

# Manual de Manejo Agronómico de Frijol en Regiones Andinas



PERÚ

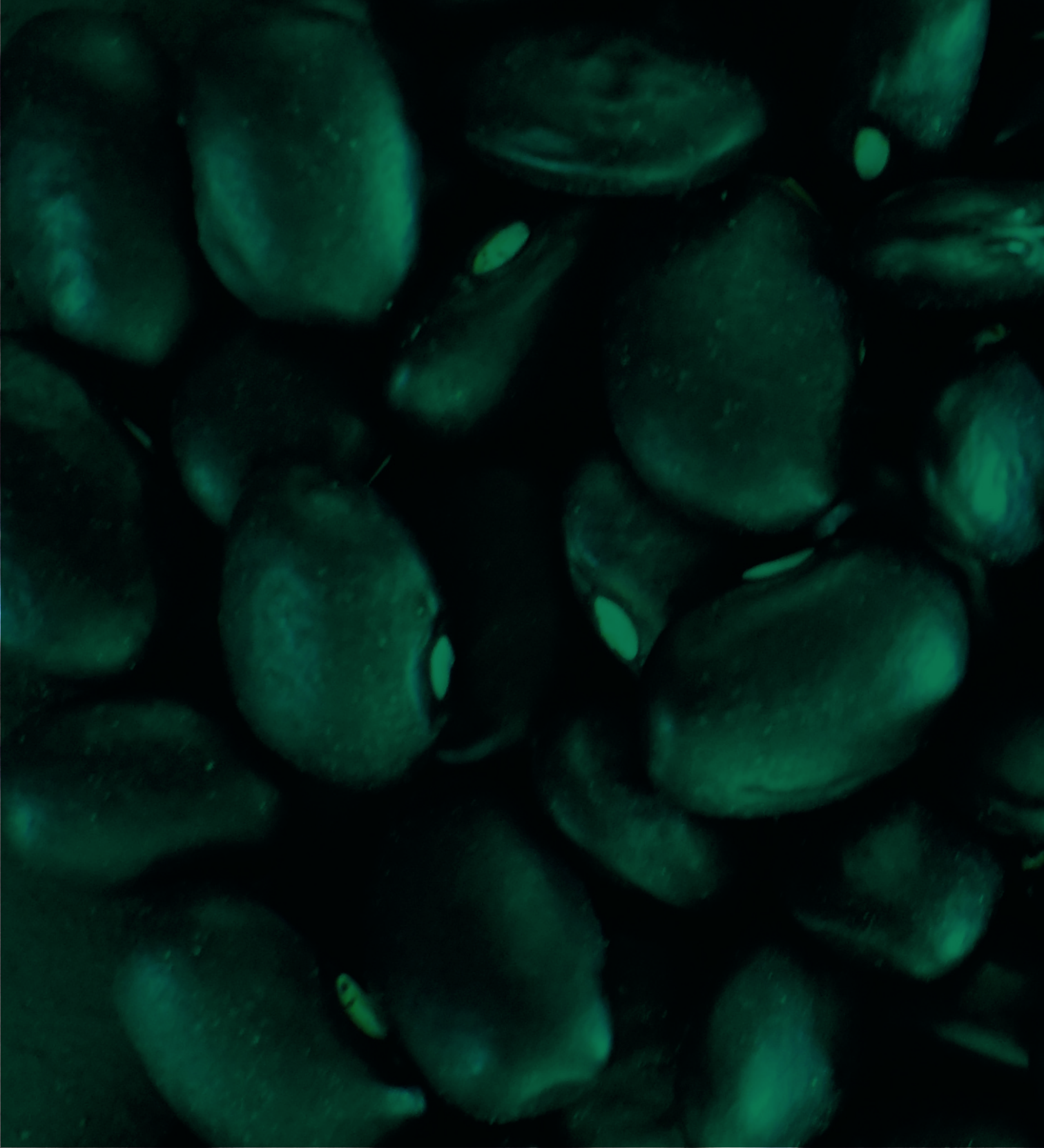
Ministerio  
de Desarrollo Agrario  
y Riego



Instituto Nacional de Innovación Agraria



BICENTENARIO  
DEL PERÚ  
2021 - 2024



MINISTERIO DE DESARROLLO AGRARIO Y RIEGO  
INSTITUTO NACIONAL DE INNOVACIÓN AGRARIA  
DIRECCIÓN DE RECURSOS GENÉTICOS Y BIOTECNOLOGÍA

# **Manual de Manejo Agronómico de Frijol en Regiones Andinas**

## Manual de manejo agronómico de frijol en regiones andinas

### Ministra de Desarrollo Agrario y Riego

Nelly Paredes del Castillo

### Viceministro de Desarrollo de Agricultura Familiar e Infraestructura Agraria y Riego

Christian Alfredo Barrantes Bravo

### Viceministro de Políticas y Supervisión del Desarrollo Agrario

Segundo Enrique Regalado Gamonal

### Jefe del INIA

Jorge Juan Ganoza Roncal, M. Sc.

© Instituto Nacional de Innovación Agraria – INIA

### Autores:

Jheiner Vásquez García

Nuri Carito Vilca Valqui

Roiber Francisco Malqui Ramos

### Editado por:

Instituto Nacional de Innovación Agraria – INIA

Equipo Técnico de Edición y Publicaciones

Av. La Molina 1981, Lima-Perú

Teléf. (511) 2402100 - 2402350

[www.gob.pe/inia](http://www.gob.pe/inia)

### Proyecto:

“Mejoramiento de los servicios de investigación en la caracterización de los recursos genéticos de la Agrobiodiversidad en 17 departamentos del Perú”.

CUI: 2480490.

### Editor general:

Emely Elizabeth Lazo Torreblanca

### Revisión de contenido:

Cristina Quintana Palacios

### Diseño y Diagramación:

Luis Enrique Calderon Paredes

### Primera edición digital:

Febrero, 2023

### Publicado:

Febrero, 2023

### Disponible en:

<https://repositorio.inia.gob.pe/>

### ISBN:

978-9972-44-120-2

Hecho el Depósito Legal en la Biblioteca Nacional del Perú N° 2023-01071

Prohibida la reproducción de este libro por cualquier medio, total o parcialmente, sin permiso expreso

# Tabla de Contenido

Presentación	7
<b>1.</b> Introducción	8
<b>2.</b> Origen y taxonomía	10
<b>3.</b> Características morfológicas del frijol	12
3.1. Órganos vegetativos	14
3.2. Órganos reproductivos	17
<b>4.</b> Hábitos de crecimiento de la planta	20
<b>5.</b> Fenología del cultivo	22
<b>6.</b> Etapas de desarrollo de la planta	24
6.1. Fases vegetativas	25
6.2. Fases reproductivas	30
<b>7.</b> Requerimientos del cultivo	36

# Tabla de Contenido

<b>8.</b>	Instalación y mantenimiento del Banco de Germoplasma	38
8.1.	Selección del terreno	39
8.2.	Época de siembra	39
8.3	Preparación del suelo	39
8.4	Semilla	43
8.5	Sistemas de siembra	44
8.6	Fertilización	46
8.7	Riegos	48
8.8	Control de malezas	48
8.9	Control de plagas y enfermedades	50
<b>9.</b>	Cosecha	58
<b>10.</b>	Referencias bibliográficas	60

# PRESENTACIÓN

El frijol común *Phaseolus vulgaris* L. es considerado una de las leguminosas más importantes a nivel mundial, debido a su alto contenido de proteína, carbohidratos, vitaminas y minerales. Actualmente, existen más de 1,300 especies de leguminosas, de las cuales sólo se consumen 20; especialmente en Centroamérica y Sudamérica.

Se considera también que las leguminosas pueden ser fuente de compuestos benéficos con efecto protector en el desarrollo de enfermedades como el cáncer, diabetes, hipercolesterolemia, osteoporosis, entre otros.

El Perú cuenta con diversidad de variedades de leguminosas, las cuales constituyen parte de los ingresos económicos de miles de familias dedicadas a la agricultura en diversas zonas geográficas del país.

El Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego (MIDAGRI) a través del Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA) tiene la misión de conservar los recursos genéticos de uso agrario, y fomentar su puesta en valor y producción. Además, es responsable del Banco de Germoplasma más importante del Perú en materia de agrobiodiversidad; el cual cuenta con 58 accesiones de leguminosas.

El presente documento se ha elaborado en base a los resultados obtenidos de diversas investigaciones relacionadas a la conservación y caracterización agromorfológica de leguminosas, desarrolladas en la Estación Experimental Agraria Amazonas – Chachapoyas. En tal sentido el “**Manual de manejo agronómico de frijol en regiones andinas**”, contiene información sobre prácticas de manejo y metodología para la caracterización agromorfológica con el objetivo de motivar a la conservación de la biodiversidad con fines de investigación y mejoramiento genético.

**Jorge Juan Ganoza Roncal, M. Sc.**  
Jefe del INIA



# INTRODUCCIÓN



La legumbre de la planta de frijol es una vaina dividida por dos valvas con una sola fila de semillas adheridas al borde inferior de una de ellas (Jennings y Foster, 2020). Constituye una fuente económica y saludable por su alto contenido de proteína, fibra y micronutrientes, además tienen una huella hídrica y de gases de efecto invernadero bajas, y enriquecen el suelo a través de la fijación de nitrógeno (Semba et al., 2021).

Desde hace más de 20 mil años, las leguminosas de grano conforman un importante grupo de cultivos alimenticios que han desempeñado un papel fundamental en la alimentación de casi todas las civilizaciones del mundo (Valladolid, 2016).

La costa, sierra y selva del Perú, presentan condiciones favorables de suelo y clima para la producción y adaptabilidad de las leguminosas, por lo cual es posible cultivar 12 especies y más de 80 clases comerciales en 200,000 hectáreas, aproximadamente; generando una producción de 272,000 toneladas al año, de las cuales el 33% corresponde a frijoles, 30% a habas, 19% a arvejas y en menor proporción pallar, lentejas, tarwi, garbanzo, entre otros (Aguirre, 2021). En el año 2020 se cosecharon 68,478 ha de frijol (*Phaseolus vulgaris*), teniendo un rendimiento de 1,282.8 kg/ha (Food and Agriculture Organization [FAO], 2022), representando uno de los cultivos que destacan a nivel nacional (Instituto Nacional de Innovación Agraria [INIA], 2022). No obstante, dentro de las mayores limitaciones para su cultivo se encuentran la susceptibilidad al ataque de plagas y enfermedades, así como la poca tolerancia a largos periodos de sequía y suelos salinos.

Para el año 2021, la exportación del frijol peruano sumó 18,380 toneladas, cuyo valor totalizó USD 26.8 millones. Los principales destinos para el frijol fueron Corea del Sur con 79% de participación y los Estados Unidos con 8% (Portal Portuario, 2022).

Los frijoles se han convertido en una buena alternativa para incrementar los aportes de hierro y contribuir a la solución de la problemática de alta anemia en el país; ya que, además, al consumirse junto con una fuente de vitamina C, se logra aumentar la biodisponibilidad del hierro.



# **2** ORIGEN Y TAXONOMÍA

El conjunto de conocimientos recabados de acuerdo a los restos fósiles y las características morfológicas, agronómicas y genéticas, establecen que el frijol común se originó en Mesoamérica y, posteriormente, se domesticó entre los 5000 y 2000 años a. C. en dos sitios del continente americano: Mesoamérica (México y Centroamérica) y los Andes (Sudamérica); a partir del frijol silvestre se formaron dos acervos genéticos domesticados distintos, Mesoamericano y Andino (Hernández et al., 2013).

El género *Phaseolus* incluye aproximadamente a 35 especies, de las cuales cuatro se cultivan: *Phaseolus vulgaris* L., *P. lunatus* L., *P. coccineus* L. y *P. acutifolius* A. Gray var. *latifolius* Freeman (López et al., 1985).

Su taxonomía es la siguiente:

**Reino :** Plantae

**División :** Agiosperma

**Clase :** Dicotiledoneales

**Subclase :** Archychamydeae

**Orden :** Rosales

**Familia :** Leguminosae

**Subfamilia :** Papilionoideae

**Tribu :** Phaseoleae

**Subtribu :** Phaseolinae

**Género :** *Phaseolus*

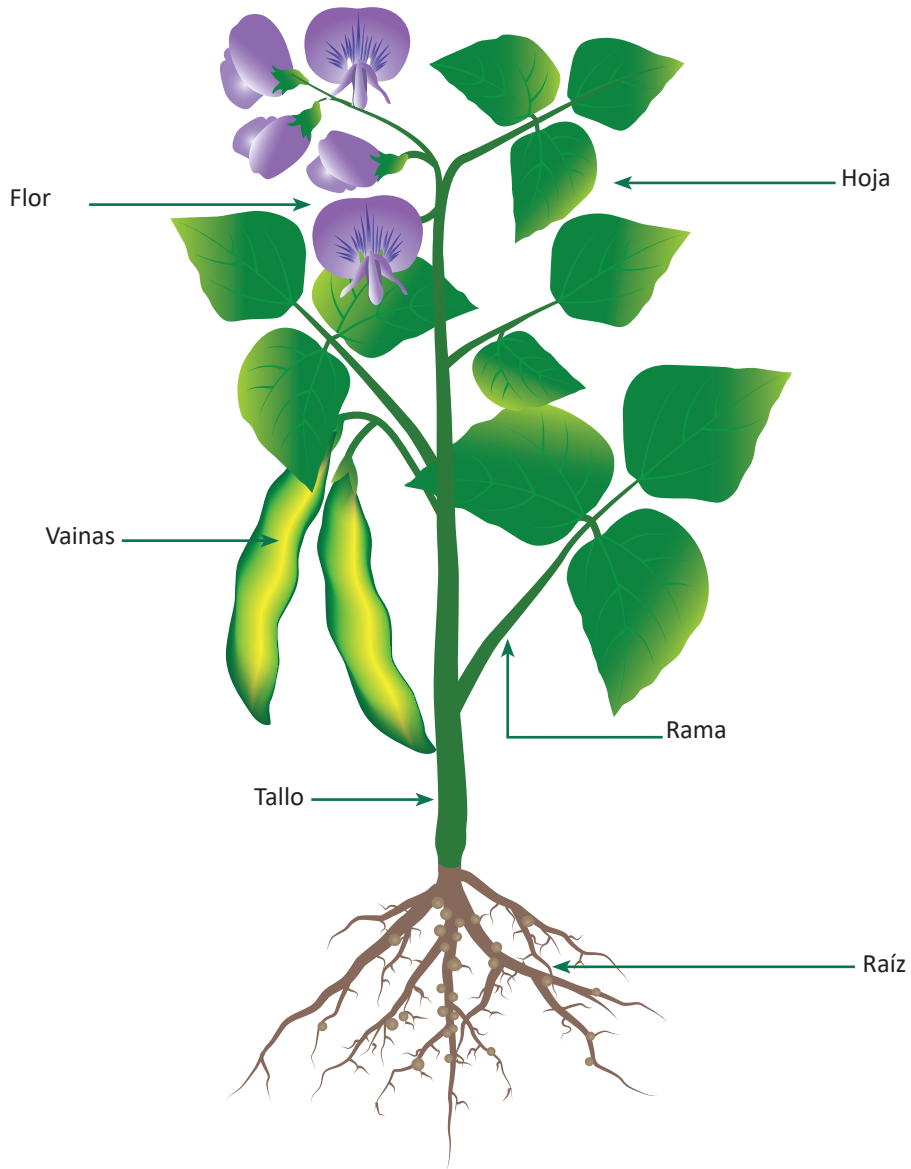
**Especie :** *Phaseolus vulgaris* L.



**3**

# **CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS DEL FRIJOL**

La morfología estudia los caracteres de cada órgano visible a una escala macroscópica y microscópica, lo cual facilita la comprensión de la planta en su totalidad (López et al., 1985).



**Figura 1.** Partes de una planta típica de frijol

## 3.1. ÓRGANOS VEGETATIVOS

### 3.1.1. Raíz

En su etapa inicial está formada por la radícula del embrión que luego se transforma en raíz principal, de ella salen las raíces secundarias y de éstas las terciarias y así sucesivamente; en los puntos de crecimiento de estas subdivisiones se encuentran los pelos absorbentes, los cuales cumplen una función importante en la absorción del agua y nutrientes del suelo. El mayor volumen del sistema radicular se concentra en los primeros 20 cm de profundidad del suelo (Valladolid, 2001).

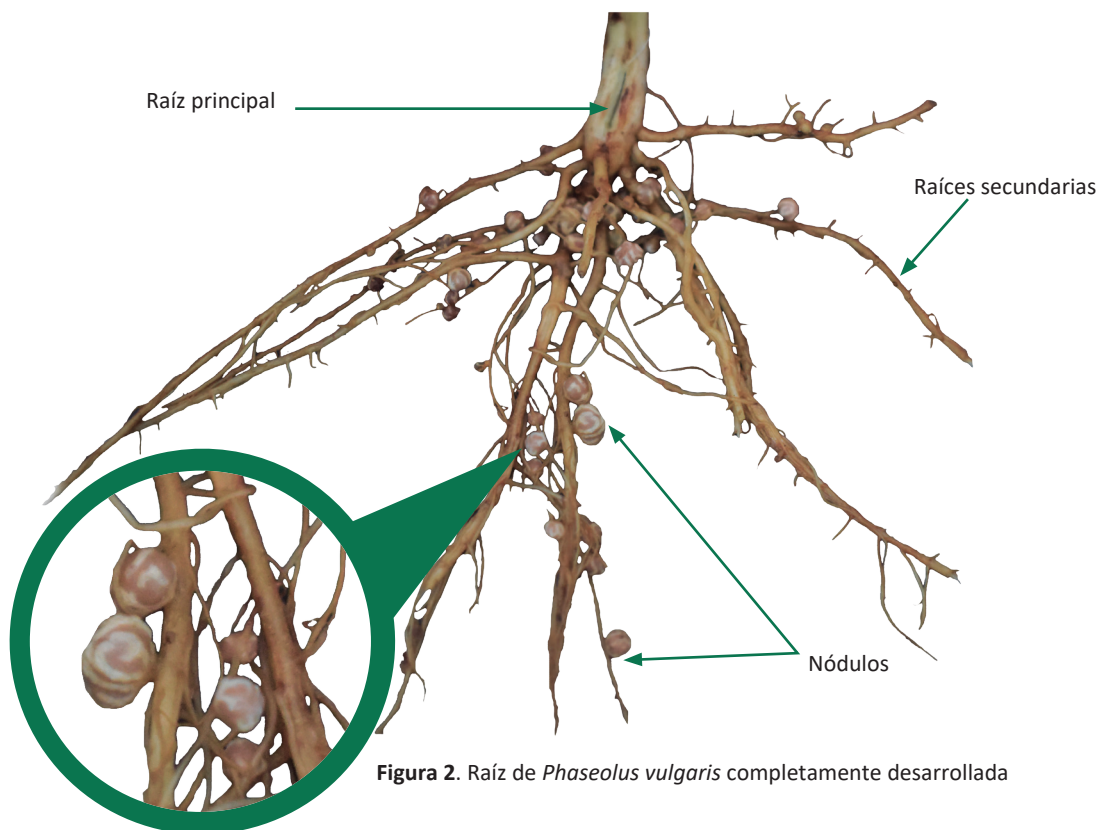


Figura 2. Raíz de *Phaseolus vulgaris* completamente desarrollada

Las raíces con frecuencia presentan nódulos de forma poliédrica de 2 a 5 mm de diámetro colonizados por bacterias del género *Rhizobium*, éstas fijan el nitrógeno atmosférico que luego es aprovechado por la planta y el suelo (Valladolid, 2001).

### 3.1.2. Tallo

Se origina del meristema apical del embrión de la semilla; desde la germinación y en las primeras etapas de desarrollo de la planta, este meristema tiene una fuerte dominancia apical y en su proceso de desarrollo genera nudos, los cuales son considerados el punto de inserción de las hojas (o de los cotiledones) en el tallo. El ángulo formado entre el pecíolo de las hojas y la prolongación del tallo se denomina axila; en las axilas aparece un complejo de yemas que luego se desarrollan como ramas laterales y como inflorescencias.

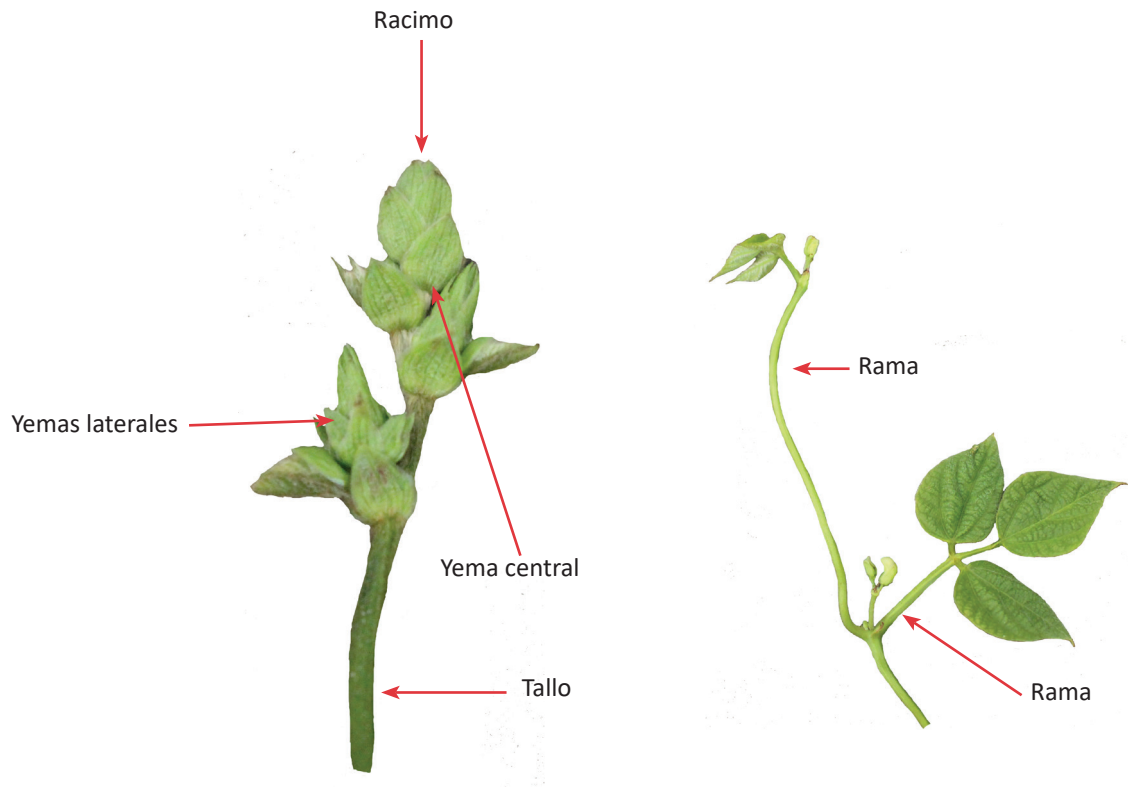


Figura 3. Características de la parte terminal del tallo

### 3.1.3. Hoja

Las hojas del frijol están insertas en los nudos del tallo en donde se encuentran estípulas que constituyen un carácter importante en la sistemática de las leguminosas y en las ramas; se clasifican en dos tipos, simples o compuestas (López et al., 1985).

- ✓ **Hojas simples:** conocidas también como hojas primarias, aparecen en el segundo nudo del tallo y se forman en la semilla durante la embriogénesis; son opuestas, cordiformes, unifoliadas, simples, acuminadas y con estípulas bifidas. Las hojas caen antes de que la planta esté completamente desarrollada (López et al., 1985).
- ✓ **Hojas compuestas:** son denominadas las hojas típicas del frijol; tienen tres folíolos (trifoliadas), un pecíolo y un raquis, tanto el pecíolo como el raquis son acanalados; el foliolo central o terminal es simétrico y acuminado, los dos laterales son asimétricos y también acuminados. (López et al., 1985).

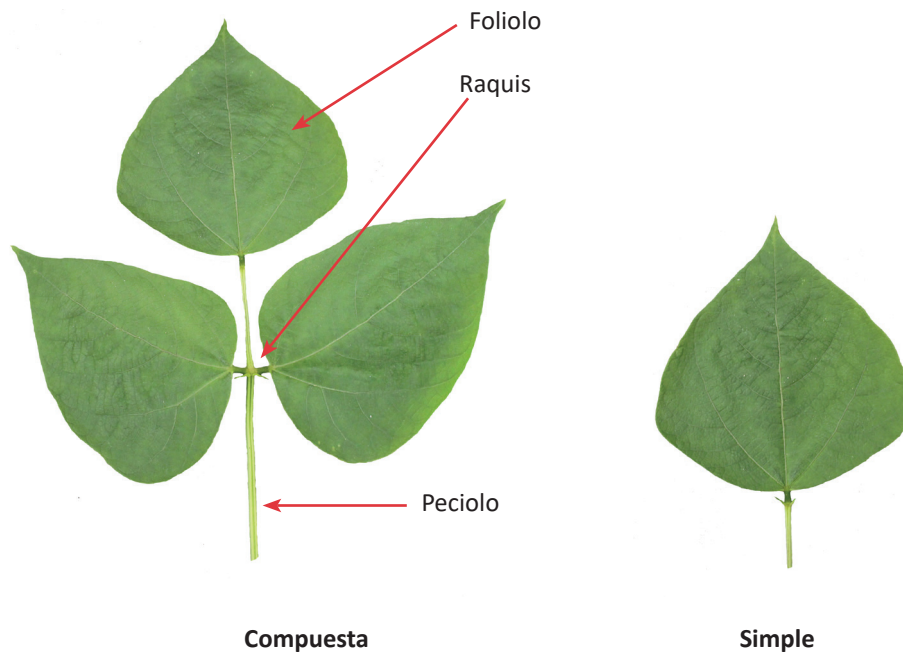


Figura 4. Tipo de hojas



## 3.2. ÓRGANOS REPRODUCTIVOS

### 3.2.1. Flor

Presenta una típica flor papilionácea, en la cual durante el proceso de desarrollo se distinguen dos estados, el botón floral y la flor completamente abierta. El botón floral se origina en las inserciones de un racimo o en el desarrollo floral de las yemas de una axila. En su estado inicial, está envuelto por las bractéolas que tienen forma ovalada o redonda y, en su estado final, la corola -que aún está cerrada- sobresale y las bractéolas cubren sólo el cáliz (López et al., 1985).

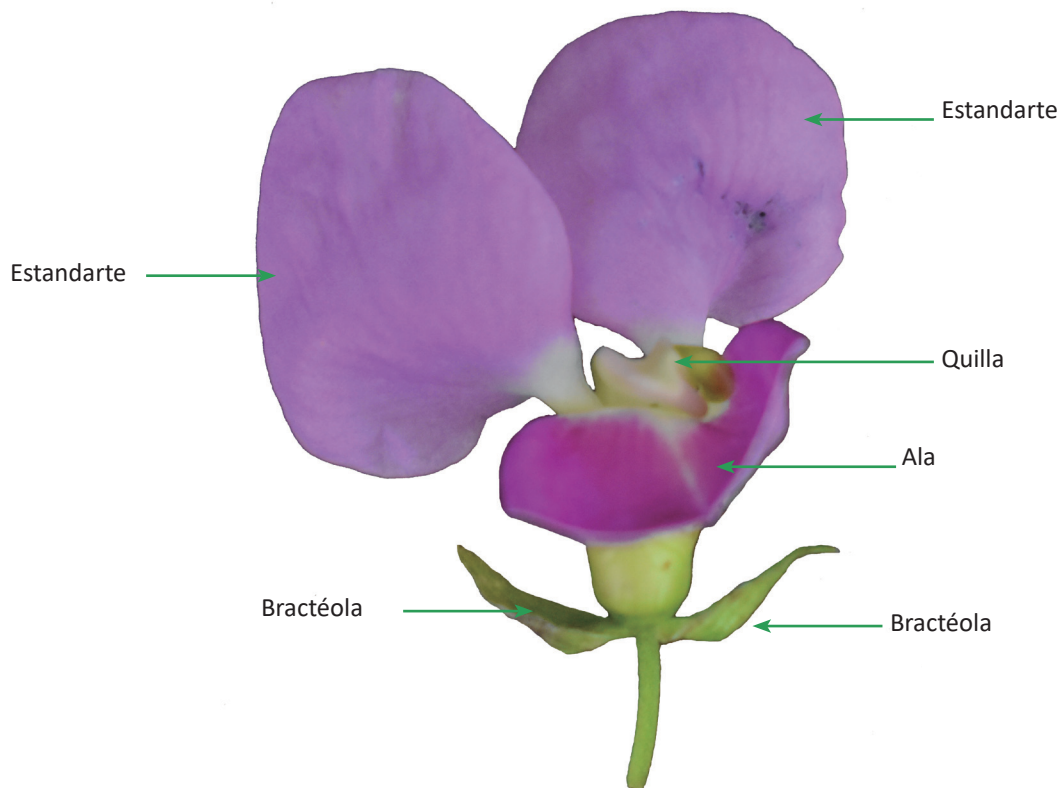


Figura 5. Partes de la flor de frijol común

### 3.2.2. Fruto

El fruto es una vaina con dos valvas, las cuales provienen del ovario comprimido, presenta dos suturas que aparecen en la unión de las valvas, una es la sutura dorsal llamada placentar y la otra sutura se denomina sutura ventral (López et al., 1985).

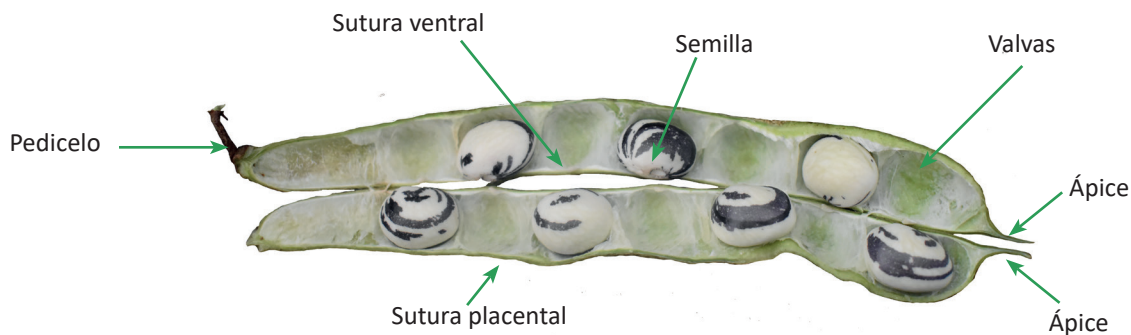


Figura 6. Fruto de la planta de frijol común

### 3.2.3. Semilla

Tiene origen en un óvulo compilótropo, es exalbuminosa (no posee albumen) y sus reservas nutritivas se concentran en los cotiledones.

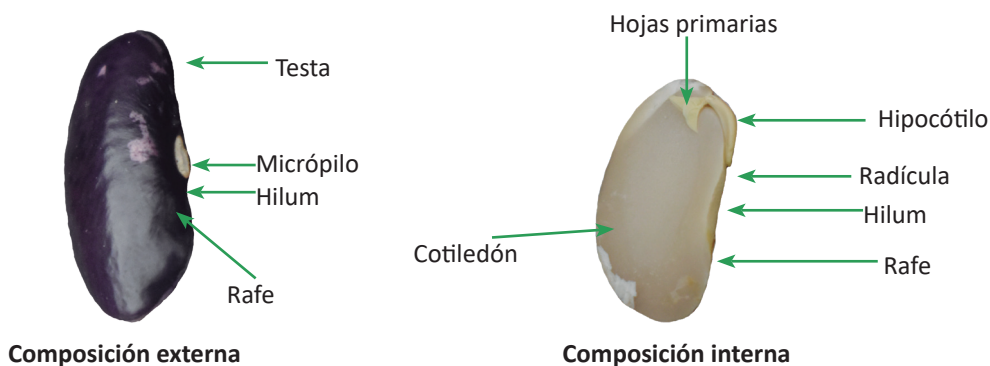


Figura 7. Partes de la semilla de frijol común

Se encuentra gran diversidad de semillas, las cuales se diferencian en forma (cilíndrica, riñón, esférica u otras), color (blanco, rojo, crema, negro, café, etc.) y brillo. Esta gran variabilidad genética en los caracteres externos de la semilla son criterios para la clasificación de variedades de frijol.



**Variabilidad de semillas de  
frijol en regiones andinas**



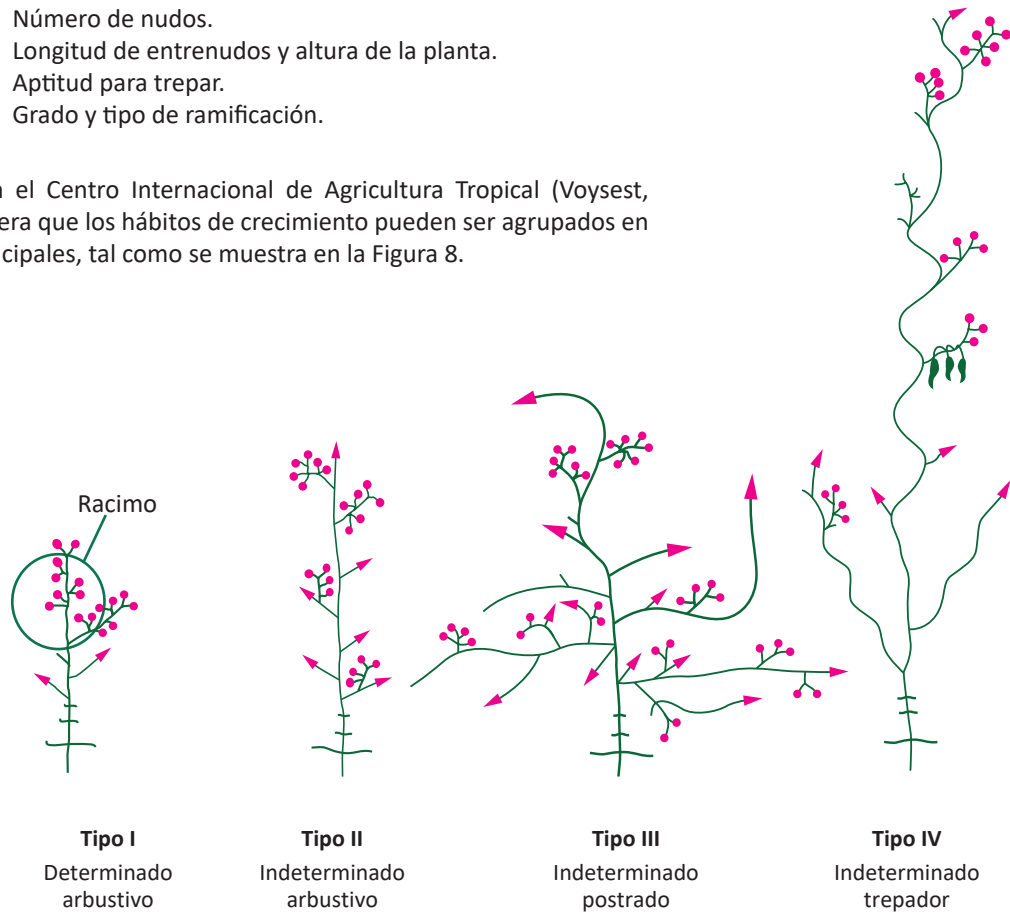
**4**

# **HÁBITOS DE CRECIMIENTO DE LA PLANTA**

Los principales caracteres agromorfológicos que ayudan a determinar el hábito de crecimiento de la planta son:

1. Tipo de desarrollo del terminal del tallo: determinado o indeterminado.
2. Número de nudos.
3. Longitud de entrenudos y altura de la planta.
4. Aptitud para trepar.
5. Grado y tipo de ramificación.

De acuerdo con el Centro Internacional de Agricultura Tropical (Voyses, 1983), se considera que los hábitos de crecimiento pueden ser agrupados en cuatro tipos principales, tal como se muestra en la Figura 8.



**Figura 8.** Tipo de hábitos de crecimiento (Arias et al., 2007)



**5 FENOLOGÍA  
DEL CULTIVO**

De acuerdo con Yzarra y Lopez (2017) el frijol presenta las siguientes etapas fenológicas (Tabla 1).

<b>Emergencia</b>	Inicia cuando los cotiledones aparecen a nivel del suelo.
<b>Hojas primarias</b>	Inicia cuando las hojas primarias de la planta están desplegadas.
<b>Primera hoja trifoliada</b>	La primera hoja trifoliada se encuentra completamente abierta, con los folíolos ubicados en un plano y por debajo de las hojas primarias.
<b>Tercera hoja trifoliada</b>	Inicia cuando la tercera hoja trifoliada se encuentra desplegada. Se observa que esta hoja se ubica aún debajo de la primera y segunda hoja trifoliada.
<b>Botón floral</b>	Aparece el primer botón o racimo floral en las plantas. En variedades con hábito de crecimiento determinado aparecerá un botón floral, mientras que en variedades con hábito de crecimiento indeterminado se observará un racimo floral.
<b>Floración</b>	Se abren las primeras flores. En el caso de plantas con hábito de crecimiento determinado la floración se inicia en el último nudo del tallo y de las ramas; en cambio, en variedades indeterminadas la floración comienza en la parte baja del tallo y de las ramas.
<b>Formación de vainas</b>	Aparece la primera vaina con la corola de la flor colgada o recientemente desprendida.
<b>Llenado de vainas</b>	Las primeras vainas empiezan a llenarse. Comienza el crecimiento activo de las semillas.
<b>Maduración</b>	Inicia la decoloración (cambio de color) y secado de las primeras vainas. Las semillas van adquiriendo la forma, solidez y color típico de la variedad.

**Tabla 1.** Etapas fenológicas



# **ETAPAS DE DESARROLLO DE LA PLANTA**



De acuerdo con lo establecido por Fernández et al. (1986), la planta de frijol se desarrolla de acuerdo a las siguientes fases:

## 6.1. FASES VEGETATIVAS

### 6.1.1. Etapa V0: Germinación

El proceso de germinación empieza cuando la semilla que se ha sembrado absorbe agua y se hincha. Una vez la semilla dispone de agua, la radícula emerge de ella; la cual se alarga para convertirse en la raíz primaria. Luego, en la superficie del suelo aparecen las raíces secundarias y terciarias. Posteriormente, se alarga el hipocótilo y los primeros cotiledones se pueden observar en la superficie del suelo.



Figura 9. Semilla de frijol germinada

### 6.1.2. Etapa V1: emergencia

Se inicia cuando los cotiledones del 50 % de las plántulas aparecen al nivel del suelo; luego de la emergencia, el hipocótilo se endereza y crece hasta alcanzar su tamaño máximo, iniciando la formación de las hojas primarias.

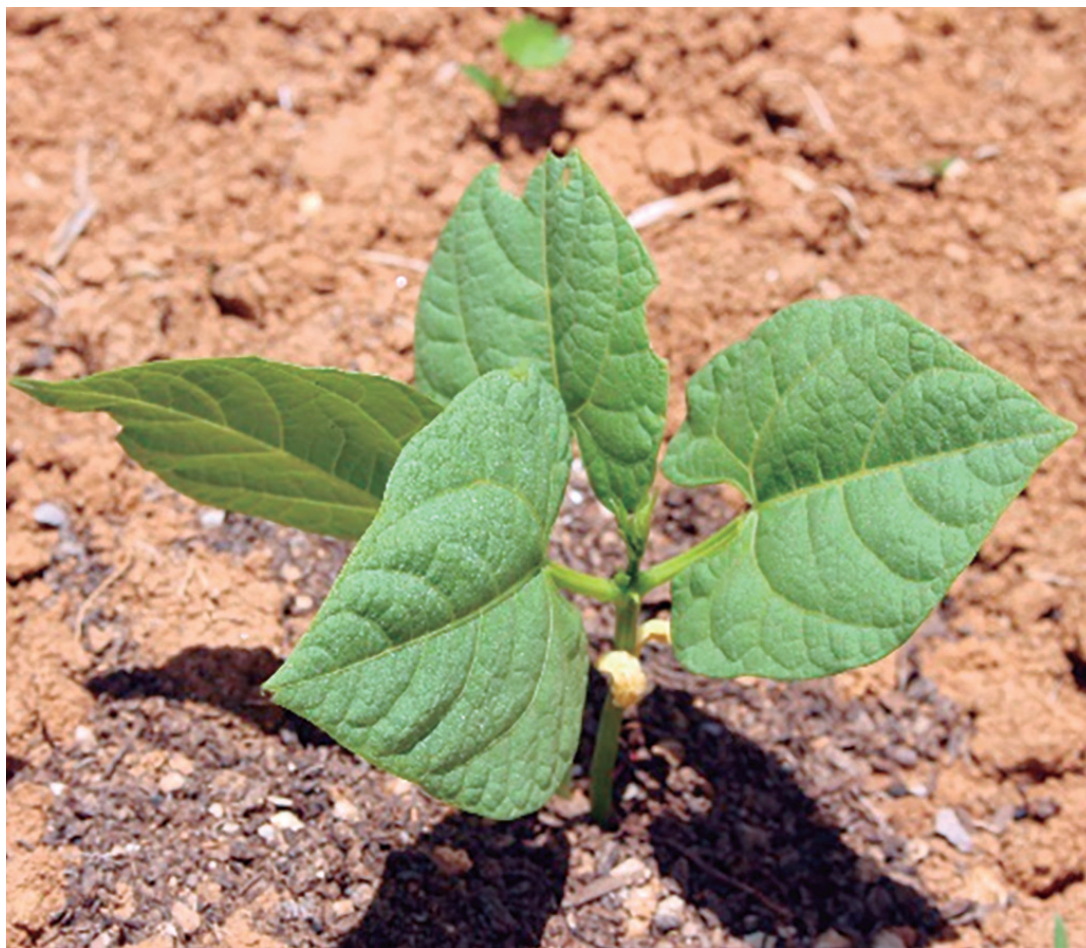
Los diferentes órganos de la parte aérea se vuelven verdes, en ciertas variedades aparece una pigmentación rosada o morada, especialmente en el hipocótilo.



**Figura 10.** Inicio de la Etapa V1: el cotiledón de la planta al nivel del suelo

### 6.1.3. Etapa V2: aparición de las hojas primarias

Esta etapa se inicia cuando se despliegan las hojas primarias, las cuales son simples (unifoliadas) y opuestas (ambas en el mismo nudo, el segundo del tallo principal). Al comienzo de esta etapa, la yema terminal del tallo principal se puede distinguir entre las dos hojas primarias.



**Figura 11.** Inicio de la Etapa V2: las hojas primarias están desplegadas

#### 6.1.4. Etapa V3: primera hoja trifoliada

Se inicia al desplegarse la primera hoja trifoliada en el 50 % de las plantas del cultivo. El entrenudo entre las hojas primarias y la primera hoja trifoliada como el pecíolo de esta última, son todavía cortos; también se puede observar que la segunda hoja trifoliada tiene un tamaño muy reducido. Los cotiledones se secan completamente y por lo regular se caen.

Se empieza a formar la primera rama a partir de la yema de la primera hoja trifoliada.



**Figura 12.** Inicio de la Etapa V3: la primera hoja trifoliada está desplegada

### 6.1.5. Etapa V4: tercera hoja trifoliada

Esta etapa es considerada la más larga de la fase vegetativa y comprende a todas las hojas completamente desplegadas del tallo principal de la planta.



**Figura 13.** Inicio de la Etapa V4: la tercera hoja trifoliada está desplegada

## 6.2. FASES REPRODUCTIVAS

### 6.2.1. Etapa R5: prefloración

La etapa R5, con la cual comienza la fase reproductiva, se inicia cuando en el 50 % de las plantas aparecen los primeros botones florales o los primeros racimos, según sea el hábito de crecimiento. Al finalizar la prefloración los pedúnculos de los racimos se alargan y la corola aparece entre las bractéolas, adquiriendo la pigmentación característica de la variedad.



Figura 14. Aparición de los primeros botones florales

### 6.2.2. Etapa R6: floración

Cuando está abierta la primera flor en el 50 % de las plantas, se ha iniciado la etapa R6. La primera flor abierta corresponde al primer botón formado; por lo tanto, en las variedades de Tipo I (determinadas) la floración empieza en el último nudo (nudo apical) del tallo principal y continúa en forma descendente, mientras que en las variedades de los Tipos II, III y IV (indeterminadas) empieza en la parte baja de la planta y continúa en forma ascendente.



Figura 15. Floración

### 6.2.3. Etapa R7: formación de vainas

Después de la fecundación de la flor, la corola se marchita y la vaina empieza a crecer. Cuando aparece la primera vaina en el 50 % de las plantas se considera iniciada la Etapa R7, en ese momento la corola puede estar desprendida o colgada aún del extremo inferior de las vainas.



**Figura 16.** Formación de vainas



#### 6.2.4. Etapa R8: llenado de vainas

La Etapa R8 empieza cuando en el 50 % de las plantas del cultivo la primera vaina cesa de alargarse y empieza a llenarse debido al crecimiento de las semillas. Esto se puede comprobar mirando las vainas por el lado de las suturas: se observan los abultamientos correspondientes a las semillas en crecimiento.



Figura 17. Llenado de vainas

### 6.2.5. Etapa R9: maduración

Se inicia cuando la primera vaina del 50 % de las plantas cambia su color verde por amarillo o pigmentado; las hojas, empezando por las inferiores, adquieren un color amarillo y se caen. Las semillas toman su color final y la planta está lista para la cosecha.



Figura 18. Vainas maduras



**Evaluación de clorofila de  
frijol en regiones andinas bajo  
sistema de conducción**



# REQUERIMIENTOS DEL CULTIVO

## 7.1 CLIMA

Tiene mejor desarrollo en un clima templado a cálido, en un rango de temperaturas de 18 °C a 26 °C. Temperaturas inferiores a 16 °C afectan el crecimiento de la planta y, por el contrario, temperaturas superiores a los 30 °C ocasionan algunas alteraciones en las variedades tardías; así disminuyen su capacidad de producción, afecta el cuajado de las flores, se reduce el tamaño del grano y el número de semillas por vaina. El frijol no resiste a sequías prolongadas (Valladolid, 2001).



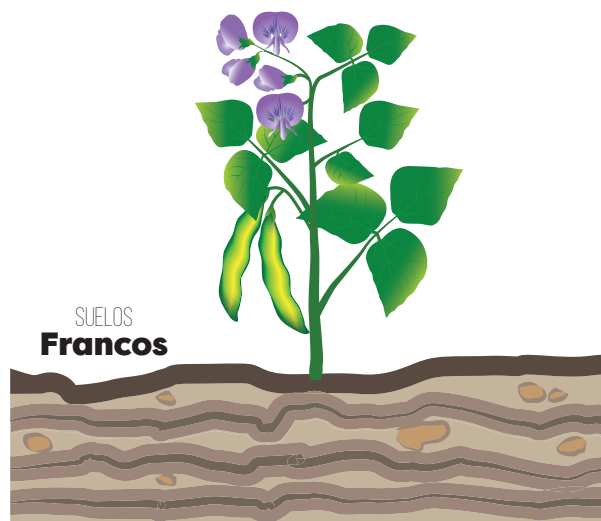
TEMPERATURA IDEAL

**18 a 26 °C**



## 7.2 SUELO

El frijol se desarrolla en la mayoría de los suelos, pero los más aptos para este cultivo son los suelos francos: franco-arenosos, franco-arcillosos y franco-limosos, profundos y fértiles; no prospera en suelos excesivamente arcillosos o arenosos carentes de nutrientes. Los suelos arcillosos tienen problemas de compactación y mal drenaje, que impiden un buen desarrollo radicular y propician la proliferación de los hongos patógenos del suelo. Se debe evitar sembrar en suelos con una conductividad eléctrica superior a 2 dS/m y con pH superior a 8 (Valladolid, 2001).





**8**

# **INSTALACIÓN Y MANTENIMIENTO DEL CULTIVO**

## 8.1 SELECCIÓN DEL TERRENO

Es necesario conocer las características del terreno con la finalidad de realizar un diagnóstico de las actividades a realizar antes y después de la instalación del cultivo.

## 8.2 ÉPOCA DE SIEMBRA

La época de siembra está influenciada por varios factores, especialmente el climático y la disponibilidad de mano de obra; por ello es necesario lograr que el desarrollo vegetativo del cultivo coincida con épocas de lluvia y la cosecha con períodos secos, a fin de evitar pérdidas de rendimiento por el exceso de humedad. Por ejemplo, para zonas que no cuentan con disponibilidad de fuentes de agua y el sistema de siembra es bajo condiciones de secano, se recomienda realizar la siembra durante los meses de setiembre a marzo a fin de aprovechar las lluvias.

## 8.3 PREPARACIÓN DEL SUELO

La preparación del suelo para la siembra de frijol está constituida por una secuencia de actividades que busca crear condiciones favorables para el buen desarrollo de los cultivos,



es decir, para la germinación de las semillas, el crecimiento de las raíces y de la planta, y en la mayoría de los casos, para la formación del fruto. Por otro lado, las labores de preparación de suelo deben cumplir con el objetivo de lograr un suelo libre de terrones y malezas, y alcanzar la humedad adecuada al momento de la siembra.

### 8.3.1 Aradura

Esta labor permite romper la capa compacta del suelo a una profundidad de 20 a 30 cm y darle mayor aireación con la finalidad de lograr un mejor desarrollo de las raíces. En las regiones andinas de nuestro país esta labor se realiza con tracción animal y mecanización.



Figura 19. Aradura



### 8.3.2 Rastreo

Esta actividad se realiza con la finalidad de mullir los terrones formados durante la labor de aradura, además es importante porque favorece la germinación de la semilla, la emergencia de las plantas y el control de malezas emergidas antes de la siembra; para la siembra de frijol se recomienda dar uno o dos pasos de rastra dependiendo de la textura del suelo.



Figura 20. Rastreo

### 8.3.3 Surcado

El surcado representa la última actividad en la preparación del terreno, consiste en trazar surcos paralelos espaciados a una misma distancia dentro de un lote, teniendo como objetivo principal facilitar las actividades de manejo técnico en labores de siembra y el riego por gravedad.



Figura 21. Surcado

## 8.4 SEMILLA

En la siembra de frijol, la semilla representa uno de los principales factores que determina el rendimiento, junto con el agua de riego y los fertilizantes. En la agricultura actual, con tecnología media a alta se debe emplear semilla de calidad, es decir, semilla certificada.

Según la Ley N° 27262 (2008), una semilla de frijol de buena calidad debe cumplir los siguientes requisitos:

**Pureza Física:** permite garantizar que la semilla conserve la forma, uniformidad en peso, apariencia de la variedad y no tenga daños e impurezas.

**Calidad Fitosanitaria:** está orientada a garantizar que la semilla no sea portadora de alguna plaga ni se encuentre contaminada con semillas de malezas.

**Calidad Genética:** la calidad genética garantiza la pureza varietal, sus condiciones de adaptación a diversos pisos ecológicos, su ciclo vegetativo y sus cualidades nutricionales.

**Calidad Fisiológica:** garantiza la viabilidad de la semilla para germinar aún bajo condiciones adversas y mostrar uniformidad de las plantas en campo.



**Figura 22.** Semilla de frijol, variedad Chaucha

### 8.4.1 Tratamiento de semilla

Las semillas de frijol antes de ser sembradas deben pasar por un proceso de tratamiento con la finalidad de protegerlas frente al ataque de plagas y enfermedades antes de la germinación, y de igual forma con la plántula en sus primeras etapas de desarrollo.

Para el cumplimiento de esta actividad se puede utilizar la mezcla de un insecticida más un fungicida, para lo cual se recomiendan los ingredientes activos Thiophanate methyl (500 g/kg) + Thiram (300 g/kg) a dosis de 5g/1 kg de semilla, así como Tolclofós-metilo (500 g/kg), a dosis de 5 g/1 kg de semilla.

## 8.5 SISTEMAS DE SIEMBRA

Los sistemas de siembra para frijol que se practican en las zonas andinas incluyen la asociación de cultivos y cultivos de relevo.

### 8.5.1 Siembra en monocultivo

Es un sistema de siembra a gran escala, el cual consiste en sembrar una sola especie; requiere de la implementación de diversas prácticas agronómicas para lograr una mejor y mayor producción de frijol, por ejemplo una buena preparación del suelo, que garantice la germinación uniforme de la semilla. Este sistema presenta ventajas como facilidad de operación, seguimiento y monitoreo de prácticas agronómicas, principalmente cuando se trata de lotes de producción de semilla (Figura 23).

### 8.5.2 Sistema de siembra en asociación de cultivos

El sistema de siembra en asociación de cultivos consiste en plantar dos o más especies con cierta cercanía provocando una relación competitiva y complementaria; asimismo, la asociación de cultivos es una práctica alternativa, la cual promueve una mayor biodiversidad, mejora el uso de los recursos naturales, disminuye el riesgo de pérdida total de la cosecha, permite diversificar los ingresos económicos de las familias productoras y proporciona protección contra daños por plagas y enfermedades (Figura 24).



Figura 23. Sistema de monocultivo

### 8.5.3 Siembra por relevo

Sistema que consiste en sembrar dos o más cultivos en secuencia, sembrando el segundo cultivo antes de la cosecha del primero; luego de la cosecha del primer cultivo, el segundo aprovecha el espacio y residuos para su desarrollo. Este sistema es muy utilizado para la siembra del maíz y el frijol.



Figura 24. Siembra de asociación de cultivos

### 8.5.4 Siembra

Para las siembras de frijol se recomienda sembrar en surcos simples o en surcos mellizos, según los hábitos de crecimiento del cultivar o variedad. Las variedades arbustivas de tipo I y II pueden sembrarse en ambos sistemas de siembra, a 0.8 m x 0.40 m y 1.2 m x 0.6 m, respectivamente. Las variedades tipo III sólo se siembran en surcos simples, a 2.40 m entre surcos por 0.6 m entre plantas.

El distanciamiento entre plantas también varía dependiendo si la siembra es manual o mecanizada. En siembra manual el distanciamiento entre golpes es de 0.20 m a 0.4 m depositando tres semillas por golpe.

## 8.6 FERTILIZACIÓN

La fertilización en la producción de frijol es recomendada para el manejo del cultivo en suelos pobres y erosionados. Una fertilización adecuada teniendo en cuenta la fertilidad de los suelos, los requerimientos del cultivo y las fases fenológicas proporciona los nutrientes necesarios para obtener un buen crecimiento, desarrollo y producción.

El momento óptimo para la aplicación de fertilizantes está en función al patrón de absorción de nutrientes del cultivo, al tipo de suelo y las condiciones ambientales de la zona en donde se está propagando.



Figura 25. Siembra de frijol

Para frijol se recomienda fraccionar la aplicación de fertilizantes y aplicarlos en el momento previo a las etapas críticas, para evitar que afecten el rendimiento final del cultivo. Se recomienda 40-60-40 unidades de NPK por hectárea (urea, fosfato diamónico y sulfato de potasio), de manera fraccionada en dos momentos (Figura 25).

- **Primera Fertilización:** debe realizarse entre los 6 y 12 días después de la siembra, inmediatamente después de la emergencia de las plántulas, aplicando 50 % de nitrógeno, 50 % fósforo y 50 % de potasio. Se calcula que la dosis por hectárea es de 50 kg de urea, 100 kg de fosfato diamónico y 50 kg de sulfato de potasio. La mezcla de los fertilizantes (30 g) se coloca a 10 cm de distancia de la planta.
- **Segunda fertilización:** debe realizarse entre los 30 a 45 días después de la siembra aplicando el 50 % restante de nitrógeno y de potasio. Se calcula que la dosis por hectárea es de 50 kg de urea, 100 kg de fosfato diamónico y 50 kg de sulfato de potasio; y se aplica alrededor de 60 g de mezcla por planta.

La fertilización foliar no reemplaza a la fertilización del suelo, pero puede ser usada en forma complementaria en las etapas de formación de vainas y llenado de grano (Figura 26).



Figura 26. Fertilización

## 8.7 RIEGOS

El riego en frijol tiene como objetivo mantener el suelo agrícola a capacidad de campo con niveles de humedad que permitan desarrollar todas las fases fenológicas y fisiológicas del frijol. Con el riego se intenta suplir a la lluvia cuando ésta es insuficiente para abastecer las necesidades hídricas del cultivo (Figura 27).

El agua es un factor crítico en la producción de frijol, dada la alta sensibilidad del cultivo al déficit o a los excesos de agua; por ello se deben considerar tres factores principales: la frecuencia de los riegos, el volumen de agua y la forma de aplicación. En todas las etapas de crecimiento, la planta requiere de cinco riegos y una lámina de agua de 270 mm, para un mayor rendimiento en la producción de frijol.

## 8.8 CONTROL DE MALEZAS

Las malezas compiten con el cultivo de frijol por espacio, luz, agua y nutrientes; además su presencia puede ser fuente de inóculo, favorecer la incidencia de plagas, dificultar las labores de cultivo y la cosecha, reduciendo el rendimiento del frijol. En frijol se debe mantener el campo libre de malezas al menos en los primeros 45 días del cultivo.



Figura 27. Cintas de riego por goteo



**Control cultural:** la preparación del terreno tiene como finalidad estimular la germinación de semillas de malezas para que en el momento de su desarrollo se pueda realizar la labor de cruza, logrando así hacer un control eficiente de malezas.

**Control genético:** el uso de semilla de buena calidad es también un método de control de malezas; una buena semilla siempre da lugar a un buen establecimiento y crecimiento rápido y vigoroso del cultivo, logrando competir favorablemente contra las malezas.

**Control Mecánico-Manual:** este método de control se basa en la utilización de deshierbos manuales y mecánicos mediante el uso de herramientas manuales, tracción animal y maquinaria agrícola (guadaña, arado y surcadora) (Figura 28).

**Control químico:** es el método de control que se realiza mediante el uso de herbicidas, entre los que se encuentran los preemergentes, los cuales se aplican inmediatamente después de la siembra, antes de la germinación del cultivo y maleza; y postemergentes, cuya aplicación se realiza sobre la maleza evitando su contacto con el cultivo. Se recomienda realizar la aplicación del herbicida en horas de baja corriente de aire e insolación.



**Figura 28.** Control manual de malezas en frijol

## 8.9 PLAGAS Y ENFERMEDADES

Los frijoles son dañados por numerosas plagas, hongos, virus, bacterias y nematodos, algunos de importancia económica.

### a. Gusano de tierra

**Especies:** *Agrotis ipsilon*, *Feltia experta*, *Feltia malefida*, *Euxoa bilitura*, *Spodoptera eridania*, *Copitarsia turbata*.

**Importancia y distribución:** los gusanos de tierra constituyen una de las plagas más severas en la agricultura nacional, tanto por el gran número de especies que incluyen, como por el alto rango de plantas cultivadas que afectan. Son insectos cosmopolitas que en nuestro país se encuentran ampliamente distribuidos a lo largo de la costa, sierra y selva adaptándose a las más diversas condiciones ambientales.

**Daños:** el ataque de gusanos de tierra produce la muerte de plantas, determinando la necesidad de resembrar los campos y, en casos de ataques severos, sembrarlos nuevamente. La pérdida de plantas y la resiembra repercuten en el aumento del costo de semilla y mano de obra, sobre todo cuando la inversión en estos rubros es alta; dificulta la mecanización de las labores culturales debido a diferentes estados de desarrollo de plantas y finalmente aumenta la susceptibilidad al ataque de microorganismos debido a las lesiones en el tallo y raíces (Figura 29).

#### Medidas de control:

**Control cultural:** se recomienda realizar labranzas adecuadas y profundas para destruir larvas y pupas o exponerlas a la acción de sus enemigos naturales.



**Figura 29.**  
Evaluación de gusanos de tierra

**Control biológico:** liberación en campo de insectos parasitoides y predadores.

**Control etológico:** utilización de trampas de luz, trampas negras y trampas a base de melaza.

**Control químico:** uso de cebos tóxicos, desinfección de semillas y aplicación localizada de insecticidas.

## b. Mosca minadora

**Especie:** *Liriomyza huidobrensis*

**Importancia y distribución:** la mosca minadora se encuentra distribuida en el área andina de Sudamérica, y en ciertas zonas de Venezuela y Brasil; en los últimos años se ha constituido como un problema muy importante.

En el Perú se encuentra ampliamente dispersa, tanto en la costa como en los valles abrigados de la sierra. Antes de la aparición y uso de los insecticidas orgánicos sintéticos, era considerada sin mayor importancia económica; sin embargo, debido al uso indiscriminado de estos productos se ha transformado en uno de los problemas más serios en los cultivos de leguminosas —especialmente en la costa— debido a la destrucción de la fauna benéfica que la mantenía en niveles bajos y también al desarrollo de resistencia a los insecticidas utilizados.

**Biología:** los adultos son diurnos, vuelan de forma activa en horas de mayor incidencia del sol, donde ocurre el mayor apareamiento. La cópula ocurre entre las 6 y las 24 horas posteriores a la emergencia del adulto.

La oviposición se realiza durante las horas de la mañana, debajo de la epidermis del haz o del envés de las hojas; colocando de 50 a 300 huevos por hembra, cuyo mayor porcentaje se ubican en el tercio medio de la planta. Las posturas se manifiestan en forma de pequeños puntitos amarillos. Las picaduras de alimentación son las que se encuentran en mayor cantidad (80 %) y son realizadas por las hembras con su ovipositor.

Las larvas pasan por tres estadios y se alimentan del parénquima de la hoja, conforme se desarrollan construyen minas serpenteantes, las que en algunos casos llegan a convertirse en pequeñas “lagunas”. Al finalizar su tercer estadio generalmente abandonan la hoja en horas de la mañana para empupar en el suelo, aunque también lo hacen en las hojas.

Los adultos emergen de los puparios que se encuentran en el suelo o sobre las hojas. Tienen una longevidad de 15.6 días en los machos y 16 en las hembras.

**Daños:** los daños son ocasionados en mayor porcentaje por las larvas, las que realizan minas en forma serpenteante en las hojas (Figura 30). Como consecuencia de la alimentación larval, las hojas pierden o reducen considerablemente su capacidad de fotosíntesis por la disminución del área foliar, produciéndose una defoliación parcial o total de la planta. Los adultos por sus hábitos de alimentación y oviposición producen daños que tienen relativa importancia económica.



Figura 30. Daño ocasionado en la mosca minadora

**Medidas de control:**

**Control cultural y mecánico:** se recomienda la eliminación total de residuos de cosechas anteriores de cultivos hospederos, buena preparación del terreno, eliminación de malezas hospederas, rotación de cultivos (gramíneas) y empleo de mantas plásticas.

**Control biológico:** liberación en campo de parasitoides (Hymenoptera).

**Control etológico:** uso de trampas amarillas.

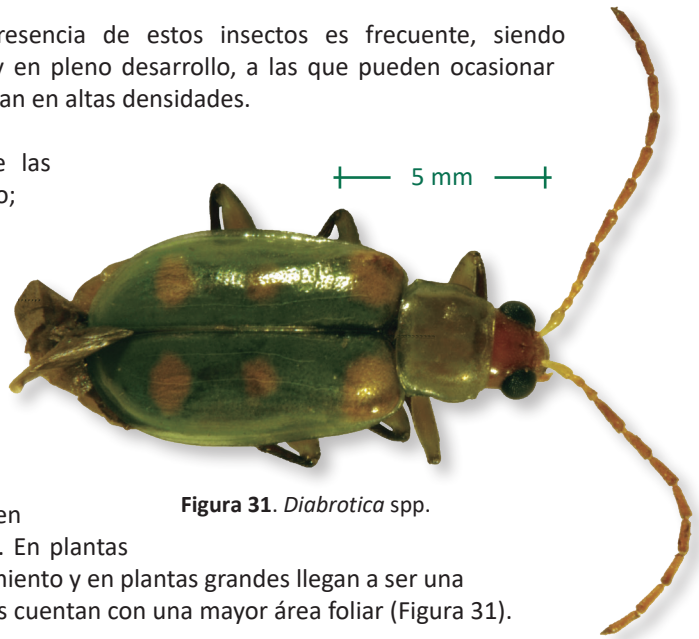
**Control químico:** Ciromazina de 0.0035% a 0.04 %, abamectina al 0.1 %, cartap al 0.4 % y cipermetrina (250 g/L) a dosis de 1 L/ha.

**c. Escarabajos de hoja**

**Especie:** *Diabrotica decolor*, *Diabrotica venalis*, *Ceratoma fascialis*, *Cryptocephalus* sp.

**Importancia y distribución:** la presencia de estos insectos es frecuente, siendo importantes en plantas pequeñas y en pleno desarrollo, a las que pueden ocasionar serios problemas cuando se presentan en altas densidades.

**Daño:** las larvas se alimentan de las raíces, pero su daño no es significativo; el daño mayor lo ocasionan los adultos que comen el follaje produciendo perforaciones de forma irregular en las hojas, lo que ocasiona una reducción del área foliar, afectando el proceso fotosintético de las plantas. Son importantes en plantas pequeñas, ya que en fuertes infestaciones pueden ocasionar la muerte de las mismas. En plantas más desarrolladas retardan el crecimiento y en plantas grandes llegan a ser una plaga secundaria, debido a que éstas cuentan con una mayor área foliar (Figura 31).



**Figura 31.** *Diabrotica* spp.

**Control cultural:** buena preparación del terreno para eliminar estados inmaduros de estos insectos y eliminación de malezas.

**Control químico:** está dirigido a los adultos y se hace necesariamente con productos de contacto, como cipermetrina (250 g/L) a dosis de 1 L/ha.

#### d. Cigarrita verde

**Especie:** *Empoasca* spp.

**Daños:** los daños son causados tanto por las ninfas como por los adultos que, al succionar la savia, producen inicialmente amarillamiento de los bordes de los folíolos con un consecuente debilitamiento de las plantas. Luego, los brotes terminales y las hojas se encrespan, los tejidos se secan y en casos graves de infestación se puede producir una defoliación, lo que ocasionará una reducción de los rendimientos. Estos daños son mayores en suelos que sufren por falta de agua y nutrientes. Adicionalmente a ello, la cigarrita verde se comporta como un trasmisor de virus.

##### Medidas de control:

**Control cultural:** eliminación de malezas, evitar periodos prolongados de sequía y realizar fertilización oportuna al cultivo.

**Control etológico:** utilización de trampas amarillas pegantes y pasadas de mantas plásticas con aceite grueso.

**Control químico:** aplicación de insecticidas a base de imidacloprid al 0.04 % o cipermetrina (250 g/L) a dosis de 1 L/ha.



Figura 32. Cigarrita

#### e. Gusano perforador de brotes, vainas y tallos del frijol

**Especie:** *Laspeyresia leguminis*

**Daños:** las larvas recién emergidas raspan el parénquima de los folíolos o de los tejidos superficiales de los tallos, ramas o vainas; luego, se introducen en ellas. En tallos y ramas barrenan sobre la médula impidiendo la libre circulación de la savia, ocasionando el marchitamiento paulatino y, en casos severos, la muerte de la planta; especialmente cuando se encuentran en pleno desarrollo.

**Medidas de control:**

**Control cultural:** rotación de cultivos (principalmente con gramíneas), no sembrar cerca de otros cultivos hospederos, deshierbos frecuentes y oportunos, cosecha oportuna.

**Control biológico:** liberación en campo de parasitoides y predadores.

**Control etológico:** uso de trampas de luz y botellas descartables con melaza.

**Control químico:** emplear thiodicarb de 0.15 % a 0.2 %, alfacipermetrina al 0.3 %; o cipermetrina (250 g/L) a dosis de 1 L/ha.

**f. Gusano silvador**

**Especie:** *Heliothis virescens*

**Daño:** inicialmente las larvas raspan los folíolos de la planta, conforme van desarrollándose los devoran totalmente ocasionando un esqueletizado de las plantas, reduciendo el área foliar, lo que afecta el proceso de fotosíntesis y produce una detención del crecimiento de la planta. Como consecuencia, se tendrán plantas pequeñas con un menor número de cascabeles o éstos más pequeños, afectando los rendimientos. También pueden alimentarse directamente de los cascabeles, a los cuales perfora para luego consumir los granos. Debido a las perforaciones que realizan las larvas en los cascabeles y por acción del viento, la planta emite unos silbidos característicos, lo cual le ha dado la denominación de “gusano silvador”.

**Medidas de control:**

**Control cultural:** buena preparación del terreno, eliminación de malezas hospederas, sembrar maíz intercalado con garbanzo, buen manejo del riego y abonamiento nitrogenado, rotación de cultivos especialmente con gramíneas.

**Control etológico:** uso de trampas de luz, botellas descartables con melaza y hembras vírgenes.

**Control químico:** *Bacillus thuringiensis* al 0.1 %, spinosad 0.04 % al 0.05 %, lufenuron, triflumuron, diflubenzuron, flufenoxuron, hexaflumuron y metomyl al 0.1 %.

## g. Antracnosis

**Agente causal:** *Colletotrichum lindemuthianum*

**Síntomas:** en plántula, los síntomas se observan en el hipocótilo como pequeñas lesiones de color marrón oscuro, de aspecto acuoso, ligeramente hundidas y de forma ovaladas. En las hojas los síntomas iniciales se observan en el envés; en las vainas, estos se inician con lesiones pequeñas, redondas, color marrón rojizo, de borde definido que crecen y presentan un borde hundido.

**Medidas de control:**

**Control cultural:** uso de semilla sana, desinfección de semilla con Captan o Tirad, destrucción de residuos de cosecha infectados, rotación de cultivos por lo menos durante tres años, adecuada densidad de siembra, buena preparación del terreno y control de malezas.

**Control químico:** aspersión de fungicidas protectores o sistémicos como benomil, clorotalonil, carbendazim, tiofenato-metil o captafol.



Figura 33. Antracnosis

## h. Roya

**Agente causal:** *Uromyces appendiculatus*

**Síntomas:** en las hojas se observan puntos amarillentos, envejecimiento prematuro, defoliación prematura de la planta, reducción del área fotosintética, abortos florales o poca floración, disminución de rendimientos, contaminación de la semilla, debilitamiento y raquitismo de las plantas.

**Medidas de control:**

**Control cultural:** fertilización adecuada, uso de barreras, adecuada densidad de siembra, control de malezas, empleo de semilla de buena calidad, rotación de cultivos, uso de variedades tolerantes y eliminación de rastrojos.



Figura 34. Roya



## i. Tizón común

**Agente causal:** *Xanthomonas campestris* pv. *phaseoli*

**Síntomas:** la enfermedad ataca a las hojas, vainas, tallo y semillas. En hojas, se inicia como pequeñas manchas acuosas que se oscurecen, aumentan de tamaño y se unen para dar aspecto de quemadura, con borde amarillo claro. En frutos, se observan en pequeñas manchas húmedas que se vuelven de color café oscuro con el borde rojizo.

### Medidas de control:

**Control cultural:** usar semilla sana y certificada libre de patógenos, realizar rotación de cultivos para romper el ciclo de vida de la enfermedad y disminuir la cantidad de infección en el terreno, eliminar plantas enfermas y mantener el cultivo libre de malezas.

**Control genético:** uso de variedades tolerantes.

**Control químico:** aplicar fungicidas a base de cobre.



Figura 35. Tizón común

## j. Mosaico dorado amarillo

**Causal:** BGYMV

**Síntomas:** los síntomas en hojas se observan como un moteado de color amarillo hasta amarillo intenso con venas más blancas de lo normal; ocurre deformación y enrollamiento hacia la parte inferior, las vainas se deforman, producen semillas pequeñas, mal formadas y descoloridas.

### Medidas de control:

**Control cultural:** sembrar frijol lejos de cultivos que sean hospederos de mosca blanca, controlar la población de mosca blanca, eliminar malezas y eliminar plantas con síntomas de virosis.



Figura 36. Virus del Mosaico dorado amarillo



**COSECHA**

La cosecha del frijol se realiza cuando el 90 % de las vainas alcanza su estado de madurez, el cual se determina de forma visual identificando el cambio de color de las vainas; las hojas se vuelven amarillas al envejecer o se han caído en su mayoría.

El método mas usado es el manual, cosechando de manera selectiva, es decir, recolectando solo las vainas maduras y secas o extrayendo todas las plantas, dejándolas secar por 3 a 4 días; posteriormente se realiza la trilla, haciendo uso de un azote o de una máquina estacionaria.



**Figura 37.** Evaluación de cosecha (abajo) y vainas cosechadas (arriba) de frijol





**10**

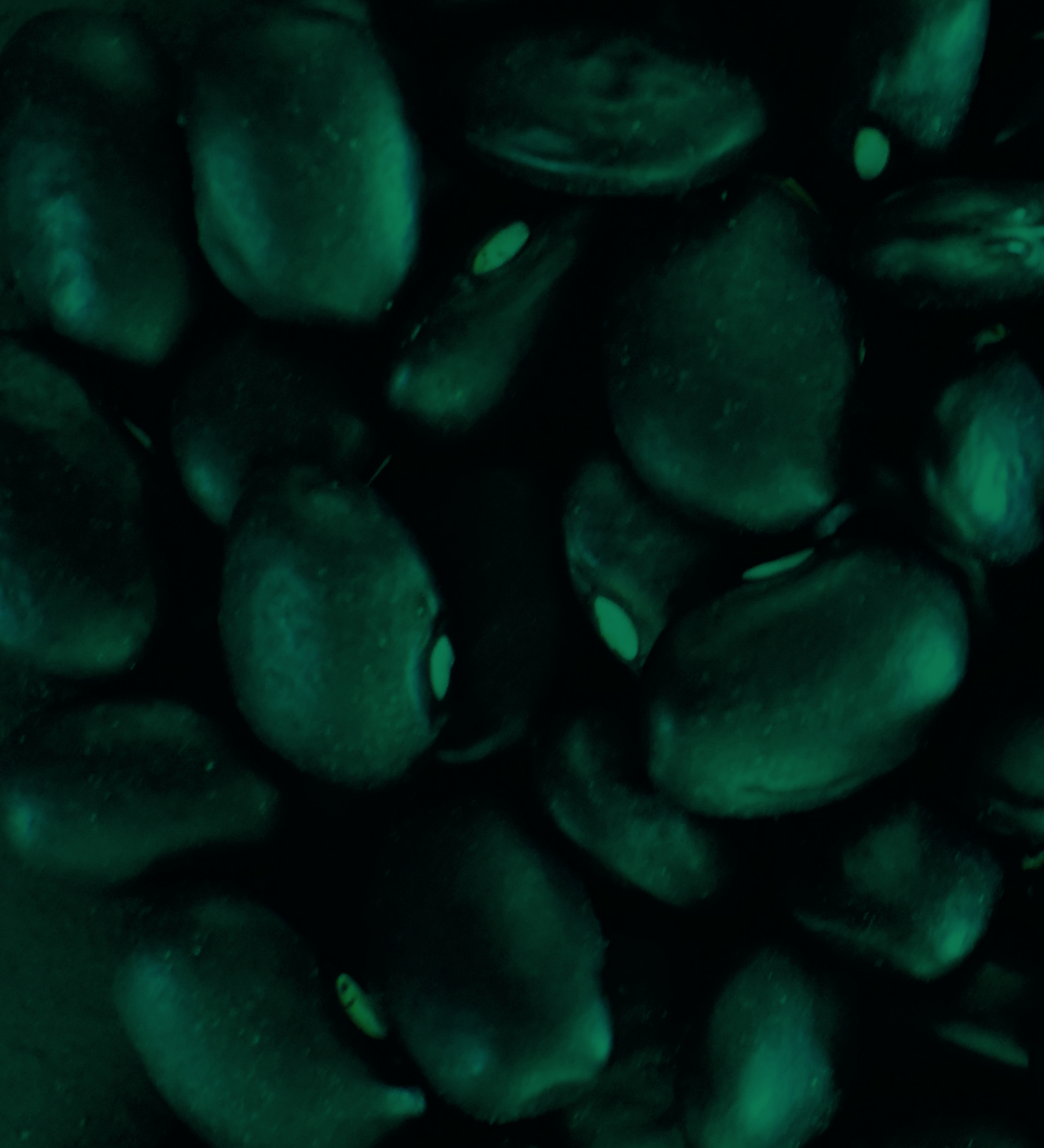
**REFERENCIAS  
BIBLIOGRÁFICAS**

- Aguirre, H. (2021). Midagri genera más de 30 variedades de legumbres con alta calidad genética. *El Peruano*. <https://elperuano.pe/noticia/115068-midagri-genera-mas-de-30-variedades-de-legumbres-con-alta-calidad-genetica>
- Fernández, F., Gepts, P., & Lopez, M. (1986). *Etapas de desarrollo de la planta de frijol común (Phaseolus vulgaris L.)*. Centro Internacional de Agricultura Tropical [CIAT].
- Arias, J., Rengifo, T., Jaramillo, M. (2007). *Manual Técnico: Buenas Prácticas Agrícolas en la Producción de Frijol Voluble*. FAO. <https://www.fao.org/publications/card/fr/c/42954273-aa4a-5fce-b9a0-758b26541d11/>
- Food and Agriculture Organization. (2022). *Cultivos y productos de ganadería*. Recuperado de la base de datos FAOSTAT.
- Hernández, V. M., Vargas, M. L. P., Muruaga, J. S., Hernández, S., & Mayek, N. (2013). Origen, domesticación y diversificación del frijol común. Avances y perspectivas. *Revista Fitotecnia Mexicana*, 36(2), 95–104. <https://doi.org/10.35196/RFM.2013.2.95>
- Instituto Nacional de Innovación Agraria [INIA]. (24 de enero de 2022). INIA investiga en más de 4,000 accesiones del Banco de Germoplasma de Leguminosas andinas, amazónicas y costeras. *INIA*. <https://www.gob.pe/institucion/inia/noticias/578845-inia-investiga-en-mas-de-4-000-accesiones-del-banco-de-germoplasma-de-leguminosas-andinas-amazonicas-y-costeras>
- Jennings, J., & Foster, J. (2020). Legume Structure and Morphology. *Forages: The Science of Grassland Agriculture*, 2, 51-64. <https://doi.org/10.1002/9781119436669.ch3>
- Ley N° 27262. Ley General de Semillas (28 junio de 2008). [https://www.inia.gob.pe/wpcontent/uploads/LegislacionSemillas/LeyGeneralSemillas\(Ley027262\)modificada.pdf](https://www.inia.gob.pe/wpcontent/uploads/LegislacionSemillas/LeyGeneralSemillas(Ley027262)modificada.pdf)
- López, M., Fernández, F., & Van Schoonhoven, A. (1985). *Frijol: Investigación y Producción*. Programa de las Naciones Unidas [PNUD], Centro Internacional de Agricultura Tropical [CIAT].
- Portal Portuario. (7 de febrero de 2022). Exportación del frijol peruano triplica su valor durante 2021. *Portal Portuario*. <https://portalportuario.cl/exportacion-del-frijol-peruano-triplica-su-valor-durante-2021/>
- Semba, R. D., Rahman, N., Du, S., Ramsing, R., Sullivan, V., Nussbaumer, E., Love, D., & Bloem, M. W. (2021). Patterns of Legume Purchases and Consumption in the United States. *Frontiers in Nutrition*, 8, 765. <https://doi.org/10.3389/FNUT.2021.732237/BIBTEX>
- Valladolid, Á. (2001). *El cultivo del frijol (Phaseolus vulgaris L.) en la costa del Perú* (2ª ed.). Instituto Nacional de Innovación Agraria. <https://repositorio.inia.gob.pe/handle/20.500.12955/860>
- Valladolid, A. R. (2016). *Leguminosas De Grano “Semillas nutritivas para un futuro sostenible”* (1ª ed.). Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego. <https://repositorio.midagri.gob.pe/handle/20.500.13036/392>
- Voysest, O. (1983). *Varietades de frijol en América Latina y su origen*. International Center for Tropical Agriculture. <https://cgspace.cgiar.org/handle/10568/54318>
- Yzarra, W. J. & Lopez, F. (2017). *Manual de observaciones fenológicas* (4a ed.). Servicio Nacional de Hidrología y Meteorología. <https://repositorio.senamhi.gob.pe/handle/20.500.12542/272>





*Instituto Nacional de Innovación Agraria*









*Instituto Nacional de Innovación Agraria*

Av. La Molina 1981, La Molina  
(51 1) 240-2100 / 240-2350  
[www.gob.pe/inia](http://www.gob.pe/inia)



**PERÚ**

Ministerio  
de Desarrollo Agrario  
y Riego

ISBN: 978-9972-44-120-2



9 789972 441202