



**INSTITUTO DE
INVESTIGACION
AGROPECUARIA DE PANAMA**

EXPERIENCIA DE IMPLEMENTACIÓN DE SISTEMAS DE AGRICULTURA PARA ESTABLECIMIENTOS AGROPECUARIOS



El Instituto de Investigación Agropecuaria de Panamá (IDIAP) fue creado por la ley No. 51 del 28 de agosto de 1975. Es una entidad estatal que norma todas las actividades de investigación agropecuaria del sector público y tiene como objetivos principales aumentar la producción y productividad, así como el nivel de ingreso de los productores agropecuarios, con énfasis en los pequeños productores. Es un órgano de consulta del Estado en la formulación y aplicación de políticas científicas y tecnológicas agropecuarias y sirve como organismo de apoyo a la enseñanza y capacitación técnica a todos los niveles del sector agropecuario.

Rodríguez Q., Emigdio

Manual Técnico para el Manejo Integrado del Cultivo de Frijol Común o Poroto (*Phaseolus vulgaris* L.) en el Sistema de Mínima Labranza. Por: Emigdio Rodríguez Q.; Edwin Lorenzo; Rubén De Gracia; Gladys González D.; Francisco González. Panamá. Instituto de Investigación Agropecuaria de Panamá, 1997.

75 p. ilus. (Cuadros y fotos)

1. Porotos - Panamá I. De Gracia, R. II. González, F. III. González, G. IV. Lorenzo, E. V. Panamá. VI. IDIAP VII. t.

 **INSTITUTO DE
INVESTIGACION
AGROPECUARIA DE PANAMA**

Manual Técnico

**del Manejo Integrado del cultivo
de Frijol Común o **Poroto**
(*Phaseolus vulgaris* L.) en el
Sistema de Mínima Labranza.**

Emigdio Rodríguez Q.

Edwin Lorenzo H.

Rubén De Gracia

Gladys González D.

Francisco González

Panamá, 1997

JUNTA DIRECTIVA

Ing. Carlos Sousa Lennox
Ministro de Desarrollo Agropecuario
Presidente

Ing. Olmedo Espino
Gerente General del Banco
de Desarrollo Agropecuario
Miembro

Dr. Diógenes Cordero
Decano de la Facultad
de Ciencias Agropecuarias
Miembro

Ing. Omar Chavarría De G.
Director General IDIAP
Secretario

CUERPO DIRECTIVO

Ing. Omar Chavarría De G.
Director General

Lic. Didio F. Carrizo
Sub-Director General

Dr. Manuel De Gracia
Director Nacional de
Investigación Pecuaria

Ing. José A. Yau
Director Nacional de
Investigación Agrícola

Lic. Emérita del C. de Polo
Directora Nacional de
Prueba y Transferencia

Ing. Julio Santamaría G.
Director Nacional de
Planificación

Lic. Odila M. Jaramillo S.
Director Nacional de
Administración y Finanzas

PRESENTACIÓN

Luego de 20 años de laborar en el cultivo de poroto es halagador para el Instituto de Investigación Agropecuaria de Panamá, presentar el Manual Técnico para el Manejo Integrado del Cultivo de Poroto que recoge toda la información generada en Panamá.

La generación de la tecnología que presenta este documento ha sido un esfuerzo del IDIAP, con el apoyo técnico y financiero de instituciones de la región, tales como el Centro Internacional Cooperativo de Frijol para Centroamérica, México y El Caribe (PROFRIJOL) que cuenta con el financiamiento de la Corporación Suiza para el Desarrollo (COSUDE). Este documento refleja el esfuerzo de un grupo de técnicos de la institución quienes han trabajado con ahínco hasta obtener las recomendaciones que se ponen a disposición de los técnicos agrícolas del Sector y de la empresa privada.

Se agradece la colaboración de PROFRIJOL y COSUDE para el financiamiento parcial de este documento.

DEDICATORIA

A la memoria del Ing. Santander Jaramillo (q.e.p.d.), gestor del Manejo Integrado del Cultivo en el IDIAP y a quien agradecemos todo el apoyo brindado a la coordinación del Proyecto de Frijol en Panamá.

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	1
Morfología y fases de desarrollo del Frijol común o Poroto (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.)	2
Etapas de desarrollo en la planta de Poroto	6
Requerimientos nutricionales para el crecimiento de Poroto	12
Manejo Integrado del cultivo de Poroto en mínima labranza	13
♦ Selección de cultivares de Poroto	15
♦ Selección y preparación del terreno en mínima labranza	17
♦ Método de siembra en mínima labranza	17
♦ Distancia de siembra	18
♦ Manejo de la fertilización en el cultivo de Poroto	18
♦ Manejo de malezas en el cultivo de Poroto	24
♦ Descripción de algunas malezas importantes en el cultivo de Poroto	29
♦ Manejo Integrado de Insectos en el cultivo de Poroto	41
♦ Plagas de acuerdo con las etapas fenológicas del cultivo de Poroto	44
♦ Plagas de las raíces (V0)	44
♦ Plagas desde el estado de plántulas hasta floración (V1 emergencia a R6)	45
♦ Plagas durante la floración y formación de vainas (R6-R7)	51
♦ Plagas desde la madurez fisiológica a la cosecha y almacenamiento (R9)	52
♦ Monitoreo e identificación de insectos en el campo	56
♦ Manejo de enfermedades en el cultivo de Poroto	62
♦ Principales enfermedades del cultivo de Poroto causadas por hongos	64
♦ Mustia hilachosa (<i>Thanatephorus cucumeris</i> Frank (Donk))	64
♦ Roya (<i>Uromyces appendiculatus</i>)	66
♦ Mancha angular (<i>Phaeoisariopsis griseola</i>)	67
♦ Mosaico Dorado (BGMV)	68
♦ Cosecha	69
♦ Manejo Post-cosecha	70
♦ Síntesis del Manejo Integrado del cultivo de Poroto	72
♦ Costo de Producción	72
Literatura Citada	74

MANUAL TÉCNICO

para el Manejo Integrado del Cultivo de Frijol Común o Poroto en el Sistema de Mínima Labranza

Emigdio Rodríguez Q¹; Edwin Lorenzo H²; Rubén De Gracia³;
Gladys González D.⁴; Francisco González⁵

El frijol común conocido en Panamá como poroto, se cultiva desde 1940, cuando el agricultor de Caisán "regaba el frijol y regresaba a la cosecha". Los primeros datos oficiales de producción se reportan en 1975, cuando se cultivaron 960 hectáreas que produjeron 304.37 TM, con rendimiento promedio de 6.98 qq/ha (Acosta, 1994).

En 1982, se registró un ligero incremento en el rendimiento promedio nacional con 10.91 qq/ha; en 1994, el rendimiento promedio nacional fue de 20 qq/ha con una producción de 4,409 TM de poroto en 4,850 ha (Rodríguez y col., 1995).

En la producción de poroto participan 2,168 productores de la provincia de Chiriquí, de las áreas de Caisán (25.36%), San Andrés (30.90%), Río Sereno (31.13%), Bugaba (7.42%) y Potrerillos (4.45%). Otras áreas potenciales de producción de este rubro en Panamá son: Santa Fé, Veraguas; Las Minas, Herrera; Cerro Canajagua, Los Santos; Cerro Campana, Panamá, y El Valle de Antón, Coclé.

El manejo del cultivo de poroto necesita considerar el agroecosistema completo y comprender las múltiples interacciones y procesos que resultan en los problemas de plagas y enfermedades que se encuentran para este cultivo.

Con el nuevo enfoque en "Manejo Integrado del Cultivo" estos componentes se combinan para ofrecer una tecnología apropiada, donde el agricultor logra mayores índices de productividad, sin afectar al medio ambiente.

El manejo integrado del cultivo de frijol poroto es la secuencia de razonamientos lógicos, basados en monitoreos sistemáticos, para la toma de decisiones de manejo de suelos, agua, plagas y enfermedades en una ecología determinada, para optimizar fases y etapas de desarrollo de la planta de poroto, y garantizar altos rendimientos, disminución de costos y un mínimo daño al ambiente (Rodríguez y col., 1997).

Este manual pretende proporcionar al técnico agrícola las herramientas para diagnosticar cualquier problema que se presente en campo y recomendar al agricultor alguna solución. En la primera parte del Manual, se presenta una descripción de la morfología, fisiología y etapas de desarrollo del cultivo de poroto. El propósito es contribuir a un mayor conocimiento de la planta de poroto como auxilio en el reconocimiento de problemas y elementos de apoyo en la formulación de recomendaciones.

En la segunda parte, el Manual incluye información sobre variedades, y manejo agronómico en general, la cual ha sido generada en gran parte por los investigadores del Programa Nacional de Frijol del IDIAP.

1 Ing. Agr., M.C. en Fitomejoramiento, Coordinador del PIMIC de Frijol, Subcentro de Caisán, CIAOC, IDIAP.

2 Ing. Agr., Investigador Agrícola, Subcentro de Caisán, CIAOC, IDIAP. (hasta abril de 1997)

3 Ing. Agr., M.C. en Suelos, Coordinador del PIMIC de Cebolla, Subcentro de Boquete, CIAOC, IDIAP.

4 Ing. Agr., M.S. en Entomología, Coordinadora del PIMIC de Arroz de Secano Favorecido, Subcentro de Alanje, CIAOC, IDIAP.

5 Agr., Asistente de Investigación, Subcentro de Caisán, CIAOC, IDIAP.

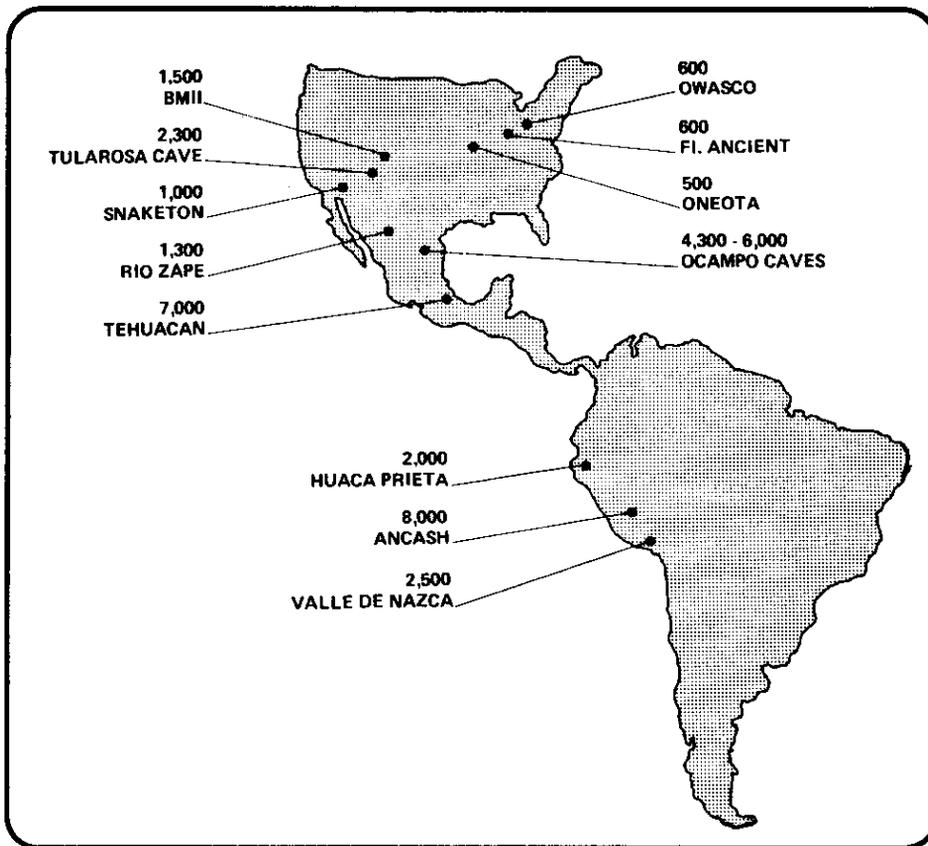


FIGURA 1. Antigüedad (años) y localización de los hallazgos arqueológicos de *Phaseolus vulgaris* L. (CIAT, 1985).

importantes, por su amplia distribución en los cinco continentes, y por ser un complemento nutricional indispensable en la dieta alimenticia, principalmente en Centro y Sur América. El centro de origen, o al menos, el centro de diversificación primaria que los botánicos han aceptado ha sido México (Debouck, 1985).

El cultivo de poroto es considerado como uno de los más antiguos. Hallazgos arqueológicos en México y Sudamérica indican que el poroto era conocido desde hace 5,000 años A. C. (Figura 1).

La planta de poroto es anual, herbácea, intensamente cultivada desde el trópico hasta las zonas templadas, aunque esta planta no soporta las heladas.

En el desarrollo y evaluación de las tecnologías, se ha contado con el apoyo científico del Centro Internacional de Agronomía Tropical (CIAT) y la colaboración financiera de la Cooperación Suiza para el Desarrollo (COSUDE) a través del Programa Cooperativo Regional de Frijol (PROFRIJOL).

De esta manera, se pone al alcance de los técnicos y extensionistas la información actualizada sobre el Manejo Integrado del cultivo de Frijol Común o Poroto y contribuir a resolver los problemas de producción que se presentan en el campo.

Generalmente, se cultiva para obtener las semillas, con un alto contenido de proteínas, alrededor de 22% y más (dependiendo de la especie y la variedad).

Las semillas pueden ser consumidas tanto inmaduras como secas; en Panamá se acostumbra consumirlas secas, y en algunos países, especialmente África, consumen las hojas.

CONCEPTOS BÁSICOS DE HÁBITOS DE CRECIMIENTO

Un aspecto de fundamental importancia para el manejo integrado del cultivo de poroto es el hábito de crecimiento, ya que una planta de hábito Tipo I es distinta morfológicamente a una planta de hábito Tipo IV, y las prácticas de manejo son diferentes.

MORFOLOGÍA Y FASES DE DESARROLLO DEL POROTO
(*Phaseolus vulgaris* L.)

Dentro de las leguminosas comestibles, el frijol común o poroto es una de las más

El hábito de crecimiento se define como la expresión fenotípica de la planta de poroto, que manifiesta el desarrollo de caracteres morfológicos distintos entre los diversos tipos de crecimiento (vegetativo o floral) de las ramas y tallo de la planta, que no son influenciados por el medio ambiente.

Los principales caracteres que determinan el hábito de crecimiento son:

- a. Tipo de desarrollo de la parte terminal del tallo: determinado o indeterminado.
- b. Número de nudos.
- c. Longitud de los entrenudos, y la altura de la planta.
- d. Distribución y longitud de los entrenudos a lo largo del tallo, lo cual determina la aptitud para trepar, y el grado y tipo de ramificación.

Es necesario incluir el concepto de "guía" que es la parte del tallo o ramas que sobresalen por encima del follaje del cultivo (Debouck, 1985).

El CIAT (1985) describe las características de los diferentes hábitos de crecimiento, los cuales se resumen a continuación.

TIPO I: HÁBITO DE CRECIMIENTO DETERMINADO ARBUSTIVO (Figura 2).

Las plantas de poroto con el hábito de crecimiento Tipo I muestran las siguientes características:

1. El tallo y las ramas terminan en una inflorescencia desarrollada. Cuando esta inflorescencia está formada, el crecimiento

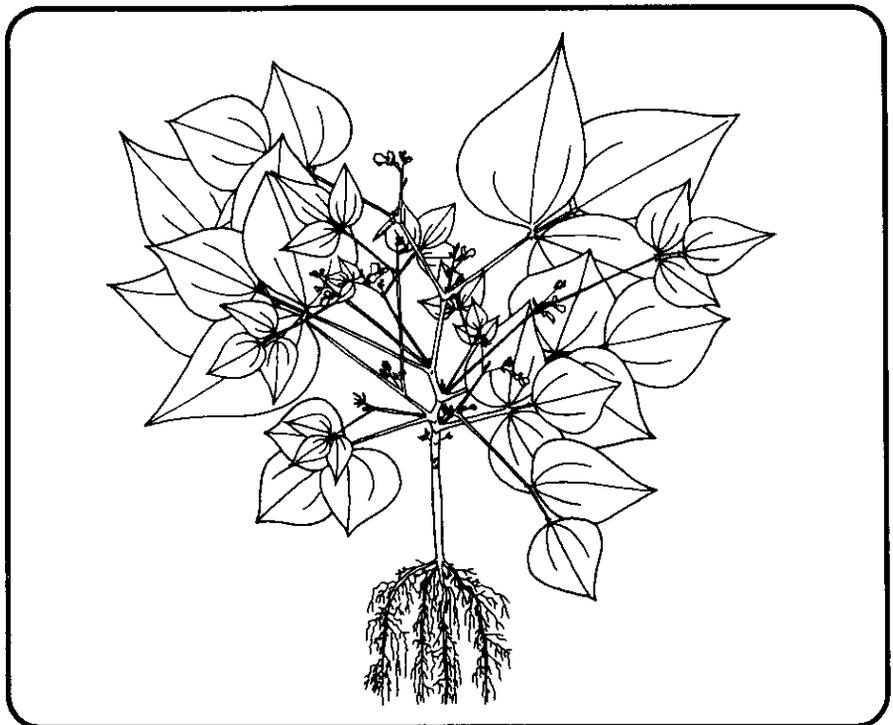


FIGURA 2. Esquema de una planta de hábito de crecimiento determinado arbustivo, Tipo I (CIAT, 1985).

- del tallo y de las ramas generalmente se detiene.
2. En general, el tallo es fuerte, con un bajo número de entrenudos, de 5 a 10, comúnmente cortos.
3. La altura puede variar entre 30 y 50 cm; sin embargo, hay casos de plantas enanas (15 a 25 cm).
4. La etapa de floración es corta y la madurez de todas las vainas ocurre casi al mismo tiempo.
5. Existe una variación dentro del hábito de crecimiento determinado, en la cual los entrenudos son más largos, pueden ser más numerosos (más de ocho), en algunos casos, con aptitud trepadora.

TIPO II: HÁBITO DE CRECIMIENTO INDETERMINADO ARBUSTIVO (Figura 3).

Las características que imperan en este tipo de planta son:

1. Tallo erecto sin aptitud para trepar, aunque termina en una guía corta. Las ramas no producen guías.
2. Pocas ramas, pero en un número superior al Tipo I y generalmente cortas con respecto al tallo.
3. El número de nudos del tallo es superior al de las plantas del Tipo I; generalmente más de 12.
4. Como todas las plantas de hábito de crecimiento indeterminado, éstas continúan creciendo durante la etapa de floración, aunque a un ritmo menor.

TIPO III: HÁBITO DE CRECIMIENTO INDETERMINADO POSTRADO (Figura 4).

Las características más sobresalientes de las plantas de hábito de crecimiento Tipo III son:

1. Plantas postradas o semipostradas con ramificación bien desarrolladas.
2. La altura de las plantas es superior a las de Tipo I y Tipo II (generalmente mayor de 80 cm).
3. Lo anterior se debe a que el número de nudos del tallo, y de las ramas es superior al de los Tipos I y II; y el tallo y las ramas terminan en guías.
4. El desarrollo del tallo y el grado de ramificación originan variaciones en la arquitectura del Tipo III. Algunas plantas son postradas desde las primeras etapas de la fase vegetativa. Otras son arbustivas hasta prefloración y luego son postradas. Dentro de estas variaciones, se presenta la aptitud trepadora, especialmente si las plantas cuentan con algún soporte, y suelen llamarse semitrepadoras.



FIGURA 3. Esquema de una planta de hábito de crecimiento indeterminado arbustivo, Tipo II (CIAT, 1985).



FIGURA 4. Esquema de una planta de hábito de crecimiento indeterminado postrado, Tipo III (CIAT, 1985).

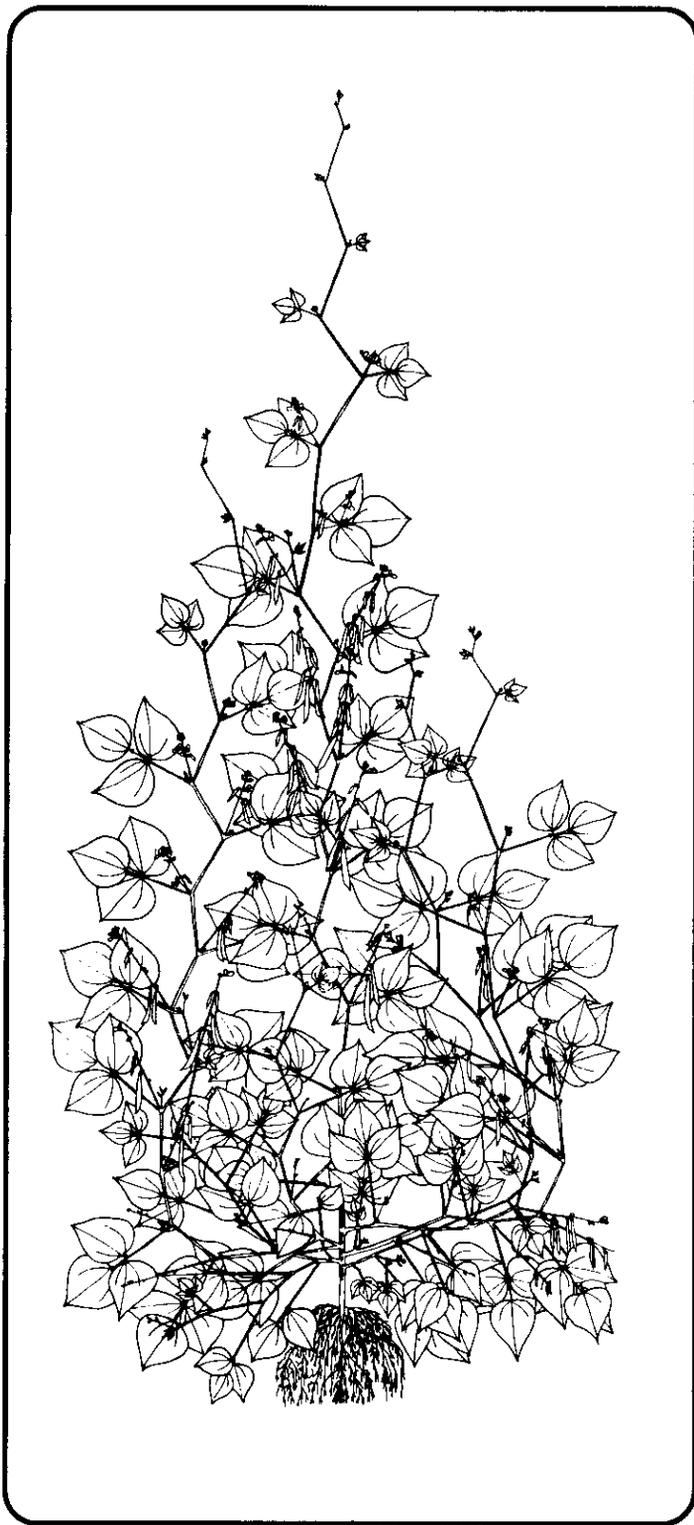


FIGURA 5. Esquema de una planta de hábito de crecimiento indeterminado trepador, Tipo IV (CIAT, 1985).

TIPO IV: HÁBITO DE CRECIMIENTO INDETERMINADO TREPADOR (Figura 5).

Se considera que las plantas de este tipo son las del típico poroto trepador, y se utiliza en la asociación maíz - poroto.

El Tipo IV presenta las siguientes características:

1. A partir de la primera hoja trifoliada, el tallo desarrolla una doble capacidad de torsión, que se traduce en habilidad trepadora.
2. Ramas poco desarrolladas debido a la dominancia apical.
3. El tallo posee de 20 a 30 nudos, y alcanza más de dos metros de altura con un soporte adecuado.
4. La etapa de floración es significativamente más larga que las de los otros tipos, de manera que en la planta se presentan las etapas de floración, formación de vainas, llenado de vainas y maduración al mismo tiempo.

En general, las plantas de hábito de crecimiento Tipo I alcanzan la madurez fisiológica entre 67 y 83 días; las de Tipo II, entre 83 y 87 días; las de Tipo III, entre 93 y 100 días, y las de Tipo IV, entre 98 y 110 días. Esto indica que, dependiendo del hábito de crecimiento, variarán las recomendaciones técnicas para el manejo del cultivo.

Las variedades que se cultivan en Panamá son, en su mayoría, de hábito de crecimiento Tipo I, determinado arbusitivo, con variaciones en los días a la madurez fisiológica y en el grado de resistencia a la mustia hilachosa.

ETAPAS DE DESARROLLO EN LA PLANTA DE POROTO

Las diferentes etapas de desarrollo en la planta de poroto se distinguen por los cambios morfológicos que marcan el proceso de una etapa a otra.

Hasta el momento se conoce, con bastante aproximación, que los factores climáticos, edáficos y bióticos, afectan el rendimiento de la planta de poroto por unidad de superficie. Sin embargo, se desconoce cómo afectan estos factores la morfología de la planta (Fernández, 1985); existen variedades de poroto que demoran 28 días para iniciar su floración, mientras que otras tardan hasta 99 días, situación que dependerá del hábito de crecimiento, de la temperatura, de la precocidad y del clima.

Existen evidencias que indican necesidades diferentes de fertilizante nitrogenado según el tipo de hábito y la etapa de desarrollo del cultivo. Igualmente, el manejo de las plagas y enfermedades más comunes en este

cultivo variará, dependiendo de la etapa de desarrollo en que se encuentre la planta, del clima, y de la precocidad de la planta.

ETAPAS DE DESARROLLO

Existen 10 etapas que conforman la Escala de Desarrollo de la planta de poroto, delimitadas por eventos fisiológicos importantes en el proceso.

El Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT, 1985) ha señalado que en el frijol común existen dos fases de desarrollo: La Fase Vegetativa, y la Fase Reproductiva.

En la Figura 6 se ilustran estas etapas, donde se identifica la fase vegetativa con V y los números del 0 al 4; y la fase reproductiva, con R y los números del 5 al 9.

◆ FASE VEGETATIVA ◆

Se inicia cuando se le brinda a la semilla las condiciones para la germinación, y termina cuando aparecen los primeros botones florales en las variedades de hábito de crecimiento

V0	V1	V2	V3	V4	R5	R6	R7	R8	R9
Fase Vegetativa					Formación de estructuras vegetativas				
Siembra					Fase Reproductiva				
					1er. botón floral o 1er. racimo				
<p>V0= Germinación; V1=Emergencia; V2=Hojas Primarias; V3=1ª Hoja Trifoliada; V4=3ª Trifoliada. R5=Prefloración; R6=Floración; R7=Formación de Vainas; R8=Llenado de Vainas; R9=Madurez de Cosecha.</p>									

FIGURA 6. Etapas de Desarrollo de una planta de poroto (CIAT, 1985).

indeterminado. En esta etapa se desarrolla la estructura vegetativa que permite la actividad reproductiva de la planta.

ETAPA V0 GERMINACIÓN (Figura 7)

Con la siembra del poroto en condiciones ambientales y humedad favorables, se inicia la fase de germinación. La semilla absorbe agua, ocurren los procesos de división celular y las reacciones biológicas, que permiten la liberación de los nutrimentos acumulados en los cotiledones; posteriormente, emerge la radícula que se convierte en la raíz primaria, que sostiene las raíces secundarias y terciarias. También se da una elongación del hipocótilo hasta que los cotiledones se hacen visibles sobre el suelo. En este momento finaliza la etapa de germinación.

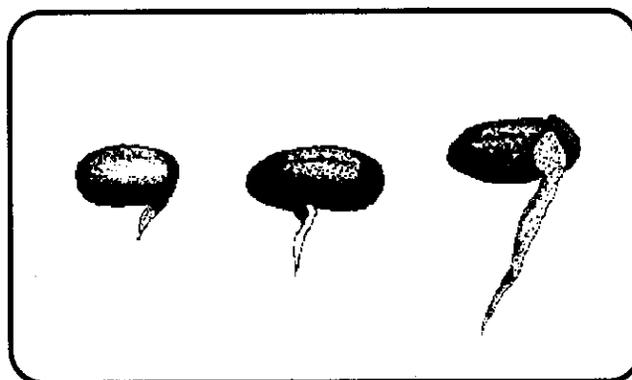


FIGURA 7. Etapa V0 o Germinación de la planta de poroto (CIAT - PROFRIJOL, 1993).

ETAPA V1 EMERGENCIA (Figura 8)

En la etapa V1, el 50 por ciento de la población esperada ha emergido. Después de la emergencia, el hipocótilo se endereza y sigue creciendo hasta alcanzar su tamaño máximo. Luego aparecen y comienza el despliegue de las hojas primarias, donde las láminas empiezan a separarse y a abrirse hasta desplegarse totalmente. Termina en este momento la etapa de emergencia.

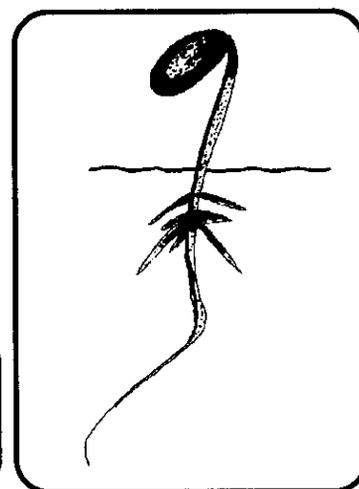


FIGURA 8. Etapa V1 ó Emergencia de la planta de poroto (CIAT - PROFRIJOL, 1993).

ETAPA V2 HOJAS PRIMARIAS (Figura 9)

Se inicia cuando el 50 por ciento de las plantas presenta las hojas primarias desplegadas.

Los cotiledones pierden su forma, arqueándose y arrugándose. Es importante señalar que la primera hoja trifoliada comienza su crecimiento y continúa su desarrollo hasta desplegarse completamente. En este momento culmina la etapa V2.

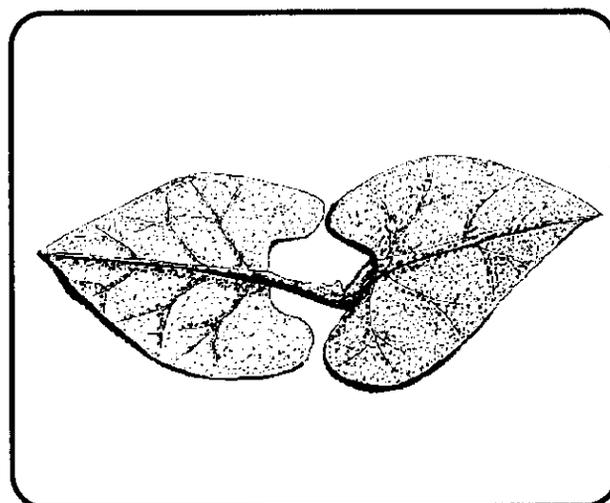


FIGURA 9. Etapa V2 o de las hojas primarias (CIAT - PROFRIJOL, 1993).

**ETAPA V3
PRIMERA HOJA
TRIFOLIADA (Figura 10)**

Se inicia cuando la planta presenta la primera hoja trifoliada completamente abierta y en un solo plano.

Al inicio de esta fase la hoja no ha alcanzado aún su tamaño máximo, y tanto el entrenudo, entre las hojas primarias y la primera hoja trifoliada, así como el peciolo de la hoja trifoliada, son cortos; es por ésto que la primera hoja trifoliada se encuentra por debajo de las hojas primarias. Luego el peciolo y el entrenudo crecen y la primera hoja trifoliada se sobrepone a las hojas primarias; la segunda hoja trifoliada aparece, y los cotiledones se secan completamente y caen de la planta.

El tallo sigue creciendo, la segunda hoja trifoliada se abre y la tercera hoja trifoliada se despliega. Con estos cambios fisiológicos y morfológicos culmina la etapa V3.



FIGURA 10. Etapa V3 o de la primera hoja trifoliada de la planta de poroto (CIAT - PROFRIJOL, 1993).

**ETAPA V4
TERCERA HOJA
TRIFOLIADA (Figura 11)**

Se inicia cuando la tercera hoja trifoliada se encuentra desplegada, en el 50 por ciento de las plantas. En esta etapa, la tercera hoja trifoliada aún se encuentra por debajo de la primera y segunda hoja trifoliada.

A partir de este momento, se observan diferencias en algunas estructuras vegetativas como el tallo, desarrollan a partir de las tríadas de las yemas que se encuentran en las axilas de las hojas. Las yemas en los nudos inferiores de la planta generalmente se desarrollan produciendo ramas. El tipo de ramificación, el número y la longitud de las ramas dependen, entre otros factores, del genotipo y de las condiciones del cultivo.

En general, esta etapa es la más extensa de la fase vegetativa y en las plantas de hábito de crecimiento determinado termina cuando las yemas apicales se desarrollan en botones florales; en las plantas de hábito de crecimiento indeterminado, cuando se desarrolla el primer racimo en las yemas axilares.

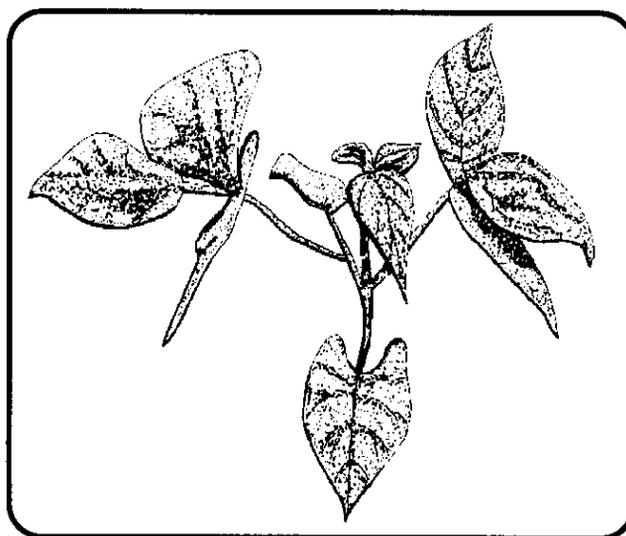


FIGURA 11. Etapa V4 o tercera hoja trifoliada completamente desplegadas. (CIAT - PROFRIJOL, 1993).

ETAPAS DE LA FASE REPRODUCTIVA

En esta fase ocurren las siguientes etapas: Prefloración (R5), floración (R6), formación de vainas (R7), llenado de vainas (R8) y maduración (R9).

Es importante destacar que cuando se trata de plantas con hábito de crecimiento indeterminado y se inicia la fase reproductiva, estas plantas continúan produciendo nuevos nudos, ramas y hojas, mientras que si se trata de plantas de crecimiento determinado, generalmente detienen el desarrollo de nuevas estructuras vegetativas.

ETAPA R5 PREFLORACIÓN (Figura 12)

Se inicia cuando aparece el primer botón floral o el primer racimo, lo cual dependerá del hábito de crecimiento de las plantas. Se considera que un cultivo se encuentra en esta etapa, cuando el 50 por ciento de las plantas presentan esta característica.

En las plantas de hábito de crecimiento determinado existe un botón floral en el último nudo del tallo o la rama, en tanto que en las de hábito de crecimiento indeterminado los racimos se observan primero en los nudos inferiores y luego en los superiores.

También es importante indicar que en las variedades determinadas, en el último nudo, las yemas presentan un desarrollo floral, es decir, dos yemas laterales se desarrollan como botones florales y la yema central permanece en estado latente. Igualmente, los racimos se desarrollan produciendo botones florales, que al crecer, adquieren su forma típica y la pigmentación característica de la variedad. Cuando se abre la primera flor culmina esta etapa.

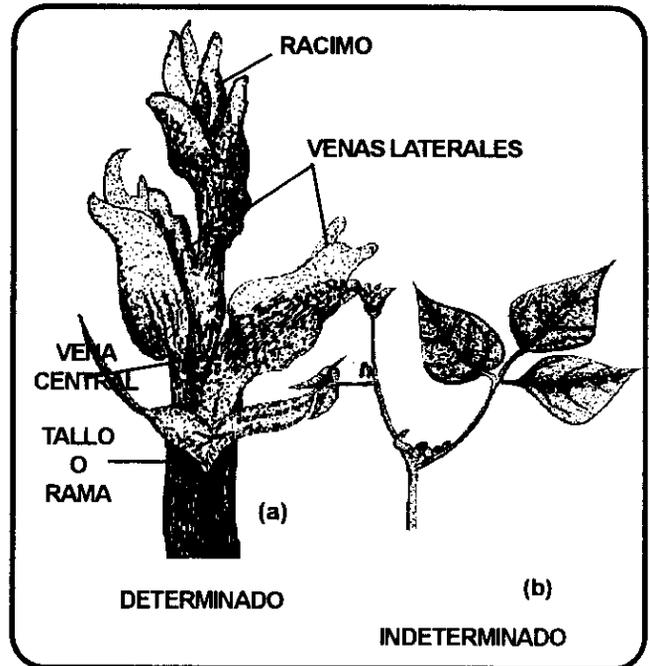


FIGURA 12. Diferenciación entre una planta de hábito de crecimiento determinado e indeterminado (CIAT - PROFRIJOL, 1993).

ETAPA R6 FLORACIÓN (Figura 13)

El inicio lo determina el 50 por ciento de las plantas con la primera flor abierta. La flor abierta indica que ésta se encuentra fecundada; luego la corola se marchita y cuelga del extremo de la vaina, hasta que ésta inicia su crecimiento.

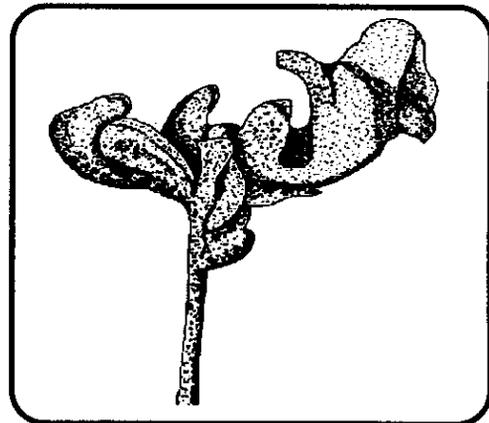


FIGURA 13. Primera flor abierta de una planta de poroto o inicio de la Etapa R6 (CIAT - PROFRIJOL, 1993).

**ETAPA R7
FORMACIÓN DE VAINAS
(Figura 14)**

Cuando la planta presenta la corola desprendida de la primera vaina se ha iniciado esta etapa. Cuando en una plantación, el 50 por ciento de las plantas presenta esta característica, se encuentra en la etapa de formación de vainas.

En las plantas de hábito de crecimiento determinado, las primeras vainas se observan en la parte superior del tallo y las ramas, y las otras vainas aparecen en forma descendente, mientras que cuando el hábito de crecimiento es indeterminado las primeras vainas aparecen en la parte inferior de la planta y las otras vainas aparecen en forma ascendente.

La etapa R7 también comprende el crecimiento longitudinal de la vainas hasta alcanzar su máximo tamaño y peso. En este momento culmina la etapa de formación de vainas.



FIGURA 14. Etapa R7 o de formación de vainas (CIAT - PROFRIJOL, 1993).

**ETAPA R8
LLENADO DE VAINAS (Figura 15)**

Con las vainas formadas, se inicia el crecimiento de las semillas, también identificada como la etapa R8 o llenado de vainas. Si se observan las vainas por las suturas o de lado, hay abultamientos que corresponden a las semillas en crecimiento.

Al final de esta etapa, los granos pierden su color verde para comenzar a adquirir el color característico de la variedad. Este cambio de coloración se inicia alrededor del hilium y luego se extiende a toda la testa.

Dependiendo de la variedad, las valvas empiezan a pigmentarse, de acuerdo al genotipo, y puede ser uniforme o en rayas.

Cuando las plantas muestran un cambio en la coloración de las hojas y éstas caen, finaliza la etapa R8.

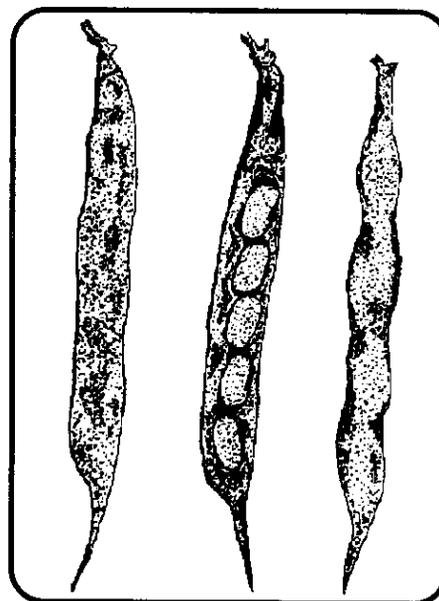


FIGURA 15. Vainas de poroto en la Etapa R8 o llenado de vainas. (CIAT - PROFRIJOL, 1993).

ETAPA R9 MADURACIÓN (Figura 16)

Considerada como la última etapa de desarrollo en que ocurre la maduración de la semilla.

Se inicia cuando la primera vaina del 50 por ciento de las plantas de un cultivo cambia su color verde por amarillo rojizo o pigmentado; las hojas inferiores, adquieren un color amarillo y se caen. En general, todas las partes de la planta se secan y particularmente las semillas, cuyo contenido de humedad llega hasta un 15 por ciento; las semillas adquieren su color final y la planta está lista para la cosecha.

Adicional a estas 10 etapas, consideramos de importancia la cosecha, para hacer de todo el cultivo una labor exitosa.

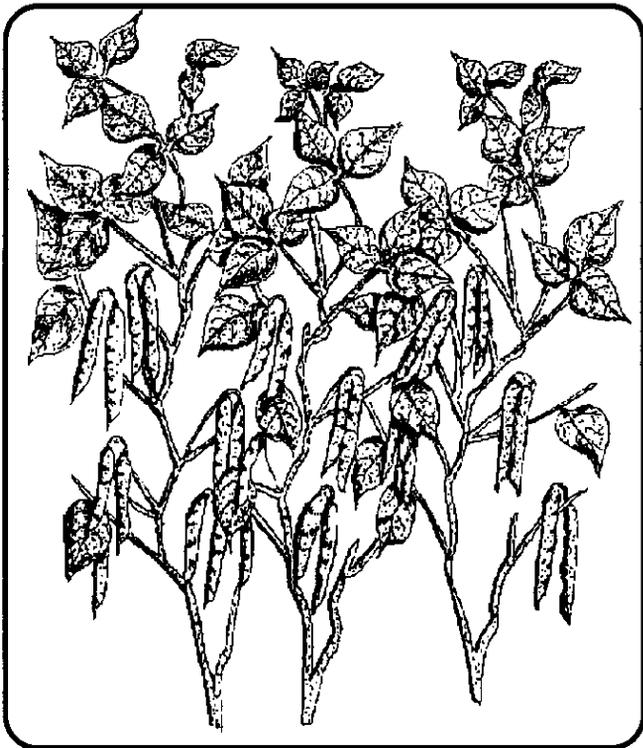


FIGURA 16. *Planta con todas sus vainas formadas y llenas. En estado de maduración. (CIAT - PROFRIJOL, 1993).*

COSECHA (Figura 17)

La cosecha consta de los siguientes pasos: arranque, secado en el campo, desgrane, limpieza y secado.

El arranque no es más que el proceso de arrancar en forma manual las plantas, con el propósito de que sean secadas totalmente en el campo. Esta actividad se realiza cuando aproximadamente el 75 por ciento de las vainas están casi secas, y el grano contiene de 18 a 24 por ciento de humedad. Sin embargo, el detalle de esta actividad se discutirá en la sección de cosecha y poscosecha de este manual.

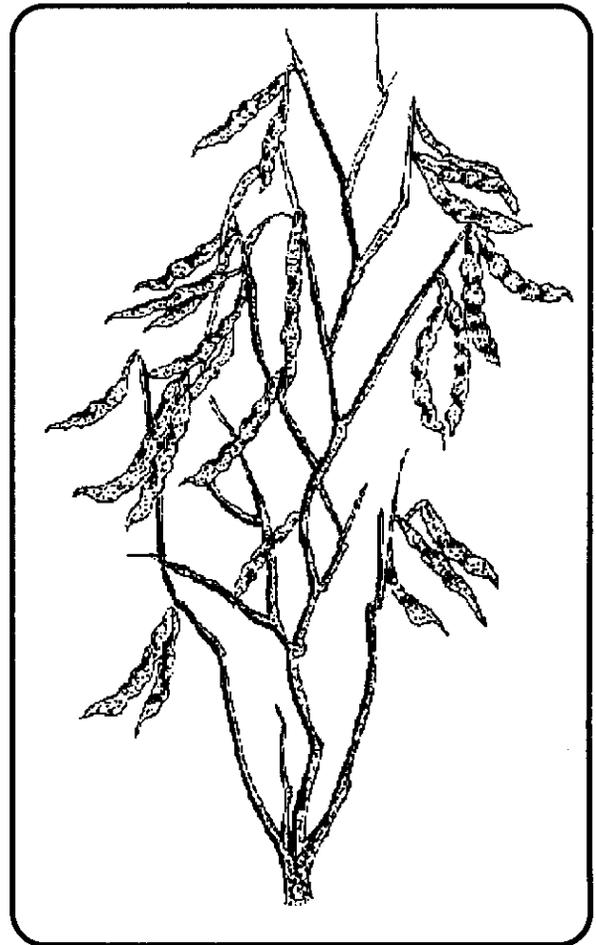


FIGURA 17. *Planta en estado de cosecha. (CIAT - PROFRIJOL, 1993).*

REQUERIMIENTOS NUTRICIONALES PARA EL CRECIMIENTO DEL POROTO

La planta de poroto requiere de ciertas condiciones para que pueda completar eficientemente su ciclo vegetativo. Estos requerimientos incluyen: 1) Los efectos del medio ambiente (luz, agua y temperatura); 2) Características físicas y químicas del suelo.

Existen procesos elementales para el crecimiento del poroto como son la fotosíntesis y la respiración. Varios estudios indican que bajo condiciones óptimas, la tasa máxima de fotosíntesis del frijol es de 2 g de CO₂ fijado/h/m² de hojas (White, 1985). Si la fotosíntesis fuera el único proceso, bajo condiciones óptimas similares, y si el producto fuese solamente carbohidratos, se obtendría una cosecha alrededor de 40 toneladas de materia seca/ha. Adicionalmente, el crecimiento incluye otros procesos, como fotosíntesis, respiración, distribución de carbohidratos, efectos de plagas y enfermedades, y caída de flores y hojas (White, 1985).

La respiración es un proceso en el cual se gasta energía acumulada a través de la fotosíntesis, y la cantidad que se gaste depende del compuesto que está siendo sintetizado, y de la parte de la planta que se está utilizando. En cuanto a energía, es más costoso producir semillas de poroto con un contenido de proteína del 22%, comparado con el arroz (12% de proteína) (White, 1985).

Los factores ambientales que tienen efecto directo sobre el crecimiento del poroto son los siguientes:

a) Temperatura

La planta de poroto crece bien a temperaturas promedios de 15° a 27 °C, aunque es una característica asociada con el genotipo. En términos generales, las bajas temperaturas retardan el crecimiento, mientras que las altas

temperaturas provocan un aceleramiento en los procesos de biosíntesis dentro de la planta.

Los extremos de temperatura pueden ocasionar problemas de falta de floración o problemas de esterilidad. Una planta de poroto soporta temperaturas extremas (5 °C ó 40 °C) por períodos cortos de tiempo; sin embargo, si se mantiene una planta bajo estas condiciones, por un período de tiempo prolongado, ocurren daños irreversibles en la planta (White, 1985).

En Panamá, las temperaturas más adecuadas para el desarrollo del cultivo de poroto son las que se encuentran entre 15° y 27 °C. Las zonas con temperaturas superiores a los 27 °C no se recomiendan para la siembra de poroto, ya que la planta presenta un mayor desarrollo vegetativo y alto porcentaje de aborto de flores, lo cual se traduce en mermas en el rendimiento (Rodríguez, 1985).

b) Luz

El papel principal de la luz está en la fotosíntesis; sin embargo, ésta afecta la fenología y morfología de la planta. El ejemplo más típico en Panamá lo constituye la variedad Chileno; en Caisán se comporta como una variedad de hábito de crecimiento Tipo I, y cuando se cultivan en un ambiente donde varía la luz y la temperatura, como en Cerro Punta, se desarrolla como una planta de hábito de crecimiento Tipo II.

c) Agua

El agua es muy importante para el crecimiento de cualquier planta, y afecta el rendimiento final de un cultivo de poroto. Dentro de las funciones principales del agua se encuentran: a) reactivo en la fotosíntesis, b) elemento estructural, c) medio de transporte, y d) regulador de la temperatura (White, 1985).

Existen cultivares de poroto que muestran buena tolerancia a la baja disponibilidad de agua, aún cuando no se aplique agua durante los primeros 14 días después de la siembra.

Esta "tolerancia" se debe en parte a la mayor capacidad de extracción de agua de capas profundas del suelo. En suelos que no permiten un desarrollo radical muy profundo, este mecanismo está dado por factores como: la capacidad de orientación de las hojas, ajustes osmóticos y características que reducen la pérdida de agua (área foliar reducida y baja densidad de estomas).

En Panamá, el cultivo de poroto requiere de buena disponibilidad de agua, principalmente durante los primeros 60 días, cuando ocurre el desarrollo vegetativo y se inicia la formación de

vainas. La humedad es requerida para culminar la formación de vainas y completar la etapa de llenado del grano. Posteriormente, los requerimientos de agua se reducen hacia la madurez fisiológica (Rodríguez, 1995).

d) Requerimientos de Nutrientos

La planta de poroto responde de manera diferente a la fertilización debido al genotipo cultivado, las condiciones climáticas y a la región cultivada. En el Cuadro 1 se muestran los requerimientos nutricionales de una planta de poroto.

CUADRO 1. REQUERIMIENTO DE MINERALES DEL CULTIVO DE POROTO (kg/ha).

PARTE DE LA PLANTA	N	P	K	Ca	Mg	S
Vainas	37	4	22	4	4	10
Tallo	65	5	71	50	14	15
TOTAL	102	9	93	54	18	25

Fuente: Flor, C. CIAT. 1985.

Manejo Integral del Cultivo de Poroto en Mínima Labranza

En Panamá, el poroto se siembra en parcelas pequeñas, y casi siempre en la segunda época del año, en rotación con el maíz. El manejo del cultivo no puede restringirse a los procedimientos aplicados dentro de la parcela durante el período de desarrollo, se debe considerar, además, el agroecosistema completo del poroto y comprender las múltiples interacciones, y procesos complejos que ocasionan los problemas de plagas.

El manejo integral del cultivo de poroto en mínima labranza se basa en la integración de los componentes de manejo agronómico, manejo de plagas y enfermedades tomando en cuenta los siguientes aspectos:

- ❖ Apoyarse al máximo en las fuerzas naturales que regulan las poblaciones de insectos.
- ❖ Utilizar las prácticas agronómicas de manera que interfieran con el desarrollo de plagas.
- ❖ Elaborar y emplear métodos específicos para el manejo de plagas, de carácter preventivo (rotación de cultivos) o curativo (aspersión de un patógeno).

Estos métodos deben: a) adaptarse a las condiciones ecológicas, recursos, necesidades económicas y a las circunstancias sociocultu-

rales del lugar; b) integrarse con los sistemas de producción locales; c) combinarse armónicamente entre sí y los dos numerales anteriores.

- ❖ Establecer umbrales económicos de daño con los métodos curativos.

En cambio, los métodos preventivos deben integrarse al manejo del cultivo.

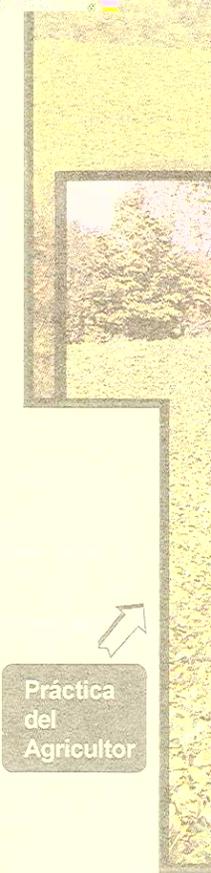
- ❖ Conservar el medio ambiente a través de prácticas de conservación de suelo,

aplicación de dosis adecuadas de fertilizantes y un excelente control de malezas y su productividad sin pretender obtener rendimientos explotativos y efímeros. Estos resultan de alto costo energético, y agotamiento de recursos naturales.

Lo ideal es optimizar la producción de acuerdo a la capacidad del ecosistema, maximizar las utilidades y no pretender erradicar las plagas, sino contenerlas (prevenirlas) bajo el nivel de importancia económica.



Práctica Mejorada



Práctica del Agricultor



Validación de tecnología es la comprobación de una técnica agrícola en campos de productores. En esta fotografía se aprecia la validación del manejo integrado de la mustia hilachosa y se observa la diferencia entre las prácticas del productor y la práctica mejorada.

I. SELECCIÓN DE CULTIVARES DE POROTO

Según Rodríguez y colaboradores (1985), las variedades que tradicionalmente usan los agricultores en Panamá son: Rosado, Chileno, Mantequilla y Calima, con un periodo vegetativo que fluctúa entre 75 y 80 días. Estas variedades son de hábito de crecimiento arbustivo determinado, Tipo I, es decir, el crecimiento tanto del tallo como de las ramas terminan en un botón floral. Sin embargo, estas variedades muestran bajos rendimientos y susceptibilidad a la mustia hilachosa, principal enfermedad del cultivo en el país.

El Programa de Frijol del IDIAP, en Caisán, provincia de Chiriquí, Panamá, liberó, en 1984, la variedad Renacimiento de grano color crema moteado rojo, con un rendimiento de 1,591 kg/ha y con resistencia intermedia a mustia hilachosa. Con un buen manejo agronómico, esta variedad expresa su alto potencial de rendimiento.

En 1988, se liberaron dos variedades, **BARRILES Y PRIMAVERA**, de grano color rojo y amarillo canario, respectivamente. Estas variedades gozan de muy buena aceptación por el agricultor, debido a sus altos rendimientos y color de grano.

En 1995, el IDIAP liberó otras dos nuevas variedades de poroto: **IDIAP- R2**, de grano color rosado, y por ser la segunda variedad de este tipo de grano que se entrega a los productores; y la variedad **IDIAP-C1** de grano de color rojo moteado, que es el primer material de grano tipo Calima que el IDIAP libera.

El rendimiento experimental de IDIAP-R2 fue de 2.4 toneladas/ha (52.8 qq/ha), de resistencia intermedia a la mustia hilachosa, con 22.7 por ciento de tejido afectado por el patógeno. Con la variedad IDIAP-C1, el rendimiento fue de 2.18 toneladas/ha (48.07 qq/ha) con resistencia intermedia a la mustia hilachosa; el 38 por ciento del tejido fue afectado por el hongo que ocasiona esta enfermedad.

En el Cuadro 2 se muestran las principales características de las variedades criollas y mejoradas que cultivan los agricultores. Es importante señalar que se realizan esfuerzos continuos y permanentes en vías de mejorar la resistencia a la mustia hilachosa de estas variedades, así como también los rendimientos.

CUADRO 2. DESCRIPCIÓN DE LAS PRINCIPALES VARIEDADES DE FRIJOL POROTO (*Phaseolus vulgaris* L.) UTILIZADAS EN PANAMÁ.

VARIEDAD	ORIGEN	COLOR DEL GRANO	COLOR DE LA FLOR	DÍAS A FLORACIÓN	DÍAS A MADUREZ FISIOLÓGICA	REACCIÓN A LA MUSTIA HILACHOSA	REND. kg/ha
Chileno	Criollo	Crema moteado con rojo	Morada	24	68	Susceptible	1,457
Rosado	Criollo	Rojo	Morada	25	64	Susceptible	1,502
Mantequilla	Criollo	Crema	Morada	25	64	Resistencia intermedia	1,336
Calima	Colombia	Rojo moteado con crema	Blanca	28	85	Susceptible	1,661
Renacimiento	CIAT-Colombia	Crema moteado con rojo	Morada	28 - 32	80	Susceptible	1,587
Barriles	Estados Unidos	Rojo	Blanca	26 - 30	68	Resistencia Intermedia	1,905
Primavera	Estados Unidos	Amarillo Canario	Blancas y Moradas	26 - 30	70	Resistencia Intermedia	1,723
IDIAP - R2	CIAT-Colombia	Rosado	Blanca	37 - 39	81	Resistencia Intermedia	2,358
IDIAP - C1	Colombia	Rojo Moteado con crema	Blanca	40	82	Resistencia Intermedia	2,177

FUENTE: Rodríguez y col., 1997.