

MANUAL DE RECOMENDACIONES TÉCNICAS

CULTIVO DE FRIJOL

(Phaseolus vulgaris)

Compilado por:
Juan Carlos Hernández Fonseca

San José, Costa Rica
2009

INDICE

TEMAS	Página
I. Introducción.....	11
II. Zonificación agroecologica del frijol	12
III. Clima y suelos	17
IV. Zonas de cultivo y épocas de siembra	18
V. Cultivo	19
VI. Siembra	27
VII. Fertilización	31
VIII. Combate de malezas	34
IX. Artópodos y moluscos y su combate	38
X. Enfermedades y su combate.....	63
XI. Cosecha y almacenamiento	73
XII. Estructura de Costos de frijol	77
XIII. Literatura consultada.....	78

INDICE DE CUADROS

Cuadro 1.	Variables agroclimáticas del cultivo de frijol.	13
Cuadro 2.	Variables Fisiológicas del cultivo de frijol.	13
Cuadro 3.	Clases de aptitud consideradas para la zonificación agrícola.	14
Cuadro 4.	Área para cada clase de aptitud. Región Pacífico Central.	15
Cuadro 5.	Área para cada clase de aptitud. Región Huetar Norte.	15
Cuadro 6.	Área para cada clase de aptitud, Región Brunca.	15
Cuadro 7.	Reacción de las diferentes variedades de frijol de grano negro y rojo a las principales enfermedades	21
Cuadro 8.	Rendimiento promedio (kg/ ha) de las principales variedades de frijol en cuatro regiones de Costa Rica	25
Cuadro 9.	Variedades de frijol disponibles y algunas de sus características generales	26
Cuadro 10.	Requisitos nutricionales totales y del grano, de 3 variedades de frijol.	32
Cuadro 11.	Fertilización para el frijol basada en el nivel de fósforo del suelo.	33
Cuadro 12.	Herbicidas recomendados en el combate de malezas de frijol.	36
Cuadro 13.	Mezclas de herbicidas que pueden utilizarse en frijol.	37
Cuadro 14.	Artrópodos y moluscos que causan daños en estado de plántula (desde semilla en germinación hasta 15 días después de la germinación)	39
Cuadro 15.	Artrópodos que causan daño sobre plantas en etapa de desarrollo vegetativo, principalmente follaje y flores (15 a 35 días después de la germinación)	40
Cuadro 16.	Artrópodos que causan daño sobre plantas en la etapa de formación y llenado de vainas	41
Cuadro 17.	Artrópodos que causan daños en granos (en campo y almacenados).	41
Cuadro 18.	Lista de algunos de los virus transmitidos por mosca blanca.	54
Cuadro 19.	Lista de virus transmitidos por áfidos de forma persistente y no persistente.	55
Cuadro 20.	Detalle de los costos de frijol a espeque de la Región Brunca	77

INDICE DE FIGURAS

Figura 1.	Procedimiento de armonización y sobreposición cartográfica para zonificación agroecológica	11
Figura 2.	Mapa de Costa Rica con la zonificación agroecológica de frijol.	16

Presentación

En el año 2030 la humanidad habrá alcanzado casi nueve mil millones de habitantes donde se tendrá que producir una tercera parte más de alimento, basada principalmente en un aumento de productividad por área, ya que la tierra y el agua disponible será cada vez más escasa. Los esfuerzos para evitar la carencia de alimentos en el futuro empiezan hoy, de ahí que es necesario en primera instancia tener la cultura de la producción, donde es importante el productor y la condición productiva de su medio ecológico. Además, es importante que las generaciones futuras hereden el conocimiento técnico y científico de la producción, ya que es por medio de la innovación tecnológica que se realizan los cambios sustantivos para ser más competitivos en la agricultura.

Las exigencias que la sociedad moderna plantea en la actualidad, demandan una respuesta rápida y más cuando éstas provienen de los sectores más necesitados, principalmente de aquellos que claman por alimento. Por esta razón, la seguridad alimentaria del país requiere todo el apoyo necesario del gobierno, para que los programas de investigación puedan ofrecer a los productores, tecnologías adecuadas y semillas de calidad en diversos rubros, para ser más productivos y ofrecer a los consumidores, precios justos en los productos agrícolas necesarios para su alimentación.

La sociedad reclama un desarrollo sostenible, lo que conlleva, bajo una concepción holística, una sostenibilidad que abarca lo económico, lo social y lo ambiental. El gran desafío actual es investigar, crear, experimentar y adaptar tecnologías que permitan producir a menores costos, pero con mayores rendimientos, productos más sanos, de mejor calidad, con mayor competitividad y que a su vez aseguren la sostenibilidad económica sin impactos desfavorables al ambiente. Este tipo de tecnología coadyuvará a preservar la calidad y salud de nuestros recursos básicos: biológicos, aire, agua, suelo y garantizará alimentos y vida sana para la sociedad actual y para las generaciones futuras.

Ajustarse a las exigencias de este nuevo paradigma, no es solo un requisito de los mercados externos, sino también del mercado local; es bajo esta visión que debe diseñarse y orientarse la estrategia de la investigación, del desarrollo científico y tecnológico para el mundo actual y futuro.

Lo anterior nos introduce en otro aspecto a destacar: la innovación científica y tecnológica de procesos y de productos como la base del desarrollo que sostiene y satisface las necesidades de una sociedad próspera.

La investigación agrícola es una cuestión de política pública, que compromete al Estado y a la sociedad en su conjunto. El estado costarricense está comprometido con la investigación agrícola y la innovación tecnológica. Por esta razón, en 1996, por decreto ejecutivo fue creado el Sistema Nacional de Investigación y Transferencia de Tecnología Agropecuaria, donde participan instituciones nacionales del sector agropecuario, sector académico, organizaciones de pequeños productores y cámaras empresariales. La instancia técnica de este Sistema son los Programas de Investigación y Transferencia de Tecnología Agropecuaria (PITTA) en diversos cultivos. En el caso específico del PITTA Frijol, se encuentran representados el MAG, el INTA, la UCR, la UNA, la ONS, el CNP y se encarga de coordinar acciones interinstitucionales de investigación e innovación

tecnológica en el cultivo. El Instituto Nacional de Investigación y Transferencia de Tecnología Agropecuaria (INTA), creado por Ley 8149 apoya las acciones conjuntas para ofrecer al país nuevas variedades comerciales e implementar nuevas tecnologías para coadyuvar en el logro de una mayor competitividad del productor nacional. Este es el objetivo fundamental del presente documento.

Este Sistema constituye una gran fortaleza para el país, ya que ello significa trabajar juntos, formar alianzas, unir recursos y compartir responsabilidades. Esta visión de trabajo conjunto con el usuario, asegura el éxito de las actividades, principalmente en el campo de la innovación tecnológica, que debe ser el punto donde converjan los intereses de técnicos, científicos, productores, industriales y el interés final de los consumidores y en donde los aspectos de inocuidad y trazabilidad de los alimentos, garanticen una mejor calidad de vida.

La escalada de los precios de los alimentos de consumo básico, como consecuencia, entre otras cosas, de: los altos precios del petróleo, la reducción en las reservas alimentarias, una mayor demanda de las economías en crecimiento y la reorientación del destino de la producción de algunos alimentos para producir biocombustibles; ya ha impactado los precios de los alimentos en Costa Rica.

El Plan Nacional de Alimentos que impulsa el gobierno a través del Ministerio de Agricultura y Ganadería y demás instituciones del Sector Agropecuario, constituye una iniciativa seria y responsable, donde se prevén las necesidades de los productores, principalmente tecnológicas, que constituyen las herramientas de conocimientos para ser más productivos y ofrecer a la sociedad la disponibilidad de alimento necesarios para su consumo diario. Los avances logrados en los últimos años, tanto en la reducción de la pobreza como en el logro de un vínculo más estable de la producción agropecuaria con los mercados internacionales, se ven hoy amenazados por el aumento en los precios de los alimentos y sus implicaciones sobre la producción nacional y especialmente sobre las familias vulnerables y los pequeños productores agrícolas. Este enfoque integral, pretende minimizar el riesgo alimentario en la población más afectada, persiguiendo un principio solidario, mediante la articulación de las iniciativas del sector público, privado, la cooperación internacional, la academia y las iniciativas centroamericanas.

En el Sector Social, el Plan Nacional de Alimentos se articula con las metas sectoriales tendientes a reducir las asimetrías en los niveles de desarrollo social, y el establecimiento de una agenda de compromisos sociales en materia de lucha contra la pobreza. En el Sector Salud, se inserta el fortalecimiento de las condiciones de salud de la población y la atención de la seguridad alimentaria en los niños y adolescentes en condición de pobreza extrema.

Por ello e involucrados en éste noble esfuerzo mancomunado, se presenta el siguiente documento sobre los cultivos de arroz, frijol y maíz en Costa Rica como herramienta para todos aquellos productores y técnicos que cultivan la tierra y que con su quehacer diario hacen posible el renacer del fruto noble que alimenta a la población costarricense.

Javier Flores Galarza
Ministro de Agricultura y Ganadería

Prefacio

En esta publicación el Instituto Nacional de Innovación y Transferencia en Tecnología Agropecuaria (INTA) ofrece una revisión del estado actual de la tecnología del cultivo de frijol en el contexto nacional; el mismo da información actualizada sobre los diversos tópicos para realizar una producción competitiva y amigable con el ambiente.

La información técnica fue compilada, analizada y discutida por funcionarios del INTA y funcionarios de diversas instituciones que conforman el Programa de Investigación y Transferencia en Tecnología Agropecuaria (PITTA-Frijol).

El documento hace énfasis en las condiciones ideales de producción de frijol, considerando la aptitud agroecológica de la tierra y la relación con su potencial sustentable con respecto a clima, las zonas de cultivo y las diversas épocas de siembra. En el manual se hace una amplia descripción de las diversas variedades obtenidas por el programa de frijol, algunas de las cuales con una amplia adaptación a diversos ambientes y de gran aceptación por parte de los agricultores del país.

En el Manual se describen diversos sistemas de acuerdo al tipo de agricultor, se hacen las recomendaciones apropiadas para una buena fertilización, un manejo de malezas, plagas y enfermedades y finalmente se describen aspectos de cosecha y almacenamiento.

Este documento reúne la experiencia vivida de la esperanza de cientos de agricultores a lo ancho y largo del país. A estos agricultores y agricultoras del país que todos los días laboran la tierra nuestro reconocimiento imperecedero por tan noble labor. También nuestro agradecimiento profundo a todas aquellas personas que dieron sus aportes para que este manual pudiese llegar a las manos de agricultores, agricultoras, agentes de extensión y diverso personal técnico involucrado con la actividad frijolera nacional.

Bernardo Mora Brenes
Director Ejecutivo

FRIJOL COMÚN

Fabaceae

Nombre científico: *Phaseolus vulgaris* L.

I. Introducción

Dentro del grupo de las fabáceas, el Frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) es una de las especies cultivadas más importantes. Del género *Phaseolus* se conocen 55 especies, cinco de las cuales han sido domesticadas. En el frijol, existen dos grandes grupos de germoplasma derivados de los acervos genéticos, Mesoamericano y Andino. Cada uno de estos acervos ha sido clasificado en tres razas. El acervo Andino se constituyó por las razas Nueva Granada, Chile y Perú, mientras que Mesoamericano quedó integrado por las razas Jalisco, Durango y Mesoamérica. El frijol común, es uno de los cultivos más antiguos. Evidencias arqueológicas indican que esta planta ya era conocida hace 7000 años. México ha sido aceptado como el más probable centro de origen, o al menos, como el centro de domesticación primario.

El frijol es uno de los alimentos básicos en la dieta del costarricense; no es solamente fuente de hierro y proteína vegetal; sino que también de fibra, ácido fólico, tiamina, potasio, magnesio y zinc. La fibra, el ácido fólico y el magnesio, resultan particularmente importantes en la prevención y tratamiento de enfermedades cardiovasculares, diabetes y cáncer. Los frijoles ofrecen una buena alternativa para incrementar los aportes de hierro y contribuir a la solución de la prevalencia de alta anemia, consumiéndolo junto con una fuente de vitamina C se logra que se aumente la biodisponibilidad del hierro. El frijol es rico en lisina pero deficiente en los aminoácidos azufrados metionina, cistina y triptófano. Para obtener una dieta adecuada en aminoácidos esenciales, se puede combinar frijol con arroz o maíz.



II. Zonificación agroecológica del frijol

Luis Arroyo Morales

La Zonificación Agroecológica responde al problema generalizado de realizar cambios en el uso de la tierra sin considerar la aptitud agroecológica de la tierra, lo que provoca serios problemas de sub uso y sobre uso de la tierra. La zonificación consiste en la identificación de áreas relativamente homogéneas, su caracterización con respecto a factores físicos (clima, suelo, formas de la tierra, etc.) y biológicos (vegetación, fauna) con relación a su potencial de uso sustentable para algunos fines específicos.

La información básica de suelo, clima y pendientes del terreno a escala 1:50.000, tiene que ser comparada con los requerimientos de suelo y clima de los cultivos a través de la sobreposición de mapas básicos en formato digital.

Por medio del sistema de Información Geográfica es posible la superposición de mapas temáticos: suelos, clima, pendientes que se generan durante el proceso, para obtener resultados en mapas de aptitud de cultivos priorizados a nivel regional (Figura 1).

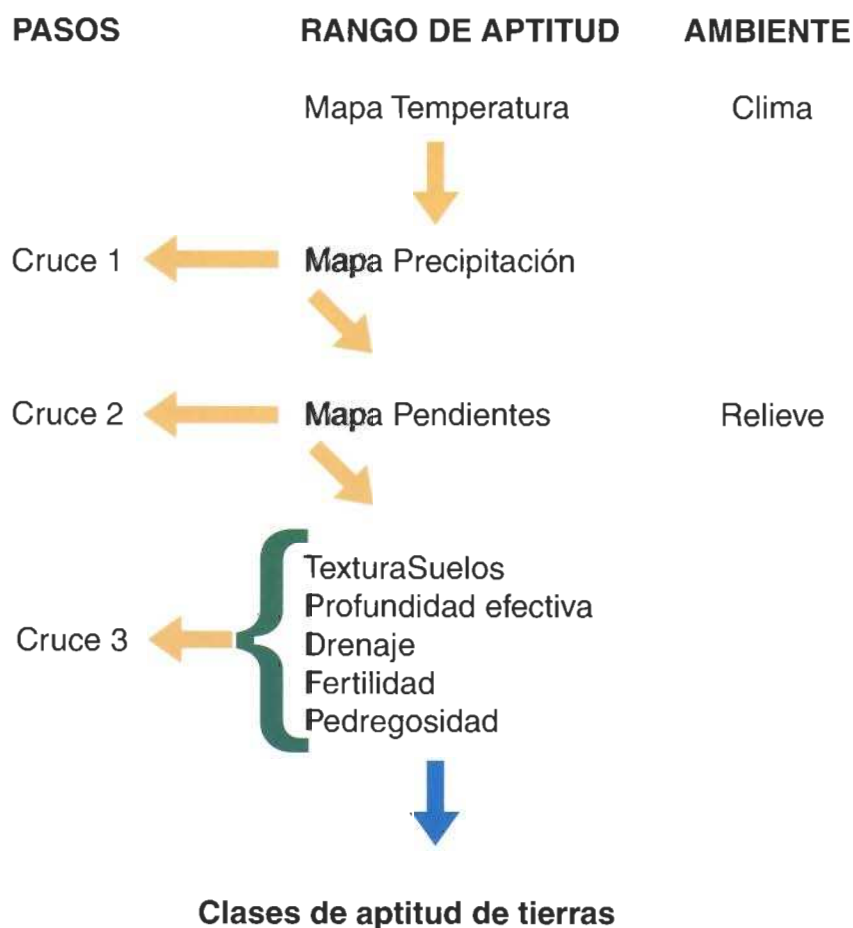


Figura 1. Procedimiento de armonización y sobreposición cartográfica para zonificación agroecológica

Las exigencias agroclimáticas y las fisioedáficas del frijol se jerarquizan en los Cuadros 1 y 2, con las cuales se elaboró el respectivo mapa de zonificación agroecológica.

Cuadro 1. Variables agroclimáticas del cultivo de frijol

VARIABLE	RANGO DE APTITUD		
	APTO	MODERADO	NO APTO
Temperatura promedio anual (°C)	20-25	18-20 ó 25-26	< 18 ó > 26
Precipitación promedio anual (mm)	1600-3000	3000-4000	< 1600 ó > 4000
Quincenas secas consecutivas al año	2-4	4-6	> 6

Cuadro 2. Variables Fisioedáficas del cultivo de frijol

VARIABLE	RANGOS DE APTITUD		
	APTO	MODERADO	NO APTO
Pendiente (%)	1-15	15-30	> 30
Suelos: Textura	Medianas	Moderadamente finas o Moderadamente gruesas	Finas o Gruesas
Profundidad efectiva (m)	> 0.6	0.3-0.6	< 0.3
Drenaje	Bueno	Moderadamente lento Moderadamente	Lento o o Excesivo
Fertilidad aparente	Alta o Media	Baja	Muy baja
Fragmentos en el perfil (%)	>5	5-25	>25
Acidez (pH)	6,5-7,5	5,5-6,5	<5,5 ó >7,5

A los factores limitantes, que determinan la diferenciación de las áreas con posibilidad de fomentar el cultivo del frijol, se les asigna igual valor, bajo el supuesto de que pueden ser corregidas por medios tecnológicos. Sin embargo, no se considera el costo de implementación de las prácticas de manejo y conservación necesarios para corregir esas limitantes, ya que este aspecto correspondería a una fase posterior a esta evaluación cualitativa. Por lo anterior los factores climáticos y la pendiente del terreno no es posible corregirlos dentro de condiciones naturales, pero las características del suelo si es posible corregirlos, por lo que se puede presentar un área con dos o más limitantes de suelo y no cambian la clase de aptitud, pero si afectan el manejo del cultivo y aumenta los costos de producción.

La interpretación de las clases de aptitud consideradas se muestran en el Cuadro 3:

Cuadro 3. Clases de aptitud consideradas para la zonificación agrícola

Clase 1:	Comprende las áreas de mayor aptitud, al no poseer limitantes para el desarrollo del cultivo.
Clase 2:	Corresponde a las áreas que presentan una limitante moderada de tipo agro climático o fisioedáfico, de ahí que con prácticas sencillas de manejo y conservación de suelos, se puede lograr buenos rendimientos.
Clase 3:	Cuenta con áreas que agrupan dos de los factores limitantes moderados, ya sean de clima y suelo o una combinación de ambos, por lo que requiere que las prácticas de manejo y conservación se seleccionen cuidadosamente.
Clase 4:	Incluye zonas con tres limitantes, razón por la cual es indispensable el uso de prácticas intensivas de manejo y conservación.
Clase 5:	Se considera el área más marginal para el desarrollo del cultivo ya que involucra al menos cuatro factores limitantes.
Clase 6:	Es definida por condiciones de suelo y pendientes severas para el desarrollo del cultivo.
Clase 7:	Es la zona que no posee aptitud desde el punto de vista climático para el desarrollo de un cultivo comercial.
Clase 8:	Zona urbana
Clase 9:	Área protegida

La siguiente es la simbología para identificar los factores limitantes de cada clase de aptitud:

- T: Temperatura promedio anual.
- L: Precipitación promedio anual.
- P: Pendientes del terreno.
- S: Suelos moderadamente aptos.

Los subíndices que acompañan a la letra S, se refieren al factor o factores que limitan el desarrollo del cultivo.

- S 1. Textura.
- S 2. Profundidad efectiva
- S 3. Drenaje.
- S 4. Fertilidad.
- S 5. Pedregosidad.

En los Cuadros 4, 5 y 6 se presentan el área para cada clase de aptitud para frijol de las Regiones Pacífico Central, Huetar Norte y Brunca.

Cuadro 4. Área para cada clase de aptitud. Región Pacífico Central

CLASE	Hectáreas	%
2	2429	0,63
3	7234	1,87
4	13319	3,43
5	36	0,01
6	119154	30,73
7	243817	62,88
9	1788	0,46
TOTAL	38777	100,00

Cuadro 5. Área para cada clase de aptitud .Región Huetar Norte

CLASE	Hectáreas	%
1	4374	0,95
2	74065	16,16
3	162389	35,44
4	93323	20,37
5	71	0,02
6	69004	15,06
7	54984	12,00
TOTAL	458211	100,00

Cuadro 6. Área para cada clase de aptitud, Región Branca

CLASE	Hectáreas	%
1	1274	0,39
2	30240	9,16
3	49835	15,09
4	27650	8,37
5	1300	0,39
6	151554	45,89
7	66510	20,14
8	1908	0,58
TOTAL	330271	100,00

El siguiente mapa incluye la información gráfica por región de las clases de aptitud diferenciada por tablas de colores, ubicadas geográficamente por coordenadas planas (Figura 2).

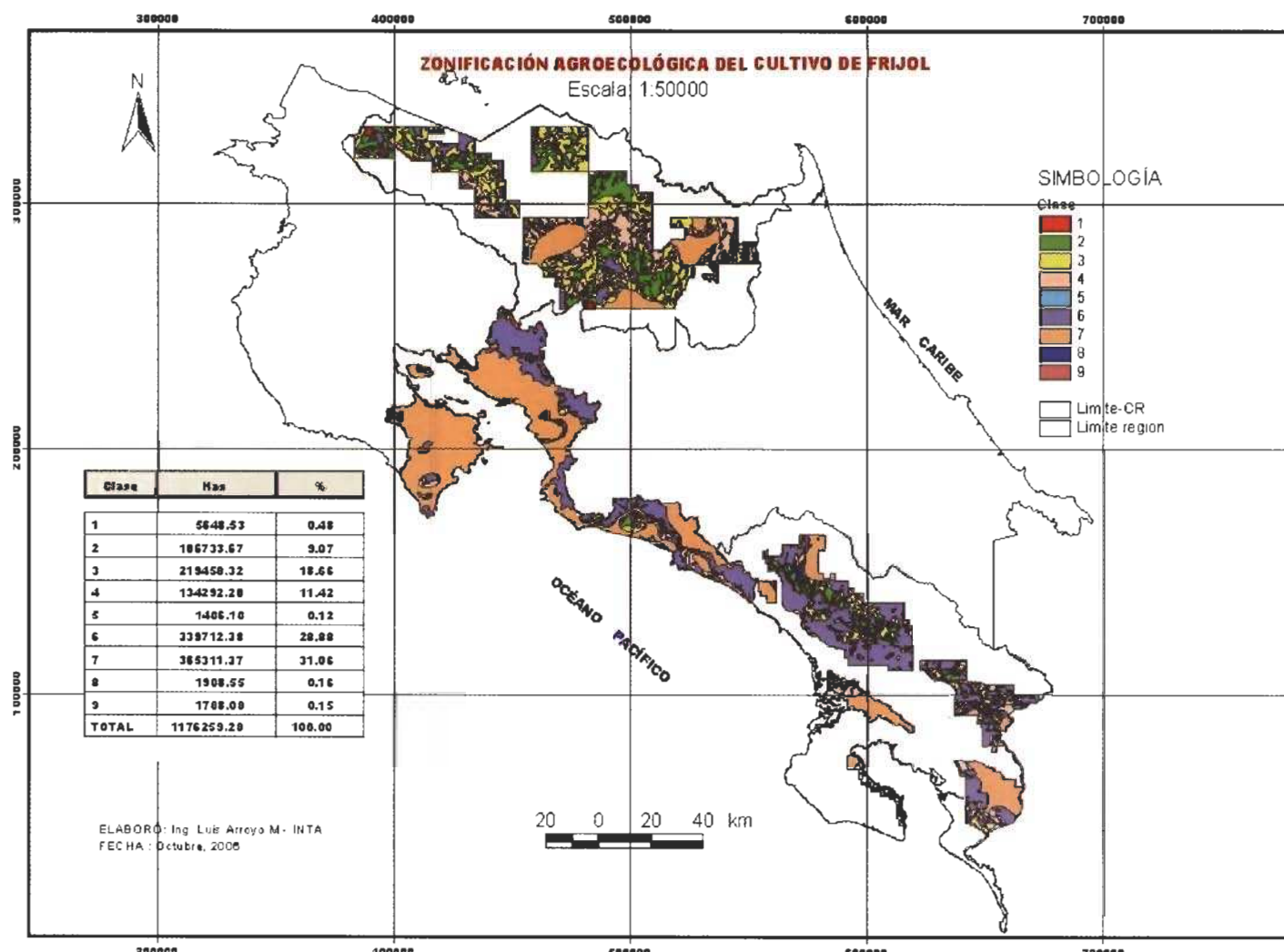


Figura 2. Mapa de Costa Rica con la zonificación agroecológica de frijol



III. CLIMA Y SUELOS

Juan Carlos Hernández Fonseca

El frijol común se adapta bien desde los 200 hasta 1.500 msnm. Requiere entre 300 a 400 mm de agua según la duración del ciclo vegetativo y las características del clima. Las plantas de frijol consumen la mayor cantidad de agua en las etapas de floración y llenado de vainas. En estas etapas las plantas de frijol, son más sensibles al déficit de agua, afectándose seriamente los rendimientos. El exceso de humedad hace escasear el nitrógeno disminuyendo el desarrollo de la planta, además, se favorece el ataque de gran número de patógenos que causan enfermedades.

El frijol requiere de humedad adecuada en el suelo para que haya un buen crecimiento, desarrollo de la planta, formación y llenado del grano. A la vez requiere de un período seco o de poca precipitación al final del ciclo, para favorecer el proceso de maduración y cosecha. Por estas razones es importante sembrar a tiempo, para no carecer de humedad y para que la cosecha coincida con una estación seca favorable. Cuando se siembra al final de la época recomendada, se sugiere el uso de variedades de ciclo corto.

La temperatura mínima para el frijol es de 18 °C y la máxima de 28 °C, siendo el rango óptimo de 20 °C a 25 °C, la temperatura en las principales zonas productoras de frijol en Costa Rica oscila entre los 22 °C y los 27°C. El ciclo vegetativo se alarga conforme se reduce la temperatura, y las temperaturas altas aceleran los procesos fisiológicos del frijol. Temperaturas extremas provocan el vaneo del frijol, al afectar la viabilidad del polen, aborto de flores y vainas, y reducción del tamaño de la semilla.

El frijol se desarrolla en la mayoría de los suelos de Costa Rica. Las mayores áreas de siembra se ubican en suelos de baja fertilidad, pH medianamente ácido con buena estructura y drenaje. Estos suelos en su mayoría son del orden Ultisol e Inceptisol. No obstante se cultiva y desarrolla bien en suelos de fertilidad moderada y texturas livianas (como los suelos de origen volcánico o Andisoles).



IV. Zonas de cultivo y épocas de siembra

Juan Carlos Hernández Fonseca

El frijol se cultiva en diversas zonas del país. Sin embargo, por su volumen de producción y área dedicada al cultivo comercial las Regiones Huetar Norte y Brunca son las más importantes, en el periodo 2007- 2008 aportaron entre ambas el 83 % de la producción nacional.

En la Región Huetar Norte, la época de siembra se extiende desde finales de noviembre hasta la primera semana de enero en los cantones de San Carlos, Upala, Los Chiles y Guatuso.

En la Región Brunca, hay dos épocas claramente definidas una al inicio de las lluvias en el mes de mayo que es común para la zona de Pejibaye de Pérez Zeledón y parte del cantón de Buenos Aires y una segunda época de siembra a finales del mes de setiembre hasta el 20 de octubre aproximadamente, para los cantones de Buenos Aires, Pérez Zeledón, Coto Brus, Corredores y Osa.

En la Región Chorotega, por tradición se ha sembrado frijol durante los meses de noviembre y diciembre en el Cantón de La Cruz, setiembre y octubre para el resto de la Región.

Para el Valle Central y Puriscal, la época de siembra abarca del 15 de setiembre hasta la primera semana de octubre y en Turrialba en el mes de diciembre.



V. Cultivo

Juan Carlos Hernández Fonseca

Rodolfo Araya Villalobos

Variedades

El enfoque de la mejora del frijol ha sido dirigida hacia la generación de variedades con potencial de rendimiento, resistencia a las principales enfermedades del cultivo, con color, brillo y tamaño de grano competitivo en el mercado. En los cuadros 7,8 y 9 se presenta información adicional.

A continuación se describen las variedades disponibles, así como algunas de sus características.

Variedades de grano negro

Brunca

Variedad de hábito de crecimiento indeterminado y postrado, conocido anteriormente como de semi-guia, su altura es de 45 cm. Una de sus principales características es su gran precocidad, ya que florece entre los 34 y 37 días. Madura a los 66 días, esta variedad proviene de la línea BAT 304, generada por el programa de frijol del Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Colombia. Fue nominada como nueva variedad en 1982.

La flor es color lila, grano negro opaco, a la madurez las vainas cambian de color verde a crema claro. Dadas sus características, se puede sembrar en las principales zonas frijoleras del país y bajo diferentes sistemas: Tapado, a “espeque”, en relevo con maíz, con espaldera y semimecanizado. Su rendimiento va a depender del sistema y del manejo agronómico, en promedio es de 1700 kg/ ha. Una de sus principales características es su precocidad, rendimiento y amplia adaptación, esto la hace la variedad más cultivada en el país. La reacción a las principales enfermedades se observa en el Cuadro 7.

Guaymí

Es una planta arbustiva y semierecta, posee hábito de crecimiento tipo 2 b (indeterminado arbustivo) con buena ramificación y producción de gran cantidad de vainas. Florece a los 38 días y la maduración ocurre a los 68 días; su ciclo de vida es de 76 días. Esta variedad proviene del programa de mejoramiento genético que busca resistencia a la mustia hilachosa del frijol, causada por *Rhizoctonia solani* Kuhn estado asexual de *Thanatephorus cucumeris* Frank (Donk), Guaymí procede de la línea MUS 106 y fue liberada oficialmente en 1996.

Posee color de grano negro opaco, flor color lila, las vainas en madurez fisiológica son color crema violácea.

Esta variedad tiene amplia adaptación, por lo que se recomienda para las principales zonas productoras de frijol del país, el rendimiento que se obtenga depende del sistema de siembra y el manejo agronómico. A nivel experimental su rendimiento promedio es de 1667 kg/ ha y en fincas de agricultores es de 1226 kg/ ha. Se recomienda su siembra bajo condiciones de monocultivo. La reacción a las principales enfermedades se observa en el Cuadro 7.

UCR 55

Variedad de crecimiento indeterminado arbustivo de guía corta, con ramificación compacta, se caracteriza por tener un grano negro opaco. Posee potencial de rendimiento de grano, resistencia a la antracnosis e intermedia a los principales patógenos de importancia económica. Fue introducida a Costa Rica en el año 1993, en un vivero de poblaciones F2, procedente del programa de frijol del CIAT. La línea NJBC-20601-1-CM (71), procede de la cruce NAB 44 * (ROS 24 * G 13689), y se bautizó como UCR 55. La selección de las poblaciones se inició en Alajuela en mayo del 1993, con base en el método masal vaina por planta. En Puriscal, los agricultores la seleccionaron por su potencial de producción, resistencia a la antracnosis, buen sabor y caldo oscuro. El rango de adaptación abarca dos zonas de vida: bosque húmedo premontano y bosque muy húmedo premontano

El rendimiento experimental y sin adición de fertilizantes varió entre los 2345 kg/ ha en Fraijanes y 1109 kg/ ha en Los Chiles. En la etapa de validación en cinco localidades de Puriscal la variedad UCR 55, obtuvo rendimientos hasta de 2200 kg / ha. No muestra un adecuado desarrollo en altitudes menores a 840 msnm, y en suelos rojizos de las zonas productoras de frijol, mostró un rendimiento intermedio. Se emplea como testigo tolerante a suelos de baja fertilidad, resistencia a la antracnosis, tolerancia a la mancha angular y arquitectura erecta.

Cuadro 7. Reacción de las diferentes variedades de frijol de grano negro y rojo a las principales enfermedades.

Nombre Enfermedad	Nombre Científico	Variedades grano negro			Variedades grano rojo							
		Brunca	Guaymí	UCR 55	Chirripó rojo	Bribri	Cabécar	Telire	Gibre	Curré	Chánguena	Tonjibe
Virus mosaico común	<i>BCMV</i>	R	R	-	R	R	R	R	I	R	R	R
Bacteriosis	<i>Xanthomonas axonopodis</i>	S	-	-	-	I	I	I	I	I	I	I
Roya	<i>Uromyces appendiculatus</i>	I	I	-	I	I	I	I	I	I	I	I
Mancha angular	<i>Phaeoisariopsis griseola</i>	S	I	I	S	I	I	I	I	I	I	I
Antracnosis	<i>Colletotrichum lindemuthianum</i>	S	S	R	R	I	S	I	S	S	I	I
Mustia	<i>Thanatephorus cucumeris</i>	S	I	I	S	I	S	S	I	I	I	I
Virus mosaico dorado amarillo	<i>BGYMV</i>	-	I		R	I	R	R	I	I	I	I
Amachamiento (Virus del Moteado clorótico del Caupí)	<i>CCMV</i>	-	-	-	-	S	I	I	I	-	-	-
Falsa mancha angular	<i>Aphelenchoides besseyi</i>	-	-	-	-	S	S	S	S	S	S	S

R: Resistente

I: Resistencia intermedia

S: Susceptible

Variedades de grano rojo

Chirripó Rojo

En 1990 se introdujo la línea DR 1451510CM (15B)–MM, del programa de Mejoramiento CIAT/ ICTA, en Guatemala.

Los progenitores de esta línea son:

DOR 367 x (DOR 364 x BAT 1298). Luego de su introducción, se le efectuaron tres selecciones masales por color de grano y arquitectura. Su actual genealogía es la siguiente: DR 14515-10-CM (15-B)-M-M-(n)A-(54p)A-(28v)A.

Su hábito de crecimiento es tipo II B (Arbustiva indeterminada, con guías largas). Posee porte erecto y ciclo a cosecha es de 72 días, tiene grano rojo brillante. La variedad Chirripó Rojo, se evaluó con éxito en altitudes desde los 100 msnm hasta los 1.150 msnm en zonas como Upala, Bijagua, Los Chiles, Alajuela, Puriscal, Pérez Zeledón y Pejibaye (Concepción y Veracruz). La producción promedio de esta variedad, en fincas de pequeños agricultores, fue de 1.120 kg/ ha (24 quintales/ ha). A nivel experimental su producción promedio fue de 1.776 kg/ ha (39 quintales/ hectárea).

La variedad Chirripó rojo, es una variedad arbustiva para siembra en espeque, en semimecanización o asociado con café o maíz.

Bribri

Variedad de hábito de crecimiento arbustivo indeterminado de guía corta (tipo II B), con un ciclo de cultivo de 76 a 80 días, floración de 38 a 41 días. Se introdujo al país en 1996, como la línea MD 2324, procedente de la Escuela Agrícola Panamericana El Zamorano, Honduras. Fue obtenida por hibridación múltiple, para resistencia a Mosaico Dorado y a la bacteriosis común, mediante una cruce doble. Sus progenitores son: (RAB 310/ XAN 155) X (DOR 391/ POMPADOUR G). El origen de sus progenitores es RAB 310= DOR 364 X SEL 277 / BAT 1514); XAN 155= BAT 930 / BAT 93; DOR 391= DOR 367 (DOR 364 / IN 101); POMPADOUR G=Variedad criolla de la República Dominicana. La variedad Bribri fue evaluada con éxito en altitudes desde los 40 msnm hasta los 1.000 msnm, en Upala, Los Chiles, Guatuso, Alajuela, Puriscal, Pérez Zeledón y Buenos Aires.

Fue nominada como variedad en el año 2000. Posee grano de color rojo oscuro brillante, flor blanca y las vainas verdes durante la etapa de llenado de grano y rosadas en madurez fisiológica. Esta variedad fue evaluada con éxito en las principales zonas frijoleras del país. La producción promedio en fincas de agricultores es de 972 kg/ ha, con un máximo de 1930 kg/ ha. Se adapta bien en siembras mecanizadas, espeque y asocio. Debido al aumento en la demanda por grano rojo claro, en el año 2006 decayeron las siembras con esta variedad. La reacción a las principales enfermedades se observa en el Cuadro 7.

Cabécar

Fue liberada en el 2003 y evaluada durante cuatro años (bajo el código EAP 9510-77) debido a su potencial de rendimiento, resistencia a enfermedades y caracteres agronómicos (adaptabilidad y arquitectura). La evaluación incluyó desde experimentos de campo y parcelas en las estaciones experimentales hasta siembras en las fincas de los agricultores. Estas evaluaciones abarcaron las principales zonas productoras y cubrieron todo el rango edafoclimático donde se efectúan las siembras comerciales de frijol en Costa Rica.

La variedad Cabécar posee flor blanca, las vainas son verdes durante el llenado del grano y color crema uniforme en la etapa de madurez fisiológica, además tiene grano rojo claro, con un gran valor comercial. Su ciclo vegetativo varía entre 72 y 75 días, la floración se inicia entre los 35 y 39 días, la madurez fisiológica ocurre entre los 64 y 68 días.

El rendimiento de este material en fincas de agricultores y bajo su manejo convencional fue en promedio de 1033 kg/ ha, con un máximo de 1734 kg/ ha. A nivel experimental, la variedad Cabécar superó al testigo local en el 77% de los ensayos y al testigo nacional en un 64% de las evaluaciones. Obtuvo un rendimiento promedio de 1055 kg/ ha y un máximo de 1935 kg/ ha.

A nivel experimental bajo condiciones de riego y con alta temperatura, en Cañas Guanacaste, Cabécar es la variedad que agronómicamente se comporta mejor.

Telire

Fue liberada en el 2004, e introducida al país con el código EAP 9510-1. Se desarrolló en la Escuela Agrícola Panamericana El Zamorano, a partir de la cruce simple de Tío Canela X DICTA 105. Es una variedad de frijol de grano rojo brillante, que se seleccionó por su potencial de producción, resistencia intermedia a los principales patógenos de importancia económica en Costa Rica, arquitectura erecta apropiada para los sistemas de siembra mecanizada y espeque, y un color de grano aceptado por los consumidores. El ciclo vegetativo de la variedad Telire varía entre los 72 y 80 días. La floración se inicia entre los 35 y 37 días, la madurez ocurre entre los 64 y 68 días.

Este material se avaluó en las localidades representativas de las principales zonas de producción comercial, en altitudes que variaban desde 7 msnm en Cañas hasta 960 msnm en Puriscal. No se recomienda la siembra de esta variedad bajo condiciones de alta temperatura, como las que prevalecen en época seca en las tierras bajas de la Región Chorotega (temperaturas mayores a 28 °C)

El rendimiento promedio en fincas de agricultores y bajo el manejo convencional fue de 1062 kg/ ha, con un máximo de 1840 kg/ ha. A nivel nacional, en parcelas experimentales, la variedad obtuvo un rendimiento promedio de 1090 kg/ ha y un máximo de 2722 kg/ ha. Los mayores rendimientos se obtuvieron en la Región Huetar Norte.

Gibre

Gibre es producto de la mejora genética de la variedad Sacapobres, una de las principales variedades criollas de la Región Brunca. A solicitud del PITTA frijol, la Escuela Agrícola Panamericana El Zamorano, efectuó el cruzamiento entre Sacapobres y Tío Canela. En el año 2001 se introdujo a Costa Rica la población MPCR-202 y se inició su evaluación en campos de agricultores. En varias localidades de Pejibaye, se realizó un proceso de selección de los materiales segregantes. En octubre del año 2006 se seleccionó la línea promisorio MPCR-202-30-2, la cual fue liberada en diciembre de ese mismo año con el nombre de Gibre y aceptada para uso comercial por las asociaciones de productores de Concepción, Veracruz y El Águila. En Gibre el hábito predominante de crecimiento es Tipo II (indeterminado arbustivo de guía corta). La ramificación es compacta. La cosecha se da entre los 65 y 70 días. En el ámbito nacional y en forma semi comercial, su rendimiento varió entre los 682 y 2556 kg/ ha (15 a 55 qq/ ha)

Curré

Al igual que Gibre, Curré proviene de la cruce de la variedad criolla Sacapobres con Tío Canela. Se introdujo a Costa Rica en el año 2001 en la población MPCR-202, e inició su evaluación en campos de agricultores en Veracruz de Pejibaye. Se seleccionó en octubre del año 2006, la línea promisorio MPCR-202-26-1 para uso comercial, y fue liberada en diciembre de ese mismo año con el nombre de Curré. Es de ciclo más tardío que la Gibre, arquitectura erecta y de guías largas. La planta inicia su floración a los 35-37 DDS, y la duración de ésta es de 14 días. El hábito de crecimiento es tipo II, (indeterminado arbustivo de guía larga), el tipo de ramificación es compacta. Los días a cosecha están entre los 74-79 días. En el medio nacional y en forma semi comercial su rendimiento varió entre los 550 y 1840 kg/ ha (13 a 40 qq/ ha). La variedad Curré es adecuada para las siembras en época veranera (octubre), debido a su emisión de guías. Fue aceptada para uso comercial por las Asociaciones de Productores de: Concepción de Pilas, Veracruz y El Águila de Pejibaye.

Chánguena

Agricultores de Chánguena, Buenos Aires, en la Región Brunca, seleccionaron en la Estación Experimental Fabio Baudrit Moreno la línea experimental MR 13652-39, posteriormente fue evaluada en fincas de agricultores. Esta línea se introdujo en el año 2001, procedente del CIAT de la cruce de Bribri X (Vax 1 X RABA 655) F1/-(NN) Q-(NN)-C. En la variedad Chánguena la floración inicia a los 34-37 días y dura 15 días, el hábito predominante de crecimiento es Tipo II, indeterminado arbustivo, su ramificación es compacta. Durante el proceso de evaluación experimental en fincas de agricultores, el rendimiento potencial de la variedad Chánguena fue de 1265 kg/ ha (27 qq/ha). A nivel nacional y en forma semi comercial su rendimiento varió entre los 1265 y 2358 kg/ ha (27 a 51 qq/ ha).

Tonjibe

Su nombre corresponde a uno de los palenques del grupo indígena Maleku, y significa "más allá del sol". Dicha variedad se seleccionó por su potencial de rendimiento, resistencia intermedia a los principales patógenos, arquitectura erecta apropiada para la siembra en espeque y por poseer color de grano comercialmente aceptado. La línea promisorio de frijol BCH 9901-14, fue bautizada como Tonjibe, en febrero del año 2007, por los agricultores del Comité de Investigación de la Cooperativa Pueblo Nuevo de Upala. Tonjibe, fue obtenida de la cruce Tío Canela-75/ SRC 1-1-18/ SRC 1-12- 1, e introducida en Costa Rica, en el año 2002, procedente de la Escuela Agrícola Panamericana El Zamorano, Honduras. Es una planta de hábito II, arbustiva de guía larga, con ramificación compacta. En el período 2003-2004, Tonjibe, fue seleccionada como promisorio por los agricultores de Pueblo Nuevo de Upala. El promedio general fue de 1339 kg/ ha (29 quintales/ ha). En el ámbito nacional y en forma semi comercial su rendimiento varió entre los 1021 y 1515 kg/ ha (22 a 33 qq/ ha).

Cuadro 8. Rendimiento promedio (kg/ ha) de las principales variedades de frijol en cuatro regiones de Costa Rica.

Variedad	Rendimiento kg/ ha			
	Brunca	Huétar Norte	Central	Chorotega
Chirripó rojo	1790	1368	1988	
Bribri	920	1124	772	1470
Cabécar	1079	1051	697	1023
Telire	1020	1287	883	350
Gibre	1133	682	2556	—
Curré	1221	604	2458	—
Chánguena	1265	—	—	—
Tonjibe	1515	1200	1021	—
Brunca	1108	1319	1807	
Guaymí	1820	1974	1772	—
UCR 55	1121	1109	1345	—



Cuadro 9. Variedades de frijol disponibles y algunas características generales.

	Variedades de grano negro				Variedades de grano rojo						
	Brunca	Guaymi	UCR 55	Chirripó rojo	Bribí	Cabécar	Telire	Gibre	Curre	Chán-guena	Tonjibe
Año de liberación o presentación	1982	1996	2000	1997	2000	2003	2004	2006	2006	2006	2007
Nombre de la línea	BAT 304	MUS 106	NJBC 20601-1-CM	DOR 489	MD 2324	EAP 9510-77	EAP 9510-1	MPCR 202-30-2	MPCR 202-26-1	MR 13652-39	BCH 9901-14
Hábito de crecimiento	III	II b	II b	II b	II b	II b	II b	II b	II b	II b	II b
Días a floración	35	39	33	38	36	35	35-39	33-35	35-37	34-37	33-37
Días a madurez	66	72		72	72	72	68				
Días a cosecha	72	80	80	79	78	75	75	65	74	75	75
Color de grano	Negro opaco	Negro opaco	Negro opaco	Rojo brillante	Rojo oscuro brillante	Rojo claro brillante	Rojo oscuro brillante	Rojo brillante	Rojo brillante	Rojo brillante	Rojo
Granos por vaina	6	6-7	6	6	4	6-7	5	6	6	6	6
Peso 100 semillas	20-22	21-22	19.00	22-23	19.00	24.00	22.00	21	21.5	21	23
Rendimiento kg/ ha	1774	1600	1345	1700	1920	1734	1840	2556	1840	1265	1515

VI. Siembra

Juan Carlos Hernández Fonseca

En Costa Rica existen diversas modalidades de siembra. Las más utilizadas se presentan a continuación:

Siembra Semimecanizada

Consiste en la preparación convencional del terreno, con una arada para eliminar malas hierbas e incorporar rastrojos de siembras anteriores, dos semanas después se realizan dos pasadas de rastra, para eliminar los terrones y dejar lista la cama de siembra.

La siembra se realiza con sembradoras de granos, esta debe graduarse para depositar de 13 a 15 semillas por metro lineal y se recomienda una distancia entre surcos de 60 cm. La población debe ser uniforme y alcanzar entre 200.000 a 250.000 plantas por hectárea. Se necesitan entre 35 y 45 kg/ ha de semilla.



Foto 1. Siembra de frijol con labranza convencional

Siembra en mínima labranza

Este sistema de siembra considera la aplicación de herbicida glifosato, preparación y siembra con un equipo de mínima labranza de cuatro cuerpos pegada a los tres puntos de un tractor. Uno de los más importantes beneficios es el ahorro de mano de obra para las labores de siembra y fertilización, ya que no requiere de equipos pesados como rastra y arado. La siembra en mínima labranza es una excelente alternativa cuando las condiciones climáticas limitan el tiempo para realizar las labores convencionales de preparación del suelo (rastreada, arada y afinada). La cobertura favorece la conservación de los suelos, disminuye el salpique, pérdida de nutrimentos, reduce la presencia de malezas y la incidencia de enfermedades.

Siembra con espeque

El método consiste en hacer un hoyo en el suelo con espeque o macana, en cada hoyo se colocan de dos a tres semillas. Quince días antes de la siembra se debe aplicar un herbicida sistémico (glifosato).

Para la siembra invernal (mayo), se utiliza una distancia de 50 cm entre surcos y 40 cm entre golpes de siembra. Para la época veranera (setiembre–diciembre) se puede “espequear” a 40 cm entre surcos y 40 cm entre plantas. Con esto se logra una población de entre 150 000 y 180 000 plantas/ ha se requiere entre 27 y 36 kg/ ha de semilla.



Foto 2. Siembra de frijol en mínima labranza

Siembra con arados manuales

En terreno previamente preparado, se abre el surco de siembra por medio de arados manuales (surcadores) o azadones. Seguidamente, en el fondo del surco se coloca el fertilizante y después de taparlo ligeramente se colocan a chorro seguido, entre 13 y 15 semillas por metro lineal a una distancia entre surcos de 60 cm; con estas distancias se alcanzan entre 200 000 a 250 000 plantas por hectárea. Se necesitan entre 35 y 45 kg/ ha de semilla.

Frijol en relevo con maíz

Con este sistema se utiliza la caña seca de maíz como soporte la cual ha sido doblada previamente por debajo de la mazorca. En este sistema se utilizan variedades que tiene crecimiento indeterminado, trepador o de guía como la Brunca.

Cuando se utiliza una distancia de 75 cm entre surcos y 50 cm entre plantas de maíz, se recomiendan tres golpes de siembra y dos semillas por hoyo, al lado de la planta de maíz, esto da una población de 110 000 plantas/ ha, para lo cual se requieren 25 kg/ ha de semilla.

Frijol tapado

Los suelos donde se siembra el frijol tapado deben ser fértiles y con buenos contenidos de materia orgánica, preferiblemente “tacotales” con malezas y arbustos de hoja ancha. Los mejores resultados se obtienen con variedades de guía y semi guía. La semilla se riega al voleo entre la maleza, luego se corta la maleza, picándola con el machete para propiciar una mejor cama de germinación, el frijol va a germinar y emerger a través de esta cobertura, se utilizan entre 34 y 44 kg/ ha de semilla. Este sistema tiene bajos costos y rendimientos cercanos a 400 kg/ ha.

VII. FERTILIZACIÓN

Floria Bertsch Hernández

Para obtener un mejor rendimiento del cultivo de frijol en términos de producción de grano, una nutrición mineral balanceada es fundamental. El conjunto de prácticas agronómicas como la adecuada preparación de suelo, la fertilidad natural del suelo, el potencial productivo de la variedad, semilla, época y condiciones climáticas, son factores que influyen en el estado nutricional de la planta, resultando en una mayor o menor productividad.

El nitrógeno es un elemento muy importante en el cultivo de frijol, de fósforo necesita cantidades pequeñas. Sin embargo, este elemento, en la mayoría de los casos no se encuentra disponible en el suelo. El cultivo tiene necesidades grandes de potasio y calcio. Estos elementos y otros se pueden suplir por medio de fórmulas comerciales.

Debe recalcar, sin embargo, que las plantas de frijol al igual que la mayoría de las leguminosas, tienen la facultad de tomar el nitrógeno del aire mediante un proceso que se llama fijación biológica y que puede aportar parcial o totalmente los requerimientos de este nutrimento. Se puede mejorar la nodulación de las plantas de frijol, empleando un producto comercial que posea bacterias del género *Rhizobium sp*, que son empleadas por la planta de frijol para producir nódulos en las raíces y realizar la fijación de nitrógeno atmosférico.

Las cantidades totales que consume el frijol para producir 1 tonelada de grano corresponden en promedio a 53 kg de Nitrógeno, 6 de Fósforo (15 kg P_2O_5), 55 de Potasio (66 de K_2O). En el Cuadro 10 se resume la extracción total de nutrimentos y la que se cosecha en grano en tres variedades de frijol. Aunque hay diferencias entre variedades, la tendencia es la misma. Para N, P y K, aproximadamente la mitad de estos nutrimentos se acumulan en el grano, mientras que el 80 y el 70% de Ca y Mg, respectivamente, permanecen en los residuos de cosecha.

Cuadro 10. Requisitos nutricionales totales y del grano, de 3 variedades de frijol.

			Extracción total (kg/ ha)					Extracción por la cosecha (kg/ ha)			
	kg/ ha	pl/ ha	N	P	K	Ca	Mg	N	P	K	Ca
Resultados experimentales											
Bribí	4863	156000	170	28	255	120	28	81	17	120	18
Sacapobres	2902	178500	191	25	189	143	33	63	10	64	10
Brunca	1909	200000	112	9	90	31	12	69	7	56	11
Requisitos ajustados a 1 ton de grano											
Bribí	1000	156000	35	6	52	25	6	17	4	25	4
Sacapobres	1000	178500	66	9	65	49	12	22	3	22	3
Brunca	1000	200000	58	5	47	16	6	36	4	29	6
Ambito			35-66	5-9	47-65	16-49	6-12	17-36	3-4	22-29	3-6
Promedio			53	6	55	30	8	25	4	25	4
Porcentaje que sale con la cosecha								48%	58%	48%	19%

Los datos fueron ajustados a 1 ton de grano como rendimiento.

Sobre la base de los requisitos de la planta, las cantidades presentes en el suelo, determinadas mediante un análisis previo del suelo y la consideración de la posible eficiencia de los productos fertilizantes a aplicar en el suelo, se calcula la cantidad que debe ser suplida mediante fertilización química. En forma promedio estas dosificaciones fluctúan entre 20 y 50 kg/ ha de N, entre 40 y 80 kg/ ha de P_2O_5 / ha, y entre 10 y 70 kg/ ha de K_2O . Si los niveles de K en el suelo son elevados, hay casos en los que no hay respuesta a la fertilización potásica.

Una manera fácil de efectuar la fertilización del frijol, es guiarse por los contenidos de fósforo disponible en el suelo, según se establece en el Cuadro 11.

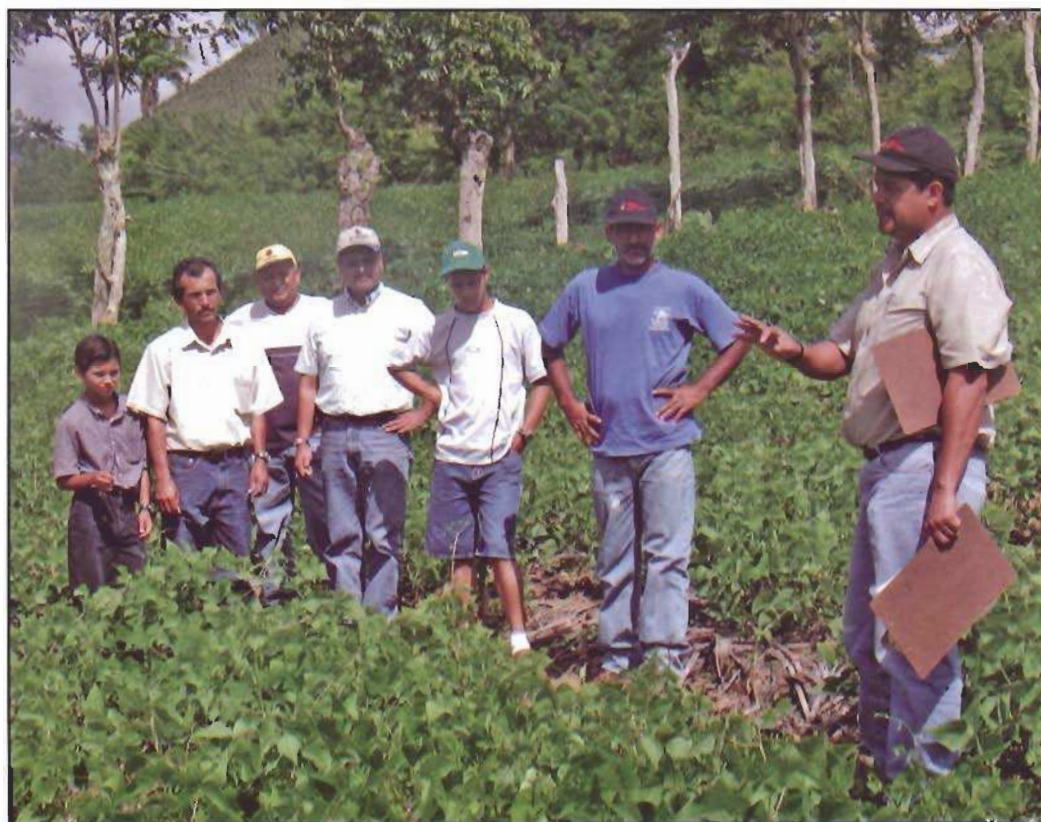
Cuadro 11. Fertilización para el frijol basada en el nivel de fósforo del suelo.

Nivel de fertilidad	Contenido De fósforo del suelo	Dosis de fertilizante (sacos/ ha)	
		10-30-10	12-24-12
Bajo	0 - 10 g/ l suelo	5-6	6,5
Medio	11- 20 g/ l suelo	3-4	4,5
Alto	> 20 g/ l suelo	2	2,5

El encalado ayuda mucho a mejorar el pH del suelo, disminuir la acidez del mismo y mejorar la disponibilidad de macro y micronutrientes.

Por tradición, la fertilización se efectúa a la siembra, al fondo del surco o a la semana después de sembrado. No obstante, las curvas de absorción de las tres variedades mencionadas señalan que la máxima absorción de N, P y K corresponde al período entre los 30 y los 45 días, de allí que si las aplicaciones se pudieran fraccionar entre la siembra y 30 días, constituiría una mejor opción.

Los elementos menores, Zn, Cu, Fe y Mn tienden a ser absorbidos en épocas más tardías, por lo tanto ante niveles bajos de Zn en el suelo, es recomendable aplicaciones foliares en prefloración con productos de un solo elemento y de concentraciones superiores a 5%, de acuerdo a las dosis de la etiqueta.



VIII COMBATE DE MALEZAS

Franklin Herrera Murillo

El frijol es una planta poco competitiva. Se han observado reducciones en la cosecha hasta de 75% cuando no se han manejado las malezas durante todo el ciclo de cultivo. El periodo comprendido desde la primera hoja trifoliada hasta prefloración, debe mantenerse libre de malezas, ya que este es el periodo crítico en que las malezas causan un daño irreversible y por lo tanto pérdidas en el rendimiento. La presencia de malezas posterior a este periodo, no causa efectos negativos directos en el rendimiento, pero si pueden afectar la eficiencia de la recolección, especialmente si hay abundancia de especies urticantes, con espinas o bejucos.

La mejor estrategia de manejo de malezas es aquella que involucra o integra diferentes métodos de combate y se complementa con un buen manejo del cultivo en aspectos como: semilla de calidad, siembra en la época oportuna, fertilización adecuada, drenaje del suelo, combate de insectos plagas y enfermedades. Poco se logrará con un excelente control de las malezas si tenemos un cultivo débil o enfermo. El manejo adecuado de la distancia de siembra es importante, ya que permite que el cultivo “cierre” dentro del periodo crítico de competencia de malezas. Con respecto al control mecánico, en áreas pequeñas se pueden utilizar las deshierbas manuales, mientras que en siembras extensas y mecanizadas resulta más adecuado el uso de cultivadores tirados por tractor. En este último caso conviene utilizarlos cuando las malezas están pequeñas, preferiblemente de dos a cinco hojas.

El uso de herbicidas es otra opción que si se emplea correctamente puede ser de gran beneficio en el combate de malezas, especialmente útil en áreas extensas y donde hay poca mano de obra, dada la rapidez con que pueden ser tratadas grandes áreas de siembra. Debido a que existen herbicidas que controlan solo ciertos tipos de malezas, es muy importante saber cuales especies predominan en el campo antes de hacer las aplicaciones. El estado de desarrollo de las especies también es importante considerarlo dependiendo del herbicida a usar. Así los herbicidas pre-emergentes deben ser aplicados antes de la emergencia o brotación de las malezas y del cultivo; mientras que los herbicidas pos-emergentes deben ser aplicados cuando las malezas ya han germinado, generalmente durante los primeros estados de desarrollo.

En los Cuadros 12 y 13 se presentan las dosis y el momento de aplicación de los herbicidas que pueden utilizarse para el combate de malezas en frijol.



Foto3. Aplicación dirigida de quemante con campana. Nótese el equipo de protección.



Foto 4. Plantación de frijol con mal manejo de malezas

Cuadro 12. Herbicidas recomendados en el combate de malezas de frijol

Nombre técnico	Dosis (kg ia/ ha)	Observaciones	Época de aplicación
Paraquat	0,5	Herbicida general para usar en mínima labranza, o para eliminar malezas en forma dirigida.	Sobre malezas emergidas haya germinado. También en pos-emergencia y antes de que el cultivo dirigido a la maleza, sin que toque el cultivo.
Glufosinato	0,12–0,375	Herbicida para control de hoja ancha, angosta y. ciperácea. Funciona mejor cuando la maleza tiene de 2 a 5 hojas.	Sobre malezas emergidas y antes de que el cultivo haya germinado. También en pos-emergencia dirigido a la maleza, sin que toque el cultivo.
Glifosato	0,75 – 2,5	Herbicida general para usar en mínima labranza	Sobre malezas emergidas, antes de la siembra o antes que el cultivo haya germinado.
Pendimetalina	0,75-1	Combate poáceas. Buen efecto sobre <i>Rottboellia</i> .	Pre-emergencia al cultivo y a las malezas.
Bentazón	0,5-1	Combate hoja ancha y algunas ciperáceas. Poco efecto sobre leguminosas, euphorbiaceas y commelina.	Pos-emergencia, después de la segunda hoja trifoliada del frijol. Aplicar con alto volumen de agua (300-500 litros de agua/ ha)
Fluazifop-butil	0,12-0,18	Combate poáceas.	Pos-emergencia.
Cletodim	0,084-0,16	Combate poáceas y arroz voluntario.	Pos-emergencia.

NOTA: Otro herbicida utilizado para el control posemergente de malezas de hoja ancha en el frijol, es el Fomesafen. Sin embargo, este producto todavía está en proceso de registro en Costa Rica. Se ha obtenido buen control de malezas de hoja ancha y adecuada selectividad al frijol, cuando se aplica alrededor de los 22 días después de germinado el frijol y en dosis de 87 g ia/ ha.

Cuadro 13: Mezclas de herbicidas que pueden utilizarse en frijol.

Nombre técnico	Dosis (Kg/la/ha)	Época de aplicación
Paraquat pendimetalina	0,5 + 1 con	Pre-emergencia del cultivo y cuando hay malezas emergidas.
Fluazifop-butil con bentazón	0,12 + 1	Pos-emergencia a partir el momento en que el frijol tiene por lo menos dos hojas trifoliadas.

La siembra directa del frijol en rotación con arroz (o en algunos casos con otras poáceas ya sea malezas, pastos u otros), ha cobrado importancia en regiones donde las condiciones de clima y suelo permiten la siembra de ambos cultivos. En este sistema de siembra se aplica un herbicida no selectivo de amplio espectro para eliminar las malezas y la paja del arroz o cultivo anterior. La siembra del frijol se hace posteriormente con sembradoras especiales para mínima labranza. La cobertura de paja que queda sobre el suelo no afecta la brotación del frijol, pero sí puede disminuir la germinación de semillas de muchas especies de malezas. Entre mayor sea la cobertura mejor será el control de las malezas. Además esta cobertura puede retener más agua en el suelo al reducir la evaporación, protege el suelo de la erosión y disminuye la escorrentía con lo que reduce las pérdidas de productos químicos y nutrimentos. Se ha encontrado que cuando la cobertura del suelo (paja o rastrojos) es de un 90 a 100 % al momento de la siembra del frijol, o en términos de biomasa seca supera las 4 toneladas por hectárea, se logra un excelente control de malezas, pudiendo en muchos casos completar el ciclo del frijol con solo la aplicación de presembrado del herbicida no selectivo. El herbicida más efectivo para este sistema ha sido el glifosato en dosis que van de 0,75 a 1,5 kg ia / ha dependiendo del tipo de maleza. Debido a que este producto se adsorbe en el suelo y se degrada con bastante rapidez, es posible hacer la siembra de frijol poco después de su aplicación. Se ha encontrado que entre más cercana sea la siembra del frijol después de aplicado el glifosato, mejor es el control de malezas, ya que se logra una mejor cobertura durante el periodo crítico de competencia del frijol. En algunos terrenos pueden aparecer algunas especies de malezas que son difíciles de controlar con la aplicación inicial de glifosato, tales como algunas especies de la familia Rubiaceae y otras de hoja ancha; en estos casos puede combinarse el glifosato con algún herbicida hormonal tal como el MCPA (dosis de 0,24 kg ia/ ha), debido a que estos productos tienen cierto efecto residual, se debe esperar en algunos casos hasta dos semanas después de la aplicación para sembrar el frijol, de lo contrario pueden ocurrir daños importantes en el cultivo.

En la rotación arroz – frijol, y especialmente cuando se mecaniza el terreno, es común observar arroz voluntario dentro de la plantación de frijol. Se ha encontrado que en condiciones muy lluviosas el arroz crece mejor y causa mayor daño al frijol, mientras que en condiciones de lluvias normales el daño al frijol es menor y ocurre cuando la densidad del arroz voluntario supera las 100 plantas/ m². El Cletodim ha funcionado bien para controlar el arroz voluntario cuando esta pequeño (menos de tres hojas), pero conforme el arroz alcanza mayores estados más avanzados de desarrollo se dificulta su control, debiendo incrementarse la dosis de este herbicida. La mezcla de Cletodim con Bentazón es posible, pero ha mostrado cierto grado de incompatibilidad.



IX. Artrópodos y moluscos y su combate

Allan González Herrera

Muchos son los artrópodos que se relacionan con el cultivo, destacando principalmente los que posee una alta capacidad para alimentarse del tejido de las plantas en diferentes etapas de desarrollo (Cuadro 14, 15, 16, y 17), afectando la raíz, follaje, flores, vainas y semillas. Otros son considerados como potenciales vectores en la transmisión de virus.



Cuadro 14. Artrópodos y moluscos que causan daños en estado de plántula (desde semilla en germinación hasta 15 días después de la germinación)

Orden/Familia	Nombre común	Nombre científico	Parte afectada
Coleóptera: Scarabaeidae	Jobotos o gallinilla ciega	<i>Phyllophaga</i> spp	Raíz
Chrysomelidae	Vaquitas (larvas)	<i>Cerotoma</i> sp. <i>Diphaulaca</i> sp.	
Coleoptera: Chrysomelidae	Vaquitas (adultos)	<i>Diabrotica</i> spp. <i>Cerotoma ruficornos</i> <i>Diphaulaca</i> sp., <i>Colaspis</i> sp., <i>Acalymma</i> spp., <i>Alagoas</i> sp., <i>Brachypnoea</i> (= <i>Nodonota</i>) spp., <i>Systema</i> sp. <i>Epitrex</i> sp y 45 especies más que se encuentran en el cultivo (muchas veces oportunistas u ocasionales)	Follaje
Lepidoptera: Noctuidae	Gusanos cortadores	<i>Agrotis</i> spp. <i>Spodoptera frugiperda</i>	Tallo
Pyrilidae	Taladrador	<i>Elasmopalpus lignosellus</i>	
Mollusca: Veronicellidae <i>Limacidae</i>	Babosas	<i>Sarasinula plebeia</i> (= <i>Vaginulus plebeius</i>) <i>Limax maximus</i>	Tallos y follajes
Orthoptera: Gryllidae	Grillos	<i>Grillus assimilis</i>	Tallos y raíces
Hymenoptera: Formicidae	Hormiga de fuego	<i>Solenopsis</i> sp	
Diptera: Anthomyiidae	Gusano de la semilla	<i>Hylemy</i> spp.	Semillas de germinación

Cuadro 15. Artrópodos que causan daño sobre plantas en etapa de desarrollo vegetativo, principalmente follaje y flores (15 a 35 días después de la germinación).

Orden/Familia	Nombre común	Nombre científico
Lepidoptera: Arctiidae	Gusanos peludos	<i>Estigmene acrea</i>
Lepidoptera: Noctuidae	Falsos medidores	<i>Trichoplusia ni</i> <i>Chrysodeixis includens</i>
Lepidoptera: Noctuidae	Gusanos soldados	<i>Spodoptera frugiperda</i> <i>S. sunia</i> ; <i>S. eridania</i> <i>S. ornithogalli</i>
Lepidoptera: Hesperidae	Gusano cabezón	<i>Urbanus proteus</i>
Lepidoptera: Pyralidae	Gusano "pega-pega"	<i>Omiodes indicata</i>
Coleoptera: Coccinellidae	Tortuguilla del frijol	<i>Epilachna varivestis</i>
Coleoptera: Chrysomelidae	Vaquitas	<i>Diabrotica</i> spp., <i>Cerotoma</i> spp., <i>Colaspis</i> spp., <i>Nodonota</i> spp., <i>Acalimma</i> spp
Thysanoptera: Thripidae	Trips	<i>Calliothrips fasciatus</i> (follaje) <i>Calliothrips phaseoli</i> (follaje) <i>Echinothrips</i> sp. (follaje) <i>Frankliniella insularis</i> (flor)
Diptera: Agromyzidae	Moscas minadoras de follaje	<i>Agromyza</i> spp., <i>Liriomyza</i> spp., <i>Hemichalepus</i> sp.
Homoptera: Cicadellidae	Salta hojas	<i>Empoasca kraemeri</i> <i>Empoasca</i> spp
Homoptera: Aleyrodidae	Mosca blanca	<i>Bemisia tabaci</i> <i>Trialeurodes vaporariorum</i>
Homoptera: Aphididae	Áfidos	<i>Aphis craccivora</i> <i>Aphis gossypii</i> <i>Myzus persicae</i>
Heteroptera: Pentatomidae	Chinche verde	<i>Nezara viridula</i>
Acari: Tetranychidae	Ácaros	<i>Tetranychus</i> spp.
Acari: Tarsonemidae	Ácaros	<i>Poliphagotarsonemus latus</i>

Cuadro 16. Artrópodos que causan daño sobre plantas en la etapa de formación y llenado de vainas.

Orden/Familia	Nombre común	Nombre científico
Lepidoptera: Noctuidae	Gusano soldado	<i>Spodoptera</i> spp.
	Falso medidor	<i>Pseudoplusia includens</i>
	Gusano elotero	<i>Heliothis virescens</i>
Lepidoptera: Pyralidae	Barrenador de la vaina	<i>Etiaella zinckenella</i>
Lepidoptera: Crambidae	Gusano perforador de las vainas	<i>Maruca vitrata</i> (=testulalis)
Coleoptera: Meloidae	Violín del frijol	<i>Epicauta</i> spp.
Heteroptera: Pentatomidae	Chinche verde	<i>Nezara viridula</i>
Acrosternum marginatum		

Cuadro 17. Artrópodos que causan daños en granos (en campo y almacenados).

Orden/Familia	Nombre común	Nombre científico
Coleoptera: Bruchidae	Gorgojos	<i>Zabrotes subfasciatus</i> (se han reportado siete sub-especies en el mundo),
		<i>Acanthoscelides obtectus</i>

Orden orthoptera

Grillos *Grillus assimilis* (Fabricius) (Gryllidae: Orthoptera)

Insecto que se encuentra distribuido desde los Estados Unidos hasta América del Sur y El Caribe. Sus huevos son blancos y en forma de “banano”, de 2 mm de largo, son puestos en grupos en agujeros debajo del suelo o en piedras. Las ninfas son negras y pasan por ocho estadios, los más pequeños se alimentan de materia en descomposición, mientras los más grandes se alimentan de plantas en crecimiento. Los adultos son de color negro o pardo-gris, miden 20-25 mm de largo. Durante el día se esconde en el suelo húmedo y salen de noche para alimentarse y reproducirse. El daño de este insecto consiste en cortar las plántulas por encima del nivel del suelo, comen follaje y raíces de las mismas. Su control es poco común o necesario. Se pueden utilizar cebos envenenados hechos con Clorpirifos (organofosforado) o Carbaril (carbamato) mezclado con afrecho y aplicado al voleo en el campo. Otros productos aplicados para protección son el Diazinon, Forato, Etoprofos (organofosforado.), Aldicarb, Oxamil (carbamato) e Imidacloprid (nitroguanidina).

Orden coleoptera

Jobotos *Phyllophaga* spp. (Coleoptera: Scarabaeidae)

El ciclo de vida inicia cuando los huevos son puestos en el suelo, entre 2-10 cm de profundidad. Las larvas son de color blanco-amarillenta y cabeza de color café, completan su ciclo en un año o dos (dependiendo de la especie). Los adultos son escarabajos grandes o medianos, de color oscuro a naranja-pardo, emergen del suelo al inicio de las lluvias, se aparean y alimentan del follaje de diferentes plantas hospederas. El principal daño lo ocasionan las larvas (en el tercer estadio) cuando se alimentan de las raíces de las plantas lo que puede causar el marchitamiento y volcamiento. En el campo se distribuyen en parches y el nivel de daño es de importancia a nivel local, según la especie y el cultivo. Para disminuir las poblaciones de larvas en el suelo se utilizan medidas culturales de control como la eliminación de malezas, monitoreo, uso de trampas y una adecuada preparación del suelo. Plantaciones establecidas en suelos infestados en siembras anteriores son susceptibles de ser atacados por esta plaga. Al detectarse cuatro larvas maduras u ocho pequeñas por metro cuadrado, se deben establecer planes de aplicación al momento de la siembra, con insecticidas granulados al suelo, tales como: Foxim, Clorpirifos y Disulfoton (organofosforado), Aldicarb (carbamato) o protectores de semilla como el Carbosulfan.



Foto 5. Larva de Joboto (*Phyllophaga* spp) (Foto: Freddy Soza, tomado de www.zamorano.edu)

Vaquitas o tortuguillas *Diabrotica* spp. (Coleoptera: Chrysomelidae)
Acalymma spp. (Coleoptera: Chrysomelidae)

Los crisomélidos atacan una gran cantidad de plantas silvestres y de importancia agrícola (algodón, maíz, soya, sorgo, maní, varias leguminosas forrajeras, etc.). Se reportan ocho géneros (*Acalymma* spp., *Colaspis* spp., *Cerotoma* spp., *Diabrotica* spp., *Lema* spp., *Nodonota* spp., *Systema* spp. y *Omophoita* spp.) distribuidos aproximadamente en 50 especies de “vaquitas”, como los más importantes asociados a diferentes niveles de daño en plantas de frijol, además se hace referencia de que estos insectos presentan una amplia distribución en toda América Latina y parte de Norte América, sin embargo, sus daños son importantes en los trópicos secos y húmedos. El ciclo de vida inicia cuando las hembras ponen los huevos en grupos en grietas en el suelo, cerca de las raíces de la planta hospedera, estos son de color variado. Las larvas son jorobadas, gruesas, carnosas, pasan por tres estadios, de tamaño variable cuando alcanzan la madurez y dependiendo de la especie (5-12,5 mm de largo), tienen 10 segmentos abdominales, en el noveno hay una placa anal y el décimo está transformado en una falsa pata (más visible en el tercer estadio). Empupan en una celda en el suelo cerca del sitio de alimentación, las pupas son de color blanco y de tamaño variable. Los adultos presentan gran variabilidad en la coloración, patrones de rayas y manchas y la forma de los élitros y las patas. Cuando los adultos están sobre la planta muchas veces se dejan caer al suelo al ser molestados pueden estar en grupos o de forma individual.

El nivel de daño económico puede variar según la etapa de desarrollo de la planta y del insecto, ya que en algunas especies sus larvas se alimentan de raíces y de plántulas, mientras que los adultos consumen el follaje y pueden ser transmisores de enfermedades virales, incluyendo al Virus del moteado Clorótico del Caupí (CCMV, siglas en inglés), Virus del Mosaico Rugoso (BRMV), Virus del Moteado Amarillo (BYSV), Virus del Moteado de las Vainas (BPMV), el Virus del Mosaico Suave del Frijol (BMMV) y el Virus del Mosaico Sureño del Frijol (SBMV). Los adultos adquieren los virus al alimentarse de plantas silvestres o cultivadas infectadas que se encuentren cerca de la plantación de frijol. Algunos adultos pueden transmitir el virus o ser infectivos entre 3 y 9 días después de haberlo adquirido, en un proceso considerado como complejo. BRMV es transmitido por *Diabrotica balteata*, *D. adelpha* y *Cerotoma ruficornis*. Los problemas con éstas plagas pueden darse en cualquier momento de crecimiento del cultivo, siendo las hembras adultas las primeras en llegar provenientes de otras áreas o plantaciones. El daño más sensible ocasionado es sobre las plántulas de frijol (cotiledones y raicillas), posteriormente el insecto consume un porcentaje alto de follaje (haciendo huecos y esqueletizando).

De acuerdo con la experiencia acumulada por agricultores e investigadores, el uso del control biológico y de variedades resistentes para el manejo de estos insectos, no han mostrado resultados positivos relevantes, por lo que en un programa de manejo integrado de plagas se le debe dar importancia a la utilización de otras técnicas. Sin embargo, el uso de variedades resistentes y un manejo adecuado de malezas puede dar buenos resultados en aquellas zonas donde la incidencia de virus es un problema. Barreras vivas de plantas medicinales



Foto 6. Adulto de vaquita (*Diabrotica balteata*)



Foto 7. Daño provocado por vaquitas

(menta, albahaca, orégano) da buenos resultados repelentes contra *Diabrotica* spp. Cuando existen altas poblaciones de estos insectos, el uso de insecticidas puede ser la opción más efectiva, pero justificable sólo en casos de grandes infestaciones (4 ó más adultos por planta) y en épocas críticas de control (las primeras dos semanas de edad del cultivo o durante la floración), se recomienda no hacer más de tres aplicaciones por ciclo de cultivo. Los productos que se recomiendan son: Carbaril, Oxamil (carbamato), Acefato, Diazinon (organofosforado), Permetrina (piretroide), Fipronil (fenilpirazoles), Tiocyclam (nereistoxina) y Imidacloprid (nitroguanidina). Para el control de larvas se pueden usar productos granulados aplicados al suelo, en áreas muy infestadas y enmalezadas.

Tortugueta del frijol: *Epilachna varivestis* Mulsant (Coleoptera: Coccinellidae)

Insecto de amplia distribución, desde el sur de los Estados Unidos, México y América Central. Posee como hospederos a una gran variedad de especies de leguminosas. Sobre su ciclo de vida, se sabe que la hembra pone en promedio 50 huevos amarillos en el envés de las hojas, durando entre 5 a 14 días para eclosionar. Las larvas son ovaladas, de color amarillo y cubiertas por seis hileras de espinas ramificadas, el período larvario dura de 15 a 35 días (con cuatro instares), la etapa de pupa dura de 6 a 17 días. Los adultos miden de 6-8 mm de largo, son de forma hemisférica, de color bronce que se oscurece con la edad, poseen 16 puntos negros en los élitros, cubiertos de una pelusa fina blanquecina cuando están jóvenes. Las hembras adultas empiezan a ovipositar 10 – 12 días después de aparecer en el campo y son capaces de ovipositar hasta 470 huevos en el envés de las hojas. El número de generaciones por año (generalmente no más de tres) depende de la localidad y de la variedad de frijol.

Las larvas y adultos se alimentan del follaje, principalmente del envés, raspando el tejido entre las venas hasta “esquelizarlas”; en casos de infestaciones severas, los insectos atacan las vainas tiernas. En Costa Rica es una plaga de poca importancia.

En condiciones naturales los adultos viven en el campo, en desechos de cosechas, en áreas cercanas a corrientes de agua o cerca de terrenos frijoleros; una vez que el cultivo de frijol se establece los adultos se movilizan a éstas áreas. En caso de cultivarse variedades resistentes, los insectos no logran desarrollarse completamente o las hembras no utilizan las plantas para poner sus huevecillos.

Violín *Epicauta* spp. (Coleoptera: Meloidae)

Se distribuyen desde Norte América hasta América Central, atacando gran cantidad de plantas herbáceas. Sobre su ciclo de vida, los huevos son elongados, amarillos, puestos en grupos (hasta 200) en el suelo. La larva pasa por seis estadíos, todos en el suelo, como depredador de otros insectos y pupa en el suelo. Los adultos miden 11-30 mm de largo, delgados, de color negro opaco y de cuerpo suave; producen una sustancia (cantaridina) que es irritante al contacto con la piel. Su importancia económica se encuentra en el daño que producen los adultos en grandes grupos, al alimentarse

de follaje, flores y vainas del frijol. Aparecen de forma esporádica atacando plántulas o cultivos en crecimiento; en cuanto a su rango de distribución prefieren alturas mayores a los 1 000 msnm. Para su control se pueden hacer aplicaciones dirigidas al follaje: Fenitrothion, Malation (organofosforados.), Carbosulfan, Oxamil (carbamato), Deltametrina, Permetrina, Fenvalerato (piretroide), Imidacloprid (nitroguanidina), Fipronil (fenilpirazoles) o Ticcyclan (nereistoxina).

Gorgojos *Zabrotes subfasciatus* (Bohm) (Coleoptera: Curculionidae: Bruchinae)

Acanthoscelides obtectus (Say) (Coleoptera: Curculionidae: Bruchinae)

Las dos especies han sido encontradas desde Estados Unidos hasta Chile y en muchos otros lugares alrededor del mundo, en el caso de *A. obtectus* se le considera una especie de origen Neotropical (Andes americanos). La importancia de estos insectos radica en el daño que pueden causar una vez que los granos están casi listos para ser cosechados o son cosechados y almacenados. El ciclo de vida es muy similar para las dos especies, difiriendo en el comportamiento de poner los huevos. *Acanthoscelides obtectus* coloca los huevos (36 en promedio) entre las semillas almacenadas y en el campo en las vainas en crecimiento, completa su ciclo entre 30-40 días. Por otro lado *Z. subfasciatus* adhiere los huevos (63 en promedio) directamente a las semillas y completa su ciclo en 25 días, dependiendo de la temperatura. El adulto de *A. obtectus* es de color pardo con pequeñas bandas transversales en los élitros y mide 3,5-4,5 mm de largo; en el caso de *Z. subfasciatus* la hembra es más grande que el macho y de color negro con cuatro



Foto 8. Daño de larvas de *Zabrotes subfasciatus* en semillas de frijol



Foto 9. Hembra de *Zabrotes subfasciatus* (tomado de: www.padil.gov.au/img.aspx?id=1283&s=s)

manchas claras en los élitros, el macho es de color gris, mide 1,2-18 mm de largo. Otra característica importante para diferenciarlos es que *A. obtectus* es abundante en zonas templadas, mientras que *Z. subfasciatus* prefiere altas temperaturas en zonas bajas y es una plaga importante en bodegas de zonas cálidas. Las larvas pasan por cuatro estadios y empupan dentro de los granos, dejando “ventanas” circulares visibles para poder salir los adultos ya formados. Ambas especies de escarabajos en estado de larva o de adulto se alimentan de los granos (perforan y se alimentan de los cotiledones y embrión), provocando pérdidas importantes tanto en la cantidad como en la calidad del producto, de forma directa e indirecta, al favorecer el ataque de otros organismos (insectos y microorganismos). Los adultos tienen un período de vida corto, por lo que copulan y ovipositan tan pronto salen de la semilla.

El ataque se previene mediante las siguientes medidas:

- ▶ Almacenar y secar las semillas hasta que contengan un bajo porcentaje de humedad.
- ▶ Limpiar las paredes y pisos del almacén o bodega, destruyendo los residuos de la cosecha anterior.
- ▶ Guardar el frijol seco en la vaina (secado al sol) reduce la infestación (para ambas especies)
- ▶ Guardar el frijol sin basura o el frijol limpio pero tratado previamente con aceite vegetal que impida o dificulte la movilidad de los gorgojos.

- ▶ Almacenar a temperaturas inferiores a los 10 °C afecta el crecimiento y reproducción de los insectos.
- ▶ Voltear frecuentemente los frijoles mientras se secan y permanecen almacenados puede ayudar a controlar las poblaciones de gorgojos, tanto de adultos como de larvas, esta práctica puede ser aplicada por pequeños agricultores.
- ▶ Se puede almacenar la semilla mezclada con ceniza (práctica común en países tropicales) o arena. También se pueden cubrir las semillas con aceites vegetales comestibles (baratos, no tóxicos, fáciles de conseguir y que no afectan la germinación). Se debe de cuidar la edad del aceite para que no dañe el sabor del frijol si se van a almacenar por mucho tiempo y va a ser consumido por humanos).
- ▶ Aplicar dos pastillas de fosfuro de aluminio (fosfamina) (producto restringido por ley) por estañón o silo, tapando bien el recipiente. Si va a usar el frijol como semilla, tratarla con Malation, Metamidofos o Diclorvos (organofosforado). En caso de hacer aplicaciones al almacén se puede utilizar Cartap (carbamato) o Fenitrothion (organofosforado)
- ▶ Uso del dióxido de carbono (CO₂) Ver sección almacenamiento.

Orden lepidoptera

Falso gusano medidor *Trichoplusia ni* (Hubn.) (Lepidoptera: Noctuidae)
 y gusano soldado *Spodoptera spp.* (Lepidoptera: Noctuidae)
Agrotis sp. (Lepidoptera: Noctuidae)

Los gusanos cortadores son larvas oscuras que cortan los tallos tiernos de las plántulas a ras de suelo. Su ataque ocurre en manchas o focos, aunque hay ocasiones en que el daño es tan generalizado que es necesario volver a sembrar. Estas larvas se alimentan también de los cotiledones y las hojas. En algunos casos atacan plantas adultas que pueden quebrarse por la acción del viento. En caso de ataque de gusanos cortadores sobre plántulas y follaje, se pueden realizar aplicaciones líquidas con Clorpirifos. Cuando el daño en las hojas es mayor de 20% se recomienda la aplicación de insecticidas como: Clorpirifos, Acefato (organofosforado) o con Deltametrina y Permetrina (piretroides)

Perforadores de las vainas *Maruca vitrata* (= *testulalis*) Geyer (Lepidoptera: Pyralidae) *Helicoverpa virescens* (F.) (Lepidoptera: Noctuidae)

Las hembras de *M. testulalis* y *H. zea* ponen los huevos sobre las flores, yemas o en vainas tiernas (de donde se alimentan las larvas al inicio). Las larvas son de color crema o verde (según el tejido del que se alimenten). Las larvas de *M. testulalis* tienen manchas pardas en cada segmento y *H. virescens* está cubierta de gran cantidad de pelos y espinas, rayas rojas o amarillas y puntos negros. Las larvas de estos insectos se alimentan de las vainas, las cuales perforan y se comen los granos. Es posible encontrar excrementos de color naranja-café en el punto de entrada y pedazos de hojas adheridas. Además, las vainas infestadas también presentan pudriciones. Su ataque se encuentra asociado a condiciones de sequía y las pérdidas pueden llegar a ser de un 10 – 20% si no se controlan a tiempo. Las larvas pupan en el suelo o en un capullo construido entre dos vainas. Los adultos de *M. testulalis* tienen las alas delanteras de color café oscuro con



Foto 10. Daños en vainas de frijol causados por perforadores

manchas blancas, las alas traseras son blancas con bordes pardos, *H. virescens* tiene alas delanteras verde-amarillo o beige, con tres rayas oblicuas, las alas posteriores son blancas con márgenes oscuros. Cuando las vainas están recién formadas y hay una larva recién nacida por planta, se recomienda la utilización de los siguientes insecticidas: Decametrina, Permetrina, Fenvalerato (piretroides), Acefato, Dimetoato, Clorpirifos (organofosforados)

Barrenador del tallo *Elasmopalpus lignosellus* (Zeller) (Lepidoptera: Pyralidae)

Las hembras ponen los huevos sobre las hojas, tallos o en el suelo, las posturas son individuales y de color verde claro. Las larvas de esta polilla son gusanos pequeños (15 mm de largo cuando maduran), pasan por seis estadios, son de color azul verdoso con bandas transversales de color rojo oscuro y líneas longitudinales discontinuas. Como parte de su comportamiento, la larvas saltan fuertemente al ser molestadas, se alimentan del follaje y la raíz, viven en un túnel de seda en el suelo (ahí llegan a pupar), de donde se desplazan hasta la planta para alimentarse; al atacar los tallos las plantas se marchitan o quiebran y mueren. El adulto mide de 15 – 20 mm, las alas delanteras de la hembra de color negro, las del macho son de color pardo claro con bordes grises y puntos oscuros, alas traseras gris claro. Esta plaga se considera de poca importancia por ser ocasional y se presenta en plantaciones establecidas en la estación seca y en suelos arenosos. Si se realizan aplicaciones de agroquímicos (granulados o líquidos) estas deben de ser bien justificadas, localizadas y de forma oportuna. Algunos productos sugeridos para ser aplicados al suelo son: Forato, Acefato, Foxim, Etion (organofosforados), Aldicarb, Cixanil, Cartab, (carbamato), Cipermetrina, Permetrina (piretroide), Tiocyclam (nereistoxina) o el Fipronil (fenilpirazoles).

Gusano peludo *Estigmene acrea* (Drury) (Lepidoptera: Arctiidae)

Esta plaga se puede encontrar desde Estados Unidos hasta Costa Rica. Sus huevos son amarillos y pueden ser puestos en el haz o envés de las hojas en grandes grupos. Las larvas pasan por cinco estadios, son amarillas al salir del huevo, luego son pardas y muy peludas. Miden de 40 – 50 mm de largo cuando están bien desarrolladas, inicialmente viven en grupos pero luego se dispersan individualmente. Son abundantes en zonas bajas y secas. Proliferan en áreas enmalezadas (importante control de hospederos alternos) o cultivos descuidados, pudiendo movilizarse hacia plantaciones establecidas y causar daños importantes. Empupan sobre el suelo, cubriéndose con residuos vegetales. Las pupas son de color negro brillante, dentro de un capullo de seda. El adulto con las alas abiertas mide entre 38 – 50 mm, alas blancas con manchas negras. En el macho las alas posteriores son amarillo-naranja; tienen el abdomen anaranjado con bandas negras transversales. Las larvas causan daño al alimentarse de hojas, flores y vainas, se ha observado que poblaciones numerosas pueden defoliar partes importantes de la plantación, aún cuando éstas puedan ser esporádicas y llegar a tener importancia sólo a nivel local. En lo referente al uso de productos químicos, se recomiendan Acefato, Fention, Clorpirifos (organofosforado.), Carbaril, (carbamatos), Permetrina, Fenvalerato, Cipermetrina (piretroides), Tiocyclam (nereistoxina), Fipronil (fenilpirazoles) o Diafentiuron (tiourea).

Falsos medidores *Trichoplusia ni* (Hubner) (Lepidoptera: Noctuidae)

Chrysodeixis includens (Walker) (Lepidoptera: Noctuidae)

Ambas especies son de amplia distribución en todo el continente americano y plagas importantes en gran cantidad de cultivos hortícolas. Respecto al ciclo vida, ambas especies ponen huevos individualmente, distribuidos en la hojas y son de color verde. Las larvas de *Trichoplusia ni* son de color verde claro o azulado, con rayas laterales claras, con patas y cabeza negras. Pasa por 5 – 6 estadios y puede medir 30 mm de largo cuando están maduras. La larva construye un capullo en el envés de la hoja o pegando dos hojas. La pupa es verde con manchas pardas antes de emerger el adulto. En los adultos las alas delanteras son moteadas de pardo oscuro con un punto blanco en el centro y las traseras son de color pardo claro. En el caso de *C. includens*, las larvas y pupas son muy similares a las de *T. ni*, con respecto al adulto en lugar de un punto blanco en las alas delanteras, *C. includens* tiene una “Y” plateada y en el tórax tiene una cresta. El ciclo total puede durar de 24 – 39 días. Sobre el daño, las larvas de las dos especies se alimentan del follaje y a veces de las vainas, siendo más importantes en la estación seca y si las poblaciones aumentan antes de la formación y llenado de las vainas. Para su control se deben hacer revisiones periódicas; en caso de que haya una larva por cada cinco plantas se puede usar Etoprofos (organofosforado.) o Metiocarbo (carbamato), así como algún producto biológico a base de *Bacillus thuringiensis*.

Gusano cabezón *Urbanus proteus* (L.) (Lepidoptera: HesperIIDae)

Las hembras ponen sus huevos en el envés de las hojas, entre 1 – 6 por hoja. Al salir las larvas, éstas doblan la hoja y pegan los bordes, formando una especie de “concha”, las larvas salen ocasionalmente de su protección para alimentarse de otras partes de la hoja



Foto 11. Larva de gusano cabezón (*Urbanus proteus*)

o planta. Las larvas tienen tres líneas longitudinales en el dorso, la cabeza es grande y de color marrón-rojizo. Las larvas empupan dentro de dicha cámara. El ataque de esta plaga es de poca importancia.

Orden homoptera

Lorito verde *Empoasca kraemeri* Ross y Moore (Homoptera: Cicadellidae)

Es considerada una de las plagas más importantes en América Latina, su distribución cubre desde el sur de Estados Unidos hasta Perú y Brasil. Esta plaga afecta el crecimiento y desarrollo de las plantas de frijol, lo que se refleja en un descenso considerable en la producción. *Empoasca kraemeri* es más importante durante la estación seca que en la lluviosa, además de que las pérdidas sobre variedades muy susceptibles puede llegar al 100%. Es una plaga que con poblaciones pequeñas puede afectar de manera importante la producción.

Sobre la biología del insecto se sabe que la hembra inserta los huevos en las nervaduras de las hojas, pecíolos y tallos; estos son oblongos, transparentes y muy pequeños, por lo que para poder ser vistos se debe aclarar los tejidos a través de técnicas especiales. Las ninfas son pequeñas, de color verde claro y sin alas bien desarrolladas, las cuales completan hasta que son adultos, una vez que han pasado por cinco instares. Las ninfas prefieren mantenerse en el envés de las hojas, donde van creciendo, intensificando su color y movilidad. Los adultos miden entre 3,5 – 4 mm., de color verde pálido y manchas blancas en la cabeza y tórax, su par de patas traseras son largas y les permiten saltar grandes distancias o pueden ser arrastrados por el viento. El ciclo de vida, desde huevo hasta adulto, lo pueden completar en 18 días, con una relación entre sexos de 1:1. Cada hembra puede poner en promedio 107 huevos, lo cual indica su gran fecundidad. Las

hembras viven en promedio 65 días y los machos 58 días. Ante la falta de plantas de frijol, los adultos emigran a plantas silvestres o cultivadas como pastos, cucurbitáceas, etcétera, donde se alimentan y cumplen sus ciclos biológicos. Cuando la plaga alcanza niveles elevados, es posible encontrar adultos y ninfas de todas las edades en toda la planta o en el envés de las hojas; las ninfas prefieren las partes bajas y medias de la planta, mientras los adultos se distribuyen de forma generalizada. El daño lo producen tanto las ninfas como los adultos durante los momentos de alimentación, ya que al darse la penetración del estilete en los tejidos de la planta ocasiona problemas en la células y obstrucción de los haces vasculares, generando síntomas similares a los causados por virus. La gravedad de los síntomas que se observen dependerá de la variedad de frijol. Las curvaturas para arriba o para abajo que se produce en las hojas es uno de los síntomas más característicos, además, las hojas se pueden enrollar y tornar amarillentas en los bordes, observándose de forma generalizada en toda la planta. En estados avanzados, puede haber necrosis de los ápices y bordes de hojas pequeñas; la planta presenta un porte pequeño o enanismo. En variedades susceptibles, las vainas son pocas y deformes, e incluso la planta puede morir. Es importante destacar el hecho que estos síntomas no deben de ser confundidos con los producidos por virus, ya que el virus del mosaico común presenta diferentes tonos de verde y amarillo (mosaico) por la alteración en la distribución de la clorofila. Aunque el frijol es el principal hospedero de *E. kraemeri*, cultivos tales como algodón, camote, maíz, tabaco, papa y otras 80 especies de plantas silvestres han sido reportadas como hospederas alternas de este insecto.



Foto 12. Insecto adulto de *Enpoasca kraemeri*

Mosca blanca *Bemisia tabaci* (Gennadius) (Homoptera: Aleyrodidae)
Trialeurodes vaporariorum (Homoptera: Aleyrodidae)

Estas plagas son de amplia distribución en América Latina y El Caribe (áreas tropicales y subtropicales). Poseen una amplia variedad de plantas hospederas, desde silvestres hasta cultivadas. Su ciclo biológico inicia cuando la hembra pone los huevos de forma individual o grupal (3 – 7) en el envés de las hojas, una vez que eclosionan los huevos (7 – 12 días) pasan por cuatro estadios, el primero es móvil y los otros sésiles. Los estadios inmaduros poseen una capa cerosa que los cubre, la cual les da mayor resistencia a los insecticidas. Los adultos miden de 1 – 2 mm de largo, de color blanco, sobreviviendo de 23 a 28 días. Estos insectos completan su ciclo de huevo a adulto entre 23 – 24 días y pueden alcanzarse hasta 11 – 15 generaciones por año, dependiendo de la variedad y la etapa vegetativa de la planta de frijol. Los adultos vuelan al molestarlos o cuando se voltean las hojas. Sus poblaciones son más altas en la época de verano.

El tipo y grado de daño varía según la raza del insecto. Las ninfas y adultos chupan la savia al introducir sus estiletes en los tejidos, provocando deshidratación progresiva en los mismos, los síntomas son el amarillamiento, moteado y encrespado de las hojas, luego viene la necrosis y la defoliación; en algunos casos se puede formar fumagina en la excretas, causando pérdida en la actividad fotosintética. La transmisión de virus (Cuadro 18) es otro problema importante, ocasionado aún por poblaciones pequeñas, por tal razón la condición (densidad y distribución) de la plaga de este insecto es de gran relevancia. Algunas de las familias de virus a considerar son: Carlavirus, Luteovirus, Nepovirus, Potyvirus, Closterovirus y Germinivirus. En caso de encontrarse dos o más insectos por hoja se puede aplicar insecticidas como Diazinon, Malation, Metamidofos o Acefato (organofosforado). Otros productos evaluados sobre moscas blancas son varios detergentes (Safer), aceites vegetales y minerales (Triona) y extractos vegetales (Neem (*Azadirachta indica*)).

Algunas posibles causas que han favorecido el incremento de las poblaciones de *B. tabaci* son:

- La utilización de sistemas de riego, al permitir la extensión de las tierras de cultivo.
- La sustitución de policultivos por monocultivos.
- El incremento en el uso de insumos agrícolas.
- El uso de algunos insecticidas (piretrinas) que eliminan algunos controladores biológicos naturales y favorecen el desarrollo de resistencias.

Cuadro 18. Lista de algunos de los virus transmitidos por mosca blanca.

Nombre	Siglas
Tomato Leaf Curl Virus	TLCV
Tomato Yellow Mosaic	TYM
Bean Golden Yellow Mosaic Virus	BGYMV

**Foto 13.** Adultos de mosca blanca (*Bemisia tabaci*), tomado de: www.ars.usda.gov

Áfidos, pulgones *Aphis craccivora* Koch (Homoptera: Aphididae)

Aphis gossypii Glover (Homoptera: Aphididae)

Myzus persicae (Sulzer) (Homoptera: Aphididae)

En general, los áfidos que se han reportado asociados al frijol son considerados cosmopolitas y polípagos al alimentarse de gran cantidad de plantas cultivadas y silvestres; se les considera de gran importancia por ser transmisores de enfermedades virales (Cuadro 19). Los áfidos o pulgones son pequeños insectos chupadores tanto los adultos como las ninfas se alimentan de la savia del tejido tierno de las plantas, inyectan toxinas y transmiten virus. Por su acción sobre las plantas los áfidos causan deformaciones, encrespamiento, retardo en el crecimiento, desecación, amarillamiento y caída de hojas y flores, lo que afecta los rendimientos en la producción.

En el caso de *Aphis craccivora*, las ninfas y adultos son de color oscuro, con apéndices pardos o amarillos, con patas blanquecinas; son producidos partenogenéticamente, no hay formas masculinas; las hembras adultas son de color negro brillante.

Viven en colonias de diferentes edades, en tallos, pecíolos, en el envés de hojas y flores, a menudo "atendidas" por hormigas. Promueven la formación de fumagina (crecimiento de hongo sobre gotas de solución azucarada producida por los áfidos) y son más comunes e importantes en ambientes secos calientes y en plantas sujetas a estrés hídrico. Es una especie común de los trópicos, este áfido transmite más de 30 virus entre persistentes y no persistentes. Por su parte *A. gossypii* presenta una situación de daño e importancia muy similar a las presentadas por *A. craccivora*, la diferencia se encuentra en la coloración y en la forma de reproducción.

Las ninfas y adultos son de color verde claro a oscuro, con patas y apéndices negros según la fuente de alimentación. Hay adultos con y sin alas; en algunas zonas frías se reproducen por huevo, mientras que en las zonas calientes lo hacen de forma partenogenética; en general son comunes en las regiones tropicales y subtropicales. Este insecto es un vector muy eficiente, al cual se le conocen más de 50 virus que puede transmitir (persistentes y no persistentes).

El último áfido es *M. persicae*, las ninfas y adultos de color verde claro, amarillento o rosado. Sólo se reproducen por partenogénesis, no hay producción de machos en climas cálidos, los adultos alados se producen en condiciones de hacinamiento o por falta de comida; su comportamiento alimentario es muy similar al registrado para las especies anteriores. Su registro como vector de virus llega a 100, lo que lo hace una plaga muy importante de considerar.

Cuadro 19. Lista de virus transmitidos por áfidos de forma persistente y no persistente.

Especie de áfido	Nombre de virus persistente
<i>Aphis craccivora</i>	<i>Subterranean Clover Stunt Virus</i> (SCSV)
	<i>Groundnut Mottle Virus</i> (GMV)
	<i>Groundnut Rosette Virus</i> (GRV)
<i>Aphis gossypii</i>	<i>Cotton Anthocyanosis Virus</i> (CAV)
	<i>Lily Rosette Virus</i> (LRV)
	<i>Lily Symptomless Virus</i> (LSV)
	<i>Pea Enation Mosaic Virus</i> (PEMV)
No persistentes	<i>Bean Yellow Mosaic Virus</i> (BYMV)
No persistentes	<i>Bean Common Mosaic Virus</i> (BCMV)

Generalmente su ataque no justifica su control, con excepción de algunas épocas durante el año, principalmente en la estación seca, pero para evitar un incremento descontrolado de la población se recomienda utilizar buenas distancias de siembra, evitar sembrar

en la estación seca o que al menos la etapa de floración no coincida con la falta de agua; también se recomienda la eliminación de plantas hospederas alternas (silvestres y virulíferas). Sobre el uso de insecticidas se recomiendan los más específicos, sistémicos y que no afecten a los enemigos naturales, sobre todo considerando su baja residualidad y baja toxicidad, al ser el frijol un cultivo de poca duración. Algunos de los insecticidas que se pueden usar son el Acefato, Dimetoato, Fention, Metidation y Metamidofos (organofosforado), el Propoxur, Pirimicarb (carbamato), Imidacloprid (nitroguanidina) y Diafentiuron (tiourea).

Orden heteroptera

Chinche verde *Nezara viridula* (L.) (Heteroptera: Pentatomidae)

Las hembras ponen las masas de huevos sobre las hojas o vainas. Las ninfas al emerger se alimentan en grupos de los tejidos de la planta, luego de forma individual de las semillas dentro de la vaina al atravesarlas con su estilete chupador. Los adultos causan el mismo daño que las ninfas. Esta plaga ataca tanto el follaje como las vainas del frijol, ocasiona un amarillamiento de la planta, la caída prematura de las vainas o interfiriendo en el desarrollo de las semillas. Sólo cuando se presentan ataques severos de esta plaga (más de una ninfa o adulto por metro cuadrado), se justifica la utilización de insecticidas. Los insecticidas que se pueden utilizar son Fention, Formotion Metilparation (organofosforado) o Carbaril (carbamato).

Orden thysanoptera

Trips *Caliothrips fasciatus* (follaje) (Thysanoptera: Thripidae)

Caliothrips phaseoli (follaje) (Thysanoptera: Thripidae)

Echinothrips sp. (follaje) (Thysanoptera: Thripidae)

Frankliniella insulares (flor) (Thysanoptera: Thripidae)

Los trips *Caliothrips fasciatus* y *C. phaseoli* se encuentran distribuidos desde el sur de Estados Unidos hasta Centroamérica. Como hospederos alternos al frijol están la sandía, melón, lechuga, arveja, maíz, papa y algodón. Infestaciones severas de estos insectos pueden secar las hojas de la parte inferior de la planta. Los trips utilizan su aparato bucal raspador-chupador para extraer la savia de las plantas, rompiendo las células de los tejidos (hojas, flores, yemas), dándoles una apariencia decolorada, causando malformaciones, enanismo y caída de hojas en casos de ataques severos, siendo más importantes en la época seca. Las hembras ponen sus huevos dentro de los tejidos de las hojas, las ninfas son de color amarillo rojizo y pasan por dos estadíos. Los adultos miden entre 1,5 y 2 mm de largo, en el caso de *C. fasciatus* el adulto es color negro grisáceo y *C. phaseoli* es color pardo oscuro. Productos organofosforados como el Metamidofos, Acefato, Dimetoato y Fention; Oxamil (carbamato), Fipronil (fenilpirazoles) y Nitroguanidina (imidacloprid), pueden reducir las poblaciones en plantaciones muy infestadas.



Foto 14. *Trips* adultos (*Frankliniella insularis*) sobre flor.

Orden diptera

Minador de la hoja *Liriomyza* spp. (Diptera: Agromyzidae)

Agromyza spp (Diptera: Agromyzidae)

Hemichalepus sp. (Diptera: Agromyzidae)

Las larvas se alimentan del tejido interno de las hojas del frijol. Las áreas dañadas muestran típicas galerías o túneles en forma de espiral de color verde claro, cuando las minas son café ya no hay larva. Es fácil identificar las larvas dentro de los tejidos, así como pupas amarillas en el haz de las hojas. Es un insecto que se reproduce mucho. Los adultos son más activos entre las 6:30 y 9:00 de la mañana y en las tardes, bajo buenas condiciones, se mantienen activos entre 3:00 y 5:00 pm. Es una plaga que aparece esporádicamente y con más fuerza en la época seca, sin embargo, se ve favorecida cuando se alternan días secos con lluviosos. Los gusanos y capullos, así como el daño más severo se pueden observar en las hojas bajas. Los principales daños se pueden observar en plantaciones expuestas al viento y en los bordes del cultivo, además los túneles pueden permitir la entrada de enfermedades. Para el control de la plaga se debe de iniciar con un plan de monitoreo, usando galones plásticos amarillos con pegamento y con revisiones cada tres días. Las trampas se pueden ubicar en los bordes y un poco más arriba de la parte superior del cultivo. El uso de insecticidas se debe de hacer con cuidado y planificación para evitar el desarrollo de resistencia y la eliminación de enemigos naturales. Se recomienda el uso de insecticidas cuando hay más de 300 adultos por trampa cada tres días; se puede usar el Metomil (carbamato), Oxidemeton, Fention, Dimetoato (organofosforado), sin embargo su control o efecto es difícil cuando la infestación es grave.



Foto 15. Minador de la hoja (*Liriomyza* sp.), lesión de larva sobre follaje de frijol

Clase acari

Ácaros *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae)

Tetranychus neocaledonicus Andre (Acari: Tetranychidae)

Polyphagotarsonemus latus Banks (Acari: Tarsonemidae)

Estos organismos generalmente atacan plantas de un desarrollo vegetativo avanzado. Los primeros síntomas son parches blancos en el haz de la hoja, producto de la alimentación de los ácaros en el envés de la hoja. Si las poblaciones aumentan y el daño es más severo, las hojas se tornan cloróticas y rojizas. Es posible ver telarañas entre una planta y otra cuando las poblaciones son muy altas. El ciclo de vida de *Tetranychus* spp, se completa en un promedio de 12 días. Las hembras ponen huevos tan pronto alcanzan su edad reproductiva, por un período de 15 días (cuatro huevos por día). Los machos de *Tetranychus* son menos rojizos que en las hembras, su parte posterior y sus patas son más largas. Estos ácaros aumentan sus poblaciones en condiciones ambientales secas, sin embargo, plantaciones bajo riego favorecen su proliferación. Para su control químico se recomienda la aplicación de azufre mojable en dosis de 6-8 kg/ ha.

El ácaro *P. latus* posee una amplia distribución geográfica a nivel mundial y es una plaga de poca importancia. Es un ácaro que prefiere atacar bajo condiciones de alta temperatura y humedad. Los síntomas de esta especie son más visibles en las hojas jóvenes, las cuales tienden a enrollarse y el envés de la hoja se torna de color púrpura, causan corrugación, deformación y formación de tejido "corchoso" pardo entre las venas. Cuando las infestaciones son fuertes, las hojas se observan amarillentas, las vainas pueden ser afectadas y mostrar un color púrpura en su superficie. Estos ácaros son de color verde

pálido, en forma de pera y muy pequeños para verse a simple vista (se necesita lupa). Su ciclo de vida, de huevo a adulto se completa en cinco días y listo para poner huevos. Para su control a través de productos químicos se recomienda el Dicofol (hidrocarburo clorado) en aspersiones cada 15 días, hasta tres veces si es necesario.

Mollusca

Babosas y su combate

Sarasinula plebeia (= *Vaginulus plebeius*) (Mollusca: Veronicellidae)

Veronicella cubensis (= *Vaginulus occidentalis*) (Mollusca: Veronicellidae)

Limax maximus (Mollusca: Limacidae)

Estos moluscos son de las principales plagas de este cultivo. Las babosas se alimentan durante la noche y en días nublados, requieren de mucha humedad ambiental. Se esconden bajo desechos vegetales y basura, sin embargo, bajo condiciones adversas de sequía se ocultan en huecos, dejando de comer y de poner huevos. Las babosas poseen los dos sexos, pero necesitan de otra para fecundarse, aunque puede darse la autofecundación. Los huevos son puestos en grupos (20-100) en lugares húmedos o debajo de la tierra, son de color amarillo claro, translúcidos y cubiertos por una sustancia pegajosa, pudiendo sobrevivir hasta seis meses en condiciones secas, los primeros individuos empiezan a salir a los pocos meses de haber sido puestos. Los estados inmaduros alcanzan su madurez entre 2 a 5 meses. Los adultos de *S. plebeia* puede medir entre 5-7 cm, son de color pardo y aplastados dorsalmente, de apariencia rugosa; mientras que *L. maximus* mide entre 2-3 cm, son de color negro a gris, con un "manto" que cubre parte del dorso. Las babosas pueden lograr vivir entre 12 y 18 meses.

Esta plaga es importante durante las tres primeras semanas del cultivo, donde tanto los adultos como las formas inmaduras raspan y destruyen plántulas, hojas y tallos. Los daños son más notorios en los bordes de las plantaciones o áreas húmedas. Cuando esta plaga ya se ha establecido en la plantación, su combate es difícil. En este cultivo las aradas profundas, la eliminación de residuos vegetales (desechos de cosecha anterior, arvenses, troncos) y la remoción de piedras u otros materiales de refugio, ayuda con la eliminación de huevos y adultos, lo que disminuye las fuentes de infestación. Se debe de evitar el riego excesivo. Como control biológico se recomienda el cuidar y mantener enemigos naturales, tales como insectos depredadores, aves y sapos. En lo que respecta a productos químicos, se utilizan los cebos envenenados, ya sean comerciales o los que se hacen con 5 kg de metaldehído o fosfato de hierro, 20 kg de afrecho o semolina y 4 litros de melaza, con agua suficiente para formar una pasta. También puede utilizarse 350 g de Carbaril o Metiocarbo (carbamato) en polvo con 20 kg de afrecho y 7 litros de melaza o cerveza como atrayente, se mezcla todo hasta formar una pasta. Los cebos se pueden proteger con cáscaras, tubos de bambú, hojas, cartón o papel periódico para que se mantengan y no sean destruidos por la lluvia, además se deben de preparar con mucho cuidado para evitar intoxicación por quien hace la mezcla. Una vez lista la mezcla, se colocan puñitos en el campo cada tres o seis metros, en horas de la tarde, los cebos se pueden colocar cada ocho días. Las babosa pueden transmitir enfermedades a las personas, una de estas es un nematodo (*Angiostrongylus costaricensis*) que se aloja en el intestino y produce dolores abdominales muy fuertes; cuando están acompañados de dolor de cabeza, fiebre y vómitos debe acudir al hospital. Por esta razón no se debe tocar la babosa ni la baba que dejan al desplazarse.



Foto 16. Huevos de babosa



Foto 17. Adulto de babosa

Métodos de control integral

Se deben de emplear diferentes técnicas en el control integrado de las plagas, junto al conocimiento de los agroecosistemas y sus interacciones con las plantas hospederas, artrópodos asociados a los cultivos y las diferentes prácticas agrícolas que se lleven a cabo en las plantaciones.

Control biológico

El concepto de enemigo natural se fundamenta en la convivencia que mantienen las poblaciones de organismos hospedantes o presas con otros organismos antagónicos que eliminan o compiten con ellos. Adicionalmente, es importante conocer e identificar cuales plantas son hospederas alternas de insectos dentro de los cultivos, tanto benéficos como dañinos. En las plantaciones de frijol, es común hallar pequeñas avispas parasitoides (Aphelinidae, Braconidae, Chalcididae, Encyrtidae, Eulophidae, Ichneumonidae, Pteromalidae, Trichogrammatidae), larvas y adultos de depredadores (abejones, avispas, hormigas, arañas, crisopas y chinches) representados por varias familias y otros microorganismos benéficos (ácaros), así como por varias especies entomopatógenas de hongos y bacterias atacando diferentes plagas, tales como: *Beauveria bassiana*, *Verticillium lecanii*, *Metarhizium anisopliae*, *Bacillus thuringiensis*.

Control cultural

En general, el control de plagas en frijol no debe de hacerse en forma descontrolada. Los controles que se apliquen deben ir dirigidos a evitar el uso excesivo e innecesario de productos químicos que puedan contaminar y aumentar los costos de producción. El monitoreo y muestreo deben ser practicadas de forma rutinaria, antes de la siembra, durante y después de la misma. Una medida es enfocar los esfuerzos para fortalecer el desarrollo y utilización de variedades resistentes, sobre todo en áreas que cuenten con gran diversidad de materiales nativos y promisorios. Otras medidas a implementar son: selección adecuada de épocas de siembra para afectar los picos de población de las plagas, a pesar de que los picos de poblaciones de insectos pueden variar de un año a otro, por diversos factores bióticos o abióticos; la utilización de policultivos en asocio con coberturas vegetales u otros materiales. Otra opción sería intercalar cultivos, sin embargo, se debe de considerar el hecho de que la plaga(s) que se quiere controlar no se adapte o encuentre refugio en hospederos alternos o que tenga una gran capacidad de desplazamiento entre áreas de cultivo.

En el caso de Costa Rica se deben de identificar con mayor precisión las épocas o condiciones del año (lluviosa, seca) que favorecen las poblaciones y por lo tanto los incrementos de las mismas, así como su distribución en el campo. De esta forma se pueden conocer los factores bióticos (enemigos naturales) y abióticos (factores climáticos y prácticas agrícolas) involucrados en la distribución espacio-temporal de cada una de las plagas.

La producción de frijol en asocio con otros cultivos (maíz, caña de azúcar, yuca) se sabe que disminuyen considerablemente poblaciones de insectos al comparársele con plantaciones en monocultivo. Se ha determinado que el uso de ciertas coberturas (paja de arroz, malezas y desechos vegetales) por su color y capacidad reflectiva de luz afectan el comportamiento de *Empoasca kraemeri*. Para el manejo de la mosca blanca (*Bemisia tabaci*) y de muchas otras plagas, se incluyen la programación en las fechas de siembra, destrucción de rastrojos, una buena preparación del suelo, manejo de malezas, evitar zonas infestadas, uso de barreras vivas (hospederas alternas o trampa, con su respectivo manejo), fertilización alta en fósforo, cobertura al suelo. La rotación de cultivos es una medida poco efectiva, ya que muchos de los insectos asociados al frijol son polívoros y se alimentan de muchas plantas cultivadas.

Como medidas preventivas para el control de plagas en frijol almacenado, se debe iniciar con limpiezas generales de los lugares de almacenaje antes de ubicar los granos, además, manipular adecuadamente los sobrantes de la cosecha anterior, para evitar la contaminación del nuevo material. Se puede recurrir a la aplicación de algún producto insecticida adecuado para tal fin, aplicando sobre paredes y piso de la bodega. Se debe de considerar un adecuado manejo de la humedad y temperatura del lugar, evitando cambios bruscos de temperatura, controlar el ingreso de personas, material o equipo que venga del campo y que puede contaminar la bodega, favorecer la aireación y asegurarse la homogeneidad de la condición de secado del material, así como de la limpieza y pureza del mismo.

Control químico

Cuando otros métodos de control no logran reducir significativamente las poblaciones de artrópodos dañinos, se puede recurrir en última instancia al uso de insecticidas, como parte de un plan de manejo integrado. Previo un monitoreo o muestreo de la plaga, donde se determinen los niveles de población y el daño al cultivo, así como las épocas críticas, condiciones ambientales, áreas de aplicación (bordes, manchones o generalizada) y estado agronómico del cultivo, con lo que justifique el uso de estos productos químicos, para eliminar adultos, larvas, huevos y ninfas.

Todos los productos recomendados deben ser dosificados siguiendo las instrucciones del fabricante para su uso y aplicación, conforme lo indicado en la etiqueta del producto. Además, se debe de considerar que las poblaciones de artrópodos se ven influenciadas por diversos factores ecológicos, por lo que se debe hacer un uso racional de los productos, para garantizar el equilibrio ecológico y sostenible, la mínima contaminación y una disminución en los costos de producción.

X. Enfermedades y su combate

Carlos Manuel Araya Fernández

Pudrición de la raíz

Rhizoctonia solani Khun

Fusarium solani Snyder

Pythium spp

La pudrición de raíces es causada por un grupo de hongos fitopatógenos habitantes del suelo. El uso continuo de un terreno con el mismo cultivo favorece la presencia de los hongos causantes de mal del talluelo o pudriciones radicales. Los daños que ocasionan estos patógenos pueden llegar a reducir significativamente la germinación, la emergencia y el vigor de las plantas, con el consecuente efecto negativo sobre el rendimiento.

En general, el ataque de pudriciones radicales se manifiesta por la presencia de plantas pequeñas o amarillentas distribuidas en parches en el terreno. En época de escasa lluvia son las primeras plantas en mostrar marchitez. Cuando se les observa el sistema radical, este presenta lesiones que van desde desintegración acuosa de la raíz principal, hasta oscurecimiento de algunas partes de la raíz o chancros profundos de color pardo rojizo. En algunos casos el oscurecimiento se ubica internamente en los conductos vasculares. Daños severos a la raíz pueden causar la muerte de la planta.



Foto 18. Amarillamiento y marchitez típicas de daño de raíces

Estas enfermedades son favorecidas por terrenos mal drenados, que retienen exceso de humedad por períodos largos. Por esta razón, la principal medida de combate de las pudriciones radicales es la siembra en lomillo y construir drenajes eficientes. La rotación de cultivos con arroz o maíz es la medida preventiva más recomendable, sobre todo en aquellos terrenos donde las pudriciones radicales se han presentado regularmente en las siembras anteriores. También se recomienda el tratamiento de semilla con Captan, Benomil o Carboxin, de acuerdo con las dosis recomendadas para cada producto.

Mancha angular

Phaeoisariopsis griseola (Sacc.) Ferraris

Esta enfermedad está distribuida en todas las zonas productoras. Se ha observado que ataca en forma más severa en zonas de altitud media y alta, con temperaturas moderadas (entre 16 y 28°C, óptimo de 24 °C). En la última década ha alcanzado niveles epidémicos. En la actualidad no se cuenta con cultivares resistentes y se conoce que la variabilidad genética de las poblaciones en Costa Rica es alta.

Los síntomas de la mancha angular se presentan en hojas, tallos vainas. En las hojas, al inicio se observan manchas redondeadas de color gris, no mayores de 0,1 cm de diámetro, luego crecen y toman forma de figuras geométricas (angulares) delimitadas por las nervaduras, con borde definido y color café oscuro. En ataques severos las hojas se tornan amarillas y caen. En los pecíolos y tallos producen manchas elongadas de color café rojizo, con borde definido. En vainas las manchas son ovaladas o circulares, de color café rojizo, ocasionalmente con un borde más oscuro; en estos casos la enfermedad puede afectar las semillas y el hongo ser transmitido en ese órgano. Como signo característico de la mancha angular, *P. griseola* invariablemente produce pequeños bastoncillos de color gris (coremios) en el centro de las manchas.

La prevención y combate de la mancha angular se basa en el uso de semilla sana, rotación de cultivos, rotación de lotes, y la eliminación de residuos de cosecha. La aplicación de fungicidas debe efectuarse al inicio del ataque, como complemento de las anteriores medidas. Algunos productos recomendados son, Benomil (1,2 g/ l) y Mancozeb (2,4 g/ l), también se recomienda Azoxistrobina (0,1 kg/ ha)



Foto 19. Lesiones típicas de mancha angular

Falsa mancha angular

Aphelenchoides besseyi Christie

La falsa mancha angular del frijol es causada por el nematodo *Aphelenchoides besseyi*. Este es uno de los pocos nematodos que afectan partes aéreas de la planta, no solo en frijol, sino también en otros cultivos como arroz, fresa, pastos, y algunas malezas. Los síntomas de esta enfermedad son similares a los descritos anteriormente para la mancha angular, de ahí su nombre de falsa mancha angular.

La enfermedad se inicia como pequeñas manchas angulares oscuras, distribuidas uniformemente sobre la lámina foliar. Conforme la enfermedad avanza, esas manchas se unen y se concentran hacia la base de la hoja, cerca del punto de inserción del pecíolo. Esta concentración de las lesiones caracteriza y diferencia a la falsa mancha angular de su homóloga de origen fungoso.

El principal medio de diseminación de la enfermedad es el salpique de lluvia, que lleva los nematodos desde el suelo hacia las partes aéreas de la planta y dentro de ella. También se ha sugerido que el nematodo tiene la capacidad de moverse dentro y entre hojas. La sobrevivencia del organismo de una época de siembra a la siguiente es en los residuos de cosecha. No se ha detectado la transmisión del nematodo en la semilla.

La práctica de combate más eficiente es la rotación de cultivos; sin embargo, se debe evitar la rotación con arroz o pastos del género *Brachiaria* que también son hospedantes. En terrenos donde la incidencia de falsa mancha angular fue alta en la siembra anterior, y donde el riesgo de erosión es minimizado, se recomienda arar.



Foto 20. Síntomas iniciales de falsa mancha angular

Antracnosis

Colletotrichum lindemuthianum (Sacc. et Magn.) Scrib.

Esta enfermedad está ampliamente distribuida en las zonas altas y medias (superiores a 1000 msnm) con clima fresco (18-22 °C); en estas condiciones se presenta en forma epidémica durante épocas de lluvias fuertes. El país ya cuenta con variedades con resistencia intermedia al patógeno.

La antracnosis ataca todas las partes aéreas de la planta en cualquier estado de desarrollo de la planta. En las hojas se presentan lesiones alargadas y hundidas, de color café oscuro a lo largo de las venas en el envés de las hojas. Manchas similares aparecen en tallos y pecíolos, lo que causa el doblamiento de la planta o de los trifolios. En las vainas, las lesiones son circulares, hundidas, con el borde más oscuro y levantado; en el centro de estas lesiones se puede observar pequeñas estructuras de color salmón, que corresponden a la esporulación del hongo. La antracnosis también ataca las semillas, siendo este el principal medio de transmisión del patógeno.

En la región Brunca, se ha observado un aumento en la presencia de un síntoma de antracnosis en el que la necrosis de las nervaduras tiene un color rojizo más evidente sobre el haz de la hoja. El agente causal se identificó como *Colletotrichum dematium* y a la enfermedad se le conoce como antracnosis roja.

El hongo tiene alta capacidad de supervivencia en residuos de cosecha y en la semilla, los que representan la principal fuente de inóculo primario en el campo. La enfermedad se disemina eficientemente por el salpique de lluvia, o por trabajadores o animales que se movilizan dentro del campo cuando las hojas permanecen mojadas.

La medida de combate más efectiva es el uso de semilla sana o certificada, producida en época de verano con riego y protegida con fungicidas durante el ciclo del cultivo. El uso de variedades resistentes resulta en un buen manejo de la enfermedad. También es aconsejable la rotación por dos o tres años con otros cultivos que no sean leguminosas.

Las aplicaciones de fungicida, en forma preventiva, como la mezcla de Maneb y Clorotalonil alternada con Benomil ofrece buen combate. El momento más adecuado para el combate químico es durante prefloración y la formación de vaina.



Foto 21. Lesiones en venas primarias y secundaria causadas por antracnosis

Mustia hilachosa

Thanatephorus cucumeris (Frank) Donk

Es una de las enfermedades más importante del frijol en zonas con clima lluvioso, temperaturas de moderadas a altas (promedio 25-27 °C) y alta humedad relativa.

Los primeros síntomas aparecen en las hojas como pequeñas lesiones acuosas (con aspecto de quemadura) de forma irregular, de color gris a café, rodeada de un borde

oscuro. Bajo condiciones de alta humedad las lesiones en las hojas crecen, se unen, y pueden producir la quema total de la lámina foliar; a medida que el área infectada se expande, el micelio del hongo crece hacia otras partes de la planta y puede cubrir la planta entera, uniendo hojas, pecíolos, flores y vainas, con micelio que da el aspecto de telaraña. En este momento ocurre alta caída de hojas. El hongo causa en las vainas lesiones circulares de color café oscuro, con borde indefinido, rodeadas de un borde oscuro. Puede infectar la semilla.

T. cucumeris produce esclerocios para sobrevivir en el suelo. La enfermedad se inicia por el salpique de lluvia que arrastra micelio y esclerocios desde el suelo hasta las partes superiores de la planta. Las basidiósporas (fase sexual del hongo) también pueden causar infección al ser diseminadas por el viento, esta fase en Costa Rica no es frecuente. Sin embargo, en los últimos años se ha notado un aumento en la incidencia.

El combate de la mustia se debe enfocar hacia la prevención: uso de semilla sana, eliminación de residuos de cosecha, rotación de cultivos con cultivos no hospedantes, y el empleo de labranza mínima o el uso de coberturas del suelo para reducir el salpique causado por las lluvias. En Costa Rica los cultivares Guaymí, Bribri y Huetar han mostrado tolerancia a la mustia. En ataques moderados se recomienda el uso de fungicidas sistémicos; en ataques más severos el combate químico puede resultar muy costoso. Algunos fungicidas que han dado eficiente manejo de la mustia son: Benomil (2 g/l), y Azoxistrobina (0,1 kg/ha).



Foto 22. Lesiones de mustia hilachosa con crecimiento de filamentos entre hojas



Foto 23. Lesiones tipo ojo de gallo de mustia hilachosa

Roya

Uromyces phaseoli (Pers.) Ungers

Esta enfermedad es de importancia secundaria que afecta con mayor frecuencia cuando se siembra en época seca con altas temperaturas (17-27 °C). En Costa Rica la enfermedad no ha alcanzado niveles epifitóticos, probablemente debido a las condiciones ambientales poco favorables al patógeno en las regiones donde comúnmente se siembra frijol.

Los síntomas de la roya se presentan principalmente en las hojas; se inicia como pequeños puntos cloróticos o blanquecinos, a partir de los cuales se desarrollan los síntomas característicos: pústulas café rojizas, de tamaño variable, en las hojas. En variedades muy susceptibles a la enfermedad las pústulas presentan halo clorótico. Una infección severa puede causar defoliación prematura y causa reducción de rendimiento. El ataque en vainas es poco frecuente.

Las esporas de roya son fácilmente diseminadas a grandes distancias por el viento. Los residuos de cosecha y algunas malezas pueden albergar al hongo y servir luego de inóculo primario. Este hongo no se transmite por semilla.

La prevención de la roya se lleva a cabo mediante la eliminación de los residuos de la cosecha anterior y la rotación de cultivos. El combate químico es efectivo si se efectúa en las etapas iniciales de la enfermedad. En casos que el ataque de roya es muy intenso, se puede combatir con Mancozeb (2,4 g/ l) o con los productos específicos para esta enfermedad como son Oxicarboxín o Triadimefon, ambos de acción sistémica. Se ha encontrado buen efecto del funguicida Azoxistrobina (0,1 kg/ ha).



Foto 24. Puntos rojizos en lesiones de roya

Mildiu velloso*Phytophthora phaseoli* Thaxter

La enfermedad se presenta en zonas con temperaturas bajas y nubosidad. El hongo causa necrosis y retorcimiento de brotes jóvenes, flores y pecíolos, los que se cubren de un vello blanquecino algodonoso. Las partes afectadas generalmente se secan y quedan unidos al tallo. Cuando el ataque ocurre en las plantas jóvenes, se detiene el crecimiento y no hay producción. También afecta las vainas. La enfermedad se puede combatir con fungicida como Metalaxil (50 g/l).

Bacteriosis común*Xanthomonas axonopodis* (*Xanthomonas campestris* pv *campestris*)

La enfermedad se presenta en zonas inferiores a los 1 000 msnm, en un ámbito de temperatura de 20 a 28 °C y alta humedad. La bacteriosis común se presenta como manchas acuosas en el envés de las hojas, estas manchas crecen de forma irregular, se necrosan, y se rodean de un halo color amarillo limón. Los tallos y vainas también son susceptibles a la infección; se observan manchas pequeñas de apariencia acuosa que toman un color oscuro con bordes rojizos. Cuando la infección ocurre durante la formación de la vaina, las semillas se decoloran, se arrugan y pudren. La bacteria se transmite en la semilla y se localiza tanto en los tejidos internos como fuera sobre el tegumento.

La mejor práctica de combate de la bacteriosis común es utilizar semilla certificada libre del patógeno; además, es recomendable remojar la semilla en una solución de antibiótico (Agrimicin 2,5 g/ kg semilla) y rotación de cultivos. La mayoría de variedades comerciales son susceptibles a la enfermedad, por lo que se debe enfatizar en el uso de variedades que presenten reacción intermedia a la bacteria. Cuando la enfermedad aparece, se pueden utilizar fungicidas a base de cobre.



Foto 25. Lesión característica del tizón bacteriano

Virus del mosaico común (BCMV)

El virus del mosaico común del frijol es importante por su transmisión a través de semilla. Las variedades criollas nacionales son susceptibles. El virus se manifiesta en diversas condiciones agroecológicas con temperaturas entre 18 y 25 °C.

Inicialmente las hojas presentan un color verde oscuro intenso alrededor de las venas principales, así como un mosaico de áreas verde claro en el resto de la lámina foliar, las hojas se corrugan y presentan enrollamiento de los bordes hacia el envés. Las vainas son de menor tamaño y producen pocos granos. Las plantas adultas infectadas presentan enanismo, malformaciones, arrugamiento de órganos y marchitez. En zonas con temperaturas superiores a los 28 °C se puede presentar la cepa necrótica del virus, la que produce una reacción de hipersensibilidad que se manifiesta por muerte del tejido a partir de los trifolios. Las hojas más viejas comienzan a marchitarse y finalmente, la planta muere.

El BCMV se transmite en forma mecánica, por áfidos vectores o por semilla. La enfermedad se evita con el uso de semilla libre del virus, así como un combate eficiente de poblaciones del insecto vector. Las variedades criollas son todas susceptibles al virus, por lo que se recomienda utilizar variedades resistentes; la mayoría de las liberadas en los últimos 15 años son resistentes a este virus. Actualmente en Costa Rica se cuenta con variedades resistentes como Chirripo Rojo, Bribri, Cabécar, Telire, Brunca y Guaymí.

Virus del mosaico dorado amarillo (BGYMV)

El virus de mosaico dorado amarillo del frijol se ha observado en algunas plantaciones comerciales en las regiones Pacífico Seco y Brunca, particularmente donde las poblaciones de mosca blanca (*Bemisia tabaci*), vector del virus, son altas y la temperatura oscila entre 25 y 28 °C.

Al inicio las plantas infectadas presentan un mosaico verde amarillento tenue, que posteriormente se transforma en un amarillo dorado intenso, con las hojas enrolladas hacia el envés. Las vainas se deforman, producen semillas descoloridas y de menor tamaño. La enfermedad causa reducción del tamaño de la planta y del número de vainas. Las variedades más tolerantes presentan síntomas menos intensos y pueden recuperarse en etapas más avanzadas. Este virus no se transmite por semilla.

El manejo del BGYMV está enfocado hacia el combate químico de la mosca blanca, así como evitar siembras en zonas donde se cultiva simultáneamente otros cultivos hospedantes. Las variedades comerciales Chirripó Rojo, Cabécar y Telire han mostrado resistencia al virus. Otros cultivares promisorios poseen resistencia al virus.

Amachamiento

Virus del moteado clorótico del caupí (CCMV)

El amachamiento es un síndrome que se ha presentado en los últimos años en siembras comerciales y parcelas experimentales de frijol. Se detectó por primera vez a inicios de la década de los 90 en la Región Brunca, pero su incidencia y distribución geográfica ha aumentado significativamente desde esa época.

Las plantas con síntomas de amachamiento muestran un color verde más oscuro que las sanas, con guías anormalmente más largas, y grados variables de deformación de las hojas, principalmente la vena central. La producción de vainas, a veces deformes, es muy reducida o nula. En el campo, esta enfermedad se encuentra a menudo asociada con la falsa mancha angular.

El virus causante es transmitido por varias especies de vaquitas. En el campo la enfermedad se encuentra distribuida en focos o parches de diferente tamaño. No se ha detectado transmisión por semilla. La estrategia de combate busca reducir las poblaciones de insectos transmisores y malezas que pueden ser hospedantes alternos. Se recomienda la rotación con cultivos no hospedantes.



Foto 26. *Aspecto general de plantas amachadas*

XI. COSECHA Y ALMACENAMIENTO

Arranca

Se recomienda realizar la cosecha (o arranque) cuando se observe en la plantación lo siguiente:

- Las hojas están amarillas y más de la mitad han caído.
- Las vainas cambian de color, esto va a depender de la variedad.

Las plantas de arrancan y se amontonan en hileras con la raíz hacia arriba por dos o tres días mientras se secan para la aporrea o trilla. En algunos casos es necesario proteger el frijol de las lluvias. Para esto se puede utilizar un plástico que cubra los montones de frijol, formando una especie de rancho.

Para construir el rancho se requiere de un plástico agrícola de 6x6 ó de 6x7 m y de color negro. Además, se debe montar una tarima (elevada a 30 cm del suelo) con bambú o madera redonda, posteriormente coloque una cama hecha de hojas de palma o cualquier otro rastrojo disponible, pero asegúrese de que esté bien seco.

Como bases para elevar la tarima sobre el suelo puede utilizar troncos de madera, sacos con tierra o arena.



Foto 27. Caseta para proteger las plantas de frijol elaborado con plástico negro

Amontone las plantas sobre la tarima y forme un pilón, coloque las plantas con las raíces hacia adentro, asegúrese que estén bien secas. En los extremos del pilón ponga dos horquetas de 2 m de alto, sobre estas instale una vara para soportar el plástico, asegure la estructura al suelo con estacas y estabilícela con cuatro cuerdas tensoras. Coloque el plástico dejando un espacio de 30 cm entre éste y el suelo para permitir que circule el aire. Con esto se pretende aislar las vainas del suelo y así evitar la humedad. Se pueden construir de tres a cuatro ranchos por hectárea.

El plástico le da varias ventajas al agricultor: puede manejar más área de cultivo, reduce el riesgo de pérdidas por mal tiempo y el grano obtenido será de mejor calidad lo que significa mayor valor en el mercado.

No se recomienda el tipo montón ya que este sistema no permite la libre circulación del aire, además las plantas de frijol quedan en contacto con el plástico aumentando el tiempo de cocción debido a las altas temperaturas.

Aporrea o trilla

Con esta labor se procura separar el grano de la vaina. La aporrea o trilla puede hacerse manualmente, utilizando un manteado y golpeando con varillas las plantas o mecánicamente usando una trilladora accionada por tractor.



Foto 28. Trilla mecánica de frijol

Secado y limpieza

El método más frecuente de secado consiste en colocar los granos de frijol en manteados al sol hasta que éstos alcancen una humedad del 15%. Cuando el volumen de producción es mayor se utilizan secadoras que funcionan con leña, canfín o diesel, de diferente capacidad desde 20 hasta 250 qq.



Foto 29. Secadora de granos con capacidad de 20-24 quintales

La limpieza del grano juega un papel muy importante, debido a que le da mejor apariencia y por ende mayor precio de venta. Tradicionalmente se han utilizado zarandas para eliminar basura, terrones y piedras. Esta labor se realiza más efectivamente con máquinas limpiadoras de alta capacidad.

Almacenamiento

Se recomienda almacenar solamente el grano seco, fresco y limpio. Es recomendable hacerlo en silos metálicos o estañones para protegerlo del ataque de insectos, roedores y contaminantes.

Tradicionalmente se usan productos tales como ceniza, aceite, ajo y pimienta, pero si se utilizan en exceso pueden dar mala apariencia y deterioran la calidad del grano.

También se utiliza la pastilla de fosforo de aluminio (Fosfamina) a razón de 1 pastilla por 3 quintales, que aunque es muy efectiva, debe ser usada con asesoría de personal capacitado si se manipula inadecuadamente puede contaminar el medio y ser tóxico para personas y animales.

La introducción de Dióxido de Carbono (CO_2) al silo o estañón, es una alternativa económica, efectiva y de menor contaminación al medio ambiente, lo que se puede lograr siguiendo estas instrucciones:

- Fermente dentro de un neumático de llanta o una pichinga: caña de azúcar, banano, piña, etc. Agregue una cucharadita de levadura para ayudar a la fermentación.
- Conecte una manguera plástica del biodigestor al silo (donde están almacenados los frijoles) para llenarlo del gas (CO_2) que produce el fermento. Déjelo así por tres días.
- Retire la manguera y selle el hueco del silo. Mantenga así los frijoles durante un mínimo de dos semanas.

Mediante este método la venta del frijol se puede hacer más rápido ya que no hay que esperar a que pase la acción de un pesticida.

El silo metálico

El silo es una estructura metálica con forma cilíndrica, hecha de lámina galvanizada. Tiene una boca con tapa en la parte superior, la cual se usa para llenado, inspección y limpieza. Posee una boca pequeña con tapa en la parte inferior, la cual se usa para descarga del grano. La tapa puede ser sellada herméticamente para la fumigación. El silo debe colocarse sobre una tarima de madera.



Foto 30. Silo metálico con capacidad de 8 quintales

Se puede construir con capacidad desde 4 quintales hasta 30 quintales, dependiendo de las necesidades del agricultor. La vida útil del silo puede ser hasta 10 años.

Este tipo de silo es liviano, fácil de transportar, higiénico y seguro. El agricultor puede mantener por un periodo prolongado la calidad del grano, libre de daños, hongos, insectos, además se evita la contaminación y malos olores.

XII. Estructura de costos de frijol

Andrea Benach Sánchez

Cuadro 20. Detalle de los costos de frijol a espeque de la región Brunca

Rubro	Unidad	Cantidad	Precio/Unidad	Costo Total
Labores manuales			Colones ¢	258.974,57
Preparación de suelo	HH	32,29	1.150,85	37.161,03
Siembra y tratamiento semilla	HH	34,83	1.150,85	40.084,20
Abonada	HH	20,85	1.150,85	23.995,28
Herbicidas (con campana)	HH	24,58	1.150,85	28.287,96
Acarreo de agua	HH	22,29	1.150,85	25.652,51
Aplicación insecticidas y abono foliar	HH	20,73	1.150,85	23.857,18
Cosecha (arranca)	HH	33,75	1.150,85	38.841,28
Amontonado, tapado	HH	18,33	1.150,85	21.095,13
Trillado	HH	1	20.000,00	20.000,00
Insumos y materiales			colones ¢	222.258,27
Semilla	qq	0,51	48.174,50	24.328,12
Glifosato (Roud up)	1 gal	1	19.990,00	19.990,00
Tratamiento de Semilla (Marshall)	300 gr	1,33	4.808,33	6.411,11
Herbicida Quemante (Paraquat)	1 gal	1	12.661,67	12.661,67
Fertilizante siembra (10-30-10)	sacos	3	25.268,33	75.805,00
Herbicida selectivo (Fusilade)	250 cc	3,2	4.100,83	13.122,67
Caracolicida (Caracolex)	Bolsa 500 gr	5	1.443,33	7.216,67
Insecticida al follaje (Decis)	100 cc	1,75	2.698,33	4.722,08
Abono Foliar (algas)	litro	0,3	5.951,67	1.785,50
Fungicida (Amistar)	100 gr	1,90	12.971,67	24.662,12
Pega (Traspore)	litros	0,5	4.606,67	2.303,33
Plástico	6X6 (pieza)	3	9.750,00	29.250,00
Otros gastos			colones ¢	97.976,66
Alquiler	Ha	1	26.190,00	26.190,00
Transporte frijol a Centro de Acopio	qq	22	1.061,78	23.359,16
Transporte insumos	viaje	22	798,96	17.577,12
Transporte a San José	qq	22	777,17	17.097,74
Secado	qq	22	515,12	11.332,64
Sacos	saco	22	110	2.420,00
Gastos administrativos y de ventas		22	1.200	26.400,00

Tipo de cambio a ¢ 560 por dólar

XIII. Literatura consultada

- AMADOR M. D., ACOSTA E., ESCOBEDO J.S., GUTIÉRREZ R. 2004. Control de malezas con escardas y herbicidas preemergentes en frijol en Zacatecas. Folleto Científico No. 6: INIFAP. Centro de Investigación Regional Norte Centro. Campo Experimental Zacatecas. s.p.
- ALPÍZAR M. D. 1993. Aspectos básicos sobre las moscas blancas en énfasis en *Bemisia tabaci* y *Trialeurodes vaporariorum*. Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG). Dirección de Investigaciones Agrícolas. Dirección de Sanidad Vegetal, Dpto. Entomología, Comisión Nacional de Moscas Blancas. Boletín Divulgativo No. 112. San José, CR. 23 p.
- ÁLVAREZ N., McKEY D., HOSSAERT-McKEY M., BORN C., MERCIER L., BENREY B. Ancient and recent evolutionary history of the bruchid beetle, *Acanthoscelides obtectus* Say, a cosmopolitan pest of beans. *Molecular Ecology*. 14: 1015-1024.
- ARAYA R., HERNÁNDEZ, J.C. 1997. Chirripó Rojo (DOR-489s) nueva variedad de frijol liberada por el programa nacional de Costa Rica. XLII Reunión Anual del PCCMCA del 17 al 21 de Marzo. Panamá, Panamá. s.p.
- _____. 2003. Distribución agroecológica de enfermedades del frijol en Costa Rica. Manejo Integrado de Plagas y Agroecología (Costa Rica) N 68. pp. 23-33.
- _____. 2006. Guía para la identificación de las enfermedades del frijol más comunes en Costa Rica. San José, Costa Rica. 37 p.
- _____. 2006. Mejora genética participativa de la variedad criolla de frijol "Sacapobres". *Agronomía Mesoamericana* 17(3): 347-355.
- _____. 2007a. Protocolo para la producción local de semilla de frijol. Programa Colaborativo de Fitomejoramiento Participativo en Mesamérica. 44 p.
- _____. 2007b. Variedades de frijol de grano rojo obtenidas por Fitomejoramiento participativo en Costa Rica, 2000-2007. 20p.
- ARROYO L.A. 1990. Aspectos agroecológicos y zonificación del cultivo de palmito de pejibaye (*Bactris gasipaes* H.B.K.). San José, Costa Rica. SEPSA. 40 p.
- _____. 1997. Método de evaluación de tierras para cultivos anuales por medio del sistema de información geográfico: estudio de caso distrito de Upala. Costa Rica. s.p.
- ARROYO L., UGALDE M., MÉNDEZ R., SALAZAR V. 1996. Diagnóstico para la evaluación de tierras en la cuenca del río Aranjuez. Ministerio de Agricultura y Ganadería, Departamento de Suelos y Evaluación de Tierras. José, Costa Rica. 49 p.
- BURROUGH PA. 1986. Principles of geographical information systems for land resources assesment. Monographs on soils and resources survey. No. 12 Oxford University, New York, U.S.A. 194 p.
- BERTSCH, F. 1993. La estimación de los nutrimentos absorbidos por los cultivos como herramienta práctica en la dosificación de fertilizantes. En: XII Congreso Latinoamericano de la Ciencia del Suelo 1993. Sociedad Española de la Ciencia del Suelo.
- _____. 2003. Absorción de nutrimentos por los cultivos. 1° ed. Asociación Costarricense de la Ciencia del Suelo., San José, Costa Rica. 307 p.
- BERTSCH F., HERNÁNDEZ J.C., ARGUEDAS F., ACOSTA M. 2003. Curvas de absorción de nutrimentos en dos variedades, Bribri y Sacapobres, de frijol común de grano rojo. *Agronomía Costarricense* 27 (2): 75-81.
- BERTSCH F., RAMÍREZ F. 1997. Metodologías para afinar los programas de fertilización de los cultivos por medio del uso de curvas de absorción de nutrimentos. En: Memoria Jornadas de Investigación. San José. Vicerrectoría de Investigación. Universidad de Costa Rica. 183 p.
- COSTA RICA. MINISTERIO DE AGRICULTURA Y GANADERÍA. 1991. Aspectos técnicos sobre cuarenta cultivos agrícolas de Costa Rica. Boletín técnico No. 74. San José, Costa Rica. 560p. http://www.mag.go.cr/biblioteca_virtual_ciencia/tec_frijol.pdf.
- COSTA RICA. MINISTERIO DE AGRICULTURA Y GANADERÍA-INTA. 2002. Zonificación agro ecológica de diferentes tipos de uso de la tierra Departamento de Suelos y Evaluación de Tierras. Costa Rica. 104 p.
- COSTA RICA. MINISTERIO DE AGRICULTURA Y GANADERÍA-MIDEPLAN. 1995. Estudio climático para la zonificación agroecológica de las regiones Huetar Atlántica y Brunca (Escala 1:50000.CCT-IMN.44) mapas. Costa Rica. s.p.
- _____. 2000. Estudio de suelos y capacidad de uso de las tierras (escala 1:50000) para la zonificación agropecuaria de las Regiones Huetar Norte, Atlántica y Brunca).Tahal .Consulting Engineers LTD. Costa Rica. 44 p.
- COSTA RICA. MINISTERIO DE AGRICULTURA Y GANADERÍA-MIDEPLAN -CCT. 1994. Estudio de zonificación agropecuaria de la Región Pacífico Central. Escala 1:50.000. San José, Costa Rica. Vol. 2. Anexo 3 (145).

- HENRÍQUEZ R., PROPHETE E., ORELLANA C. 1995. Manejo agronómico del cultivo del frijol (*Phaseolus vulgaris* L.). Fascículo 5. CIAT. Cali, Colombia. 73 p.
- KOLNAAR R., HANSON P., JIMÉNEZ E. 1995. Identificación de los parasitoides de la mosca blanca *Bemisia tabaci* (Homoptera: Aleyrodidae) en Nicaragua. En: Resúmenes del II Congreso Centroamericano y del Caribe y III Costarricense de Entomología. San José, Costa Rica. 104 p.
- MACEIRA F.D. 2003. Las especies de la familia Veronicellidae (Mollusca, Soleolefera) en Cuba. *Revista Biología Tropical* 51(3): 453-461.
- MEDINA H., WOOD S.R. 1997. Evaluación económica de nuevas tecnologías agropecuarias. Multimercados. Zonificación agroecológica. Transferencia de tecnología. Proyecto IICA / BID. San José, Costa Rica. 55 p.
- MONGE L.A. 1994. Cultivo del frijol. Fascículo No. 4. Los cultivos básicos en Costa Rica. Universidad Estatal a Distancia (EUNED). San José, Costa Rica. 192 p.
- MORALES F.J., ARAYA C.M., HERNÁNDEZ J.C., ARROYAVE J.A., CUERVO M., VELASCO A., CASTAÑO M. 1999. Etiología del "amachamiento" del frijol común en Costa Rica. *Manejo Integrado de plagas* (Costa Rica). No 52 pp: 42-48.
- ROSAS J.C., BEAVER J.S., ALAMEDA-LOZANA M., ESCOTO D., HERNÁNDEZ J.C., ARAYA R. 2005. Registration of "Carrizalito" Small Red Bean. *Crop Science* 45: 2656-2657.
- ROSAS J.C., BEAVER J.S., ESCOTO D., PÉREZ C.A., LLANO A., HERNÁNDEZ J.C., ARAYA R. 2004. Registration of "Amadeus 77" Small Red common Bean. *Crop Science*. 44: 1867-1868.
- ROSAS J.C., HERNÁNDEZ J.C., ARAYA R. 2003. Registration of "Bribri" Small Red Bean (race Mesoamericana) *Crop Science of América* 43:430-431.
- ROSSITER D.G. 1994. Sistema automatizado para la evaluación de tierras ALES, versión 4. Manual para usuarios. Cornell University, Department of Soil, Crop and Atmospheric Sciences, New York. Estados Unidos. 200 p.
- OSPINA H.F. 1981. Principales insectos que atacan el grano de frijol almacenado y su control. 2 ed. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). Cali, CO. 34 p.
- OSPINA H.F., CARDONA M.C., VAN SCHOONHOVEN A., GARCÍA J.E., FLOR A.C. 1980. El lorito verde (*Empoasca kraemeri* Ross y Moore) y su control. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). Cali, Colombia. 44 p.
- PICADO J.L., RAMÍREZ M.F. 1998. Guía de agroquímicos. Desarrollo y registro de agroquímicos. Agrocontinental. San José, Costa Rica. 392 p.
- RODRÍGUEZ C. 1989. El control de la babosa. Boletín Divulgativo No. 92. Ministerio de Agricultura y Ganadería. San José, Costa Rica. 10 p.
- RODRÍGUEZ C., RODRÍGUEZ C., GRANADOS G., BONILLA N., CERVANTES J.F., AMADOR P.R., CARVALLO M. 1991. El "minador de las hojas", *Liriomyza* sp. Comité técnico de *Liriomyza*. Boletín Divulgativo No. 97. Ministerio de Agricultura y Ganadería, Centro Agronómico Tropical de Enseñanza (CATIE), Universidad de Costa Rica, Sanidad Vegetal, GTZ. San José, Costa Rica. 20 p.
- SÁNCHEZ P. 1995. Evaluación preliminar de la resistencia a gorgojos (*Zabrotes subfasciatus*) (Coleoptera: Bruchidae) en una colección de frijol Mesoamericano. En: Resúmenes del II Congreso Centroamericano y del Caribe y III Costarricense de Entomología. San José, Costa Rica. 104 p.
- SANDOVAL B., HERNÁNDEZ J.C. 2002. Estudio sobre el grado de preferencia por variedades de frijol rojo. En *Memorias del VI Taller Anual de Resultados de Investigación y Transferencia de Tecnología*. 23-28 p.
- SAUNDERS J.L., COTO D.T., KING A.B.S. 1998. Plagas invertebradas de cultivos anuales alimenticios de América Central. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE). Manual Técnico No. 29. Turrialba, Costa Rica. 305 p.
- SERVICIO NACIONAL DE SANIDAD AGRARIA (SENASA). 2005. Guía para el control de "babosas" (Mollusca: Gastropoda) en el Perú. Ministerio de Agricultura. 9 p.
- SIFUENTES J.A. 1981. Plagas del frijol en México. Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos. Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas. Folleto Técnico No. 78. Chapingo, México. 28 p.
- VARGAS E. 1991. Frijol: *Phaseolus vulgaris* L. Leguminosae. Comisión Nacional de Investigación y Transferencia de Tecnología Agropecuaria (CONITA). Serie ITTA No. 6. Ministerio de Agricultura y Ganadería – Universidad Estatal a Distancia (MAG-UNED). San José, Costa Rica. 23 p.
- VAN SCHOONHOVEN A., GÓMEZ L.A., VALDERRAMA R. 1982. Descripción y daños de las plagas que atacan el frijol. 2 ed. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). Cali, Colombia. 32 p.
- VOEGTLIN D., VILLALOBOS W., SÁNCHEZ M.V., SABORÍO G., RIVERA C. 2003. Guía de los áfidos alados de Costa Rica. *Revista de Biología Tropical*. San José, Costa Rica 51(2): 1-214.

- COSTA RICA. MINISTERIO DE AGRICULTURA Y GANADERÍA-MIRENEM. 1995. Metodología para la determinación de la capacidad de uso de las tierras de Costa Rica. San José, Costa Rica. 59 p.
- COTO D., SAUNDERS J.L., VARGAS S., KING A.B.S. 1995. Plagas invertebradas de cultivos tropicales con énfasis en América Central: un inventario. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE). Manual Técnico N. 12. Turrialba, Costa Rica. 66 p.
- DE LA CRUZ R., AMPONG-NYARKO R., LABRADA R., MERAYO A. 1996. Capítulo 14. Manejo de malezas en leguminosas y hortalizas. Manejo de malezas en leguminosas: Frijol, Soya, Cauí. En: Manejo de malezas para países en desarrollo (Estudio FAO Producción y Protección Vegetal). Producido por el Departamento de Agricultura (en línea). Disponible en <http://www.fao.org/docrep/t1147s>
- DELL'ORTO T.H., ARIAS C.J. 1985. Insectos que dañan granos y productos almacenados. Oficina Regional de la FAO para América Latina y el Caribe. Santiago, Chile. 142 p.
- DENT D., YOUNG A. 1981. Soil survey and land evaluation. George Allen and land use planning. London, England. s.p.
- DOLL J. 1983. Manejo y Control de las Malezas en el cultivo del Frijol. Guía de Estudio. CIAT. Cali, Colombia. 71 p.
- FOOD ALIMENTATION ORGANIZATION 1976. A framework for land evaluation. soils. Bulletin 32. Rome, Italy. 79 p.
- FAO 1977. Crop water requirements. FAO Irrigation and Drainage Paper 24. Rome, Italy. sp.
- _____. 1983. Guidelines: land evaluation form rainfed agricultures. Soils Bulletin 52. Rome, Italy. 237 p.
- _____. 1985. Directivas: Evaluación de tierras para la agricultura en secano. Boletín de Suelos No. 52. Rome, Italy. 228 p.
- _____. 1994 4b. ECOCOPRI. The adaptability level of the FAO crop Environmental requirements database. Ver evaluación de tierras para la agricultura en secano. Boletín de suelos No. 52. Rome, Italy. 228 p.
- _____. 1997. Zonificación Agroecológica. Boletín de suelos No. 73. Rome, Italy. 82 p.
- FLORES G., HERNÁNDEZ J.C., ACOSTA M., MONTERO M. 1999. Análisis económico de la utilización de inoculante biológico (*Rhizobium* sp) en frijol común, en la Región Brunca, Costa Rica. Agronomía Mesoamericana 10(2):37-41.
- GÁMEZ R. 1972. Los virus del frijol en Centroamérica II. Algunas propiedades y transmisión por crisomélidos del Virus del mosaico rugoso del frijol. Turrialba. 22(3): 249-257.
- GUTIÉRREZ M.V., HERNÁNDEZ J.C., ARAYA R., VEGA J., UREÑA D., CHAVES N. 2008. Almacenamiento y secado temporal de frijol en el campo, para agricultores de pequeña escala. En: Memorias del 54 Reunión Anual del PCCMCA. San José, Costa Rica. Del 14 al 18 de abril 2008. 353 p.
- HAINES C.P. 1991. Insects and arachnids of tropical stored products: their biology and identification. A training manual. 2 ed. Natural Resources Institute (NRI). Southampton, UK. 246 p.
- HANSON P., GAULD I.D. 1995. The hymenoptera of Costa Rica. Oxford Science Publications. The Natural History Museum. Londo, UK. 893 p.
- HERNÁNDEZ J.C., ARAYA R., GONZÁLEZ W. 1999. Diagnóstico de la actividad productiva del frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) en la región Brunca de Costa Rica: Cosecha 1995-1996. Agronomía Mesoamericana 10(2):75-84.
- HERNÁNDEZ J.C., ARAYA R. 2000. Bribrí: variedad de frijol de grano rojo. Informe técnico de la variedad Bribrí para su inscripción en el Registro de Variedades Comerciales de la Oficina Nacional de Semillas. San José, Costa Rica. 23 p.
- _____. 2002. Variedades de frijol grano rojo liberadas en Costa Rica, período 2000-2004. San José, Costa Rica. Imprenta Nacional, San José, Costa Rica. 6 p.
- _____. 2003a. Nueva estrategia de manejo de malezas en frijol. Universidad de Costa Rica, Instituto Nacional de Innovación y Transferencia en Tecnología Agropecuaria, Fundecooperación. Alajuela, Costa Rica. Hoja plegable. 1 p.
- _____. 2003b. Cabécar, variedad de grano rojo para Costa Rica. En: VII Taller Anual de Resultados Investigación y Transferencia de Tecnología. Programa de Investigación y Transferencia de Tecnología Agropecuaria – frijol (PITTA frijol) San José, Costa Rica. 21-28 p.
- _____. 2004. Telire: Variedad de de frijol de grano rojo. Informe técnico de la variedad Telire para su inscripción en el Registro de Variedades Comerciales de la Oficina Nacional de Semillas. San José, Costa Rica. 25 p.
- _____. 2006. Gibre y Curré: dos nuevas variedades de frijol de grano rojo. Informe técnico de la variedad Gibre y Curré para su inscripción en el Registro de Variedades Comerciales de la Oficina Nacional de Semillas. San José, Costa Rica. 28 p.
- HERNÁNDEZ J.C., ARAYA R., MORALES A. 2001. Bribrí, nueva variedad de frijol rojo pequeño para Costa Rica. Agronomía Mesoamericana. 12(1):15-23.
- HERNÁNDEZ J.C., ELIZONDO F. 2006. Estudio sobre la adopción de variedades mejoradas de frijol en las principales zonas productoras de frijol de la Región Brunca de Costa Rica. Agronomía Mesoamericana 17(3): 357-367.
- HERRERA F.A. 2002. Manejo del rastrojo, las malezas y el arroz voluntario en un sistema de rotación frijol-arroz. Tesis Ph. D. Sistemas de Estudios de Posgrado. Doctorado en Sistemas de Producción Agrícola. Universidad de Costa Rica. 182 p.