

551

Mayo de 2023
Gerencia Técnica /
Programa de Investigación Científica
Fondo Nacional del Café



Recomendaciones para el Manejo agronómico del cultivo de fríjol arbustivo en el sistema intercalado con café

La producción competitiva de cultivos como el fríjol arbustivo intercalado en las calles del café a libre exposición solar, representa una excelente alternativa para producir alimentos y generar ingresos adicionales durante la etapa improductiva del café. Con el objetivo de alcanzar los máximos rendimientos de los cultivos intercalados sin que se afecte la producción del café, Cenicafé adelanta investigaciones orientadas tanto a aumentar el acceso de los caficultores a nuevas semillas mejoradas de fríjol arbustivo adaptadas a las condiciones propias de la zona cafetera, como al desarrollo de prácticas de manejo agronómico que incidan positivamente su productividad.

Avances Técnicos
Cenicafé





Cenicafé

Ciencia, tecnología
e innovación
para la caficultura
colombiana

Autores

Santiago Jaramillo Cardona

Investigador Científico II
<https://orcid.org/0000-0002-3342-995X>

Disciplina de Fitotecnia
Centro Nacional de Investigaciones
de Café - Cenicafé
Manizales, Caldas, Colombia

DOI (Digital Object Identifier)
<https://doi.org/10.38141/10779/0551>

Edición

Sandra Milena Marín López

Fotografías

Archivo Cenicafé

Diagramación

Óscar Jaime Loaiza Echeverri

Imprenta

ISSN-0120-0178

ISSN-2145-3691 (En línea)

Los trabajos suscritos por el personal técnico del Centro Nacional de Investigaciones de Café son parte de las investigaciones realizadas por la Federación Nacional de Cafeteros de Colombia. Sin embargo, tanto en este caso como en el de personas no pertenecientes a este Centro, las ideas emitidas por los autores son de su exclusiva responsabilidad y no expresan necesariamente las opiniones de la Entidad.

Manizales, Caldas, Colombia
Tel. (6) 8500707
www.cenicafe.org

Generalidades del cultivo de frijol arbustivo intercalado con café

El frijol común (*Phaseolus vulgaris L.*), es la leguminosa alimenticia más importante para el consumo humano, ya que representa el 50% del grano de leguminosas consumido a nivel mundial (Broughton et al., 2003). En la zona andina, el frijol es considerado un alimento básico de la economía campesina representada por pequeños y medianos productores y ha sido catalogado por organismos nacionales e internacionales, como uno de los cultivos obligatorios para los programas de seguridad alimentaria gracias a su alto contenido de proteína y minerales de bajo costo (Arcos y Rojas, 2019).

Según datos de marzo de 2023 publicados por el Fondo Nacional de Leguminosas y FENALCE, durante el segundo semestre de 2022 se sembraron 22.306 hectáreas de frijol arbustivo en Colombia, en donde los principales departamentos productores para este periodo fueron Santander con 8.300 ha (37.2%), Nariño con 5.310 ha (23.8%), Cesar con 3.620 ha (16.2%), Antioquia con 2.186 ha (9.8%) y Boyacá con 530 ha (2.3%), mientras que los demás departamentos sembraron 1.970 ha (10.7% del área total). (FENALCE, 2023).

En la zona cafetera colombiana, la producción de frijol arbustivo intercalado en las calles de los cafetales a libre exposición durante la etapa de levante, ha sido una práctica tradicionalmente empleada por los caficultores para generar ingresos adicionales y mejorar la nutrición familiar (Moreno, 2007, 2012; Jaramillo & Salazar, 2021; Jaramillo, 2021).

Prácticas de manejo agronómico recomendadas para obtener una alta productividad del cultivo de frijol arbustivo intercalado con café

La productividad es un atributo de los sistemas de producción que está directamente relacionada con el uso eficiente de los recursos, así como con la pertinencia, oportunidad e integración de las labores de manejo agronómico que son determinantes para obtener rendimientos competitivos. La productividad del cultivo de frijol arbustivo intercalado con café está influenciada por la interacción de factores relacionados con el genotipo, el ambiente y el manejo agronómico, el cual a su vez está soportado en decisiones humanas tendientes tanto a disminuir las interacciones de competencia entre el cultivo acompañante y el cultivo de café, como a reducir los efectos negativos causados por factores de estrés biótico y abiótico. A continuación, se resumen las ocho principales prácticas:

1. Siembra variedades de fríjol arbustivo adaptadas al sistema intercalado con café y a las condiciones propias de la zona cafetera

La selección correcta de la variedad de fríjol arbustivo a sembrar, es la primera decisión que debe tomar el caficultor para obtener rendimientos competitivos, es decir, producciones superiores a 1.500 kg ha⁻¹. Los principales atributos que el caficultor debe buscar en una variedad de fríjol arbustivo son: (i) hábito de crecimiento determinado, (ii) resistencia a enfermedades, (iii) alto potencial productivo y (iv) un formato de grano de buena aceptación y un alto valor comercial.

El tipo de hábito de crecimiento se refiere a la arquitectura del dosel de las plantas de fríjol, característica que condiciona el desarrollo foliar y modifica la interceptación lumínica influenciando la sanidad y la competencia por espacio, agua y nutrientes (Nienhuis y Singh, 1985; Debouck e Hidalgo, 1986; Ricaurte et al., 2016). Los materiales de hábito de crecimiento arbustivo determinado de tipo I poseen una arquitectura foliar que se ajusta a las condiciones propias del sistema intercalado con café a libre exposición, ya que no trepan a las ramas del café y no requieren tutorado (Figura 1). Otro factor

determinante de la idoneidad de las variedades de fríjol arbustivo para el sistema intercalado con café es la tolerancia a las principales enfermedades que se presentan con mayor frecuencia en la zona cafetera.

Las variedades ICA Quimbaya y Calima han predominado durante las últimas tres décadas como las más sembradas en el sistema intercalado con café, debido a que se adaptan bien a altitudes entre los 800-1.800 m, la duración de su ciclo productivo oscila entre 80-90 días desde siembra hasta cosecha y tienen un potencial productivo en zona cafetera que fluctúa entre los 700 y 1.500 kg ha⁻¹ en función de factores como las condiciones ambientales y el manejo agronómico (Figura 2).

En la búsqueda de nuevas variedades de fríjol arbustivo más productivas y de mayor valor comercial que se adapten bien al sistema intercalado con café, Cenicafé en convenio con la Alianza Bioersity-CIAT están evaluando líneas avanzadas de fríjol arbustivo biofortificadas con hierro y con zinc con formatos de grano de mayor valor comercial tipo cargamento blanco y bola roja en cuatro estaciones experimentales ubicadas en los departamentos de Antioquia, Caldas, Cauca y Risaralda, en donde han alcanzado rendimientos por encima de 2.000 kg ha⁻¹ al 14% de humedad.



Figura 1. Fríjol arbustivo de hábito de crecimiento tipo I (sin zarcillo o guía) recomendado para el sistema intercalado con café a libre exposición.



Figura 2. Formatos de grano de las variedades de frijol arbustivo tradicionalmente sembradas en la zona cafetera, a. Nima-Calima de formato rojo moteado, b. ICA Quimbaya de formato rojo liso.

2. Siembre el frijol arbustivo en las fechas recomendadas para las diferentes regiones cafeteras

La fecha de siembra del frijol arbustivo es un factor determinante para el desarrollo, la sanidad y la productividad de este cultivo intercalado. La decisión del momento oportuno para sembrar el frijol arbustivo depende del comportamiento histórico del clima en las diferentes regiones cafeteras, ya que factores como la distribución de la precipitación, la intensidad de la radiación solar y las variaciones de la humedad relativa son claves para la obtención de altos rendimientos.

Los requerimientos hídricos del frijol varían en función de las etapas de desarrollo, sin embargo, los mayores requerimientos de agua del cultivo se presentan durante la fase vegetativa correspondiente a los primeros 45 días después de la siembra (Figura 3). Un ciclo de cultivo de frijol arbustivo requiere entre 435 y 490 mm de agua por hectárea, no obstante, estos requerimientos pueden variar en función de la

“Las fechas de siembra recomendadas para el cultivo de frijol arbustivo intercalado con café deben definirse con el Extensionista de cada distrito y ajustarse con base en la información de la plataforma Agroclima disponible en la página agroclima.cenicafe.org.”

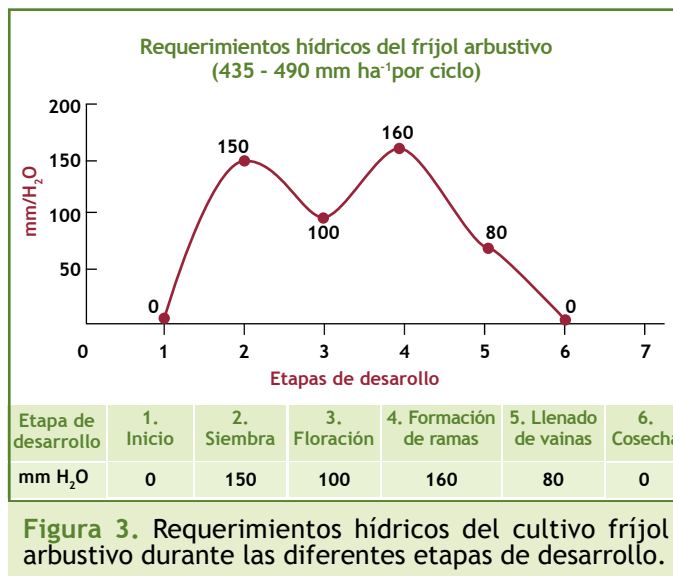


Figura 3. Requerimientos hídricos del cultivo frijol arbustivo durante las diferentes etapas de desarrollo.

demanda evapotranspirativa determinada por la oferta ambiental, las características físicas del suelo y el tipo de planta. Después de la etapa de formación de vainas, el cultivo de frijol necesita menos agua y más radiación solar; esta variable climatológica no solo incide sobre un buen llenado de grano por fotosíntesis, sino que además disminuye la incidencia y la severidad de las enfermedades causadas por hongos (Figura 4).

3. Defina los arreglos y las densidades de siembra recomendadas para frijol arbustivo de acuerdo al arreglo espacial del café

Para el cultivo de frijol arbustivo intercalado con café, la densidad de siembra es un factor de manejo agronómico de gran influencia sobre el desarrollo foliar, la interceptación de luz, la sanidad y la capacidad de competencia con las arvenses.

La distancia entre los surcos del café determina el tipo de arreglo espacial con el cual debe sembrarse el frijol intercalado, para establecer densidades de siembra entre 130.000 y 160.000 plantas/ha.

Para ajustar el arreglo espacial del frijol arbustivo intercalado en las calles del café se emplea la Ecuación <1>:

$$DSS = \left[\frac{(10.000 \times TS)}{(DSC \times DD)} \right] \times NSS <1>$$

Donde:

DSS: Distancia entre sitios de siembra de frijol (m)

TS: Tipo de surco (simple: 1; doble: 2; triple: 3)

DSC: Distancia entre surcos de café (m)

DD: Densidad de siembra deseada

NSS: Número de semillas de frijol por sitio



Figura 4. Etapa de formación de vainas del cultivo de frijol arbustivo.

4. Maneje correctamente las semillas antes y durante la siembra

Por ser el frijol una planta autógama, es común que los agricultores multipliquen sus semillas en las fincas, sin embargo, esta práctica no es recomendada ya que puede afectar negativamente la productividad potencial del frijol y comprometer la sanidad de los campos destinados a su producción. Los principales problemas asociados a la siembra de semilla no certificada son: (i) pérdida de la pureza varietal, (ii) susceptibilidad a enfermedades fungosas y virales transmitidas por semilla, (iii) bajo

porcentaje de germinación y débil vigor debido a prácticas inadecuadas durante la poscosecha. Por esta razón Cenicafé recomienda el uso de semilla certificada como una práctica determinante para obtener una alta productividad del frijol arbustivo en el sistema intercalado.

Una vez se adquiere la semilla certificada de frijol se recomienda realizar pruebas de germinación y determinar el índice de semilla equivalente al peso en gramos de 100 semillas. Tanto el porcentaje de germinación como el índice de semilla son dos variables que permiten al caficultor estimar la cantidad de semilla necesaria para la siembra en función de la densidad deseada. Las pruebas de germinación se realizan depositando 100 semillas bien esparcidas sobre un papel húmedo, en donde se monitorea la emergencia de la radícula y del hipocótilo durante cinco días para determinar el porcentaje de germinación (Figura 5).

Un día antes de la siembra en el campo se recomienda tratar las semillas de frijol con insecticidas sistémicos que vienen formulados como solución concentrada para el tratamiento de semillas. Esta práctica está dirigida a proteger las semillas contra el ataque de plagas del suelo como trozadores y tierreros, así como contra el ataque temprano de insectos comedores de follaje y chupadores. El tratamiento de semilla con este tipo de insecticidas de acción sistémica ha demostrado tener un efecto positivo sobre el establecimiento



Figura 5. Prueba para determinar el porcentaje de germinación de semillas de frijol arbustivo.

de controladores biológicos y depredadores, ya que evitan la aplicación temprana de insecticidas foliares al frijol. Durante el tratamiento de semillas se recomienda el uso de todos los elementos de protección personal (gorra, gafas, máscara, delantal y guantes) por parte de los operarios; así mismo, la manipulación de las semillas tratadas durante la siembra en el campo debe realizarse con guantes y evitar el contacto directo con la piel (Figura 6).

El día de la siembra es importante verificar que el suelo tenga suficiente humedad, es decir, que esté a capacidad de campo y no presente encharcamiento ya que la semilla de frijol es altamente susceptible a pudriciones causadas por el exceso de humedad, de igual manera se debe cuidar que la profundidad de siembra no exceda los 3 cm para lo que se recomienda el uso de recatones de punta plana (Figura 7). La utilización de herramientas como la matraca o estacas de punta fina no es recomendable dado que profundizan mucho las semillas impidiendo la emergencia de las mismas. Las semillas deben quedar ligeramente tapadas para que la imbibición (absorción del agua necesaria para la germinación) sea uniforme y para que quede protegida del ataque de aves y roedores. No se recomienda apretar el suelo mediante el pisoteo ya que puede causar una compactación que dificulta la emergencia del hipocótilo. Para variedades como Calima y Quimbaya, la cantidad de semillas por hectárea fluctúa entre 60 a 75 kg en función de la densidad de siembra deseada.



Figura 7. Recatón de punta plana, herramienta recomendada para la siembra de frijol arbustivo a la profundidad adecuada.

5. Realice el manejo integrado de arvenses del frijol de manera independiente

Debido a su porte bajo, el frijol arbustivo no compite muy bien con arvenses agresivas como gramíneas, ciperáceas y algunas hojas anchas, de allí la importancia de realizar un manejo integrado de las arvenses que le permita al cultivo permanecer limpio durante los primeros 20 días después de emergencia, que corresponden a la etapa crítica de competencia.



Figura 6. Tratamiento de Semillas de frijol arbustivo y elementos de protección personal requeridos.

Las condiciones particulares del lote de café en donde se va a establecer el cultivo de frijol arbustivo intercalado determinan en gran medida las prácticas de manejo integrado de arvenses. Por ejemplo, si el lote de café viene de una renovación por zoca, en donde la ramilla del café ha quedado esparcida uniformemente sobre la superficie del suelo, la presión de arvenses disminuye, lo que permite manejar las arvenses con guadaña, machete y con herbicidas post-emergentes con registro para café para el control de localizado de escapes. En el caso de lotes con siembras nuevas de café o que han sido renovados por siembra de colinos, la presión de las arvenses suele ser mayor, debido a que el suelo de las calles queda con una menor cobertura, que favorece la proliferación de arvenses agresivas. En este caso es importante hacer un manejo integrado de arvenses, que incluye guadañar 15 días antes de la siembra; así mismo, se recomienda que un día después de la siembra del frijol se realice una aplicación cuidadosa (en las horas de la mañana, sin viento, utilizando pantalla, a una presión de 20 psi y cuidando de no tocar las plantas de café) de una mezcla de glifosato a $1,5 \text{ L ha}^{-1}$ con pendimetalina a 800 cc ha^{-1} (Figura 8). Esta aplicación permite tener el cultivo limpio durante los primeros 20 días y favorece el establecimiento de coberturas

nobles aproximadamente 30 días después de la aplicación. Esta práctica no es recomendada para lotes con pendientes superiores al 40%, ya que puede acentuar los procesos erosivos causados por las lluvias.

No se recomienda realizar el aporque del frijol ya que esta labor causa erosión y aumenta los costos de producción. En ocasiones la alta presión de arvenses de los lotes cafeteros, propicia escapes de arvenses como *Bidens pilosa* L. (macequia o papunga) después que el frijol florece, en estos casos se recomienda realizar controles manuales de manera cuidadosa, sin arrancar de raíz las arvenses, ya que se pueden afectar por accidente las plantas de frijol.

6. Fertilice adecuada y oportunamente el cultivo de frijol

Para lograr un manejo sostenible del suelo y una buena nutrición del cultivo de frijol arbustivo es necesario soportar todas las decisiones de fertilización en los resultados del análisis de suelo de las calles del café y en los niveles críticos de nutrientes que requiere el cultivo para tener un buen desarrollo (Tabla 1). El desarrollo del frijol puede verse afectado por la acidez del suelo, por



Figura 8. Aplicación de una mezcla de herbicidas postemergentes y preemergentes, realizada un día después de la siembra del frijol arbustivo.

Tabla 1. Niveles críticos de nutrientes para el cultivo de frijol arbustivo.

Variable/Nutrientes	Nivel crítico
pH	5,0 - 6,5
Aluminio	$1,0 \text{ cmolc kg}^{-1}$
Fósforo	15 mg kg^{-1}
Potasio	$0,15 \text{ cmolc kg}^{-1}$
Magnesio	$2,0 \text{ cmolc kg}^{-1}$
Calcio	$4,5 \text{ cmolc kg}^{-1}$
Boro	$0,6 \text{ mg kg}^{-1}$
Zinc	$0,8 \text{ mg kg}^{-1}$
Manganeso	$7,0 \text{ mg kg}^{-1}$
Cobre	$0,6 \text{ mg kg}^{-1}$
Hierro	$2,0 \text{ mg kg}^{-1}$
Calcio/Magnesio	4

lo que se recomienda realizar enmiendas con cal dolomítica (500 - 800 kg ha⁻¹), 45 días antes de la siembra en aquellos suelos cuyo pH esté por debajo de 5.

Se recomienda fertilizar el frijol en dos momentos: (i) a los 5 días después de emergencia y (ii) a los 25-30 días después de emergencia. En la primera fertilización, se recomienda aplicar al chorrillo una mezcla por hectárea de 20 kg de N, 15 kg de P₂O₅ y 20 kg de K₂O, mientras que en la segunda fertilización se recomienda aplicar al chorrillo 20 kg ha⁻¹ de N. Dependiendo del uso de fuentes simples o compuestas, debe ajustarse la dosis de fertilizante recomendada, teniendo en cuenta que la fertilización del frijol debe realizarse independiente a la fertilización del café.

Las aplicaciones al chorrillo hacen referencia a que el fertilizante debe esparcirse uniformemente sobre cada metro lineal del surco, depositándolo en la base de los tallos del frijol. Para definir la dosis de fertilizante a aplicar por metro lineal, es necesario calcular el número de metros lineales de surcos de frijol por hectárea (Ecuación <2>):

$$MLSF = \left[\frac{(100)}{(DSC / TS)} \right] \times 100 \text{ <2>}$$

Donde:

MLS: metros lineales de surco de frijol

DSC: distancia entre surcos de café

TS: tipo de surco (simple: 1; doble: 2; triple: 3)

Por ser una leguminosa, el frijol tiene la capacidad de capturar el nitrógeno atmosférico y fijarlo al suelo como nitrógeno orgánico mediante una asociación simbiótica de las raíces con bacterias fijadoras de nitrógeno como *Rhizobium phaseoli*. Esta condición no significa que pueda reducirse la cantidad de nitrógeno recomendada para aplicar al cultivo, ya que las cantidades fijadas no suplen los requerimientos de este elemento para alcanzar rendimientos mayores a 1.500 kg ha⁻¹.

7. Realice el manejo integrado de plagas y enfermedades del cultivo de frijol

La sanidad del frijol arbustivo intercalado con café es un requisito indispensable para lograr una alta productividad y calidad. El manejo integrado de plagas y enfermedades consiste en combinar prácticas de prevención, monitoreo y control (genético, cultural, biológico y químico), con el objetivo de reducir los daños económicos, disminuir los riesgos para las personas y para el medio ambiente.

Existe una gran diversidad de insectos que pueden atacar el cultivo de frijol durante las diferentes etapas de desarrollo. Entre la siembra y la emergencia pueden presentarse daños ocasionados por insectos trozadores y tierreros como *Phyllophaga* sp (chizas) *Agrotis* sp y *Spodoptera* sp (larvas de lepidópteros); en la etapa vegetativa del frijol pueden presentarse ataques de insectos chupadores como *Bemisia tabaci*, *Trialeurodes vaporariorum* (mosca blanca), *Aphis gossypii* y *Myzus persicae* (áfidos), *Empoasca kraemeri* (lorito verde), insectos comedores de follaje como *Epitrix* sp, *Diabrotica* sp, *Cerotoma* sp (crisomélidos del frijol) y *Agromyza* sp, *Liriomyza* sp (minadores de la hoja); en la etapa reproductiva puede presentarse el ataque de *Apion gosmani*, *Heliothis* sp (insectos perforadores de vaina); y durante la poscosecha pueden presentarse daños por *Zabrotes subfasciatus*, *Acanthoscelides obtectus* (gorgojos del frijol) (Figura 9).

Las enfermedades del frijol arbustivo más comunes en zona cafetera corresponden a pudriciones radiculares ocasionadas por hongos del suelo como *Fusarium oxysporum*, *Rhizoctonia solani*, *Macrophomina phaseolina* y *Pythium* spp y a enfermedades foliares como *Ascochyta* sp (tizón foliar), *Thanatephorus cucumeris* (mustia hilachosa), *Erysiphe* sp (mildeo polvoso), *Colletotrichum lindemuthianum* (antracnosis), *Phaeoisariopsis griseola* (mancha angular), *Uromyces appendiculatus* (roya), *Sclerotinia sclerotiorum* (moho blanco), *Xanthomonas campestris* pv. *phaseoli* (bacteriosis) y virus del mosaico común del frijol (BCMV) (Figura 10).

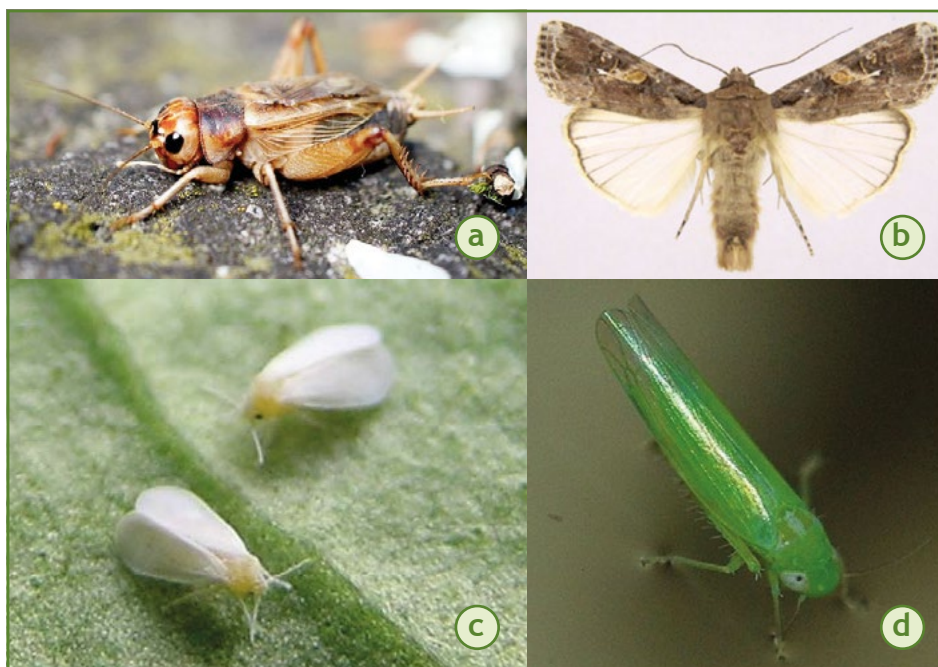


Figura 9. Plagas que atacan el cultivo de frijol arbustivo durante la fase vegetativa (a. *Gryllus assimilis*, b. *Spodoptera frugiperda*, c. *Bemisia tabaci*, *Trialeurodes vaporarorium*, d. *Empoasca kraemeri*). Fotos tomadas de <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=32072472>

Debido a la amplia diversidad de plagas y enfermedades que afectan el cultivo de frijol arbustivo, las recomendaciones de manejo integrado incluyen:

- Eliminación de residuos de cosecha
- Siembras en las fechas recomendadas
- Utilización de semilla certificada
- Tratamiento de semilla
- Ajuste de las densidades de siembra
- Manejo adecuado y oportuno de las arvenses
- Uso racional de productos biológicos y químicos con registro para café, soportado por la recomendación del Extensionista.

8. Realice las labores de cosecha y poscosecha recomendadas

El frijol puede cosecharse como frijol verde entre los 55-60 días después de siembra o entre los 80-90 días para grano seco. En ambos casos se recomienda arrancar las plantas completas para no dejar en el campo residuos de cosecha que puedan afectar la sanidad del siguiente ciclo. Si la cosecha corresponde con una época de altas lluvias es recomendable realizar la cosecha adelantada de las plantas en etapa de madurez fisiológica (cuando los granos estén completamente llenos) y secar las plantas en un sitio fresco y seco, realizando volteos permanentes hasta que se sequen y estén listas para el desgrane, de esta manera se evitan daños a la calidad del frijol y la apertura prematura de vainas en el campo.

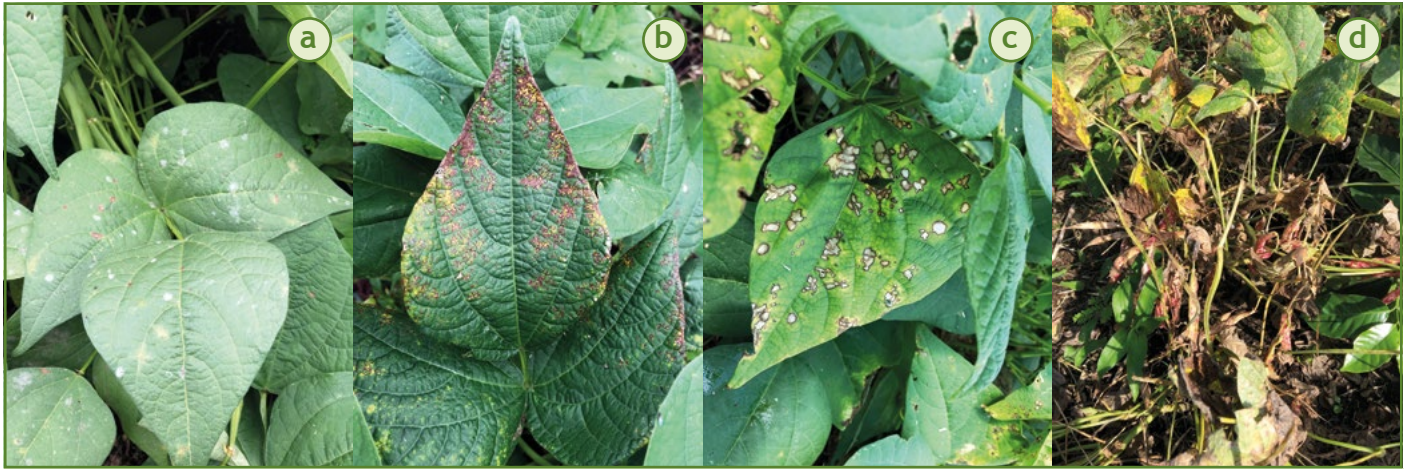


Figura 10. Enfermedades fungosas de frijol arbustivo comúnmente observadas en zona cafetera. a. *Erysiphe* sp. (mildeo polvoso); b. *Phaeoisariopsis griseola* (mancha angular); c. *Ascochyta* sp. (tizón foliar); d. *Thanatephorus cucumeris* (mustia hilachosa).

Para la cosecha y poscosecha de grano seco de frijol Cenicafé recomiendalas siguientes prácticas (Figura 11):

- Arrancar las plantas en su totalidad cuando las vainas estén totalmente secas (esta práctica evita la apertura prematura de vainas y la caída de granos).
- Realizar la cosecha cuando los granos presenten una humedad del 20%.
- Realizar el pre-secado de vainas en el patio o en secadores parabólicos para disminuir la humedad.
- Desgranar el frijol por aporreo manual de las plantas secas.
- Limpiar el grano realizando una separación física de las impurezas por medio de una corriente de aire suministrada por un ventilador.
- Secar el frijol hasta que la masa de grano presente una humedad cercana al 14%.
- Empacar los granos en costales de fibra.
- Almacenar los sacos sobre estibas de madera en un lugar fresco y seco.



Figura 11. a. Cosecha (granos desprenden fácilmente), b. desgrane (desgrane manual) y c. empaque de frijol arbustivo (14 % de humedad).

Factores clave del manejo de cultivo de fríjol arbustivo intercalado con café

1. El café siempre es el cultivo principal.
2. Realice un manejo agronómico independiente a cada cultivo.
3. Utilice semilla certificada de las variedades recomendadas.
4. Siembre a chuzo durante la época de lluvias (consulte el portal agroclima.cenicafe.org).
5. Realice el manejo integrado de arvenses para evitar la competencia y reducir la erosión.
6. Sea oportuno en las labores agronómicas para obtener una alta productividad.
7. Siga las recomendaciones del extensionista en su distrito.



Familias caficultoras:

La siembra de frijol arbustivo intercalado durante la etapa de levante del café, es una práctica que genera ingresos adicionales antes de obtener la primera cosecha de café, garantiza la seguridad alimentaria y mejora la fertilidad de los suelos de las fincas cafeteras.



Literatura citada

- Arcos, J., & Rojas, D. C. (2019). *Recomendaciones para la producción de grano de frijol biofortificado en Colombia*. International Center for Tropical Agriculture (CIAT); HarvestPlus. <https://hdl.handle.net/10568/100818>
- Broughton, W. J., Hernández, G., Blair, M., Beebe, S., Gepts, P., & Vanderleyden, J. (2003). Beans (*Phaseolus* spp.) – model food legumes. *Plant and Soil*, 252(1), 55–128. <https://doi.org/10.1023/A:1024146710611>
- Debouck, D. G., & Hidalgo, R. (1986). *Morphology of the common bean plant Phaseolus vulgaris* (F. O. Fernández, A. Correa, & J. B. Smithson, Trads.). International Center for Tropical Agriculture (CIAT). <https://hdl.handle.net/10568/54185>
- FENALCE. (Federación Nacional de Cultivadores de Cereales, Leguminosas y Soya)- Fondo Nacional de Leguminosas (2023). *Revista El Cerealista*. Edición 144.
- FENALCE. (Federación Nacional de Cultivadores de Cereales, Leguminosas y Soya)- Fondo Nacional de Leguminosas (2023). *Histórico de área, producción y rendimiento*. <https://fenalce.co/estadisticas/>
- Jaramillo, S., & Salazar, H. M. (2021). Cultivos intercalados: Una alternativa para aumentar los ingresos y la sostenibilidad de cafetales. *Avances Técnicos Cenicafé*, 534, 1–8. <https://doi.org/10.38141/10779/0534>
- Jaramillo, S. (2021). Manejo agronómico de cultivos intercalados con café. En Centro Nacional de Investigaciones de Café, *Guía más agronomía, más productividad, más calidad* (3a ed., pp. 81–94). Cenicafé. https://doi.org/10.38141/10791/0014_5
- Moreno, A. M. (2007). Productividad de café en sistemas intercalados. En J. Arcila, F. F. Farfán, A. M. Moreno, L. F. Salazar, & E. Hincapié (Eds.), *Sistemas de producción de café en Colombia* (pp. 254–274). Cenicafé. <http://hdl.handle.net/10778/720>
- Moreno, A. M., & Sánchez, P. M. (2012). Reduzca los costos en el establecimiento del café: Intercale cultivos transitorios. *Avances Técnicos Cenicafé*, 419, 1–4. <https://doi.org/10.38141/10779/0419>
- Nienhuis, J., & Singh, S. P. (1985). Effects of Location and Plant Density on Yield and Architectural Traits in Dry Beans. *Crop Science*, 25(4), 579–584. <https://doi.org/10.2135/cropsci1985.0011183X002500040001x>
- Ricaurte, J., Clavijo, J. A., Sinclair, T. R., Rao, I. M., & Beebe, S. E. (2016). Sowing Density Effect on Common Bean Leaf Area Development. *Crop Science*, 56(5), 2713–2721. <https://doi.org/10.2135/cropsci2016.01.0056>

