1 Clima. ....	57
7.3 Características del suelo. ....	57
VIII. PAQUETE TECNOLÓGICO DE LA PRODUCCIÓN DE FRIJOL EN EL ESTADO DE ZACATECAS.....	58
8.1 Tecnología de Siembra.....	58
8.2 Variedades de semillas sembradas y cantidades por hectáreas. ....	59
8.3 Riegos .....	61
8.4 Fertilización .....	61
8.5 Malezas y como se combaten .....	62
8.6 Herbicidas.....	62
8.7 Labores culturales .....	63
8.8 Plagas.....	64
8.9 Enfermedades .....	67
8.10 Cosecha .....	69
8.11 Rendimiento.....	70
IX. CONCLUSIÓN.....	70
X. BIBLIOGRAFÍAS .....	71

## INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Algunos tipos de Frijoles.....	4
Figura 2. Etapa de crecimiento del frijol.....	6
Figura 3. Algunas partes la planta de frijol.....	11
Figura 4. Etapa de floración del frijol.....	13
Figura 5. Vainas en estado verde .....	15
Figura 6. Vainas de frijol maduras .....	17
Figura 7. Granos de frijol de diferentes colores .....	18
Figura 8. Preparación de terreno .....	25
Figura 9. Sembradora de frijol.....	27
Figura 10. Riego antes y después de siembra de frijol .....	1
Figura 11. Fertilizadora .....	30
Figura 12. Cosecha a manual y Cosecha mecanizada.....	35
Figura 13. Arranque y alomillado de planta de frijol .....	37
Figura 14. Rastrillo de soles para voltear las plantas de frijol .....	38
Figura 15. Trilladora de frijol mecánica .....	38
Figura 16. Minador del frijol y lo que ocasionan.....	41
Figura 17. Conchuela del frijol y lo que ocasionan.....	44
Figura 18. Chicharrita del frijol y lo que ocasionan. ....	48
Figura 19. Demostrando numerosas postulas de roya .....	50
Figura 20. Manejo de la enfermedad .....	52
Figura 21. Localización de zacatecas .....	54
Figura 22. representacion del nivel de produccion de frijol en mexico.....	55
Figura 23. Minador del frijol .....	64
Figura 24. Conchuela de frijol .....	65
Figura 25. Chicharrita del frijol .....	65
Figura 26. Gallina ciega .....	66
Figura 27. Chinche café y mosquita midge.....	66
Figura 28. Gorgojos .....	67
Figura 29. Perforadores de vainas.....	67
Figura 30. Roya .....	68
Figura 31. Tizón de halo .....	68
Figura 32. Pudrición de la raíz .....	69
Figura 33. Cosecha de frijol .....	69

## INDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Variedades de frijol y su zona de producción.....	22
Cuadro 2. Productos herbicidas recomendados en el combate de malezas de frijol .....	31
Cuadro 3. Mezclas de herbicidas que pueden utilizarse en frijol .....	32
Cuadro 4. Productos para control de plagas.....	39
Cuadro 5. Principales estados productores de frijol en México (ton/año) .....	55
Cuadro 6. Rendimiento (ton/ha).....	56
Cuadro 7. Costo para la producción de una hectárea de cultivo de frijol .....	56

Palabras clave: frijol, semillas, variedades, siembra, enfermedades.

## I. INTRODUCCIÓN

El frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.), de origen americano, económicamente es el cultivo más importante en el mundo y ocupa más del 80% de la superficie sembrada con este género (Paredes *et. al.*, 2006). Su mayor área de producción se concentra en América Latina, donde se localiza cerca del 45% de la producción mundial y representa además, la región de mayor consumo del grano (Morales, 2000). Esta leguminosa es muy rica en proteínas, fibras naturales y otros elementos, y es un buen complemento de los cereales y otras fuentes principales de carbohidratos (León *et. al.*, 2008).

En México existen cerca de 70 variedades de frijol que se distribuyen en siete grupos: negros, amarillos, blancos, morados, bayos, pintos y moteados. Por la preferencia del consumidor el frijol se clasifica en muy preferente: Azufrado, Mayocoba, Negro Jamapa, Peruano, Flor de Mayo y Junio; preferentes son las variedades Garbancillo, Manzano, Negro san Luis, Negro Querétaro y Pinto. Y por último los no preferentes que son Alubia Blanca, Bayo Blanco, Negro Zacatecas, Ojo de Cabra y Bayo Berrendo. En la zona norte de México se consume las variedades azufradas, que se cultivan principalmente en Sinaloa mientras que una gran parte de frijol negro se cultiva en Nayarit y Zacatecas, con una demanda mayormente concentrada en las zonas centro y sur del país.

El frijol es una rica fuente de proteínas e hidratos de carbono, además de ser una buena fuente de vitamina del complejo B como es la niacina, la riboflavina, el ácido fólico y la tiamina. Igualmente proporciona hierro, cobre, zinc, fósforo, potasio, magnesio y calcio y tiene un alto contenido en fibra. También es una excelente fuente de ácidos grasos poliinsaturados. Es un alimento fundamental en la dieta de la población mexicana, sobre todo para las

clases más desprotegidas del país, ya que constituye la fuente principal de proteínas para ese sector, siendo un alimento que no puede sustituirse con algún otro.(FIRA, 2001).

## **OBJETIVOS**

- ❖ Recopilar las estadísticas actualizadas técnicas económicas del cultivo de frijol a nivel nacional.
- ❖ Identifica las regiones del país con mayor producción de dicho cultivo.
- ❖ Describir el paquete tecnológico que presente los mejores resultados del cultivo de frijol.
- ❖ Describir el paquete tecnológico del lugar de mayor producción de frijol.

## **II. ORIGEN DEL FRIJOL**

Según Soriano y Rojas (2006) se han hallado restos arqueológicos del frijol donde existieron asentamientos humanos en el continente americano, su domesticación fue registrada en México y Guatemala, y la especie que hoy conocemos como frijol común procede de alrededor de 80 especies silvestres de las cuales sólo 4 fueron domesticadas para servir como alimento y se conservan actualmente en tierras americanas. Por su parte, Singh (1999) refiere que el frijol está distribuido y cultivado en casi todos los continentes. Vázquez y Giraldo (2005) expresan que de

*Phaseolus vulgaris* existen muchas variedades en el mundo y que cada región o país tiene sus propias preferencias.

Según Tapuach (2004), en estudios realizados, la domesticación del frijol se inició hace unos siete mil años, evidencia de la capacidad del hombre para crear sus alimentos, donde seguramente les llevó varios intentos hasta lograr cultivar un frijol de tamaño adecuado para comer. Cristóbal Colón pudo haber sido el primer europeo que probó los frijoles americanos. Los descubrió en Nuevitas, Cuba y como es razonable suponer los envió a casa, junto con una serie de nuevos alimentos que encontró. Los frijoles no causaron tanto impacto en Europa en esos tiempos. Fue hasta la conquista cuando nuevamente se envió a España esta leguminosa en 1519.

México, como parte de Mesoamérica es considerado como uno de los centros de origen más importantes del mundo de varios tipos de frijoles del género *Phaseolus*, entre ellos el que más destaca por su valor comercial es el *Phaseolus vulgaris*. Existen antecedentes de que esta planta se cultiva desde hace aproximadamente 8 mil años. La gran diversidad de climas y nichos ecológicos, así como culturales de nuestro país llevó durante este gran período de la historia a que se desarrollaran una diversidad de tipos o calidades de frijoles: negros, azufrados, flores, bayos, pintos, ayocotes, espolón, combas, entre otros (figura 1), lo cual constituye una oferta muy variada para el mercado y responde a diferentes preferencias y precios. (FIRA, 2001).



**Figura 1.** Algunos tipos de Frijoles

### **III. MORFOLOGÍA Y TAXONOMÍA DEL CULTIVO DEL FRIJOL COMÚN.**

#### **3.1 Principales características del cultivo de frijol**

El frijol común pertenece al género *Phaseolus* y recibe el nombre científico de *Phaseolus vulgaris* L. Según Cronquist citado por Franco *et. al.*, (2004), su ubicación taxonómica es:

Reino: Plantae

División: Magnoliophyta

Clase: Magnoliopsida

Subclase: Rosidae

Orden: Fabales

Familia: Fabaceae

Género: *Phaseolus*

Especie: *Phaseolus vulgaris* L.

Reino: Plantae.

Subreino: Franqueahionta.

División: Spermatophyta.

Subdivisión: Magnoliophyta.

Clase: Magnoliatae.  
Orden: Fabales.  
Familia: Fabaceae.  
Género: Phaseolus.  
Especie: P vulgaris, L.

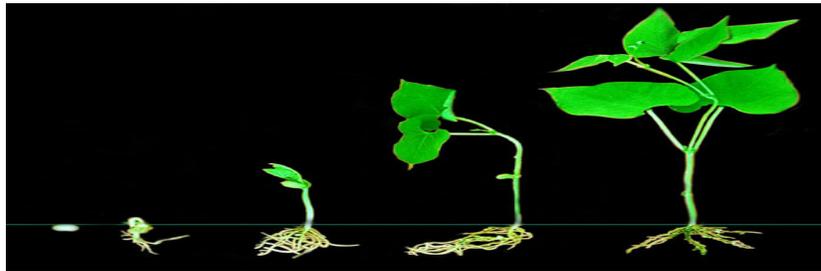
### **3.2 Condiciones del cultivo**

La primera expresión de crecimiento en la etapa de germinación corresponde a la aparición de la radícula, la cual se convierte posteriormente en la raíz primaria o principal. En la parte alta de la radícula, pocos días después de ocurrida la germinación, se desarrollan entre tres y siete raíces secundarias como se puede observar en la figura 2.

El hipocotilo, que corresponde a la parte subterránea del tallo principal, comienza a expresarse uno a dos días después que la radícula y conduce a los cotiledones hacia arriba hasta posicionarlos por sobre el nivel del suelo. El término de la etapa de germinación y el comienzo a su vez de la etapa de emergencia, corresponde al momento en que el hipocotilo asoma sobre el suelo junto a los cotiledones.

Los cotiledones, por su parte, una vez que emergen y se despliegan, dan lugar al crecimiento del epicotilo; éste corresponde a la porción del tallo que se ubica entre los cotiledones y el primer par de hojas primarias o unifoliadas.

La plúmula, por otra parte, que viene diferenciada en la semilla, se encuentra a continuación del epicotilo, estando constituida por la yema terminal y los primordios de las primeras hojas trifoliadas. Vázquez y Giraldo (2005).



**Figura 2.** Etapa de crecimiento del frijol

### **3.3 Tallo principal**

Las plantas poseen un tallo principal, el cual, dependiendo del cultivar, puede presentar un hábito de crecimiento erecto, semiprostrado o prostrado. Los tallos pueden presentar pelos cortos, pelos largos, una combinación de pelos cortos y largos, o ser glabros. Además de lo señalado, siempre existen pequeños pelos en forma de gancho llamados uncinulados, incluso en los tallos glabros.

La pigmentación de los tallos presenta tonalidades derivadas fundamentalmente del verde, del rosado y del morado. En algunos casos el tallo y el pecíolo tienen el mismo color, pudiendo incluso suceder que la pigmentación de los tallos se concentre solamente cerca de los nudos.

El primer nudo del tallo principal, corresponde a aquel en que se encuentran insertos los cotiledones; la primera porción del tallo, por lo tanto, corresponde al hipocotilo. En el segundo nudo se presentan las hojas primarias, las cuales son unifoliadas y opuestas.

El segundo nudo, que se desarrolla entre el nudo cotiledonar y las hojas unifoliadas, corresponde al epicotilo. Los cotiledones, en tanto, se van deshidratando en forma gradual, desprendiéndose de las plantas cuando éstas están próximas a expresar su tercer nudo en el tallo principal.

El crecimiento del tallo principal, luego de la expresión del epicotilo, continúa manifestándose a través de la formación de una serie de nudos e internudos, cuyo número depende del cultivar y muy especialmente de su hábito de crecimiento. El número total de nudos en el tallo principal puede fluctuar entre 6 y más de 30. Franco *et al.*, (2004).

### **3.4 Ramas**

Las plantas de frijol poseen un número variable de ramas, las cuales presentan un menor diámetro que el tallo principal. Las ramas primarias, que comienzan habitualmente a desarrollarse cuando las plantas presentan entre tres y cuatro nudos en el tallo principal (figura 3), son importantes en la producción de vainas.

La ramificación se inicia generalmente en la axila de la primera hoja trifoliada (tercer nudo del tallo principal) y continúa hacia la parte alta, siendo en general las dos primeras ramas en formarse (tercer y cuarto nudo), las más importantes. Las ramas primarias que se originan en nudos más altos del tallo principal y/o las ramas secundarias, en el caso de los cultivares que las producen, son de menor crecimiento y realizan un menor aporte al rendimiento. El desarrollo de ramas en el nudo cotiledonar sólo ocurre en casos en que la planta sufra algún daño importante en su crecimiento. En el segundo nudo, que corresponde al del primer par de hojas unifoliadas, tampoco es común que se produzcan ramas, aunque es más probable que en el nudo de los cotiledones.

El crecimiento del tallo principal y de las ramas puede terminar en una inflorescencia o en una hoja, según se trate de cultivares de hábito determinado o indeterminado, respectivamente. Franco *et al.*; (2004),

### 3.5 Triadas

En la axila de cada hoja trifoliada se encuentran tres yemas formando un complejo axilar llamado tríada. Por otra parte, los dos primeros nudos presentan tríadas en ambos lados, vale decir en la axila de cada cotiledón y en la axila de cada hoja unifoliada.

Las yemas de la tríada pueden permanecer latentes, originar ramas, ramas y racimos florales, u originar solamente racimos florales. En el caso que se originen dos ramas en un mismo nudo, éstas, al igual que las hojas, tendrán una disposición alterna respecto del nudo siguiente; sólo en los dos primeros nudos pueden llegar a producirse ramas en forma opuesta.

El desarrollo de las tríadas puede ser de tres tipos, los cuales se caracterizan a continuación:

Completamente vegetativo: en este caso, una, dos, o incluso las tres yemas pueden mantenerse latentes; lo habitual, sin embargo, es que en las tríadas vegetativas de posición más baja, la yema central origine una rama y las yemas laterales permanezcan latentes; eventualmente, luego de la expresión de la rama sobre la yema central, puede brotar una yema lateral produciendo un apéndice foliáceo, o prófido.

La expresión de ramas, a partir de las tríadas vegetativas ubicadas en las primeras hojas del tallo principal, determina un rápido avance en el crecimiento de las plantas. En los cultivares indeterminados, lo normal es que a partir de las tríadas vegetativas basales de las ramas primarias, se originen ramas secundarias.

Por último, cabe señalar que existen tríadas completamente vegetativas, especialmente las de posición más alta, en las que no se manifiesta ningún tipo de crecimiento.

Floral y vegetativo: en las tríadas que presentan desarrollo floral y vegetativo, la yema central desarrolla una inflorescencia y las dos yemas laterales permanecen inicialmente en estado latente. Sin embargo, eventualmente, una de las yemas laterales, o incluso las dos, pueden salir del estado de latencia e iniciar el desarrollo de una rama. Generalmente, el tipo de desarrollo floral y vegetativo se presenta en la parte media y superior de los tallos.

Completamente floral: las dos yemas laterales se desarrollan directamente en flores y luego en vainas. La yema central en un comienzo permanece en estado latente, pudiendo posteriormente dar origen a un nuevo botón floral. Este tipo de desarrollo se presenta únicamente en la axila de la última hoja trifoliada del tallo principal o de las ramas, en los cultivares de crecimiento determinado (figura 3).

Los tres casos de desarrollo estructural de la planta a partir de las tríadas están presentes tanto en el tallo principal como en las ramas. (León *et. al.*, 2008).

### **3.6 Hábitos de crecimiento**

De acuerdo con el hábito de crecimiento que presentan sus plantas, los cultivos de fríjol son agrupados en cuatro tipos principales:

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

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

Hábito de crecimiento indeterminado postrado (Tipo III): las plantas presentan un hábito postrado o semipostrado, con un importante sistema de ramificación. El tallo principal y las numerosas ramas existentes pueden presentar aptitud trepadora a partir de las guías que presentan en su parte terminal, especialmente si cuentan con algún tipo de soporte. Las guías, que corresponden a prolongaciones de los tallos que se aíslan de la cobertura del cultivo, comienzan a expresarse luego de iniciada la floración; los internudos de las guías, en tanto, son mucho más largos que los internudos de los tallos. La etapa de floración es más prolongada que en los hábitos Tipo I y Tipo II, y la madurez de sus vainas es bastante menos concentrada.

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

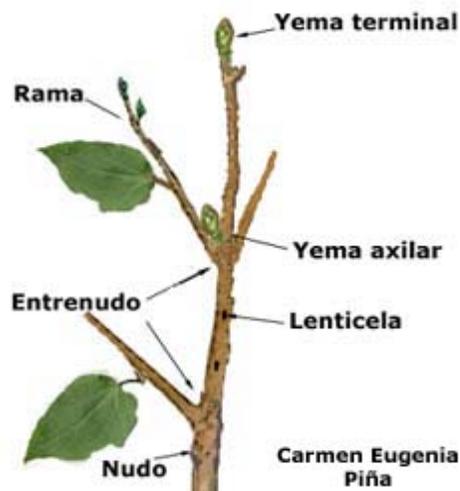
Los cuatro tipos de hábito descritos, son muy definidos; sin embargo, hay cultivares cuyas características determinan que su ubicación sea intermedia entre un hábito y otro. (León *et. al.*, 2008).

### 3.7 Hojas

Las plantas de frijol presentan hojas simples y compuestas. Las simples, que se denominan también primarias, son las que se forman en la semilla durante la embriogénesis. Son opuestas, unifoliadas, auriculadas, acuminadas y sólo se presentan en el segundo nudo del tallo principal, a continuación del nudo cotiledonar (figura 3). Las hojas compuestas, en tanto, son trifoliadas y corresponden a las hojas características del frijol.

Las hojas trifoliadas presentan además un pecíolo y un raquis; en la base del pecíolo, y muy próximo al tallo, está el pulvínulo, estructura que se relaciona con los movimientos nictinásticos de las hojas. A cada lado del punto de inserción de las hojas trifoliadas, se presenta una pequeña estípula de forma triangular.

Los tres folíolos de cada hoja compuesta, uno central y dos laterales, son simétricos y acuminados; cada uno de los folíolos presenta un peciolo que los une al raquis, observándose además la presencia de una estípela en cada folíolo lateral, y de dos estípelas en el folíolo terminal; estas estructuras se ubican en la base de los peciolos. Soriano y Rojas (2006)



**Figura 3.** Algunas partes la planta de frijol

### **3.8 Etapa de floración**

Poco antes de iniciarse la floración, la planta presenta botones florales prominentes; en el caso de los cultivares determinados, las primeras flores en abrir son las correspondientes a los botones ubicados en la parte terminal del tallo principal y de las ramas; posteriormente, la floración se extiende sucesivamente hacia los nudos inferiores de los tallos. En el caso de los cultivares indeterminados, la floración comienza en los nudos reproductivos inferiores del tallo principal y de las ramas, para posteriormente extenderse sucesivamente hacia los nudos superiores. Tapuach (2004)

### **3.9 Flores**

La flor del frijol, que es una típica flor papilionácea, presenta un pedicelo con pelos uncinulados; el cáliz es gamosépalo y en su base hay dos bractéolas verdes y ovoides que persisten hasta poco después de la floración (figura 4). La corola, por su parte, es pentámera y en ella se pueden distinguir las siguientes partes: el estandarte o pétalo posterior, que es glabro y simétrico, las alas, que corresponden a los dos pétalos laterales y la quilla, que está formada por los dos pétalos anteriores, los cuales se encuentran totalmente unidos. La quilla, que es asimétrica, se presenta en forma de espiral muy cerrado, envolviendo completamente al gineceo y al androceo.

El androceo está formado por nueve estambres soldados en la base y por un estambre libre llamado vexilar, que se encuentra al frente del estandarte. El gineceo súpero incluye el ovario comprimido, el estilo encurvado y el estigma interno. La morfología floral del frijol favorece el

mecanismo de autopolinización; en efecto, las anteras están al mismo nivel que el estigma y, además, ambos órganos están envueltos completamente por la quilla. Al ocurrir la dehiscencia de las anteras (antesis), habitualmente con las flores aún cerradas, el polen cae directamente sobre el estigma; una vez ocurrida la polinización se produce una rápida apertura de las flores. Tapuach (2004)



**Figura 4.** Etapa de floración del frijol

### **3.10 Inflorescencias**

Cada inflorescencia corresponde a un racimo principal compuesto de racimos secundarios (racimo de racimos). En la inflorescencia se pueden distinguir tres componentes principales: el eje, compuesto por un pedúnculo y un raquis, las brácteas y las flores.

En el extremo apical del pedúnculo se desarrolla la primera tríada floral que dará lugar al primer racimo secundario. A partir de éste, el racimo principal continúa elongando a través de un raquis, en el cual pueden desarrollarse entre una y dos tríadas florales más, completándose en definitiva dos a tres racimos secundarios.

En cada tríada floral dispuesta en el racimo principal, las dos yemas laterales producen una flor cada una; cuando las dos vainas provenientes de

las flores laterales ya están desarrolladas, puede expresarse una tercera flor en la posición central. (León *et. al.*, 2008).

### **3.11 Vainas**

Las vainas o legumbres corresponden a frutos compuestos por dos valvas, las cuales provienen del ovario comprimido; en la unión de las valvas aparecen dos suturas, una dorsal o placentar y una ventral. Los óvulos, que corresponden a las futuras semillas, se presentan dispuestos en forma alterna en las dos valvas de las vainas. (Figura 5)

Durante los primeros 3 a 4 días de crecimiento de las vainas, éstas se elongan lentamente (0,3 a 0,4 cm por día), portando rudimentos florales en su parte apical. Posteriormente, la elongación de las vainas comienza a ser más rápida, llegando a incrementarse hasta en más de 1 cm por día, en la segunda mitad del período de crecimiento. Las vainas que pueden ser planas o cilíndricas, alcanzan al estado verde una longitud promedio, que según el cultivar y las condiciones de manejo, puede fluctuar entre 9 y 16 cm.

El número original de óvulos por vaina varía generalmente entre cuatro y siete; el aborto de granos, que puede ocurrir por distintas causas, determina que las vainas lleguen a veces a lograr un menor número de granos que el potencial que presentaban de acuerdo al número de óvulos expresados.

Las vainas son generalmente glabras y a veces presentan la epidermis cerosa; pueden tener un color uniforme o presentar un aspecto jaspeado.(León *et. al.*, 2008).



**Figura 5.** Vainas en estado verde

### **3.12 Etapa de llenado de granos**

Los granos inician su crecimiento poco antes que las vainas alcancen su máxima longitud; sin embargo, el crecimiento hasta ese momento es muy escaso, lo que permite, en los cultivares destinados a la obtención de poroto verde, la cosecha de vainas aptas para el consumo en ese estado. Posteriormente, el crecimiento de los granos se hace bastante más rápido, lo que determina que una vaina en estado óptimo para su consumo en verde, se sobre maduró en un plazo máximo de 2 a 3 días.

Desde que se sobrepasa el estado de máxima longitud de las vainas, los granos crecen rápidamente, haciendo que las vainas presenten abultamientos característicos. El crecimiento de los granos, hasta alcanzar el estado de poroto granado (70 a 73% de humedad), se basa fundamentalmente en una acumulación de carbohidratos. Estos continúan acumulándose en forma importante, junto a las proteínas, hasta que se alcanza el estado de madurez fisiológica.

El estado de madurez fisiológica, o término de crecimiento de los granos, se alcanza cuando éstos logran una humedad de 52 a 54% como promedio. El color de los granos es verde desde el comienzo de su

crecimiento, hasta que alcanzan una humedad ligeramente superior o muy cercana al 60%; de ahí en adelante los granos van gradualmente adquiriendo el o los colores característicos de cada cultivar, para lograr su coloración definitiva al estado de madurez fisiológica.

El tiempo requerido para que las vainas alcancen su longitud máxima, es generalmente similar al que se requiere para que los granos completen su desarrollo (estado de madurez fisiológica). Los granos, luego de alcanzar su madurez fisiológica (figura 6), pierden aproximadamente un 3% diario de humedad como promedio, alcanzando su madurez de trilla cuando presentan en promedio un 14 o 15% de humedad.

Es común que muchos cultivares, a partir del momento en que sus semillas alcanzan un 14% de humedad, presenten dehiscencia espontánea de semillas; esta situación se relaciona con los tipos de textura que poseen las vainas, los cuales se detallan a continuación:

Pergaminosa: se caracteriza por la presencia de fibras fuertes en la unión de las valvas, lo que induce una marcada dehiscencia en la maduración. Los cultivares con este tipo de textura son los más comunes y corresponden a aquellos que se cultivan exclusivamente para la cosecha de grano seco.

Coriácea: se caracteriza por llegar a producir una separación leve de las dos suturas, sin que haya separación total de las dos valvas.

Carnosa o no fibrosa: la vaina es casi indehiscente y las valvas no poseen fibra; este es el caso de las vainas correspondientes a los cultivares de poroto verde cilíndrico. (Paredes *et. al.*, 2006)



**Figura 6.** Vainas de frijol maduras

### **3.13 Semillas**

Las semillas de frijol presentan una gran variación de colores, formas y tamaños; entre los colores se puede señalar el blanco, el amarillo, el beige, el café, el rojo, el negro o combinaciones de algunos de ellos (figura 7); las formas, en tanto, pueden ser cilíndricas, arriñonadas, esférica, ovaladas, etc.

Las partes externas más importantes de la semilla, se detallan a continuación:

Testa o cubierta: corresponde a la capa secundina del óvulo.

Hilum: corresponde a la cicatriz dejada por el funículo; esta última estructura conecta la semilla con la placenta.

Micrópilo: corresponde a una abertura natural existente en la semilla localizada cerca del hilum; permite la absorción de agua para el proceso de germinación.

Rafe: corresponde a un lóbulo que proviene de la soldadura del funículo con los tegumentos externos del óvulo.

Bajo la testa, la semilla presenta dos cotiledones y un eje embrionario; éste último está formado por la radícula, el hipocotilo, el epicotilo, la plúmula y las dos hojas primarias o unifoliadas. (Morales, 2000).



**Figura 7.** Granos de frijol de diferentes colores

### **3.14 Variedades**

Dentro de la gran cantidad de variedades de frijol que se siembra en México, se tiene una clasificación de acuerdo al color del grano en tres grandes grupos: Negros, Claros y Pintos; cuya gran diversidad depende de la variedad que en muchos casos recibe el nombre del estado donde se cultiva, a continuación se mencionan los más importantes: Negros, claros y pintos.

#### **3.14.1 Variedades de grano negro**

**Jamapa.** De hábito de crecimiento postrado, con follaje espeso y guías intermedias y largas que "cierran" los surcos. Florece entre los 45 a 50 días y a madurez de arranque entre los 90 a 100 días, la trilla se realiza de los 110 a 120 días.

**Negro altiplano.** Ciclo intermedio: 95 días a madurez, Planta erecta, arbolado compacta, Resistente a Roya y Antracnosis, Ligeramente tolerante a Bacteriosis

Muy suave a la cocción Rendimiento de 2 ton/ha en riego y 900 kg en temporal. Supera en rendimiento al Negro Querétaro, con mayor precocidad y color de grano más atractivo.

Días a madurez fisiológica: 82 a 109 días, Densidad siembra: 130 mil ptas./ha; Semilla por hectárea: 35 kg., Fecha límite de siembra: Hasta 15 de julio.

**Negro Tacaná.** La planta es de crecimiento erecto, tipo arbustivo de guías cortas. El ciclo de cultivo de esta variedad es más corto que las dos anteriores variedades, ya que su madurez es de 74 días. Es tolerante a las enfermedades de la roya y mancha angular y resistente a mosaico común y mosaico dorado.

**Brunca:** variedad de hábito de crecimiento indeterminado y postrado, conocido anteriormente como de semi-guía. Su altura es de 45 cm. Una de sus principales características es su gran precocidad, ya que florece entre los treinta y cuatro y treinta y siete días. Madura a los sesenta y seis días y su ciclo de cultivo es de setenta y cinco días.

**Huasteco:** variedad arbustiva de guía corta, erecta de muy buena arquitectura con una altura de 75 a 80 cm y resistente al volcamiento. Florece a los cuarenta y un días; en la maduración las vainas toman color morado que es característica de esta variedad y el ciclo de cultivo es de ochenta y tres a ochenta y cinco días.

**Flor de junio marcela.** Muestra una altura del dosel de 45 cm y las guías pueden alcanzar los 60 cm.

Flor de junio marcela tiene las alas y el estandarte de la flor color blanco. El número de días a floración es entre 55 y 61 días y la madurez se presenta entre los 105 y 112 días, dependiendo del sitio de siembra. Esta variedad tolera las enfermedades como el virus del mosaico común y es moderadamente susceptible a roya, bacteriosis común y antracnosis. El rendimiento experimental promedio de flor de junio marcela es de 2,940 kg/ha. Con base en el sitio de siembra el grano de esta variedad necesita entre 65 y 80 minutos para la cocción (determinada con vaso de vidrio y mechero de gas) y tiene un contenido promedio de proteínas entre 23 y 25 %. Flor de junio marcela es una variedad mejorada de frijol que tiene testa de color rosado con estrías amarillas. La clase comercial del grano de esta variedad es del tipo altamente preferente, por lo que tiene alta aceptación y valor en el mercado.

[www.mag.go.cr/biblioteca\\_virtual\\_ciencia/tec\\_frijol.pdf](http://www.mag.go.cr/biblioteca_virtual_ciencia/tec_frijol.pdf)

### **3.14.2 Variedades de grano claros**

**Flor de mayo M38.** Tiene hábito de crecimiento indeterminado postrado (Tipo III), muestra una altura del dosel de 45 a 51 cm y las guías pueden alcanzar los 62 cm. Esta variedad resiste las enfermedades como antracnosis, roya y bacteriosis común.

El rendimiento experimental de flor de mayo M38 en riego alcanza los 3 mil 600 kg/ha y en temporales de regulares a buenos puede variar entre mil y 2 mil 500 kg/ha. El grano de esta variedad necesita entre 80 y 88 minutos para la cocción (determinada con vaso de vidrio y mechero de gas) y tiene un

contenido de proteínas entre 23 y 26 %.Flor de mayo M38 es una variedad mejorada de frijol que tiene testa de color rosado con fondo crema. El grano de esta variedad es altamente preferente y tiene mejor aceptación y valor en el mercado.

**Frijol canario.** Es también conocido como "Peruano" o "Mayocoba". Este frijón de color amarillo azufrado se produce en toda la costa y valles interandinos de Perú, México y en la última década en USA. El Frijol Canario es el rey de los frijoles por su textura y sabor, y es el preferido por la mayoría de exigentes Cheffs latinos.

### **3.14.3 Variedades de grano pinto**

**Pinto Saltillo.**Tiene hábito de crecimiento indeterminado postrado (Tipo III), muestra una altura del dosel de 38 a 44 cm, las alas y el estandarte de la flor son de color blanco. Esta variedad tolera las enfermedades como antracnosis, roya y bacteriosis común.

El rendimiento promedio de pinto saltillo en riego es de 2 mil 304 kg/ha y en temporal es de mil 139 kg/ha. El grano de esta variedad necesita entre 80 y 103 minutos para la cocción (en vaso de vidrio y mechero de gas) y tiene un contenido promedio de proteínas de 21 %.

**Pinto villa.** Resistente a sequía, Sensible al fotoperíodo, ciclo intermedio: 85 días a madurez, hábito de crecimiento arbustivo, resistente a Bacteriosis y Antracnosis, tolerante a Roya, supera en 15% al testigo Pinto Nacional, Color de grano: Crema con manchas cafés, Densidad de siembra: 100 mil ptas./ha, Semilla por hectárea: 40 kg., Fecha límite de siembra: Hasta el 30 de julio,

Recomendable para fechas de siembra tardías, en sitios con lluvia mal distribuida.

**Pinto mestizo.** Tolerante a sequía, Ciclo intermedio: 89 días a madurez, Porte de planta erecto arbolado, Resistente a Roya y Antracnosis Tolerante a Bacteriosis, El grano es similar a Pinto Villa, con mayor potencial de rendimiento, mayor precocidad y grano más atractivo, Días a madurez fisiológica: 76 a 101 días, Densidad de siembra: 130 mil ptas./ha., Semilla por hectárea: 40 kg, Fecha límite de siembra: Hasta el 30 de julio.(INIFAP, 2009).

**Cuadro 1.** Variedades de frijol y su zona de producción

<b>Variedades de frijol</b>	<b>Zonas de producción</b>	<b>Algunos Estados que lo producen en México</b>
De grano negro	Zona sur	Veracruz, Chiapas, San Luis, Nayarit.
De grano claros	Noroeste y centro	Sonora, Sinaloa, Durango, Zacatecas, Chihuahua, Edo. de México.
De grano pintos	Norte	Coahuila, Sinaloa, Tamaulipas, Nvo. León, Zacatecas.

## IV. REQUERIMIENTOS EDAFO-CLIMÁTICOS

### 4.1 Clima

Las temperaturas óptimas para el desarrollo del cultivo oscilan entre 10°C a 27°C, la planta de Frijol es muy susceptible a condiciones extremas; exceso o falta de humedad, por tal razón debe sembrarse en suelos de textura ligera y bien drenado. El pH óptimo para sembrar Frijol, fluctúa entre 6.5 y 7.5, dentro de estos límites la mayoría de los elementos nutritivos B del suelo presenta su máxima disponibilidad, no obstante, se comportan bien en suelos que tienen un pH entre 4.5 y 5.5.(Vázquez y Giraldo, 2005)

### 4.2 Suelo

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

Se debe evitar sembrar en suelos ácidos, con contenidos altos en manganeso y aluminio y bajos en elementos menores. El pH óptimo para frijol está comprendido entre 6,5 y 7,5 aunque es tolerante a pH entre 4,5 y 8,2.(<http://www.siap.gob.mx>, 2012).

### **4.3 Elevación**

El frijol se adapta bien desde 200 hasta 1.500 msnm. (<http://www.infoagro.com>, 2007).

## **V. PARTICULARIDADES DEL CULTIVO**

### **5.1 Preparación del terreno**

#### **5.1.1 Limpieza del terreno**

Todos los cultivos exigen suelos bien preparados, para que al germinar y emerger las semillas lo hagan fácilmente a través de la capa de tierra que las cubre, la limpieza del terreno es una de las primeras labores importantes debe realizarse antes del barbecho, con desvaradora o con un paso de rastra con el propósito de desmenuzar la maleza, y residuos de cosecha anterior. (Soriano y Rojas, 2006)

#### **5.1.2 Barbecho**

Labor que consiste en cortar, voltear y pulverizar el suelo, incorporar residuos de cosechas anteriores, aflojar la capa arable permitiendo la aireación y penetración del agua al suelo (figura 8), favorecer el desarrollo de las raíces de las plantas y facilitar las labores culturales, esta práctica se realiza antes de la siembra, la profundidad del barbecho varía de acuerdo a

la textura y profundidad del suelo, para los suelos ligeros y poco profundos, a una profundidad de 15 a 20 cm y de 20 a 30 cm en suelos profundos.(Soriano y Rojas, 2006).



**Figura 8.**Preparación de terreno

### **5.1.3 Rastreo**

Esta actividad tiene como finalidad de reducir al mínimo los terrones formados durante el barbecho, favoreciendo así la germinación de las plantas, controla las malezas emergidas antes de la siembra, se recomienda dar uno o dos pasos de rastra dependiendo de la textura del suelo. (Soriano y Rojas, 2006)

### **5.1.4 Nivelación.**

Labor importante que consiste en emparejar el terreno cuando son poco accidentados, con el fin de evitar encharcamientos, favoreciendo así el control de enfermedades y el no desarrollo de plantas raquílicas.(Soriano y Rojas, 2006)

### **5.1.5 Surcado.**

Esta actividad consiste en abrir la tierra formando surcos o bordos, con determinada profundidad y distancia entre ellos, con ayuda de implementos agrícolas, donde son colocadas las semillas y distribuidas dependiendo del cultivo. (Escalante, Linzaga; Estrada, 2007).

## **5.2 Siembra**

### **5.2.1 Siembra mecanizada**

Después de la preparación convencional del terreno, con la arada y dos pasadas se rastra, la siembra se puede efectuar sobre lomillos o en plano.

La siembra se puede realizar con sembradoras de granos (figura 9) como la de maíz o con la de chorro o sembradora de arroz que es la más usada. La sembradora debe graduarse para que tire de quince a dieciséis semillas por metro lineal y se recomienda una distancia entre surcos de 53 cm. La población debe ser uniforme y alcanzar un promedio entre 250.000 a 280.000 plantas por hectárea. Se necesitan entre 40 a 46 kg/ha de semilla.



**Figura 9.** Sembradora de frijol

### **5.2.2 Siembra con espeque**

Después de la chapea de malezas se aplica un herbicida quemante entre ocho a quince días antes de la siembra. Para lograr mejores resultados, se recomienda la siembra en hileras, en las que resiembra entre dos a tres hileras de frijol.

Se utiliza una distancia de 50 cm entre surcos y 20 cm entre golpes de siembra y tres semillas por hoyo. También se puede "espequear" a 30 cm entre surcos y 30 cm entre plantas y colocar tres granos de frijol por sitio de siembra. Con esto se logra una población aproximada de 250.000 plantas/ha; y para esto se requiere 40 kg/ha de semilla.

### **5.2.3 Siembra con arados manuales**

En terreno preparado, ya sea en plano o en lomillos, se abre el surco de siembra por medio de arados manuales (surcadores) o azadones. Seguidamente, en el fondo del surco se coloca el fertilizante y el insecticida granulado y después de taparlos ligeramente se colocan a chorro, entre

quince a dieciséis semillas por metro lineal a una distancia entre surcos de 50 cm; se obtiene una población de 250.000 plantas/ha y se utilizan 40-46 kg/ha de semilla. (Escalante E. *et. al.*, 2007)

### **5.3 Labores culturales**

El cultivo se debe mantener libre de maleza durante los primeros 40 días, que es cuando más compiten con el frijol. Las etapas más importantes en las que se debe controlar la maleza son: antes de la siembra para evitar que se arraiguen, después de la siembra y entre los 30 y 40 días después de la siembra. La eliminación de las malezas puede hacerse con dos escardas. La primera se realiza de 20 a 25 días después de la siembra y la segunda de 20 a 25 días después de la primera. También se puede aplicar el herbicida postemergente Basagran. Este herbicida es efectivo siempre y cuando se aplique oportunamente, cuando la maleza esté pequeña (5 cm). La maleza que aparezca después de las escardas se debe eliminar para que no interfiera con las labores de cosecha. (León *et. al.*, 2008).

### **5.4 Manejo de agua**

Es necesario aplicar el riego de presiembra de cinco a 12 días antes de la fecha de siembra. No es recomendable la siembra en seco ya que la mayoría de los suelos de la región se compactan volviéndose duros por la formación de costras y evitan la emergencia de las plantas.

El riego de presiembra deberá darse de forma que el terreno se humedezca uniformemente (figura 10). Para ello del tiempo necesario al riego. De este dependerá la germinación, emergencia y primeras etapas de

desarrollo de la planta. Con esta humedad el cultivo deberá alcanzar un tamaño adecuado para ser escardado sin sufrir daños, facilitándose además el primer riego de auxilio

Aproximadamente entre los 30 y 40 días la planta alcanzará su tercer trifolio. Para entonces ya deberá estar escardado o rayado el terreno para dar el primer riego de auxilio.

A partir del primer riego de auxilio, se darán los siguientes riegos a intervalos de 15 a 20 días. Es necesario que no falte humedad en el suelo al iniciar la floración, la formación de las primeras vainas y cuando se empiece a llenar el grano, ya que en estas etapas las plantas son más susceptibles a la falta de humedad en el suelo. En estas etapas, la falta de humedad causa la caída de flores y vainas; además es importante indicar que el riego después de una falta prolongada de humedad causa efecto similar.(León *et al.*, 2008).



**Figura 10.** Riego antes y después de siembra de frijol

## 5.5 Fertilización

La fertilización va a depender del tipo de suelo que tenga cada de terminada región, en ocasiones los suelos no tienen los mismos nutrientes ni las mismas cantidades de ellas, por lo cual es recomendable hacer un estudio de suelo en la región para determinar la dosis de Nitrógeno(N), Fosforo(p), Potasio(k), aplicar para tener una producción buena.

Se recomienda aplicar la fórmula 40-60-00 todo en la siembra y taparlo de inmediato. La aplicación total obedece a que el cultivo tiene un ciclo corto, disminuyendo su costo de aplicación si se tira todo el fertilizante a la siembra. Para obtener esta fórmula mezcle 200 kg de sulfato de amonio con 300 kg de superfosfato de calcio simple o bien 100 kg de urea con 150 kg de superfosfato de calcio triple.

La aplicación del fertilizante debe hacerse a un lado de la hilera de semillas y cuando menos a 10 cm de profundidad para que sea mejor aprovechado (figura 11). Es necesario tapar el fertilizante inmediatamente después de su aplicación para evitar pérdidas.(Morales, 2000).



**Figura 11.** Fertilizadora

## 5.6 Combate de malezas

El frijol una planta poco competitiva. Se han observado reducciones en la cosecha hasta de 75% cuando no se han manejado las malezas durante todo el ciclo de cultivo. Los primeros treinta días de cultivo, deben mantenerse libre de malezas, ya que este es el período crítico en que las malezas causan un daño irreversible y por lo tanto pérdidas en el rendimiento.

Existen varios métodos de combate de malezas: el mecánico, por medio de deshierbas manuales, mediante el uso de cultivadores tirados por tractor en siembras mecanizadas y el combate químico por medio de herbicidas, método que ha demostrado ser una alternativa eficaz, oportuna y económica.

En los cuadros siguientes se presentan los productos herbicidas y dosis que pueden utilizarse para el combate de malezas en frijol. (Fuentes, 1980).

**Cuadro 2.** Productos herbicidas recomendados en el combate de malezas de frijol

Nombre técnico	Dosis kg/ha	Observaciones	Época de aplicación
Metabenzotiazuron	0,5-1	Combate hoja ancha y algunas gramíneas	Preemergencia
Bentazón	0,5-1	Combate hoja ancha y ciperáceas	Preemergencia
Pendimetalina	0,75-1	Combate gramíneas	Preemergencia
Fluazifop-butil	0,3-0,5	Combate gramíneas	Posemurgencia*
Paraquat	0,5	Herbicida general para usar en mínima balanza	Antes de la siembra pre y posemurgencia
Glifosato	1-2,5	Herbicida general para usar en mínima labranza	Antes de la siembra y preemergencia
Metalador	1,5-2	Gramíneas y ciperáceas	Antes de la siembra e incorporado en preemergencia
Alachlor	1-1,5	Gramíneas y ciperáceas	Antes de la siembra e incorporado

**Cuadro 3.** Mezclas de herbicidas que pueden utilizarse en frijol

Nombre técnico	Dosis (Kg/la/ha)	Época de aplicación
Metabenzotiazuron con pendimetalina	0,75 + 1	Preemergencia del cultivo
Paraquat con pendimetalina	0,5 + 1	Preemergencia del cultivo
Fluazifop-butil con bentazon	0,5 + 1	Posemurgencia*

## 5.7 Cosecha

Las plantas de frijol se encuentran en condiciones aptas para ser arrancadas desde el momento en que las vainas comienzan a cambiar su color natural a un color café amarillento. Este momento se conoce con el nombre de madurez fisiológica donde el grano alcanza su máximo tamaño. Para adelante la planta entra en el proceso de secado, durante el cual se produce una pérdida uniforme y natural de la humedad del grano hasta niveles en que se puede considerar seco.

En cualquier momento después de alcanzada la madurez fisiológica, las plantas pueden ser arrancadas. Sin embargo, el momento oportuno para efectuar la arranca se debe decidir teniendo presente los siguientes aspectos:

- Las plantas deben permanecer el mayor tiempo posible en el campo antes de arrancarlas, de tal modo que se produzca un secado natural del grano a través de una pérdida gradual y uniforme de humedad.
- La cosecha debe efectuarse antes que las vainas se sequen demasiado, para poder reducir las pérdidas por desgrane.

Es necesario compatibilizar estos dos aspectos a través de una observación permanente del cultivo.

Si la cosecha de la planta se anticipa, cuando todavía el contenido de humedad del grano es alto, se produce una pérdida de humedad muy rápida apareciendo los granos chupados o arrugados, dependiendo de su ubicación en la planta.

Para evitar el desgrane, el arrancado de plantas y el movimiento de las mismas se debe efectuar temprano en la mañana. Una vez que la temperatura ambiental comienza a subir, se debe suspender esta labor, ya que el calor elimina la humedad que las vainas han retenido durante la noche, quedando expuestas a abrirse con el movimiento que se produce al momento del arrancado y traslado.

Dependiendo del sistema que se utilizará para la trilla será la forma en que las plantas arrancadas permanecerán en el campo, para completar su secado.

En general las formas más comunes de cosecha o trilla son manual y semimecanizada. La cosecha mecanizada con automotriz es común en los países tecnológicamente bien desarrollados y poco frecuente en los países en desarrollo. (Schwartz, *et. al.*, 1980)

### **5.7.1 Cosecha manual**

Las plantas una vez que han sido arrancadas, se recogen y trasladan a un lugar parejo, limpio, de tierra firme, donde permanecen hasta completar su secado.

La trilla propiamente tal se realiza de diferentes maneras:

- Golpeando las vainas en el piso.
- Pisoteando las vainas con animales.
- Aplastándolas mediante un tractor.

Luego se procede al despajado y limpieza del grano que queda en el suelo.

Entre las ventajas de este sistema se puede señalar el menor costo de la labor, menores pérdidas de grano (grano partido o con cutícula dañada) que son importantes para el caso de producción de semillas y permite realizar la cosecha en forma paulatina. La principal desventaja es que no es apropiada para superficies grandes y que requiere de una gran demanda de mano de obra, factor que puede ser limitante en algunas zonas(Nitsche,1983),

### **5.7.2 Cosecha semi-mecanizada**

Este sistema consiste en arrancar o cortar las plantas en forma manual las que se van dejando en hileras en el mismo campo (figura 12), por lo general, se acostumbra juntar las plantas de 6 a 8 hileras, en una sola. Pasado algunos días se trillan en el terreno mismo mediante una máquina automotriz a la cual se le puede ir entregando el material a trillar o ésta lo recoge directamente mediante un recolector o "pick up". Otra alternativa es trasladar las plantas de las hileras a un lugar denominado "era" cuyas

características están ya descritas con anterioridad, en donde las vainas son desgranadas con una máquina estacionaria.



**Figura 12.** Cosecha a manual y Cosecha mecanizada

Las ventajas del uso de la trilladora, ya sea estacionaria o automotriz es su eficiencia, es decir, el volumen capaz de trillar por hora de trabajo y la menor demanda de mano de obra que requiere.

Es evidente que estas ventajas no siempre se transforman en un beneficio directo para el agricultor, ya que resulta de vital importancia para tener buenos resultados en la trilla, ajustar y regular la máquina, si esto no es efectuado en buena forma, el grano cosechado será de muy baja calidad y se producirá un alto porcentaje de grano partido. Un adecuado ajuste y regulación de la máquina es indispensable para el caso de producciones destinadas a semilla, ya que el exceso de golpes a los granos disminuye en gran proporción la capacidad germinativa y el vigor de la semilla.

Un estudio efectuado por Nitsche (1983), en la cual se comparan 9 variedades de frijol sometidas a golpes, llega a la conclusión de que existen diferencias significativas entre el porcentaje de plantas normales desarrolladas de semillas golpeadas con respecto a las sin golpear.

### 5.7.3 Cosecha mecanizada

Para que la recolección del frijol sea directa o mecanizada, necesariamente deberán cumplirse varios requisitos como los siguientes: la variedad debe ser adecuada; el terreno debe estar libre de piedras o terrones; las labores de cultivo como aporcas tendrán que ser muy bajas; las escardas o limpiezas deberán dejar el terreno plano y finalmente, es preciso que el cultivo esté al momento de la cosecha lo más limpio posible de malezas.

Cumpliendo las condiciones anteriores y previa regulación de la automotriz, se cosecha directamente cuidando naturalmente no partir muchos granos y revisar si hay partes verdes de plantas o malezas que pudieran causar problemas

Cuando el grano se cosecha con alto contenido de humedad y/o con exceso de malezas, es necesario secarlo y/o limpiarlo utilizando los medios más apropiados; con esto se evita que el frijol se caliente y dañe durante su almacenamiento.

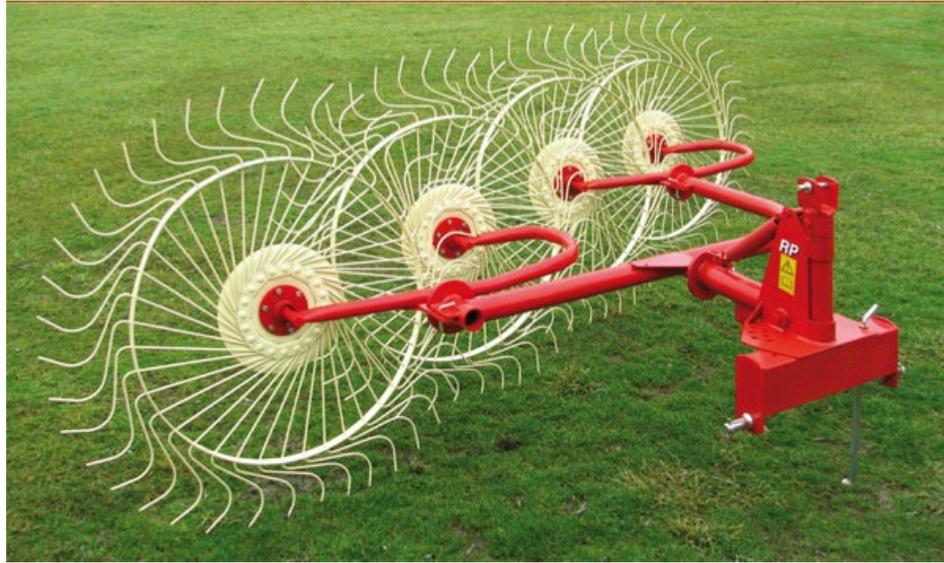
La cosecha se realiza en tres fases: arranque, enchorizado y trilla, e inicia al presentarse la madurez fisiológica de la planta. El corte se puede realizar en forma manual o mecánica; los chorizos se forman entre 8 y 12 días después, cuando el follaje esté completamente seco con 8 ó 12 surcos, dependiendo de lo voluminoso del follaje. Existen equipos que en un solo paso realizan el corte y enchorizado (figura 13). Para la trilla se debe considerar el porcentaje de humedad del grano, el cual debe variar del 12 al 14% para evitar el daño en el grano y castigos en la reciba. Es preciso hacer los ajustes a la trilladora (figura 14) para no quebrar semillas.

A continuación se dan las principales indicaciones para una buena cosecha mecanizada, algunas de las cuales también son válidas para las trilladoras estacionarias o automotrices.

- Regulación de la velocidad del cilindro; ésta debe ser la mínima posible y no sobrepasar las 350 r.p.m.
- Regulación de la abertura del cóncavo, de manera que no quiebre o produzca fisuras (trizaduras - estrelladeras) en los granos, ni queden vainas sin trillar.
- Regulación de la intensidad y dirección del viento, con el fin de separar las impurezas.
- Colocar los harneros adecuados para el tamaño del grano que se está cosechando.
- Elegir el harnero adecuado del relimpiado.
- Controlar en la "caída" de la máquina que no queden semillas en las vainas y que no bote granos.
- En el implemento ensacador, fijarse que no salgan granos partidos ni demasiadas impurezas.(Nitsche, 1983),



**Figura 13.** Arranque y alomillado de planta de frijol



**Figura 14.** Rastrillo de soles para voltear las plantas de frijol



**Figura 15.** Trilladora de frijol mecánica

## VI. PLAGAS Y ENFERMEDADES EN EL CULTIVO DE FRIJOL

Las plagas más importantes en el cultivo de frijol son el minador, la mosquita blanca, chicharrita, diabrotica y conchuela, en el follaje del frijol. En el suelo se pueden encontrar gusanos raiceros, de alambre y gallina ciega que afectan las raíces del cultivo. Para el control de estas plagas, puede aplicarse los siguientes productos, evitando hacer uso de mezclas:

**Cuadro 4.** Productos para control de plagas

PLAGA	PRODUCTO Y DOSIS POR HA
Gallina ciega	Volatón 5% 25 kg
Gusano de alambre	Furadán 5% 20 kg Sevín 5% 25 kg
Gusanos raiceros	Counter 5% 20 kg
Chicharrita	Folidol 2% 20 kg
Mosquita blanca	Thiodan 35 E 2.0 l
Conchuela o borreguillo	Sevin 80% 1.0 kg

La semilla debe almacenarse con un contenido de humedad no mayor del 12% para disminuir la presencia de plagas de almacén como el gorgojo de frijol. Este puede controlarse con las aplicaciones periódicas de Phostoxin o Delicia, Fosfuro de Zinc o K-obiol como fumigantes.

Algunas de las variedades criollas que actualmente se cultivan son susceptibles a enfermedades como roya o chahuixtle, antracnósis, mancha angular y tizones, así como a pudriciones de la raíz. Una vez que las enfermedades ya se han establecido es difícil su control por lo cual se

recomienda el uso de variedades resistentes para prevenir o reducir el daño. (Mena *et. al.*, 2010)

## **6.1 Plagas**

### **6.1.1 Minador del frijol, *Xenochalepussignaticollis* (Baly)**

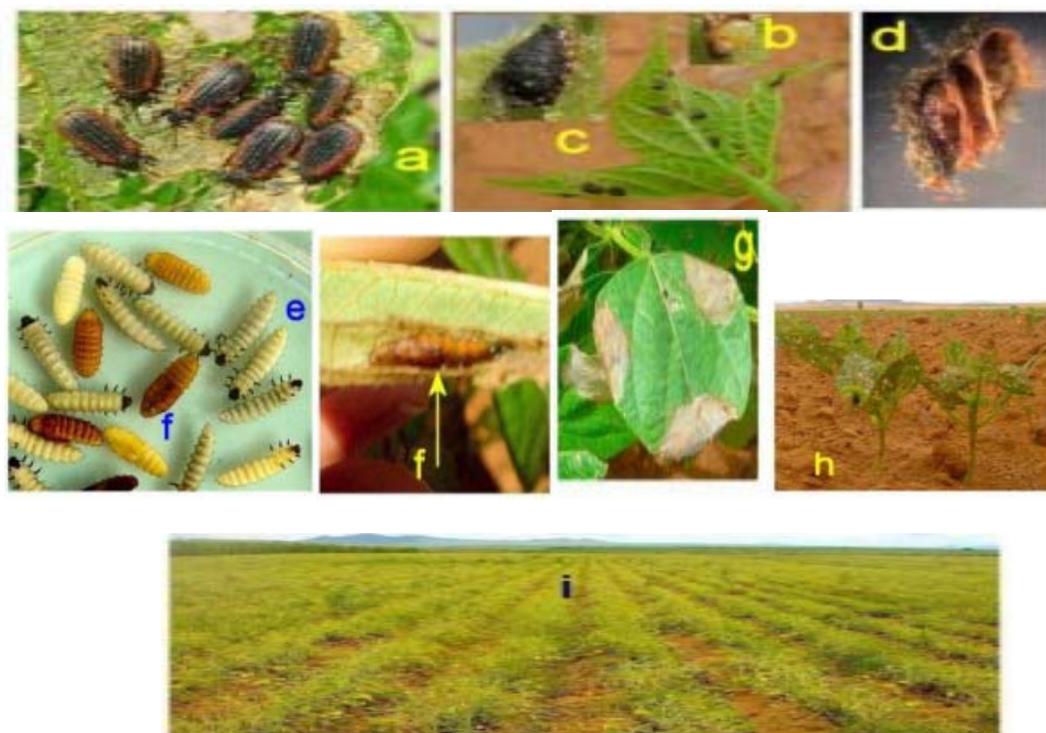
El minador es uno de los tres insectos plaga de mayor importancia económica que afecta la producción del frijol de temporal en varias regiones.

Identificación: el adulto es un escarabajo pequeño y aplanado que mide de 7 a 9 mm de largo por 2 mm de ancho, tiene una franja de color naranja que va desde el tórax hasta la parte terminal del abdomen; el resto del cuerpo es de color negro azulado brillante, su apariencia es rugosa, con surcos longitudinales y toda su superficie cubierta de horadaciones (Figura 16a). Los huevos son aplanados, blancos, ovales (Figura 16b); son depositados en el envés de las hojas, alineados como tejas en grupos de tres a cinco (Figura 16d), tienen algunas prolongaciones en forma de espina, son pegados con excremento, por lo que su coloración externa es oscura (Figura 16c). Las larvas también son aplanadas, de patas cortas y cabeza en forma de cuña, con los márgenes de los segmentos abdominales en forma de cono terminado en una protuberancia oscura; son de color blanco-amarillento excepto la cabeza, el escudo protorácico, las patas y la placa anal, las cuales son áreas casi negras; bien desarrolladas miden unos 9 mm de largo (Figura 16e). La pupa es lisa, con la cabeza parcialmente visible desde arriba, es de color amarillo-naranja, y su tamaño es un poco más pequeño que la larva (Figura 16f).

Daños: adultos y larvas del minador se alimentan de las hojas del frijol y ocasionan dos tipos de daño muy característico; por un lado, los

adultos consumen todo el tejido de la hoja, excepto las nervaduras, y pueden dejar intacta sólo la epidermis (Figura 16h); en tanto las larvas se alimentan internamente de la hoja (del parénquima y la savia que escurre de los puntos de alimentación) formando una mina o ampolla, al principio esa mina es de color claro y posteriormente se torna de un color café, a medida que los tejidos se secan (Figura 16g).

Época crítica de daño: en las primeras fases de desarrollo del frijol (Figura 16h) y durante el llenado de vainas (Figura 16i), se tienen las dos épocas más críticas de daño por esta plaga; en ambos casos se debe a la alimentación de los adultos. Aunque el daño de la larva elimina parte del follaje (Figura 16g), ese daño coincide con la etapa de crecimiento vegetativo más vigoroso de la planta, y por tanto, es menos importante.



**Figura 16.** Minador del frijol y lo que ocasionan

Oportunidad de control: es clave en el manejo de este insecto evitar la colonización inicial de los adultos invernantes, durante las primeras etapas de desarrollo del cultivo. Debido a que en la segunda generación de adultos se tienen las mayores poblaciones de minador durante el ciclo, es fundamental estimar con precisión cuándo ocurrirá la emergencia de los mismos, ya que son capaces de defoliar el cultivo en unos cuantos días, y esa defoliación ocurre en una de las etapas del cultivo más sensibles a pérdidas en rendimiento: la formación y llenado de vainas.

Control cultural: los frijoles rizados (plantas que emergen al inicio de las lluvias de los lugares donde se trilló semilla de frijol durante la cosecha del ciclo anterior) son un sitio de concentración de adultos y puesta de huevos del minador, por tanto se deben eliminar antes de que emerjan las plantas de frijol en los lotes cultivados.

Control biológico: las larvas y pupas del minador son atacadas por avispas parasitoides nativas y para fortalecer su impacto hay que evitar hacer aplicaciones de insecticidas no selectivos; además, se está en proceso de validar la efectividad del hongo *Beauveria bassiana* para eliminar los adultos de este insecto plaga.

Control químico: algunos de los insecticidas que se pueden utilizar para controlar los adultos del minador del frijol son: acefato, azinfos metílico, cipermetrina, deltametrina, dimetoato, endosulfán, fenvalerato, metomilo, malatión y triclorfón. Como los adultos se alimentan preferentemente por el haz de las hojas del estrato superior de las plantas, son un blanco fácil de controlar. El control de las larvas es un poco más complicado ya que se alimentan dentro de la hoja, lo cual las protege, parcialmente, contra los insecticidas de contacto, y como no se alimentan directamente de los haces

vasculares, los insecticidas sistémicos tienen una acción limitada contra ellas; el dimetoato tiene buenos resultados contra las larvas del minador.

### **6.1.2 Conchuela del frijol, *Epilachna varivestis* Mulsant**

La conchuela del frijol, o borreguillo, es otro de los insectos plaga de mayor importancia económica que ocasiona pérdidas en rendimiento en prácticamente todas las zonas productoras de frijol, especialmente bajo condiciones de temporal, o en frijoles de riego que se siembran en fechas tardías.

Identificación: este insecto tiene metamorfosis completa, con los estados de adulto, huevo, larva y pupa bien definidos. El adulto es de forma oval, con ocho manchas negras distribuidas longitudinalmente en tres franjas sobre la cubierta de cada ala, miden de 6 a 7 mm de largo (Figura 17a); los machos son ligeramente más pequeños que las hembras y se distinguen de éstas por tener ventralmente una pequeña hendidura en el último segmento abdominal; los adultos que colonizan el cultivo a principios del verano son de color café cobrizo (Figura 17a), en tanto que los de la segunda generación son de un color amarillo cremoso a naranja (Figura 17b). Los huevos son alargados, más anchos en la parte media y terminados en punta, de color amarillo pálido a amarillo naranja, y miden aproximadamente 1.3 mm de largo por 0.6 mm de ancho (Figura 17c). Las larvas son de color amarillo, tienen el cuerpo cubierto por seis hileras de espinas ramificadas con la punta de color negro; recién nacidas miden 1.6 mm de largo (Figura 17d) y bien desarrolladas alcanzan los 9 mm (Figura 17e). La pupa es amarilla, sin espinas y casi del tamaño y la forma del adulto; permanece fijada al envés de la hoja por la parte terminal del abdomen (Figura 17f).



**Figura 17.** Conchuela del frijol y lo que ocasionan

Daños: larvas y adultos se alimentan de las hojas, flores y vainas en formación, aunque el daño más importante es sobre las hojas; normalmente se alimentan sobre la superficie de los tejidos de la hoja, por el envés, sólo dejan las nervaduras y parte de la epidermis; el tejido que queda rápidamente muere y se torna café (Figura 17g). Una larva puede consumir unos 25 cm<sup>2</sup> de tejido durante el transcurso de sus cuatro instares de desarrollo, el 87% es consumido por los últimos dos estadios (Guerrero *et. al.*, 1979). Un adulto consume aproximadamente 4.5 cm<sup>2</sup>.

Época crítica de daño: la defoliación durante la floración, y en la formación y llenado de vainas, es la que tiene mayor repercusión en las

pérdidas en rendimiento. La pérdida de follaje durante las primeras semanas de desarrollo de la planta también es clave para la disminución en la cosecha. Normalmente, el mayor riesgo de defoliación por conchuela del frijol ocurre a partir de la floración, excepto en años cuando hay poblaciones elevadas de este insecto plaga al inicio del cultivo.

Oportunidad de control: debido a que la emergencia de los adultos ocurre por varias semanas, es necesario el monitoreo, al menos cada siete días, para detectar el pico poblacional de éstos cuando llegan al cultivo, sin perder de vista la puesta de masas de huevos.

Control cultural: identificar y hacer menos favorables los sitios de hibernación en las cercanías del cultivo reduce las poblaciones de adultos que colonizarán el cultivo al siguiente ciclo; existen variedades de frijol más tolerantes al daño de conchuela.

Control biológico: hay varias especies nativas de insectos depredadores que se alimentan de los huevos, larvas (Figura 17h) y pupas de conchuela; también existen varias especies de parasitoides, entre las cuales destacan la mosca *Paradexodesepilachnae* - que ataca las larvas -, y la avispa parasitoide de huevos, *Pediobiusfoveolatus* (Colunga *et. al.*, 1989); este control nativo se puede incrementar evitando hacer aplicaciones de insecticidas de amplio espectro. El hongo *Beauveria bassiana* es efectivo para eliminar las larvas de primer instar de este insecto plaga y se puede comprar en algunas casas de agroquímicos.

Control químico: para eliminar las larvas y adultos de la conchuela del frijol se pueden utilizar los insecticidas mencionados anteriormente para el control del minador. Hay una ventana de oportunidad de control con una sola aplicación cuando se tiene la mayor población de adultos y se tiene sólo una pequeña población de huevos al inicio del ciclo de cultivo. A medida que

tiene más follaje la planta de frijol, es más ineficiente la aplicación de insecticidas, debido a que los productos tienen que entrar en contacto con el insecto, y éste normalmente se encuentra en el envés de las hojas, y una aplicación con aspersora de aguilón normalmente coloca la mayor parte del producto sobre el haz de las hojas en el tercio superior del follaje de la planta.

### **6.1.3 Chicharrita del frijol, *Empoasca kraemeri* Ross y Moore**

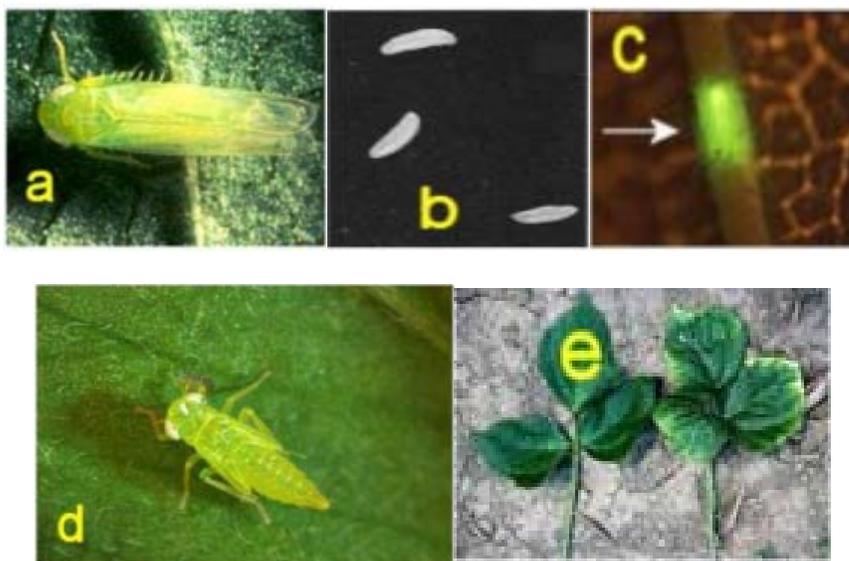
La chicharrita del frijol es uno de los insectos plaga que ocasiona daños considerables en las zonas productoras de frijol más cálidas.

Identificación: este insecto tiene tres fases de desarrollo que son adulto, huevo y ninfa. Los adultos de *E. kraemeri* son de forma alargada, con su cuerpo en forma de cuña (más ancho en la cabeza y se va haciendo angosto hasta llegar a la punta de las alas), su tamaño varía de 2.4 a 2.7 mm, y son de color verde claro con manchas blancas en la cabeza y el tórax (Figura 18a). Los huevos son ovalados, alargados, de color blanco hialino y miden de 0.6 a 0.8 mm de longitud (Figuras 18b y 18c). El estado de ninfa es de forma similar al adulto, pero su tamaño es más pequeño, de color verde amarillento, y camina lateralmente en sus desplazamientos (Figura 18d).

Daños: lo realizan tanto las ninfas como los adultos al succionar la savia de las hojas, las venas se decoloran a los dos días, luego se produce un amarillamiento de los bordes y la punta de los folíolos que avanza hacia la nervadura central; posteriormente, las hojas se deforman y enrollan hacia abajo (Figuras 18e y 18f); estas áreas cloróticas se vuelven necróticas e incluso puede haber defoliación en infestaciones fuertes; todo este proceso

se lleva a cabo de cuatro a cinco días. Achaparramiento, reducción del crecimiento entre nudos, y caída de flores y vainas son otros síntomas típicos del daño causado por la chicharrita; en plantas con estrés de agua y nutrientes el efecto es mayor.

Estos síntomas resultan de la combinación de un daño mecánico que es iniciado por la chicharrita al introducir su estilete, daño que luego es exacerbado por una toxina que inyecta al momento de alimentarse, con lo que se bloquea el floema y se distorsiona el xilema, además de que hay acumulación de fotosintatos arriba del punto de bloqueo, lo que ocasiona fitotoxicidad. Las chicharritas se alimentan de las células que destruyen, no de los haces vasculares (Backus *et. al.*, 2005). El rendimiento se reduce como consecuencia del ataque, y si la chicharrita no se controla en un periodo largo, o si el ataque empieza temprano, se puede perder el cultivo completamente. Esta plaga puede iniciar su ataque inmediatamente después de la germinación.





**Figura 18.** Chicharrita del frijol y lo que ocasionan.

Época crítica de daño: cuando el ataque de chicharrita es severo durante todo el ciclo, el período de las dos semanas previas a la floración es el más crítico, seguido en importancia por el lapso de floración y formación de vainas. En cambio, si las poblaciones altas de chicharrita se presentan a fines del ciclo de cultivo, la etapa de floración y formación de vainas es la más sensible al daño. Hay cuatro componentes del rendimiento de frijol que son afectados por el daño de la chicharrita: 1) reducción del número de vainas por planta, 2) número de semillas por vainas, 3) el peso de 100 semillas y 4) número de vainas sin semillas por planta (van Schoonhoven *et al.*, 1978).

Oportunidad de control: la detección oportuna de las poblaciones de chicharrita es clave, particularmente en años secos, ya que se deben iniciar las acciones de control antes de que se empiecen a observar los síntomas típicos del daño (amarillamiento del follaje), especialmente desde antes de la floración hasta la formación de vainas, debido a que estos son irreversibles.

Control cultural: actualmente no se tienen acciones efectivas de manejo cultural de este insecto plaga. Existen variedades de frijol con diferentes grados de susceptibilidad al daño por alimentación de *Empoasca*.

Control biológico: aunque se ha reportado una gran cantidad de enemigos naturales, desde parasitoides de huevos hasta depredadores de

ninfas y adultos, su impacto en las infestaciones de la chicharrita del frijol no está bien definido.

Control químico: se pueden utilizar los insecticidas sugeridos con anterioridad para el control del minador. El dimetoato no se debe aplicar durante la floración. A medida que el cultivo tiene más follaje, especialmente cuando se cierra el surco con hojas de las plantas de ambos lados, se limita la efectividad de las aplicaciones de los productos de contacto (acefato, azinfos metílico, cipermetrina, deltametrina, endosulfán, fenvalerato, malatión y triclorfón); lo cual se agudiza por el comportamiento que tienen las ninfas de permanecer en el envés de las hojas.

## **6.2 Enfermedades**

### **6.2.1 Roya o chahuixtle [*Uromycesappendiculatus* (Pers.:Pers.) Unger]**

La roya o chahuixtle como también se le conoce es provocada por un hongo llamado *Uromycesappendiculatus* (Pers.:Pers) Unger, el cual se encuentra ampliamente distribuido en todas las áreas productoras de frijol pero es más común en áreas tropicales y subtropicales. Cuando se presentan ataques tempranos de esta enfermedad las pérdidas en el rendimiento pueden alcanzar el 100%.

Descripción de la enfermedad: el signo que caracteriza a la roya es la aparición en todas las partes aéreas de la planta pero principalmente en hojas y vainas verdes, de lesiones circulares de color café rojizo aunque inicialmente aparecen pequeñas manchas blancas, ligeramente levantadas que se transforman en las lesiones café rojizas mencionadas( figura 19). Estas lesiones contienen esporas microscópicas que son responsables de diseminar la enfermedad dentro de una parcela y entre parcelas de frijol.

Después de cierto tiempo estas lesiones toman una coloración negra debido a la producción de esporas especiales para sobrevivir al invierno. Estos cambios en la coloración de las lesiones obedecen a las diferentes fases en el ciclo de vida del hongo causante de la roya.



**Figura 19.** Demostrando numerosas postulas de roya

Control cultural: se recomienda incorporar al suelo los residuos de plantas enfermas inmediatamente después de la cosecha para evitar la formación de esporas de invierno (Anderson *et. al.*, 1983). Es recomendable la rotación de cultivos con cereales como avena o maíz por lo menos durante dos años. También se sugiere la eliminación de plantas voluntarias antes de que se inicie el siguiente ciclo de cultivo. Bajo condiciones de riego pueden ajustarse las fechas de siembra para evitar que el cultivo se exponga a largos periodos con rocío que favorecen la enfermedad. Es importante considerar que las plantas que sufren ataques moderados a severos de roya requieren ser suministradas con el doble de humedad para mantener el mismo rendimiento que las plantas sanas.

Control químico: la aspersion de algunos fungicidas como el clorotalonil ha proporcionado buenos resultados cuando se han aplicado al

inicio de la epidemia de roya y se ha continuado con aspersiones cada 7 – 10 días hasta antes de la cosecha. Sin embargo, el cubrimiento total del follaje es esencial para el éxito de las aplicaciones. Una parte del éxito de esta práctica radica en la inspección rutinaria de las parcelas de frijol (especialmente, a partir de floración y principio de llenado de vainas) que permita descubrir las primeras lesiones de roya que constituyen la señal para iniciar las aspersiones de fungicidas.

### **6.2.2 Tizón de halo [*Pseudomonas syringae* pv. *phaseolicola* (Burkholder) Young et al.]**

El organismo responsable de esta enfermedad es una bacteria conocida como *Pseudomonas syringae* pv. *phaseolicola* (Burkholder) Young et al. y que constituye un serio problema en todo el mundo, especialmente donde las temperaturas son moderadas y existen antecedentes de la presencia severa de la enfermedad. Se han reportado pérdidas en rendimiento de 23 hasta 43% en algunos lugares.

Descripción de la enfermedad: la bacteria puede afectar hojas, tallo, vainas y la semilla. Los primeros síntomas de la enfermedad aparecen como pequeñas manchas aguanosas en las hojas. En clima muy seco estas manchas toman una coloración bronceada y mueren. Alrededor de esas manchas se desarrolla un ancho halo de color verde amarillo y aspecto grasoso, de donde la enfermedad toma su nombre. Esta característica no se manifiesta si la temperatura es demasiado alta. Si la infección procede a través del tejido vascular las hojas jóvenes se doblan hacia abajo y toman una coloración amarillenta aún sin que las características manchas rodeadas por el halo estén presentes. Cuando la enfermedad es muy severa toda la planta manifiesta clorosis (amarillamiento figura 20).



**Figura 20.** Manejo de la enfermedad

Control cultural: se recomienda incorporar los residuos del cultivo en el suelo inmediatamente después de la cosecha así como practicar una rotación de cultivos, incluyendo cereales, durante por lo menos dos años. Es importante eliminar todas las plantas voluntarias al inicio del ciclo de cultivo. Algunas malas hierbas pueden albergar esta bacteria por lo que se sugiere mantener un buen manejo de maleza dentro y alrededor de la parcela de frijol. No disemine o extienda la paja de frijol vieja o enferma en las parcelas donde se vaya a sembrar frijol en el siguiente ciclo de cultivo. El empleo de semilla libre de la bacteria producida en condiciones no favorables para la enfermedad ayudará a reducir la cantidad de la enfermedad presente al inicio del ciclo.

Control químico: se sugiere “curar” la semilla utilizando un antibiótico como la estreptomicina para reducir la contaminación bacteriana de la cubierta de la semilla. Dependiendo de las condiciones climatológicas que favorecen a la bacteria se puede considerar la aplicación de bactericidas preventivos como los basados en cobre iniciando antes de que se alcance la

etapa de floración para ayudar a reducir la dispersión de la bacteria en hojas y vainas.(Colunga *et. al.*, 1989)

## **VII. ESTADO CON MAYOR PRODUCCION DE FRIJOL EN MEXICO EN TON/HA.**

De acuerdo a los datos existentes en SIAP (Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera) se puede observar que el estado en primer lugar con mayor rendimiento por año de frijol se encuentra el estado de Zacatecas, con una producción en los últimos 11 años (2000-2011) de 700 Kg/Ha por año en promedio.

### **7.1 Localización**

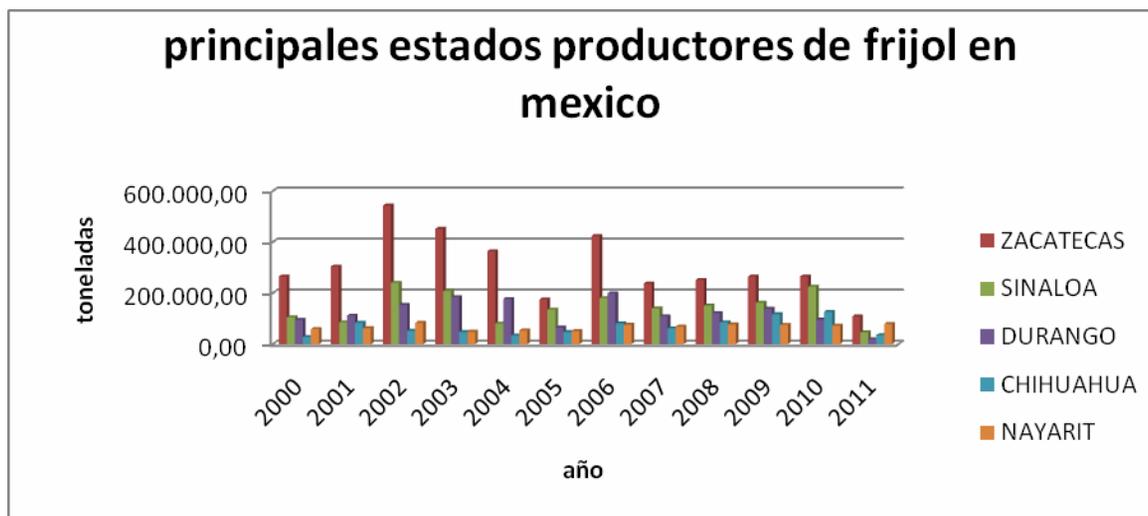
Zacatecas tiene una extensión territorial de 75.040 km<sup>2</sup>, esto representa el 3,83% del territorio nacional. Sus coordenadas extremas son 25°09' al norte, 21°04' al sur de latitud norte; al este 100°49' y al oeste 104°19' de longitud oeste. Limita al norte con Coahuila, al noroeste con Durango, al oeste con Nayarit, al este con San Luis Potosí y Nuevo León, y al sur con Jalisco y Aguascalientes.(La sombra de Arteaga, 2008).



**Figura 21.** Localización de zacatecas

**Cuadro 5.** Principales estados productores de frijol en México (ton/año)

ESTADO	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
ZACATECAS	265,023.00	304,080.95	543,235.55	452,127.00	364,184.86	175,523.95	424,179.53	237,127.69	251,831.64	264,661.97	265,038.59	108,882.27
SINALOA	104,936.00	85,540.68	240,635.92	208,311.58	80,846.72	135,774.92	180,200.50	139,787.15	151,358.40	162,595.21	225,320.10	46,405.50
DURANGO	95,022.47	111,694.98	153,588.82	184,044.13	176,992.18	65,235.82	199,403.80	109,432.58	121,528.48	138,801.39	96,415.98	19,609.13
CHIHUAHUA	28,154.05	83,687.78	52,526.49	47,814.44	34,054.05	47,301.40	81,092.76	62,184.10	85,360.03	117,328.84	126,479.35	35,078.41
NAYARIT	59,547.00	62,626.98	83,586.48	48,507.53	54,013.06	51,571.51	76,064.76	68,458.71	77,662.53	75,754.10	72,403.47	79,048.17
PRODUCCION TOTAL ANUAL	887,868.14	1,062,629.31	1,549,091.11	1,414,903.96	1,163,433.64	826,892.07	1,385,783.81	993,952.27	1,111,087.37	1,041,349.90	1,156,257.44	567,779.15



**Figura 22.** Representación del nivel de producción de frijol en México

**Cuadro 6. Rendimiento (ton/ha)**

Estados	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Zacatecas	0.5	0.58	0.72	0.69	0.63	0.5	0.72	0.52	0.57	0.79	0.52	0.49
Sinaloa	1.24	1.35	1.82	1.38	1.41	1.66	1.51	1.77	1.66	1.73	1.56	1.15
Durango	0.4	0.43	0.54	0.71	0.74	0.36	0.82	0.54	0.57	0.68	0.48	0.16
Chihuahua	0.44	0.56	0.57	0.78	0.73	0.97	0.86	0.77	0.86	0.9	0.83	0.55
Nayarit	1.01	1.2	1.13	0.7	0.84	1.05	1.19	1.2	1.56	1.51	1.37	1.35
Media nacional	0.59	0.63	0.75	0.74	0.69	0.66	0.8	0.67	0.74	0.86	0.71	0.63

**Cuadro 7. Costo para la producción de una hectárea de cultivo de frijol**

Concepto	precio
Preparación de terreno	1200
Siembra	1489
Fertilización	700
Control de malezas	1720
Control de plagas	1385
Riego	1250
Cosecha	800
Total	8544

## **7.2 Características edafo-climáticas del Estado de Zacatecas**

### **7.2.1 Clima.**

El 73% de la entidad presenta clima seco y semiseco, el 17%, presenta clima templado subhúmedo y se localiza hacia el oeste del estado; el 6 % es muy seco se presenta hacia la región norte y noreste, el 4% restante presenta clima cálido subhúmedo y se encuentra hacia el sur y suroeste de la entidad.(INEGI, 1998).

La temperatura media anual es de 17°C, la temperatura máxima promedio es alrededor de **30°C** y se presenta en el mes de mayo, la temperatura mínima promedio es de **3°C** y se presenta en el mes de enero.

La precipitación media estatal es de **510 mm** anuales, las lluvias se presentan en verano en los meses de junio a septiembre.

El clima seco y semiseco de la entidad es una limitante para la agricultura, ésta se practica de riego y temporal, siendo los principales cultivos: maíz, avena, trigo, frijol, chile, sorgo, nopal y durazno.

### **7.3 Características del suelo.**

En el estado de Zacatecas para establecer el cultivo de frijol se recomienda que los suelos sean profundos, fértiles, preferiblemente no menos de 1.8% de materia orgánica en la capa arable y de textura liviana con no más de 40% de arcilla como los de textura franco, franco limosos y franco arcilloso ya que el buen drenaje y la aireación son fundamentales para un buen rendimiento de este cultivo.(INEGI, 1998).

## VIII. PAQUETE TECNOLÓGICO DE LA PRODUCCIÓN DE FRIJOL EN EL ESTADO DE ZACATECAS

### 8.1 Tecnología de Siembra.

Usualmente se usan dos tipos de labranza las cuales son:

#### **Labranza convencional:**

- Barbecho.
- Dos pasos de rastra
- Nivelación
- Surcado
- Siembra

#### **Labranza de conservación:**

- Desmenuzamiento de los residuos de la planta de frijol
- Escardar a los surcos antes de la siembra
- siembra

La siembra se realiza a mano o con maquinaria sembradora, enterrando la semilla a una profundidad de 2 a 4 cm: se recomienda que antes de sembrar se debe estar seguro que el suelo tenga suficiente humedad para garantizar una germinación uniforme. Se deben distribuir 11 semillas por línea en

surcos separados a 50 cm, utilizando 56 Kg/ha de semilla, con ello se puede alcanzar una población igual o mayor a 220 000 plantitas por hectárea.(Arroyo *et. al.*,2013)

## **8.2 Variedadesde semillas sembradas y cantidades por hectáreas.**

### **❖ FRIJOZAC N-101**

Es una variedad desarrollada en el Campo Experimental Zacatecas por selección individual dentro del método de mejoramiento genético de pedigrí modificado. Es de color negro opaco.

### **RECOMENDACIONES DE USO**

#### **Ciclo agrícola**

Primavera-verano

#### **Cantidad de semilla**

40 kilogramos por hectárea

#### **Fertilización**

Se recomienda la dosis de fertilización 30-40-00, la cual debe ajustarse según el sitio de siembra

#### **Días de madurez**

100-105 en Zacatecas

#### **Fechas de siembra**

Inicio de la temporada de lluvias (segunda quincena de junio y primera quincena de julio)

#### **Ámbito de aplicación**

Frijozac N-101 se adapta en los sistemas de producción del estado de Zacatecas y áreas con clima similar

## **Rendimientos de grano**

1.1ton/ha mediana productividad

2.9ton/ha alta productividad

### **❖ FLOR DE MAYO BAJIO Y FLOR DE MAYO M-38**

El rendimiento experimental de FLOR DE MAYO M38 en riego alcanza los 3 mil 600 kg/ha y en temporales de regulares a buenos puede variar entre mil y 2 mil 500 kg/ha. Es una variedad mejorada de frijol que tiene testa de color rosado con fondo crema.

## **RECOMENDACIONES DE USO**

### **Ciclo agrícola**

Siembras tempranas de primavera y en Primavera-Verano

### **Cantidad de semilla**

45 kilogramos por hectárea

### **Fertilización**

Se recomienda la dosis de fertilización 30-40-00, la cual debe ajustarse según el sitio de siembra

### **Días de madurez**

110-116 según el sitio de siembra

### **Fechas de siembra**

Cuando se inicie el período libre de heladas; inicio de la temporada de lluvias (segunda quincena de junio y primera quincena de julio)

### **Ámbito de aplicación**

FLOR DE MAYO M38 se adapta en áreas de buena productividad en los estados de Durango, Chihuahua, Coahuila, Zacatecas y otros estados de México.

### **Rendimientos de grano**

1.0ton/ha mediana producción

3.6ton/ha alta producción

### **8.3 Riegos**

Para un desarrollo normal de la planta, en las etapas reproductivas no debe faltar humedad en el suelo, desde el inicio de la floración hasta el llenado de granos.

En los suelos de aluvión con alto nivel freático, un riego de auxilio al inicio de floración puede ser suficiente, mientras que con bajo nivel freático se sugiere la aplicación de un segundo riego de auxilio en la etapa de formación o llenado de grano (entre 60 y 70 días).

En suelos de barrial, dos riegos de auxilio son necesarios para las variedades precoces e intermedias; el primero al inicio de la floración y el segundo en formación de vainas. Las variedades tardías como las de tipo negro generalmente requieren de un tercer riego de auxilio en la etapa de llenado de granos..(Arroyo *et. al.*, 2013).

### **8.4 Fertilización**

En las áreas de alto y mediano potencial aplicar la dosis 30-50-00 y en las de bajo potencial 20-30-00, al momento de la siembra..(Arroyo *et. al.*, 2013).

## 8.5 Malezas y como se combaten

Las principales malezas que suelen presentarse son: quelite *Amaranthusspp*; calabacilla *Cucúrbita spp*; lengua de vaca *Rumex crispas*, hierva de pollo *Comelina difusa*, nabo *Brassicasp.* Y verdolaga *Portulacaoleracea*, todas de hoja ancha.

De hoja angosta se presentan coquillo *Cyperusspp.* Y algunos pastos.

Control mecánico mediante dos cultivos, el primero a los 25 a 35 días después de la siembra y el segundo 25 a 30 días después del primero. Control químico; aplicar bentazon en dosis de 1.5 a 2.0 L/ha cuando se cubre totalmente el terreno o 0.5 a 0.7 L/ha si la aplicación es en banda. También se recomienda aplicar el herbicida fomesafen, en dosis de 0.35 L/ha si se aplica en banda o 1.0 L/ha si la aplicación es total..(Arroyo *et. al.*, 2013).

## 8.6 Herbicidas

**Gramoxone (Paraquat).** Por ser un producto que quema sobre el área que es asperjado, se recomienda aplicarlo en preemergencia, en los sistemas de siembra de labranza cero y en relevo. Sin embargo, se obtienen buenos resultados cuando se aplica en forma dirigida y de preferencia con pantalla en post emergencia. En este momento es de esperar que la planta de frijol tenga entre 10-15 de sembrado y la maleza una altura que oscile entre 8-10 cm. de altura. Utilizando de 0.4 a 1.0 kg/ha.

**Round-up (Glifosato).** por su acción sistemática a través del tejido foliar, para ser trastocado, es necesario que la maleza este en actividad

metabólica, es decir que la planta (maleza) no esté sometida a ningún estrés, ya sea por sequía o por exceso de humedad, a diferencia del Gramoxone, este ofrece un rango más amplio de control efectivo de malezas. Se recomienda para sistemas de siembra de labranza cero y relevo aplicado en presiembra o preemergencia del cultivo, procurando hacer los debidos traslapes de aplicación, ya que su efecto de aplicación es evidente hasta los 6-8 días después de aplicado. se debe utilizar de 1.5-2 kg/ha.

**Prowl (Pendimetalina).** Recomendado para impedir la germinación de semillas de malezas, debe aplicarse inmediatamente después de sembrado, de preferencia con humedad en el suelo, buena preparación de suelo y asegurándose que la semilla haya sido adecuadamente tapada. Se debe utilizar de 1.8 a 2.5 kg/ha.

**Flex (Fomesafen).** Producto selectivo para frijol aplicado en post emergencia para el control de malezas de hoja ancha, se debe aplicar entre los 22 – 25 días después de la siembra, no se debe aplicar cuando las temperaturas son muy altas o cuando existe mucha sequía. se utiliza de 1.4 a 2.5 kg/ha.

Estos herbicidas se pueden aplicar con aspersores mecánicas y manuales dependiendo la superficie a cubrir y el tipo de relieve con que cuente el productor..(Arroyo *et. al.*, 2013).

## 8.7 Labores culturales

- Cultivo para eliminar la maleza
- Fertilización
- Deshierbe
- Riego

- Control de plagas.

## 8.8 Plagas

### Minador del frijol, *Xenochalepussignaticollis* (Baly)

Aplicación de Dimetoato (1 lt/Ha), Engeo (200 ml/Ha), Spinoteram (75 ml/Ha).  
(Arroyo *et. al.*, 2013).



**Figura 23.** Minador del frijol

### Conchuela del frijol, *Epilachnavarivestis*Mulsant

Aplicación de Sevin 80% 1.0 kg/ha. .(Arroyo *et. al.*, 2013).



**Figura 24.** Conchuela de frijol

### **Chicharrita del frijol, *Empoasca kraemeri* Ross y Moore**

Se recomienda aplicar Folidol 2% 20 kg/ha. .(Arroyo *et. al.*, 2013).



**Figura 25.** Chicharrita del frijol

**Gallina ciega:** aplicación de insecticida granulado al momento de la siembra..(Arroyo *et. al.*, 2013).



**Figura 26.** Gallina ciega

**Chinche café y mosquita midge:** aplicación de Parathion en polvo al 3% a 20 kg/Ha. (Arroyo *et. al.*, 2013).



**Figura 27.** Chinche café y mosquita midge

### **Gorgojos**

Aplicar dos pastillas de fosfamina (Phostoxin) por estañón, tapando bien el recipiente si el grano es para consumo humano. Si se va a usar el frijol como semilla, tratarla con malation (4% PS, 100 g/46 kg de semilla).(Arroyo *et. al.*, 2013).



**Figura 28.** Gorgojos

### **Perforadores de las vainas**

Cuando las vainas están recién formadas y hay una larva recién nacida por planta, se pueden utilizar los siguientes insecticidas: decametrina (Decis 2,5% CE, 300-400 cc/ha), permetrina (Ambush 30% CE, 300-400 cc/ha), clorpirifos (Lorsban 4 E, 1 l/ha), metomil (Lannate 90 PPS, 250 a 300 g/ha). (Arroyo *et. al.*, 2013).



**Figura 29.** Perforadores de vainas

### **8.9 Enfermedades**

#### **Roya o chahuixtle [*Uromycesappendiculatus* (Pers.:Pers.) Unger]**

La mayoría de las variedades recomendadas tiene un grado aceptable de tolerancia a esta enfermedad. Si el ataque es muy intenso,

se puede combatir con fungicidas a base de azufre o mancozeb (Dithane M-45; 2,4 g/l) con tres aplicaciones cada diez días o con los productos específicos para esta enfermedad como son oxicarboxin (Plantvax) o triadimefon (Bayletón) en dos aplicaciones cada veinte días el cual ofrece un efecto curativo..(Arroyo *et. al.*, 2013).



**Figura 30.** Roya

**Tizón de halo [Pseudomonassyringaepv. phaseolicola (Burkholder) Young et al.]**

Es recomendable aplicar cupravit a una dosis de 2 – 4 kg/ha.(Arroyo *et. al.*, 2013).



**Figura 31.** Tizón de halo

**Pudriciones de la raíz**

La rotación de cultivos con cereales (arroz, maíz) es la medida preventiva más recomendable, sobre todo en aquellos terrenos donde se han establecido estas pudriciones. También se recomienda la siembra de semilla

tratada con captan, benomil o carboxil con captan (Vitavax) a razón de 120 g/46 kg de semilla. (Arroyo *et. al.*, 2013).



**Figura 32.** Pudrición de la raíz

### 8.10 Cosecha

La cosecha se inicia con el arranque y posteriormente la trilla o aporreo, el cual es recomendable hacerlo en forma manual a fin de no dañar la semilla, la selección de los granos es muy importante para mejorar la calidad, pues permite eliminar terrones, piedras, desechos de cosecha y granos con daños diversos que no pueden removerse mediante zarandas y el uso del viento, pues tiene tamaños y pesos similares a las demás semillas. (Arroyo *et. al.*, 2013).



**Figura 33.** Cosecha de frijol

### **8.11 Rendimiento**

El rendimiento normalmente en el estado de Zacatecas ha sido aproximadamente de 0.8 a 1.5 ton /Ha. Puesto que es el estado con mayor rendimiento en el país. Ha variado conforme pasan los años ya que las condiciones del clima no han sido las mismas en los últimos 5 años. Esto ha delimitado tanto la producción como el rendimiento de dicho cultivo.(Arroyo *et. al.*, 2013).

## **IX. CONCLUSIÓN**

Todos los resultados que se obtuvieron de esta investigación servirán como una fuente de información estadística y/o como un artículo más actualizado referente al frijol en la región potencialmente productora de dicho cultivo. Al hacer la comparación de la información recopilada y del paquete

tecnológico del estado con mayor rendimiento por Ha, se dio a conocer que la información no varía mucho. También lo que pudimos obtener de esta información más actualizada es que al conocer mejor este cultivo podemos tener un mejor rendimiento siempre y cuando demos el tratamiento indicado al cultivo para obtener el mejor rendimiento posible. Y así también para que los productores tengan información más actualizada para no tener pérdidas en sus cosechas y estar preparados para cualquier perturbación en su cultivo.

Con la realización de esta investigación me pude dar cuenta que México es uno de los principales productores de frijol además que es uno de los países que tiene las posibilidades para exportar su producción a otros países, como también nos podemos dar cuenta que en la vida el frijol es uno de los alimentos básicos.

También me di cuenta que todos los estados de la republica cultivan frijol solo que cada estado siembra una variedad de frijol dependiendo el tipo de suelo y clima que se presente en cada zona.

## **X. BIBLIOGRAFIAS**

Ávila, C, Jorge. Junio de 1987. Enfermedades del frijol. Trillas. México, D. F.

Chaupe, J y Rojas, E. (2008). El frijol es una leguminosa cuyo grano es una fuente de alimentación proteica de gran importancia en la dieta alimenticia. Soporte digital.

- Franco, F., Pedroso, R., Noa, A., Castañeda, I., Rios, C., Aredondo, I., Chacón, A. (2004) Lista oficial de plantas. Material complementario para la Botánica. Universidad Central de Las Villas. Centros de estudios Jardín Botánico. Cuba.
- Fuentes, P, Cilia. Marzo 1980. Manejo y control de las malezas en el cultivo del frijol. Guía de estudio, centro internacional de agricultura tropical (CIAT). Cali, Colombia
- Guerrero, R. E., M. J. Valdéz, K. F. Byerly y J. A. Meza. 1979. La conchuela del frijol y su combate en el Valle del Guadiana, Dgo. Campo Agrícola Experimental Valle del Guadiana, Durango, México. Folleto Técnico, 22p.
- INEGI.1998; Anuario Estadístico del Estado de Zacatecas.
- Ing. Arrollo A. A., Rodríguez M. J., Castro H. M., Hernández L. C., Velásquez M. M., febrero 2013, colaboradores en la elaboración del paquete tecnológico para el cultivo de frijol en el estado de Zacatecas.
- J. Pérez-moreno, R. Ferrera-Cerrato y R. Garcia-Espinosa (eds.), Diversidad genética y patología del frijol. Colegio de posgraduados en ciencias agrícolas, Montecillo, Estado de México. (1995).
- León, Ileana; Faure, B; Rodríguez, O; Benitez, R; Suárez, Yipsy y Rodríguez, R. (2008). Selección de nuevas variedades de frijol común (*Phaseolus vulgaris*L.) frente a las principales enfermedades del cultivo en Cuba. *FITOSANIDAD* (1). 27-31 p.
- M.C. Escalante E. L., Ing. Carmen Linzaga E C. y M.C.Yolanda Isabel Escalante Y. I; 2007. Revista Alternativa. Volumen 4, número 12, Preparación Del Suelo Para Cultivo De Plantas En Campo, pag. 12.

- Mena, C, J. y Velásquez, V, R. Agosto de 2010. Manejo integrado de plagas y enfermedades de frijol en zacatecas. Folleto técnico No. 24. Centro de investigación regional norte centro campo experimental zacatecas-INIFAP. Zacatecas, México.
- Morales, F. J. (2000): El mosaico dorado y otras enfermedades del frijol común causadas por geminivirus transmitidos por mosca blanca en América Latina. Centro Internacional de la Agricultura Tropical (CIAT), Palmira, Colombia.
- Paredes, L.O.; Guevara, F.L.; Bello, L.A. (2006). Los alimentos mágicos de las culturas mesoamericanas, Fondo de Cultura Económica, 205 p.
- Schwartz F, H. y Gálvez, E, G. Enero de 1980. Problemas de producción del frijol. Centro internacional de agricultura tropical (CIAT), Apartado aéreo 6713, Cali, Colombia.
- Secretaria de Agricultura y Recursos Hidráulicos (SARH), Dirección general de sanidad vegetal. Mayo de 1992. Guía fitosanitaria para el cultivo del frijol. Serie sanidad vegetal. Futura.México.
- Singh, S.P. (1999). Production and Utilization. En: Singh, S. P. (eds).Common bean improvement in the twenty-first century. KluwerAcademic Publishers.24 p.
- Tapuach, Shyrley.: (2004). Una leguminosa muy mexicana, de “Frijoles, buena costumbre”, por A., en “El Universal”, sección Estilos, septiembre 3, p. G7.
- Velásquez, J. A y Giraldo Paula (2005). Informe de avance, posibilidades competitivas de productos prioritarios de Antioquia frente a los acuerdos de integración y nuevos acuerdos comerciales. 20 p.
- Velásquez, V. R. y J. C. García. 2000. Guía para controlar nematodos del frijol y chile en Zacatecas. Desplegable para Productores No. 15.

Campo Experimental Calera – INIFAP. Calera de V. R., Zacatecas, México.

[www.siap.sagarpa.gob.mx](http://www.siap.sagarpa.gob.mx) servicio de información y estadística agroalimentaria y pesquera SIAP, SIACON, anuario agrícola por municipio SAGERPA. Consulta de indicadores de frijol.

[www.agronet.com.mx](http://www.agronet.com.mx) situación y perspectivas del frijol. Autor: Jorge A. Rojo Leyva.

<http://www.infoagro.com>; Copton L. P, 2007. Cultivo de frijol.

<http://www.agronet.com.mx/> portal con información sobre el frijol.

[www.mag.go.cr/biblioteca\\_virtual\\_ciencia/tec\\_frijol.pdf](http://www.mag.go.cr/biblioteca_virtual_ciencia/tec_frijol.pdf); Dirección General de Investigación y Extensión Agrícola. Ministerio de Agricultura y Ganadería. San José, Costa Rica. 1991.