

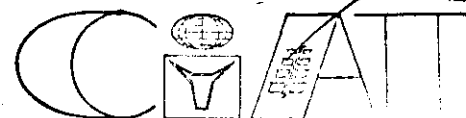
18.729

Centro Internacional de Agricultura
"Tropical."

Frijol

(Phaseolus vulgaris L.)

18729



CENTRO DE DOCUMENTACION

Introducción

A pesar de la importancia alimenticia del frijol en América Central y en El Caribe, su cultivo no ha alcanzado un desarrollo tecnológico comparable al de otros granos. La producción de semilla de frijol de buena calidad no escapa a ese subdesarrollo tecnológico. Los agricultores que tradicionalmente se dedican a este cultivo utilizan su propia semilla, y el escaso progreso logrado en el mejoramiento genético de variedades de altos rendimientos ha desalentado la producción y la comercialización organizada de semilla de frijol.

La gran diversidad existente en las preferencias locales por tipo, color y tamaño del grano, así como la presencia de enfermedades devastadoras en cada localidad, son obstáculos para el establecimiento de programas tanto de mejoramiento de frijol como de producción de semillas.

Esta situación está cambiando radicalmente con el desarrollo de variedades resistentes a las principales enfermedades, con buen potencial agronómico y de los tipos más populares, que han surgido de los proyectos de cooperación internacional entre los programas nacionales de los países latinoamericanos y el Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). Asimismo, la gran demanda internacional de algunos tipos de frijol, principalmente de grano negro, está ampliando el interés por este cultivo entre agricultores y empresarios, hecho que motiva la producción y la comercialización de semillas de frijol en condiciones que permiten confiar en su calidad y disponibilidad oportunas.

Descripción varietal

El frijol es una planta autógama y por ello la uniformidad genética de todas las plantas de una variedad mejorada debe presentar pocas variaciones en la expresión de su fenotipo. Sin embargo, las contaminaciones

mecánicas con otras variedades y las genéticas, ocasionadas por los cruzamientos provocados por insectos o por segregaciones persistentes, obligan a disponer de una descripción varietal que asegure la pureza genética y física de la semilla en los incrementos sucesivos que experimenta la semilla de frijol durante su multiplicación. Esta descripción varietal se hace más necesaria cuando se trata de identificar contaminaciones con variedades que tienen granos de colores similares.

Los caracteres cualitativos son más confiables que los cuantitativos para describir una variedad de frijol y ambos se deben emplear; muchos caracteres de tipo agronómico son cuantitativos y cuando no se incluyen en la descripción se comete el error de clasificar una variedad casi exclusivamente por sus caracteres cualitativos. Una descripción varietal adecuada incluye la variabilidad esperada en los caracteres varietales, cualitativos y cuantitativos, y permite además, identificar los que mejor describen en cada variedad las funciones de identidad, uniformidad y estabilidad.

Para evitar una posible interpretación subjetiva de los colores en los caracteres que se definen mediante ellos, se sugiere utilizar la tabla de colores que se encuentra en el Apéndice, aplicando al color de cada estructura muestreada el número de codificación que más se le aproxime.

A continuación se aplica, en dos ejemplos, la metodología con que se obtiene una buena descripción de un carácter cualitativo y de otro cuantitativo.

Carácter cualitativo

5.2.5.1. Tipo predominante del ápice de la vaina

En la lista de los **Caracteres varietales** (pág. 56) este carácter comprende dos categorías: 1 = romo, 2 = puntiagudo. En la **Descripción de los caracteres varietales** (pág. 73) se explican ambas categorías.

En este ejemplo se eligieron previamente 20 plantas en forma aleatoria, que sirvieron como una muestra representativa de la variedad. En cada una de ellas debe apreciarse el carácter considerado, para su clasificación correspondiente bajo el numeral 5.2.5.1. que aparece en el **Formulario para la toma de datos** (pág. 80), en donde se observa que 16 plantas fueron clasificadas como romas (=1) y 4 como puntiagudas (=2).

El porcentaje de la categoría predominante, es decir, $16/20 \times 100 = 80\%$, se anota en la casilla correspondiente del mismo renglón del formato y después se lleva a la casilla correspondiente del **Formulario para resumen de datos** (pág. 85).

Carácter cuantitativo

5.2.6. Número de vainas por planta

En este ejemplo se identifica el carácter descriptivo en las secciones **Caracteres varietales** y **Descripción de los caracteres varietales**, para determinar la forma de medirlo.

Se cuentan todas las vainas que tengan semillas en cada una de las 20 plantas muestreadas. Este dato se anota en el renglón 5.2.6 del **Formulario para la toma de datos** (pág. 80) y con él se calcula la media ($\bar{X} = 16.4$), la desviación estándar ($DE = 4.7$), el coeficiente de variación ($CV = 28.8$) y el rango (10-22); los resultados se escriben en la casilla correspondiente del mismo renglón. Después, estos mismos resultados se trasladan a la casilla correspondiente del **Formulario para resumen de datos** (pág. 85).

Caracteres varietales

1. En estado de plántula

1.1. Color predominante del hipocótilo:

- 1 = verde
- 2 = rosado
- 3 = morado

1.1.1. Porcentaje del color predominante del hipocótilo.

1.2. Color predominante de los cotiledones:

- 1 = amarillo pálido
- 2 = rosado
- 3 = morado

1.2.1. Porcentaje del color predominante de los cotiledones.

1.3. Color predominante de las nervaduras de las hojas primarias:

- 1 = verde
- 2 = rosado
- 3 = morado

1.3.1. Porcentaje del color predominante de las nervaduras de las hojas primarias.

2. Al momento de la floración

2.1. Flor

2.1.1. Días a antesis

2.1.2. Duración de la floración

2.1.3. Color predominante de las alas de la flor:

- 1 = blanco
- 2 = lila
- 3 = rosado
- 4 = morado

2.1.3.1. Porcentaje del color predominante de las alas.

2.1.4. Color predominante del estandarte de la flor:

- 1 = blanco
- 2 = rosado
- 3 = lila
- 4 = morado
- 5 = otro (especificar)

2.1.4.1. Porcentaje del color predominante del estandarte.

2.1.4.2. Patrón predominante del color del estandarte floral:

- 1 = uniforme
- 2 = no uniforme (especificar)
- 3 = varios colores

2.2. Tallo

2.2.1. Hábito predominante de crecimiento:

- 1 = arbustivo determinado, tipo I a
- 2 = arbustivo determinado, tipo I b
- 3 = arbustivo indeterminado, tipo II a
- 4 = arbustivo indeterminado, tipo II b
- 5 = postrado indeterminado, tipo III a
- 6 = postrado indeterminado, tipo III b
- 7 = trepador indeterminado, tipo IV a
- 8 = trepador indeterminado, tipo IV b

2.2.1.1. Porcentaje del hábito predominante de crecimiento.

2.2.2. Longitud del tallo principal (cm)

2.2.3. Número de nudos

2.2.4. Color predominante del tallo principal:

- 1 = sin pigmento (verde)
- 2 = pigmentado de rosado
- 3 = pigmentado de morado
- 4 = muy pigmentado de rosado
- 5 = muy pigmentado de morado

2.2.4.1. Porcentaje del color predominante del tallo principal.

2.2.5. Pubescencia predominante del tallo principal:

- 1 = pubescente
- 2 = glabro
- 3 = intermedio

2.2.5.1. Porcentaje de la pubescencia predominante del tallo principal.

2.2.6. Tipo predominante de ramificación:

- 1 = compacta
- 2 = semiabierta (no se aplica a los tipos III y IV)
- 3 = abierta

2.2.6.1. Porcentaje del tipo de ramificación predominante.

2.2.7. Acame:

- 1 = 0 % (todas las plantas erectas)
- 2 = 25% de las plantas caídas
- 3 = 50% de las plantas caídas
- 4 = 75% de las plantas caídas
- 5 = 100% de las plantas caídas

2.3. Hojas

2.3.1. Dimensiones

2.3.1.1. Longitud (cm)

2.3.1.2. Anchura (cm)

2.3.1.3. Área foliar (cm²)

2.3.2. Color predominante de las hojas:

- 1 = verde pálido
- 2 = verde oscuro
- 3 = verde normal

2.3.2.1. Porcentaje del color predominante de las hojas.

3. Inicio del llenado de vainas

3.1. Vainas

3.1.1. Color predominante de las vainas inmaduras:

- 1 = verde pálido
- 2 = verde normal
- 3 = verde oscuro
- 4 = amarillo
- 5 = otros (especificar)

3.1.1.1. Porcentaje del color predominante de las vainas inmaduras.

4. Al momento de la madurez fisiológica

4.1. Planta

4.1.1. Días a la madurez fisiológica

4.1.2. Duración de la madurez fisiológica

4.2. Vainas

4.2.1. Color predominante de las vainas:

- 1 = amarillo
- 2 = amarillo más pigmento (especificar)
- 3 = morado
- 4 = morado más pigmento (especificar)
- 5 = otros (especificar)

4.2.1.1. Porcentaje del color predominante de las vainas.

4.2.2. Patrón predominante del color de las vainas:

- 1 = uniforme
- 2 = no uniforme (especificar)

4.2.2.1. Porcentaje del patrón predominante del color de las vainas.

4.2.3. Forma predominante del corte transversal de la vaina seccionando la semilla:

- 1 = piriforme
- 2 = elíptico
- 3 = circular
- 4 = octomorfo

4.2.3.1. Porcentaje de la forma predominante del corte transversal.

4.2.4. Distribución predominante de las vainas en la planta:

- 1 = bajas
- 2 = altas
- 3 = distribuidas uniformemente
- 4 = en la parte media

4.2.4.1. Porcentaje de la distribución predominante de las vainas.

5. Al momento de la cosecha

5.1. Días a la cosecha

5.2. Vainas

5.2.1. Dimensiones

5.2.1.1. Longitud (cm)

5.2.1.2. Anchura (cm)

5.2.2. Color predominante de la vaina:

- 1 = crema
- 2 = café
- 3 = morado
- 4 = de dos colores (especificar)

5.2.2.1. Porcentaje del color predominante de la vaina.

5.2.3. Patrón predominante del color de la vaina:

- 1 = uniforme
- 2 = no uniforme (especificar)

5.2.4. Perfil predominante de la vaina:

- 1 = recto
- 2 = medianamente recto
- 3 = curvado
- 4 = recurvado

5.2.4.1. Porcentaje de la forma predominante del perfil de la vaina.

5.2.5. Apice de la vaina

5.2.5.1. Tipo predominante del ápice de la vaina:

- 1 = romo
- 2 = puntiagudo

5.2.5.1.1. Porcentaje del tipo predominante del ápice de la vaina.

5.2.5.2. Grado predominante de curvatura del ápice de la vaina:

- 1 = recto
- 2 = medianamente curvo
- 3 = curvo

5.2.5.2.1. Porcentaje del grado predominante de curvatura del ápice de la vaina.

5.2.5.3. Dirección predominante de la curvatura del ápice de la vaina con respecto a la sutura placentar:

- 1 = inversa
- 2 = normal

5.2.5.3.1. Porcentaje de la dirección predominante de la curvatura del ápice de la vaina con respecto a la sutura placentar.

5.2.6. Número de vainas por planta

5.3. Semilla

5.3.1. Número de semillas por vaina

5.3.2. Color predominante de las semillas:

- 1 = blanco
 - 1a = blanco limpio
 - 1b = blanco sucio

- 2 = amarillo
 - 2a = canario
 - 2b = dorado
 - 2c = azufrado
- 3 = crema
 - 3a = suave
 - 3b = oscuro
 - 3c = habano claro
- 4 = café
 - 4a = café rojizo
 - 4b = café oscuro
 - 4c = café casi verde
- 5 = rosado
- 6 = rojo
- 7 = morado
- 8 = negro
- 9 = colores raros
 - 9a = gris
 - 9b = azul
 - 9c = verde

5.3.2.1. Porcentaje del color predominante de la semilla.

5.3.3. Patrón predominante del color de la semilla

5.3.3.1. Porcentaje del patrón predominante del color de la semilla.

5.3.4. Aspecto predominante de la testa de la semilla:

- 1 = opaco
- 2 = brillante
- 3 = intermedio

5.3.4.1. Porcentaje del aspecto predominante de la testa de la semilla

5.3.5. Color predominante del borde del hilo:

- 1 = coloreado (especificar)
- 2 = sin colorear

5.3.5.1. Porcentaje del color predominante del borde del hilo.

5.3.6. Forma predominante de la semilla:

- 1a = redonda
- 1b = ovoide
- 1c = elíptica
- 1d = pequeña, casi cuadrada
- 2a = alargada ovoidal
- 2b = alargada, ovoide en un extremo e inclinada en el otro
- 2c = alargada, casi cuadrada
- 3a = arrifonada, recta en el lado del hilo
- 3b = arrifonada, curva en el lado opuesto al hilo

5.3.6.1. Porcentaje de la forma predominante de la semilla.

5.3.7. Peso de 100 semillas (g)

6. Reacción a enfermedades y plagas (especificar):

- 1 = susceptible
- 2 = medianamente susceptible
- 3 = tolerante
- 4 = medianamente resistente
- 5 = resistente

7. Consumo

7.1. Textura de la vaina (y dehiscencia)

7.2. Forma de consumo:

- 1 = como habichuela
- 2 = doble propósito
- 3 = como grano

8. Variedad que más se asemeja a los siguientes caracteres descritos

Carácter	Variedad conocida
Color de la flor (en las alas)	_____
Color de la flor (en el estandarte)	_____
Color de la semilla	_____
Forma de la semilla	_____
Peso de 100 semillas (g)	_____
Ciclo vegetativo	_____
Hábito de crecimiento	_____
Resistencia a enfermedades	_____
Forma de consumo	_____

Descripción de los caracteres varietales

1. En estado de plántula

1.1. Color predominante del hipocótilo

El hipocótilo es la parte del tallo comprendida entre el punto de inserción de los cotiledones, o nudo cotiledonar, y el punto de iniciación de la raíz principal. Se puede observar cuando las hojas primarias se hayan desarrollado completamente o cuando los cotiledones estén bien secos.

1.1.1. Porcentaje del color predominante: se estima partiendo del número de plantas muestreadas.

1.2. Color predominante de los cotiledones

Los cotiledones se definen como órganos de reserva de la semilla formados durante la embriogénesis. Representan el 90% del peso total de la semilla. Por ser el frijol una planta de germinación epigea, los cotiledones están insertados en el primer nudo del hipocótilo y en forma opuesta, y permanecen allí durante los primeros estadios del crecimiento. Después de dos semanas caen, dejando sendas cicatrices en el tallo. El color de los cotiledones depende de la variedad: casi todas presentan cotiledones de color amarillo pálido, pero en otras tienen pigmentación rosada y morada de intensidad variable. El color debe observarse al momento de máxima expansión de las hojas primarias y cuando se inicie apenas la formación del primer trifolio.

1.3. Color predominante de las nervaduras de las hojas primarias

En el segundo nudo cotiledonar se insertan las hojas primarias, que son opuestas. El color de sus nervaduras depende de la variedad, pudiendo ser rosado o morado. La coloración se observa más fácilmente en el envés de las hojas al tiempo en que se observa el color de los cotiledones.

1.3.1. Porcentaje del color predominante de las nervaduras de las hojas primarias: se obtiene del número de plantas muestreadas.

2. Al momento de la floración

2.1. Flor

El frijol tiene una típica flor papilionácea, de simetría bilateral compuesta por el pedicelo, el cáliz y la corola; las flores se presentan en inflorescencias laterales o terminales, en las que logran distinguirse el pedúnculo y el

raquis además de los botones florales. Las partes más importantes de la corola, desde el punto de vista descriptivo, son el estandarte y las alas, que pueden ser de color blanco, rosado o púrpura. El androceo y el gineceo quedan envueltos por la quilla, que describe una espiral muy cerrada, es asimétrica y está formada por dos pétalos totalmente unidos (Figura 1).

2.1.1. Días a antesis

Es el número de días transcurridos desde la fecha de la siembra en un suelo húmedo hasta el momento en que hayan aparecido botones florales en el 50% de las plantas de un cultivo..

2.1.2. Duración de la floración

Es el número de días transcurridos desde el comienzo de la floración hasta el momento en que ya no se observan flores abiertas o botones en formación, o cuando su cantidad sea insignificante.

2.1.3. Color predominante de las alas

Las alas son la parte más visible de la corola de la flor. Su coloración puede ser blanca, lila, rosada o morada.

2.1.3.1. Porcentaje del color predominante de las alas: se estima según el número de plantas muestreadas.

2.1.4. Color predominante del estandarte

El color del estandarte, como el de las alas, puede ser blanco, rosado, lila o morado, pero nunca verde. Algunas variedades tienen estandartes con un patrón de color jaspeado.

2.1.4.1. Porcentaje del color predominante del estandarte: se estima con base en el número de plantas muestreadas.

2.1.4.2. Patrón predominante del color del estandarte

La coloración puede ser uniforme o variable por la presencia de diferentes intensidades del mismo color, o de otros colores.

2.1.4.2.1. Porcentaje del patrón predominante de color del estandarte: se calcula partiendo del número de plantas muestreadas.

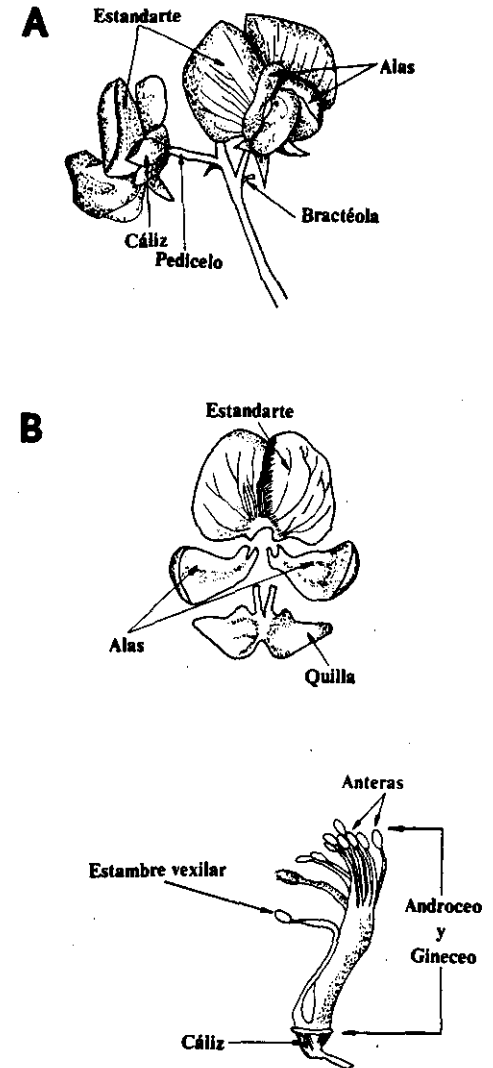


Figura 1. a) Vista frontal-lateral de la flor del frijol. b) Diagrama de sus componentes.

2.2. Tallo

El tallo es el eje principal de la planta sobre el que se insertan las ramas laterales, las hojas trifoliadas y los diversos complejos axilares. Es herbáceo y está formado por una sucesión de nudos y entrenudos; puede ser erecto, semiprostrado o prostrado dando lugar a hábitos de crecimiento característicos.

2.2.1. Hábito predominante de crecimiento del tallo

Este concepto es el resultado de la interacción de, por lo menos, cuatro caracteres: hábito de crecimiento, número de nudos, tipo de ramificación y aptitud para trepar. Estos caracteres están determinados por el genotipo, y son influenciados por factores ambientales. Los hábitos de crecimiento se pueden agrupar en los siguientes cuatro tipos principales (Figura 2):

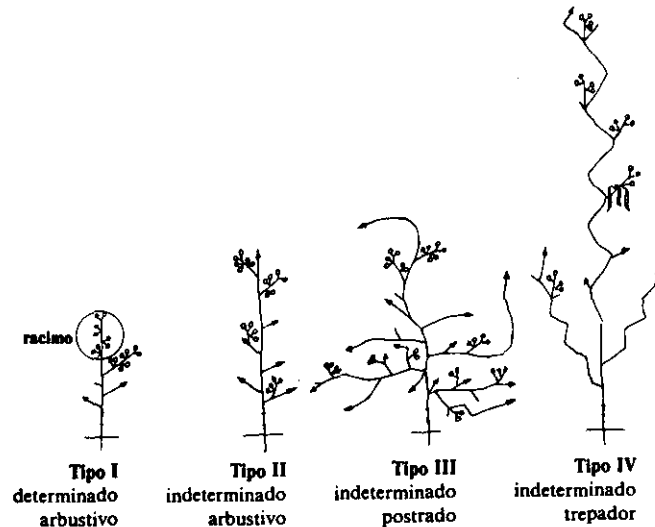


Figura 2. Esquema de los cuatro tipos de hábito de crecimiento del frijol.

1) **Arbustivo determinado, tipo I.** En estas plantas el tallo principal y las ramas laterales terminan en una inflorescencia desarrollada; cuando ésta se ha formado, el crecimiento del tallo y de las ramas, por lo regular, se detiene. El tallo es fuerte casi siempre, con un número bajo de entrenudos

(de 5 a 10) comúnmente cortos. La altura de la planta oscila entre 30 y 50 cm, aunque hay casos de plantas enanas (15 a 25 cm). La floración dura poco y la madurez fisiológica aparece casi al mismo tiempo en todas las vainas.

Tipo Ia: no presenta guía;

Tipo Ib: presenta una guía corta.

2) **Arbustivo indeterminado, tipo II.** Estas plantas tienen tallo erecto sin aptitud para trepar y ramas laterales escasas generalmente cortas; además, continúan creciendo durante la floración, aunque a un ritmo diferente como todas las plantas de hábito de crecimiento indeterminado.

Tipo IIa: presenta una guía corta o carece de ella;

Tipo IIb: presenta una guía más o menos larga pero sin habilidad para trepar.

3) **Prostrado indeterminado, tipo III.** Plantas con hábito de crecimiento indeterminado que producen, en el tallo principal, yemas terminales vegetativas y algunos nudos después de la floración. Es un tipo bastante ramificado.

Tipo IIIa: emite un número variable de ramas prostradas que salen de los nudos inferiores; el desarrollo de la guía no es uniforme pero generalmente, no demuestra habilidad para trepar.

Tipo IIIb: emite, desde los nudos inferiores, un número variable de ramas con capacidad para trepar; el desarrollo de la guía no es uniforme pero en general tiene capacidad para trepar.

4) **Trepador indeterminado, tipo IV.** Plantas con hábito de crecimiento indeterminado, que producen terminales vegetativas en el tallo principal con alta capacidad de producción de nudos después del inicio de la floración; sus ramas no son muy desarrolladas en comparación con el desarrollo del tallo principal.

Tipo IVa: presenta una capacidad moderada para trepar sobre un soporte y porta su carga de vainas en forma uniforme a lo largo de la planta.

Tipo IVb: manifiesta una fuerte tendencia a trepar, y emite la mayor parte de sus vainas en los nudos superiores de la planta.

2.2.1.1. Porcentaje del hábito predominante de crecimiento: se estima en el número de plantas muestreadas.

2.2.2. Longitud del tallo principal

Se mide, en centímetros, al final de la floración o al comienzo de la madurez fisiológica. En las plantas con hábito de crecimiento indeterminado (tipos II, III y IV) se mide desde el punto de inserción de las raíces hasta el último meristema apical de ese tallo (Figura 3). En las plantas con hábito de crecimiento determinado se mide hasta el ápice del último racimo floral, también desde la inserción de las raíces (Figura 4).

2.2.3. Número de nudos

En orden ascendente, el primer nudo que se encuentra es el de los cotiledones seguido por el de las hojas primarias. Estos dos nudos se forman durante la embriogénesis; los demás, al comienzo del crecimiento de la planta. En las plantas de hábito de crecimiento determinado, el número de nudos es limitado y se considera poco influido por el medio ambiente; en las de hábito indeterminado, el número de nudos, teóricamente, no tiene límites. Este carácter debe determinarse al final de la floración.

2.2.4. Color predominante del tallo principal

Hay una gran variación en la pigmentación del tallo principal. Se encuentran colores derivados de tres colores fundamentales: verde, rosado y morado. La coloración del tallo principal depende de la parte de la planta, el estado de crecimiento de la misma, la variedad y, en menor grado, de las condiciones ambientales como la sequía o la luz. En algunos casos los tallos y los pecíolos tienen el mismo color; puede ocurrir también que la pigmentación aparezca solamente en los nudos, cerca de ellos o en la guía.

2.2.4.1. Porcentaje del color predominante del tallo principal: se calcula según el número de plantas muestreadas.

2.2.5. Pubescencia predominante del tallo principal

Varía también según la parte de la planta, el estado de crecimiento de ésta, la variedad y, en menor grado, por las condiciones ambientales como la sequía o la luz. El tallo puede ser glabro, es decir, sin pelos, o puede tener pelos cortos, largos o de ambos tamaños. El tallo puede ser de vellosidad intermedia o muy pubescente y los glabros siempre emitirán pelos uncinados (Figura 5).

2.2.5.1. Porcentaje del tipo de pubescencia predominante: se estima con base en el número de plantas muestreadas.

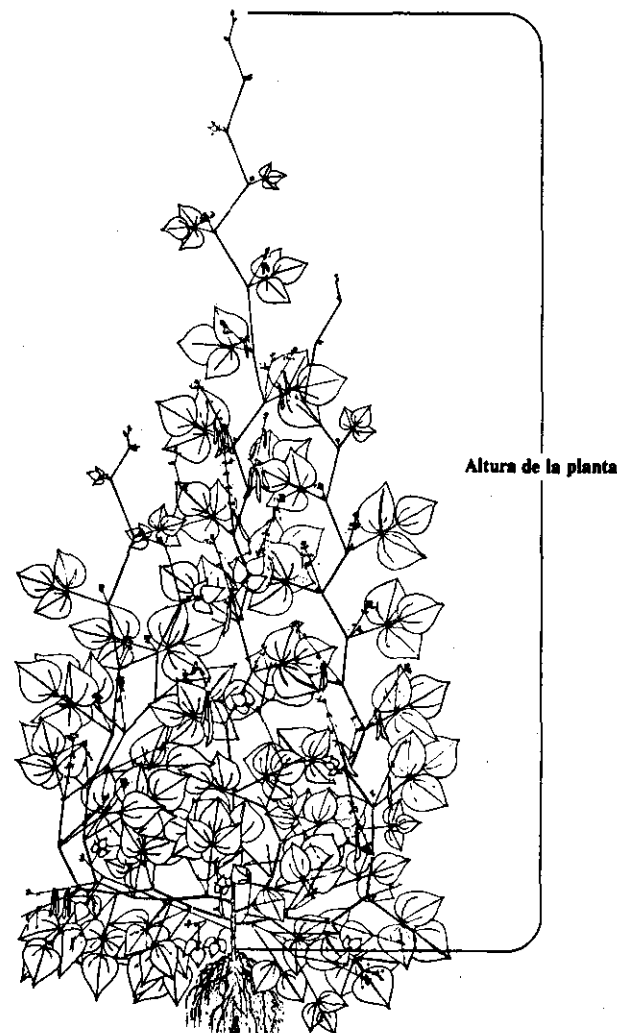


Figura 3. Determinación de la longitud del tallo principal en una planta con hábito de crecimiento indeterminado.

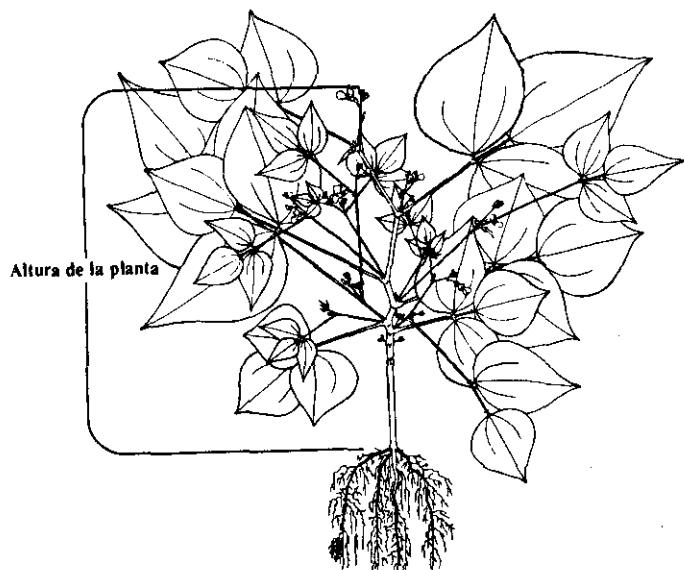


Figura 4. Determinación de la longitud del tallo principal en una planta con hábito de crecimiento determinado arbustivo.

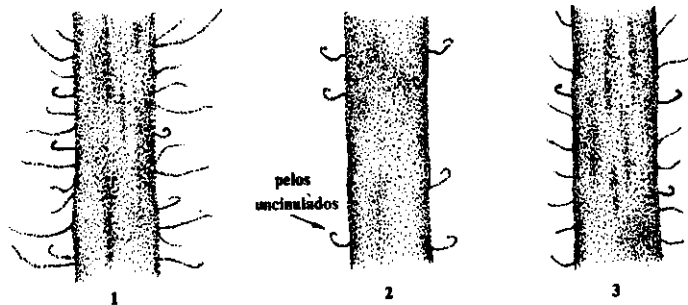


Figura 5. Pubescencia del tallo principal del frijol; 1 = pubescente, 2 = glabro, 3 = intermedio.

2.2.6. Tipo predominante de ramificación

Según la concentración o densidad de las ramas laterales en las plantas de los tipos I y II, su modelo de ramificación se puede calificar como compacto, semiabierto y abierto. En los tipos III y IV no se califica este carácter.

2.2.6.1. Porcentaje del tipo predominante de ramificación: se calcula por el número de plantas muestreadas.

2.2.7. Acame

Se observa entre la época de la floración y de la madurez fisiológica. Los porcentajes se evalúan solamente en los hábitos I y II como resultado de una estimación visual del lote.

2.3. Hojas

Las hojas del frijol son de dos tipos: simples y compuestas. Las hojas primarias son simples y aparecen en el segundo nudo del tallo principal. Las hojas compuestas son las hojas básicas de la planta; poseen tres folíolos, un peciolo y un raquis. Tanto el folíolo central o terminal, como los dos laterales, son asimétricos y acuminados. Las hojas poseen dos estípelas en el folíolo terminal y una en cada folíolo lateral, las cuales están situadas en la base de los peciólulos.

2.3.1. Dimensiones

El tamaño de las hojas se determina en el folíolo central; se toman hojas al azar entre las que corresponden al tercio medio de la planta y se mide su longitud y su anchura (Figura 6).

2.3.1.1. Longitud

Se mide, en centímetros, en el envés del folíolo desde el punto de inserción de la lámina foliar en el peciolo, hasta el ápice del folíolo.

2.3.1.2. Anchura

Es la distancia que va de borde a borde en el punto donde el folíolo central es más amplio.

2.3.1.3. Área foliar

Es el resultado, en cm^2 , de multiplicar longitud x anchura x 0.75.

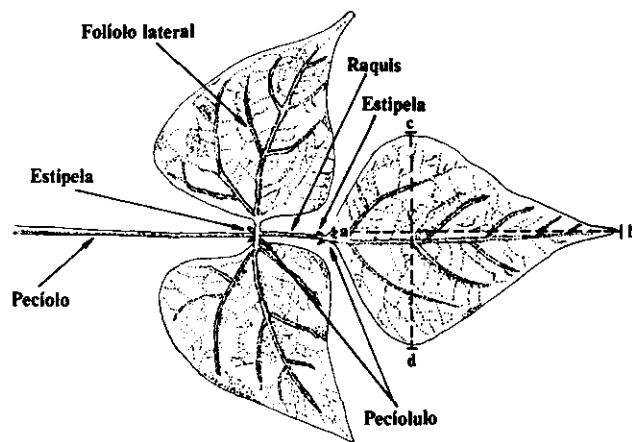


Figura 6. La hoja de frijol: sus componentes y la determinación de su longitud y anchura: ab = longitud; cd = anchura.

2.3.2. Color predominante de la hoja

La lámina foliar exhibe tonos verdes de diferente intensidad, que deben interpretarse teniendo en cuenta los factores agronómicos óptimos para no confundirlos con los producidos por causas ambientales.

2.3.2.1. Porcentaje del color predominante de la hoja: se estima partiendo del número de plantas muestreadas.

3. Inicio del llenado de vainas

3.1. Vainas

La vaina, fruto de la planta de frijol, proviene del ovario comprimido. Según la variedad de frijol, es diferente el color de la vaina joven (su estado inmaduro), el de la vaina madura (con madurez fisiológica) y el de la vaina completamente seca (en precosecha). La fecha en que comienzan a llenarse las vainas es aquella en que el 50% de las vainas en una población encierran ya semillas en desarrollo; éstas pueden palpase a lo largo de la vaina durante una inspección cuidadosa. La vaina adquiere generalmente en esta etapa su máxima longitud.

3.1.1. Color predominante de la vaina inmadura

El color, característica importante para identificar variedades, se registra en los diferentes estados de madurez de la vaina.

3.1.1.1. Porcentaje del color predominante de la vaina: se estima por el número de plantas muestreadas.

4. Al momento de la madurez fisiológica

4.1. Planta

En estado de madurez fisiológica se considera la planta cuando ya formó el grano y tanto el color de las vainas como el de las hojas empieza a cambiar.

4.1.1. Días a la madurez fisiológica

Es el número de días transcurridos desde la siembra de la semilla en suelo húmedo hasta el momento en que hayan madurado o cambiado de coloración el 50% de las vainas en un cultivo.

4.1.2. Duración de la madurez fisiológica

Es el período comprendido entre el comienzo de la madurez fisiológica y el momento en que, por lo menos, el 95% de las vainas de un cultivo se hayan secado y estén listas para la cosecha.

4.2. Vainas (en madurez)

4.2.1. Color predominante de las vainas

En esta etapa, el color predominante de las vainas debe observarse en la fecha en que el 50-90% de las vainas en una población han cambiado del color verde a un color intermedio. Si la observación se hace al comienzo de la madurez es posible que las vainas aún presenten tonalidades verdes, y a medida que avanza la etapa de la madurez, adquieren un color amarillo al paso que aumentan los pigmentos en las variedades que los exhiben.

4.2.1.1. Porcentaje del color predominante de las vainas: se estima partiendo del número de plantas muestreadas.

4.2.2. Patrón predominante del color de las vainas

Puede ser uniforme o variable; en este último caso es necesario especificar si presenta estrías, punta veteada o jaspeado (moteado) con manchas irregulares.

4.2.2.1. Porcentaje del patrón predominante del color: se calcula por el número de plantas muestreadas.

4.2.3. Forma predominante del corte transversal de la vaina seccionando la semilla

El fruto del frijol es una vaina con dos valvas en cuya unión aparecen dos suturas: la dorsal —llamada también placental— y la ventral. La forma de las semillas, así como el grosor de la carnosidad de las valvas, dependen de la variedad de frijol; si se hace un corte transversal de la vaina pasando por la semilla, aquél puede ser (Figura 7): piriforme, elíptico, circular, y octomorfo (en forma de ocho).

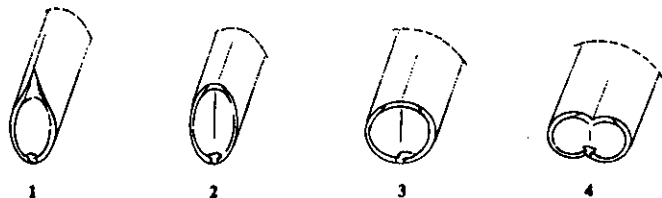


Figura 7. Formas del corte transversal de la vaina de frijol, seccionando la semilla: 1 = piriforme; 2 = elíptico; 3 = circular; 4 = octomorfo.

4.2.4. Distribución predominante de las vainas en las plantas

En los tipos I, II y IV las vainas pueden agruparse a diferentes alturas sobre el suelo. En el tipo III siempre se encontrarán próximas al suelo (vainas bajas).

4.2.4.1. Porcentaje de la distribución predominante de las vainas: se estima con base en el número de plantas muestreadas.

5. Al momento de la cosecha

5.1. Días a la cosecha

Es el número de días comprendido entre el momento de la siembra en suelo húmedo hasta el momento en que el 95% de las semillas de una población de frijol tengan un contenido de humedad que fluctúe entre el 13 y el 18%.

5.2. Vainas (en cosecha)

5.2.1. Longitud de las vainas

La longitud de la vaina se mide, en centímetros, desde su inserción en el pedicelo hasta su ápice (Figura 8). Para determinarla, se eligen plantas de cuyo tercio medio se selecciona una vaina por planta.

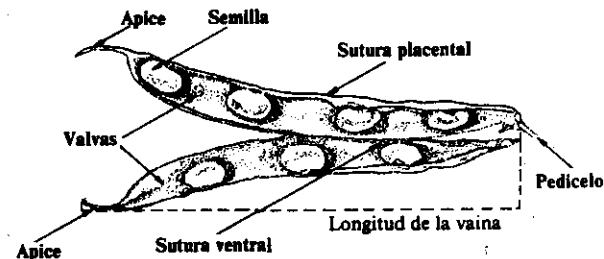


Figura 8. La vaina del frijol: sus componentes y la determinación de su longitud.

5.2.1.2. Anchura de las vainas

Se mide, en centímetros, en la parte más amplia de la vaina, entre las suturas dorsal y ventral.

5.2.2. Color predominante de las vainas

Por lo general, la coloración de las vainas de frijol cambia gradualmente desde el verde hasta un color pajizo cuando están secas. Durante el período de madurez fisiológica algunas variedades exhiben vainas de color rojizo o morado, coloración que desaparece cuando alcanzan la madurez propia de la cosecha. Algunas variedades de frijol, como ICA Pijao, ostentan una pigmentación morada en las vainas durante la madurez y al momento de la cosecha, lo que facilita su identificación. Cuando aparecen dos colores en una vaina, se debe distinguir el que predomina. Ejemplo: color predominante; café, con tonalidades moradas.

5.2.2.1. Porcentaje del color predominante de las vainas: se estima por el número de plantas muestreadas.

5.2.3. Patrón predominante del color de las vainas

Puede ser uniforme o variable; en este último caso se debe especificar si

la vaina tiene estrías, o punta veteada, o si es jaspeada (moteada) con manchas irregulares.

5.2.3.1. Porcentaje del patrón predominante del color de las vainas: se estima partiendo del número de plantas muestreadas.

5.2.4. Perfil predominante de la vaina

Al secarse una vaina, su perfil adquiere formas diferentes y según la variedad, puede ser: recto, medianamente recto, curvado, y recurvado (Figura 9).

5.2.4.1. Porcentaje de la forma predominante del perfil de la vaina: se calcula partiendo del número de plantas muestreadas.

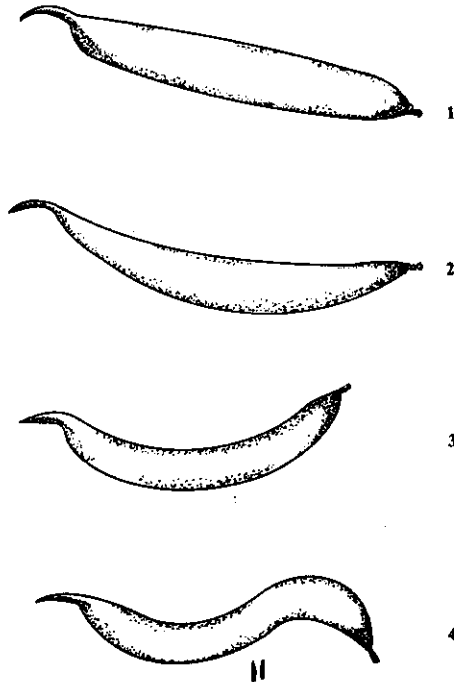


Figura 9. Forma del perfil de la vaina de frijol; 1 = recto, 2 = medianamente curvo, 3 = curvado, 4 = recurvado.

5.2.5. Apice de la vaina

5.2.5.1. Tipo predominante del ápice de la vaina

Por su agudeza, el ápice puede ser romo o puntiagudo (Figura 10).

5.2.5.1.1. Porcentaje del tipo predominante del ápice de la vaina: se calcula por el número de plantas muestreadas.

5.2.5.2. Grado predominante de curvatura del ápice de la vaina

Según este carácter, el ápice puede ser recto, medianamente curvo, o fuertemente curvo (Figura 10).

5.2.5.2.1. Porcentaje del grado predominante de curvatura: se estima partiendo del número de plantas muestreadas.

5.2.5.3. Dirección predominante de la curvatura del ápice de la vaina con respecto a la sutura placentar

Según este carácter, el ápice puede ser normal, cuando sigue el mismo sentido de la sutura, o inverso, cuando sigue la dirección contraria a la sutura (Figura 10).

5.2.6. Número de vainas por planta.

Se cuentan las vainas que tengan semillas en cada planta muestreada.

5.3. Semillas

Las semillas son los óvulos desarrollados que se adhieren, alternando, a la sutura placentar. Sus componentes externos son: la testa, el hilo, el micrópilo y la rafe. La semilla debe observarse cuando su humedad fluctúa entre 12 y 15%.

5.3.1. Número de semillas por vaina

Para determinarlo, se utilizan las mismas vainas cuya longitud y anchura se midió, y se cuenta el número de semillas que contengan.

5.3.2. Color predominante de la semilla

Los colores primarios de la semilla se clasifican en nueve grupos y en algunos grupos se consideran varias tonalidades, lo que reduce el riesgo de clasificar subjetivamente los colores. Cuando una semilla exhibe dos o más colores, se describe por el primario (color de fondo) y por el secundario. Un color secundario se clasifica como jaspeado, moteado o rayado. Tanto el color primario como los secundarios se deben observar en la semilla seca y recién cosechada.

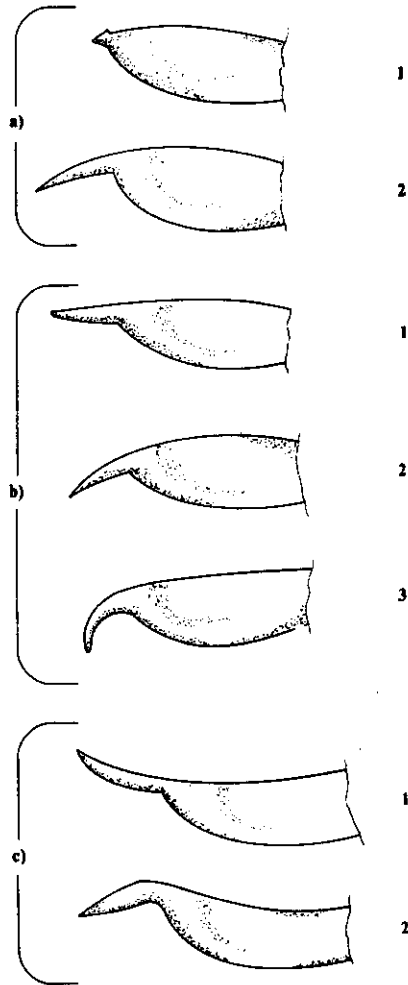


Figura 10. Forma predominante del ápice de la vaina de frijol. a) Tipos: 1 = romo; 2 = puntiagudo. b) Según el grado de curvatura: 1 = recto; 2 = medianamente curvo; 3 = curvo. c) Según la dirección con respecto a la sutura dorsal: 1 = normal; 2 = inverso.

5.3.2.1. Porcentaje del color predominante de la semilla: se calcula por el número de semillas muestreadas.

5.3.3. Patrón predominante del color de la semilla

El color de la semilla puede ser uniforme, puede tener variaciones relacionadas con el color principal y puede ser jaspeado o moteado.

5.3.3.1. Porcentaje del patrón predominante del color de la semilla: se estima por el número de semillas muestreadas.

5.3.4. Aspecto predominante de la testa

Se determina por el mismo procedimiento aplicado a las semillas secas y se clasifica como opaco o brillante.

5.3.4.1. Porcentaje del aspecto predominante de la testa: se obtiene del número de semillas muestreadas.

5.3.5. Color predominante del borde del hilo

El hilo es la cicatriz dejada por el funículo que conecta la semilla con la placenta. Este carácter también se observa en las semillas secas y recién cosechadas.

5.3.5.1. Porcentaje del color predominante del hilo: se calcula con base en el número de semillas muestreadas.

5.3.6. Forma predominante de la semilla

Como se hizo con los colores, las semillas se agrupan, se observan longitudinalmente, y se determina así cualquier similitud en sus formas (Figura 11).

5.3.6.1. Porcentaje de la forma predominante de la semilla: se calcula por el número de semillas muestreadas.

5.3.7. Peso de 100 semillas

Se toman, al azar, muestras de 100 semillas entre aquéllas utilizadas para calificar el color y el brillo de la semilla y se obtiene su peso en gramos. Si en promedio, las muestras pesan menos de 25 g, la variedad se considera de grano pequeño; si pesan entre 25 y 40 g, la variedad es de grano mediano; si pesan más de 40 g, será de grano grande.

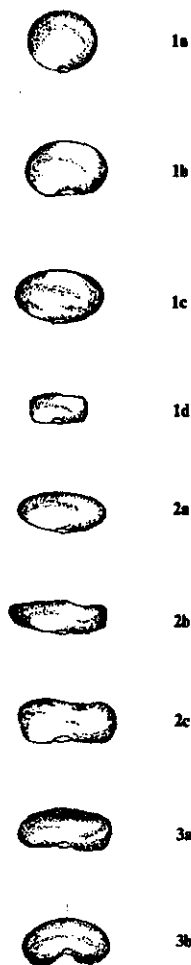


Figura 11. *Formas que presenta la semilla de frijol.* 1 = esférica (perfil circular); 2 = alargada; 3 = arruñada. 1a. = redonda, 1b = ovoidal, 1c = elíptica, 1d = pequeña, casi cuadrada; 2a = alargada ovoidal, 2b = alargada, ovoide en un extremo y recta en el otro, 2c = alargada, casi cuadrada; 3a = arruñada y recta en el lado del hilo; 3b = arruñada y curva en el lado opuesto al hilo.

6. Reacción a enfermedades y plagas

Las enfermedades y plagas que afectan las hojas, las vainas, los tallos y las raíces del frijol, se manifiestan en cuanto lo permite la constitución genética de los mecanismos de resistencia de la planta y, por tanto, pueden ser útiles en la descripción varietal. Sin embargo, no es fácil calificarlas con precisión porque deben evaluarse durante varios estados del desarrollo de la planta evitando escapes de plantas que no demuestren síntomas por no haber recibido la cantidad suficiente del inóculo en el momento adecuado. El fitomejorador de la variedad puede suministrar información sobre la reacción de aquélla a las enfermedades más importantes calificándola de resistente, tolerante, intermedia o susceptible.

7. Consumo de la variedad descrita

7.1. Textura de la vaina (y dehiscencia)

La dehiscencia de la vaina es un carácter morfoagronómico que se usa para clasificar las variedades de frijol al par que determina su forma de consumo. De acuerdo con la textura de la vaina —pergaminosa, coriácea o carnosa— hay tres tipos equivalentes de dehiscencia.

7.2. Forma de consumo

El tipo pergaminoso de dehiscencia, propio de vainas de fibras fuertes, es aquél en que ocurre una fuerte dehiscencia en la madurez; estas variedades se cultivan exclusivamente para consumo del grano seco. El tipo coriáceo es aquél en que se separan levemente las dos suturas de la vaina sin que haya separación total de las dos valvas; estas vainas se pueden consumir como habichuelas, cuando están tiernas, o como frijoles secos, cuando están maduras. En el tipo carnoso (no fibroso) la vaina es casi indehisciente y las valvas no poseen fibras; estas vainas se consumen como habichuelas.

8. Variedad que más se asemeja al carácter descrito

Para identificar en forma rápida y práctica una variedad, se pueden comparar sus caracteres más significativos con los de variedades ya conocidas en el mercado.

Formulario modelo para la toma de datos en el cultivo del FRIJOL (*Phaseolus vulgaris* L.)

Nombre de la variedad _____ Progenitores _____
 Lugar de la evaluación _____ Fecha de siembra _____
 Densidad _____ Fertilización _____
 Ciclo de cultivo _____

Caracteres morfológicos	Muestra No.					C.P. ¹ , %	\bar{X}	Rango	DE ¹	CV ¹
	1	2	-----	19	20					
1. EN ESTADO DE PLANTULA										
1.1. Color predominante del hipocótilo										
1.2. Color predominante de los cotiledones										
1.3. Color predominante de las nervaduras de las hojas primarias										
2. AL MOMENTO DE LA FLORACION										
2.1. Flor										
2.1.1. Días a antesis										
2.1.2. Duración de la floración										
2.1.3. Color predominante de las alas de la flor										
2.1.4. Color predominante del estandarte de la flor										
2.1.5. Patrón predominante del color del estandarte floral										
2.2. Tallo										
2.2.1. Hábito predominante de crecimiento										
2.2.2. Longitud del tallo principal (cm)										
2.2.3. Número de nudos										
2.2.4. Color predominante del tallo principal										
2.2.5. Pubescencia predominante del tallo principal										

2.2.6. Tipo predominante de ramificación										
2.2.7. Acame										
2.3. Hojas										
2.3.1. Dimensiones										
2.3.1.1. Longitud (cm)										
2.3.1.2. Anchura (cm)										
2.3.1.3. Area foliar (cm ²)										
2.3.2. Color predominante de las hojas										
3. INICIO DEL LLENADO DE VAINAS										
3.1. Vainas										
3.1.1. Color predominante de las vainas inmaduras										
4. AL MOMENTO DE LA MADUREZ FISIOLÓGICA										
4.1. Planta										
4.1.1. Días a la madurez fisiológica										
4.1.2. Duración de la madurez fisiológica										
4.2. Vainas										
4.2.1. Color predominante de las vainas										
4.2.2. Patrón predominante del color de las vainas										
4.2.3. Forma predominante del corte transversal de la vaina seccionando la semilla										
4.2.4. Distribución predominante de las vainas en la planta										
5. AL MOMENTO DE LA COSECHA										
5.1. Días a la cosecha										

¹ C.P. = carácter predominante, en porcentaje; DE = desviación estándar; CV = coeficiente de variación.

Caracteres morfológicos	Muestra No.					C.P. ¹ %	\bar{X}	Rango	DE ¹	CV ¹
	1	2	-----	19	20					
5.2. Vainas										
5.2.1. Dimensiones										
5.2.1.1. Longitud (cm)										
5.2.1.2. Anchura (cm)										
5.2.2. Color predominante de la vaina										
5.2.3. Patrón predominante del color de la vaina										
5.2.4. Perfil predominante de la vaina										
5.2.5. Apice de la vaina										
5.2.5.1. Tipo predominante del ápice	1	1	---	2	1	80				
5.2.5.2. Grado predominante de curvatura del ápice										
5.2.5.3. Dirección predominante de la curvatura del ápice respecto a la sutura placentar										
5.2.6. Número de vainas por planta	14	10	---	22	19		16.4	10-22	4.7	28.8
5.3. Semilla										
5.3.1. Número de semillas por vaina										
5.3.2. Color predominante de las semillas										
5.3.3. Patrón predominante del color de la semilla										
5.3.4. Aspecto predominante de la testa de la semilla										
5.3.5. Color predominante del borde del hilo										
5.3.6. Forma predominante de la semilla										
5.3.7. Peso de 100 semillas (g)										
6. REACCION A ENFERMEDADES Y PLAGAS (especifique)										
7. CONSUMO										
7.1. Textura de la vaina (y dehiscencia)										
7.2. Forma de consumo										

8. VARIEDAD QUE MAS SE ASEMEJA A LOS SIGUIENTES CARACTERES ANTES DESCRITOS:

Carácter	Variedad conocida
Color de la flor (en las alas)	_____
Color de la flor (en el estandarte)	_____
Color de la semilla	_____
Forma de la semilla	_____
Peso de 100 semillas (g)	_____
Ciclo vegetativo	_____
Hábito de crecimiento	_____
Resistencia a enfermedades	_____
Forma de consumo	_____

Formatario modelo para resumen de datos del FRIOL

1. EN ESTADO DE PLANTULA		VARIEDAD
2.1. Flor		
2.1.1. Dias a anecsis		Tamaño de la muestra
2.1.2. Duración de la floración		1.2. Color predominante de los cotiledones %
		Tamaño de la muestra
		1.3. Color predominante de las nervaduras de hojas primarias %
		Tamaño de la muestra
2.1. Flor		2.1.1. Dias a anecsis
		DE
		CV
		Rango
		Tamaño de la muestra
2.1.3. Color predominante de las alas de la flor		DE
		CV
		Rango
		Tamaño de la muestra
2.1.4. Color predominante del estándar de la flor		DE
		CV
		Rango
		Tamaño de la muestra
2.1.5. Patrón predominante del color del estándar floral		DE
		CV
		Rango
		Tamaño de la muestra
2.2. Tallo		2.2.1. Hábito predominante de crecimiento
		DE
		CV
		Rango
		Tamaño de la muestra

2. AL MOMENTO DE LA FLOREACION (Cont.)

2.2. Tallo (Cont.)		2.2.2. Longitud del tallo principal (cm)
2.2.3. Número de nudos		
		CV
		Rango
		Tamaño de la muestra
2.2.4. Color predominante del tallo principal		DE
		CV
		Rango
		Tamaño de la muestra
2.2.5. Pubescencia predominante del tallo principal		DE
		CV
		Rango
		Tamaño de la muestra
2.2.6. Tipo predominante de ramificación		DE
		CV
		Rango
		Tamaño de la muestra
2.2.7. Acame		DE
		CV
		Rango
		Tamaño de la muestra
2.3. Hojas		2.3.1. Longitud (cm)
		DE
		CV
		Rango
		Tamaño de la muestra
2.3.2. Anchura (cm)		DE
		CV
		Rango
		Tamaño de la muestra
2.3.3. Área foliar (cm ²)		DE
		CV
		Rango
		Tamaño de la muestra

(Continúa)

Guías y requisitos para la producción de semilla de frijol

Las guías y requisitos para producir tres categorías de semilla de frijol de buena calidad, a saber, madre o Básica, primera generación o Registrada y común o Certificada, se especifican a continuación.

Esta información es importante desde dos puntos de vista: el del productor, que necesita identificar los pasos necesarios para obtener la buena calidad, genética y física, de la semilla y el del inspector, que debe supervisar o controlar esos pasos, bien sea dentro de un sistema interno de control de calidad o bien dentro de un sistema externo como el del servicio de certificación de semillas.

La descontaminación y el control de plantas fuera de tipo —incluyendo las afectadas por enfermedades transmisibles por semilla— son los aspectos que requieren máxima atención por parte del productor para evitar daños ocasionados principalmente por virus y bacterias. La contaminación por granos de otras variedades se evita fácilmente mediante una selección manual de la semilla, si la del contaminante es de un color diferente, pero cuando no lo es, sólo la prueba de verificación genética —en que se examinan las progenies contra la descripción varietal correcta— puede ofrecer seguridad para el mantenimiento de la pureza genética y física de una variedad.

Cuadro 3. Guías y requisitos para producir semilla de frijol (*Phaseolus vulgaris*).

Factores de producción		Categorías de la semilla	
Madre (Básica)	Primera generación (Registrada)	Comercial (Certificada)	
Tipo de productores		Instituciones de investigación o productores privados con programas de investigación, y productores privados. Sector oficial y sector privado	
Procedencia de la semilla		Debe provenir de semilla genética (del fitomejorador), básica. Debe provenir de semilla registrada o básica. Debe provenir de semilla	
Campo de multiplicación		Estaciones experimentales o fincas privadas, o ambas. Estaciones experimentales o fincas particulares y estatales.	
Características del campo		Con riego y preferiblemente con humedad relativa inferior al 60%. Temperatura entre 22 y 28°C. Que no haya existido frijol en los dos ciclos consecutivos anteriores.	
Fecha de siembra		Preferiblemente en época seca. Se puede también aprovechar la fase final de las lluvias para permitir el desarrollo de la planta en la época seca, con riegos complementarios. Puede hacerse en la época seca, en regiones con menos de 300 mm de lluvias durante el ciclo vegetativo, en siembras de segunda o postera.	
Densidad de población		Baja, abriendo más los surcos. Usar densidades recomendadas comercialmente.	
Aislamiento		Como mínimo 10 m, que es el espacio necesario para impedir mezclas físicas	
Área de cada lote		Como máximo, 2 ha Como máximo, 10 ha Como máximo, 20 ha	
Control de malezas		Por métodos químicos, principalmente, para evitar diseminación de enfermedades.	
Control de plagas		Al momento de la siembra, aplicar insecticidas sistémicos que den protección a la planta en los primeros 20 a 30 días. Posteriormente, hacer aspersiones al follaje.	
Control de enfermedades transmisibles por la semilla		Eliminar las plantas afectadas cuando la incidencia de la enfermedad es de 1/1000 de la población. Si la infección es mayor, eliminar ese campo como fuente de semilla. Eliminar las plantas afectadas cuando la incidencia de la enfermedad es de 5/1000 de la población. Si la infección es mayor, eliminar ese campo como fuente de semilla.	
Epoca para determinar enfermedades transmisibles por la semilla		Antes, durante y después de la floración	
Depuración del campo		Como mínimo, 3 inspecciones: durante la floración, en la madurez de las vainas, y antes de la cosecha.	
Tolerancia de plantas fuera de tipo		0/1000 plantas, según el muestreo utilizado	
Porcentaje de humedad para la cosecha		21-26%	
Porcentaje de humedad para la trilla		15-20%	
Temperatura de secado artificial		43°C como máximo	

(Continúa)

Cuadro 3. (Continuación)

Factores de producción	Madre (Básica)	Primera generación (Registrada)	Comercial (Certificada)
Tratamiento de la semilla	Usar pesticidas poco tóxicos al ser humano		
Almacenamiento:	Preferiblemente fumigar que asperjar Si es durante pocos meses: 15°C		
● Control de insectos:			
● Temperatura máxima:			
● Humedad relativa máxima recomendable:	50%	50%	50%
Control en poscosecha	Cada variedad o híbrido debe sembrarse en parcelas controladas para determinar su pureza genética, las enfermedades que pueda transmitir por la semilla, su vigor y su poder de germinación.		
a. Número mínimo de plantas por parcela	400	400	400
b. Inspecciones de:			
● Emergencia	Comparar el porcentaje de emergencia de la semilla con su porcentaje de germinación en el laboratorio y calificar el vigor inicial.		
● Pureza genética	Contar el número de plantas fuera de tipo en relación con el número total de plantas.		
● Enfermedades	Identificar los virus u otras enfermedades transmisibles por la semilla a las plántulas.		

Cuadro 4. Atributos de la semilla acondicionada de trébol.

Atributo	Categoría de la semilla		
	Básica	Registrada	Certificada
Semilla pura (mínimo), %	99	99	98
Materia inerte, %	1	1	1
Semillas de otros cultivos, %	0	0	0
Semillas de otras variedades, %	0,1	0,1	0,1
Semillas de malezas	ninguna	ninguna	ninguna
Germinación (mínimo), %	80	80	80
Humedad, %	12	12	12