



GUÍA

TÉCNICA

CULTIVO DE

POROTO





GUÍA

TÉCNICA

Cultivo de

POROTO

Cipriano Ramón Enciso Garay

Cirilo Catalino Tullo Arguello

César Arnaldo Caballero Mendoza

Jorge Daniel González Villalba

*San Lorenzo, Paraguay
2019*



EDITOR

Cipriano Ramón Enciso Garay

REVISORES

José Félix Bareiro Mendoza

Victoria Rossmarý Santacruz Oviedo

Alicia Duarte Caballero

FOTOGRAFÍAS

Cipriano Ramón Enciso Garay

Carlos Antonio López Talavera

Armando Rubén Santacruz Toledo

Cirilo Catalino Tullo Argüello

César Arnaldo Caballero Mendoza

Giovanni Abrahám Bogado Martínez

Luis Roberto González Segnana

Es permitida la reproducción parcial de este material siempre que sea citado de la siguiente forma:

Guía técnica cultivo de poroto. / Cipriano Ramón Enciso Garay ... [et al.]. – San Lorenzo, Paraguay : FCA, UNA, 2019.
60 p. : il. ; tablas, figuras ; 25 cm.

Incluye bibliografías y anexos.

ISBN 978-99967-940-7-0 (en línea)

ISBN 978-99967-940-6-3 (impresa)

1. Poroto (*Vigna unguiculata*). 2. Poroto - Características agronómicas. 3. Poroto - Condiciones edafoclimáticas. 4. Poroto - Variedades. 5. Poroto - Cultivo. 6. Poroto - Abonos y fertilizantes. 7. Poroto - Enfermedades y plagas. 8. Control de enfermedades. 9. Control de plagas. 10. Control de malezas. 11. Poroto - Cosecha. 12. Poroto - Postcosecha. 13. Costo de producción. 14. Análisis económico. I. Enciso Garay, Cipriano Ramón. II. Tullo Arguello, Cirilo Catalino. III. Caballero Mendoza, César Arnaldo. IV. González Villalba, Jorge Daniel.

CODFCA 02.19.343

CDD: 635.652

Todos los derechos reservados

Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Asunción

Casilla de Correos 1618. Tel: +59521 585606/09/13

Campus. San Lorenzo, Paraguay.

Los trabajos y opiniones que se publican en el libro son de exclusiva responsabilidad de los autores.

Esta publicación se realiza en el marco del “Proyecto de Adopción de Paquetes Tecnológicos para cultivos producidos por Pequeños Productores Rurales del Paraguay 2015-2019” implementado por la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Asunción con la asistencia técnica y financiera de la **Agencia de Cooperación Internacional del Japón (JICA) Oficina en Paraguay**. La JICA deslinda cualquier responsabilidad acerca del contenido del material.

MATERIAL DE DISTRIBUCION LIBRE Y GRATUITA.



EQUIPO TÉCNICO DEL PROYECTO

Director Ing. Agr. Dr. Luis Guillermo Maldonado Chamorro

Gerente Ing. Agr. Dr. Jorge Daniel González Villalba

Coordinador General Ing. Agr. M.Sc. Hiroshi Isaki (Experto de JICA)

Técnicos

- Ing. Agr. Dr. Cipriano Ramón Enciso Garay
- Ing. Agr. M.Sc. Oscar Joaquín Duarte Álvarez
- Ing. Agr. César Arnaldo Caballero Mendoza
- Ing. Agr. Natalia de Jesús Zelada Cardozo
- Ing. Agr. Armando Rubén Santacruz Toledo
- Ing. Agr. Cirilo Catalino Tullo Arguello
- Ing. Agr. M.Sc. Luis Roberto González Segnana
- Ing. Agr. M.Sc. Pedro Aníbal Vera Ojeda
- Ing. Agr. M.Sc. Javier Ortigoza Guerreño
- Ing. Agr. M.Sc. Lucio Romero Ramos
- Ing. Agr. Blanca Beatriz Alonso Giménez
- Ing. Agr. Giovanni Abrahám Bogado Martínez
- Ing. Agr. Carlos Antonio López Talavera



GUÍA TÉCNICA

CULTIVO DE POROTO

AUTORES

Cipriano Ramón Enciso Garay

Ingeniero Agrónomo, Dr.,
Área de Producción Agrícola
Facultad de Ciencias Agrarias
Universidad Nacional de Asunción
Correo electrónico: cenciso@agr.una.py

Cirilo Catalino Tullo Arguello

Ingeniero Agrónomo,
Área de Producción Agrícola
Facultad de Ciencias Agrarias
Universidad Nacional de Asunción
Correo electrónico: cirilotullo@hotmail.com

César Arnaldo Caballero Mendoza

Ingeniero Agrónomo,
Área de Producción Agrícola
Facultad de Ciencias Agrarias
Universidad Nacional de Asunción
Correo electrónico: ceacaballero@gmail.com

Jorge Daniel González Villalba

Ingeniero Agrónomo, Dr.,
Área de Economía Rural
Facultad de Ciencias Agrarias
Universidad Nacional de Asunción
Correo electrónico: vdecano@agr.una.py



AGRADECIMIENTOS

Agradecemos por el apoyo al Proyecto “Adopción de Paquetes Tecnológicos para cultivos producidos por Pequeños Productores Rurales del Paraguay” en el cultivo de poroto, al Ministerio de Agricultura y Ganadería, a la Dirección de Extensión Agraria, a los técnicos del Centro de Desarrollo Agropecuario Caazapá, Lic. Felipe Cano Oviedo, B.T.A. Carlos Aníbal Ferreira Adorno, Ing. Agr. Gustavo Ramón Vargas Brizuela, Ing. Agr. Salvador Fabio Vega Martínez y a los técnicos del Centro de Desarrollo Agropecuario Caaguazú Este, Ing. Agr. Nilda Beatriz González Brítez, B.T.A. Cristóbal Alderete Notario, Ing. Agr. Augusto Javier Azcona Pereira, asimismo, a los integrantes de los comités de productores “Villa Pastoreo”, distrito de Avaí, “El Porvenir” distrito de San Juan Nepomuceno (Departamento de Caazapá) y “Santa Catalina”, distrito de Juan Manuel Frutos (Departamento de Caaguazú). A los técnicos de la Gobernación de Caazapá Lic. Manuel Morel Paiva e Ing. Agr. Hugo Asunción Espínola López. Finalmente a todos los docentes y funcionarios de la Facultad de Ciencias Agrarias que apoyaron la ejecución del Proyecto.



PRÓLOGO

Guías Técnicas para adopción de Paquetes Tecnológicos

La actividad agrícola para el desarrollo económico del Paraguay, y por sobre todo, el impacto socio económico de este sector en la calidad de vida de los paraguayos, históricamente ha sido objeto principal de numerosas intervenciones tanto del Gobierno Nacional como de la Cooperación Internacional. En este sentido, la Agencia de Cooperación Internacional del Japón (JICA), ha apoyado las iniciativas locales para la promoción y mejoramiento de las condiciones de vida de los productores rurales desde el inicio de sus actividades en el país, hace más de 40 años.

En el año 2011, con una visión más territorial y enfatizando las actividades vinculadas con la agricultura familiar y autogestión de pequeños productores, a través del Estudio para el Desarrollo Rural Integral dirigido al Pequeño Productor (EDRIPP), la JICA propuso al Gobierno Paraguayo lineamientos para el desarrollo de los diferentes territorios en el Paraguay, caracterizándolos en base a sus condiciones particulares. En este contexto, la JICA ha llevado a cabo varios proyectos y estudios sectoriales enfocados a la promoción y mejoramiento de los principales cultivos del Paraguay, siendo uno de los proyectos más exitosos el de mejoramiento del cultivo y calidad del sésamo, con la iniciativa de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Asunción y el fuerte apoyo del sector privado.

Tras esta primera formidable experiencia con la Facultad de Ciencias Agrarias, hemos tomado la decisión de apoyar conjuntamente otros cultivos significativos en las principales zonas productivas del país, iniciando en el año 2015 la implementación del “Proyecto de Adopción de Paquetes Tecnológicos para cultivos producidos por pequeños productores rurales en el Paraguay” (Proyecto PPT), con el propósito

de fortalecer la producción, rendimiento y manejo sanitario de 7 cultivos de gran impacto en la economía del pequeño productor, como son la caña de azúcar, yerba mate, mandioca, poroto, maíz, cebolla y cítricos, enfocando esfuerzos en los departamentos de Caaguazú y Caazapá.

Con visión innovadora, el Proyecto PPT ha incorporado el conjunto de conocimientos de prácticas agrícolas, provenientes tanto de la investigación como del conocimiento empírico con base cultural, al concepto de “paquete tecnológico”, trabajando lado a lado con el productor, para que la tecnología aplicada redunde en cambios positivos en la producción y productividad de sus cultivos.

El resultado de 4 años de trabajo con los productores, ha sido sistematizado en la serie de “GUÍAS TÉCNICAS PARA LA ADOPCIÓN DE PAQUETES TECNOLÓGICOS” con el fin de extender el aprendizaje acumulado a través del Proyecto PPT a los extensionistas del presente, y a los estudiantes que aspiran a ser profesionales del sector rural y futuros extensionistas.

Como cooperación japonesa, es nuestro mayor deseo que estas GUIAS se constituyan en un instrumento transformador de la gestión de la producción en las fincas agrícolas a través del recurso humano altamente capacitado con información y técnicas adecuadas a la realidad de los productores rurales.

Lic. Norio Yonezaki

Representante Residente

Agencia de Cooperación Internacional del Japón (JICA)

Oficina en Paraguay



PRESENTACIÓN

La Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Asunción (**FCA/UNA**) y la Agencia de Cooperación Internacional del Japón (**JICA**), pone a disposición de productores, estudiantes y técnicos en general la presente **GUÍA TÉCNICA PARA EL CULTIVO DE POROTO**, elaborada por el “*Proyecto de Adopción de Paquetes Tecnológicos para cultivos producidos por Pequeños Productores Rurales del Paraguay*” (PPT), implementado por la (FCA/UNA) entre los años 2015-2019, con asistencia técnica y financiera de (JICA) Oficina en Paraguay.

La elaboración de la Guía Técnica para el cultivo de poroto obedece a la decisión del PPT de fortalecer la producción, rendimiento y manejo sanitario de cultivos de importancia económica y alimentaria que son producidos por pequeños productores rurales en el Paraguay, específicamente en los departamentos de Caaguazú y Caazapá.

La presente Guía Técnica fue desarrollada bajo una concepción teórica y metodológica denominada “*Paquete tecnológico*” que incorpora conocimientos provenientes de la investigación, la extensión y el conocimiento empírico de los productores, a través de una interacción participativa entre los actores, que posibilite cambios positivos en la producción y productividad del cultivo por medio de la adopción de una tecnología sustentable. Como estrategia de transferencia de tecnología, el PPT instaló parcelas demostrativas en fincas de productores, previo consenso sobre componentes tecnológicos preexistentes e intercambiando conocimientos con los actores para la validación en finca.

Los trabajos de investigación y participación de productores, técnicos y extensionistas del Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG/DEAg) para la elaboración de esta guía, se ubican territorialmente los distritos: Coronel Maciel, Fulgencio Yegros, Caazapá, General Morínigo y San Juan Nepomuceno del Departamento de Caazapá y en los distritos de Yhú, Vaquería, Caaguazú, 3 de Febrero y Juan Manuel Frutos, del Departamento de Caaguazú. El poroto

constituye un rubro de autoconsumo y de renta importante dentro de la agricultura familiar del Paraguay. En estos distritos existe baja productividad, manejo agronómico inadecuado y degradación de suelos con bajo rendimiento.

La guía presenta un amplio marco referente al cultivo presentando la clasificación botánica, características, variedades, exigencias, manejo, cosecha, poscosecha y costo de producción de las mismas. Por otra parte informaciones y datos generados en la investigación son presentados haciendo que este material sea de utilidad tanto a técnicos como a profesionales, agricultores y estudiantes con el propósito de servir de apoyo y sustento para potenciar la agricultura familiar a través del fortalecimiento de la autogestión de los pequeños productores.

Prof. Ing. Agr. Luis Guillermo Maldonado Chamorro

Decano

Facultad de Ciencias Agrarias

Universidad Nacional de Asunción

ÍNDICE

I. INTRODUCCIÓN	15
2. BOTÁNICA Y MORFOLOGÍA	17
2.1 Botánica	17
2.2 Características morfológicas	18
3. EXIGENCIAS EDAFOCLIMÁTICAS	20
3.1 Suelo	20
3.2 Requerimientos climáticos	20
3.2.1 Temperatura	20
3.2.2 Precipitación	21
4. VARIEDADES	22
4.1 Variedades de ciclo corto	22
4.1.1 Pytä'i	22
4.1.2 San Francisco'i	22
4.1.3 Crema	22
4.1.4 Tronquito o Togue po'i	22
4.2 Variedades de ciclo largo	22
5. IMPLANTACIÓN Y MANEJO DEL CULTIVO	24
5.1 Selección de parcela	24
5.2 Análisis de suelo	24
5.3 Preparación del suelo	26
5.3.1 Sistema convencional	27
5.3.2 Sistema de siembra directa	27
5.4 Época de siembra	29
5.5 Método de siembra	29
5.6 Distancia de siembra	30
5.6.1 Distancia de siembra en monocultivo	30
5.6.2 Distancia de siembra en asociación de cultivo	31
5.7 Semilla	32
5.8 Profundidad de siembra	33
5.9 Rotación de cultivo	34

ÍNDICE

6. APLICACIÓN DE ENMIENDAS Y FERTILIZANTES	35
6.1 Encalado	35
6.2 Aplicación de materia orgánica	36
6.3 Fertilización química	37
<hr/>	
7. MANEJO DE PLAGAS, ENFERMEDADES Y MALEZAS	39
7.1 Plagas	39
7.1.1 Gusano cortador o yvytasõ	39
7.1.2 Gusano barrenador o broca del tallo	40
7.2.3 Grillo topo o mitãmi	40
7.2.4 Cigarrita verde	41
7.1.5 Pulgón o ky	41
7.1.6 Mosca blanca	42
7.1.7 Vaquita	42
7.1.8 Gusano cogollero	43
7.1.9 Chinche verde de la soja	43
7.1.10 Chinche pequeño de la soja	44
7.1.11 Gorgojo o tĩguã'a	44
7.2 Enfermedades	46
7.2.1 Enfermedades causadas por hongos	46
7.2.1.1 Antracnosis	46
7.2.1.2 Cercosporiosis	46
7.2.1.3 Oídio o Mildéu pulverulento	47
7.2.1.4 Pudrición de raíz	48
7.2.2 Enfermedad causada por bacteria	48
7.2.3 Enfermedades causadas por virus	49
7.2.3.1 Mosaico de potivirus	49
7.2.3.2 Mosaico severo	50
7.3 Malezas	51
<hr/>	
8. COSECHA Y MANEJO POSTCOSECHA	52
8.1 Cosecha y trillado	52
8.2 Manejo post cosecha	54
<hr/>	
9. COSTOS DE PRODUCCIÓN Y ANÁLISIS ECONÓMICO	55
9.1 Resultados en parcelas	57
9.2 Anexo	59
<hr/>	
10. BIBLIOGRAFÍA	60

POROTO





1

INTRODUCCIÓN

El poroto (*Vigna unguiculata* L. Walp.), conocido también como “kumanda” en idioma guaraní, es una leguminosa comestible cultivada en todas las regiones tropicales y subtropicales del mundo. Por su plasticidad, adaptación a una amplia gama de ambientes, su alto valor nutritivo, y su cualidad de constituir un alimento básico en muchos países, se lo considera un cultivo de gran potencial estratégico.

Es una excelente fuente de proteínas (23 a 25%); contiene todos los aminoácidos esenciales, carbohidratos, vitaminas y minerales, gran cantidad de fibras dietéticas, baja cantidad de grasas y libre de colesterol.

Es uno de los rubros de autoconsumo más importantes, además de generar renta para las familias insertadas dentro de la agricultura familiar del Paraguay; forma parte de la dieta alimenticia, siendo consumido en estado de grano fresco (peky) y seco. Como rubro de renta puede sembrarse y cosecharse en dos periodos dentro del mismo año agrícola. Además, por ser una leguminosa tiene la capacidad de fijar el nitrógeno atmosférico, razón por lo cual se usa como abono verde o de cobertura, para recuperar los suelos degradados.

Según datos del Censo Agropecuario Nacional, en el año 2008 se sembraron en el país 55.424 ha, en 213.999 fincas, con un rendimiento de 805 kg ha⁻¹ (MAG 2009). En el año agrícola 2016/17, según estimaciones de la Dirección de Censo y Estadísticas Agropecuarias del Ministerio de Agricultura y Ganadería fueron sembradas 72.000 ha, con una producción de 61.200 toneladas y rendimiento de 850 kg ha⁻¹ concentrándose la producción en los Departamentos de Caaguazú con 12.327 ha, San Pedro con 9.759 ha, Itapúa y Paraguarí, ambos con 7.191 ha, respectivamente (MAG/DCEA 2017).

El presente material contiene información actualizada sobre el cultivo del poroto, desde la selección de la parcela hasta la cosecha. Se incorporan además las experiencias recogidas por el “Proyecto de Adopción de Paquetes Tecnológicos para Cultivos Producidos por Pequeños Productores Rurales en el Paraguay”, ejecutado en forma conjunta por la Facultad de Ciencias Agrarias (FCA) de la Universidad Nacional de Asunción (UNA) y la Agencia de Cooperación Internacional del Japón (JICA). El mismo busca promover la difusión y adopción de tecnologías apropiadas que permitan aumentar los rendimientos del poroto, y que se convierta en un material de consulta para técnicos y productores.

2

BOTÁNICA Y MORFOLOGÍA

2.1 Botánica

En Paraguay el poroto también es conocido como "kumanda". A nivel regional, en Brasil tiene otros nombres vulgares como "feijão - caupi", "feijão de corda" y "feijão miudo", mientras que en la Argentina se lo conoce con el nombre de poroto caupi. Es originario del continente africano, específicamente de Nigeria, habiendo sido introducido a América por los colonizadores españoles.

Es Dicotiledónea, que pertenece al orden Fabales, familia Fabaceae, subfamilia Faboideae, tribu Phaseoleae, subtribu Phaseolina, género *Vigna*, subgénero *Vigna*, especie *Vigna unguiculata* (L.) Walp (Freire Filho et al. 2005).

Existen materiales genéticos con hábito de crecimiento indeterminado, que se caracterizan porque el tallo principal no produce inflorescencia terminal y produce las inflorescencias en las axilas, creciendo indefinidamente, pudiendo llegar a varios metros de longitud. En los materiales con hábito de crecimiento determinado, el tallo y las ramas terminan en inflorescencias, por lo cual no crecen indefinidamente.

El porte de la planta del poroto está determinado por la longitud del epicotilo, el grosor y consistencia de las ramas del tallo. Freire Filho et al. (2005) mencionan que existen cuatro tipos principales de porte de la planta que son los siguientes:

- **Tipo 1 - Erecto:** las plantas presentan ramas principales y secundarias cortas, rama principal erecta, ramas secundarias o guía formando un ángulo que puede variar de recto a agudo con la rama principal. A partir del tercio medio superior, las ramas

secundarias son paralelas a la rama principal. Los materiales que pertenecen a este grupo presentan una apariencia compacta y de menor volumen. Los materiales de crecimiento determinado y porte erecto están adaptados a altas densidades de siembra y a la cosecha mecánica.

- **Tipo 2 - Semi erecto o enrame:** son plantas con las ramas principales y secundarias de tamaño corto a medio, rama principal erecta, las ramas secundarias forman un ángulo recto con la rama principal, generalmente sin tocar el suelo. Las plantas son más voluminosas.
- **Tipo 3 - Semipostrado o semirastrero:** las plantas presentan ramas principales y secundarias de tamaño medio, rama principal erecta, y ramas secundarias tocando el suelo; a partir del tercio medio, las ramas presentan tendencia de apoyarse en soportes verticales como plantas de maíz u otras plantas, cercas, y otras.
- **Tipo 4 - Postrado o rastrero:** son plantas con las ramas principales y secundarias largas, rama principal encorvada, ramas inferiores tocando el suelo en toda su extensión y presentando poca tendencia de apoyarse en soportes verticales.

2.2 Características morfológicas

Es una leguminosa anual, herbácea, con germinación epigea y que presenta gran variación en el hábito de crecimiento, color de la flor, tamaño, forma y color de sus vainas y semillas.

- **Raíz:** es profunda y pivotante con gran número de raíces secundarias. En sus raíces se forman nódulos que son protuberancias donde viven las bacterias del género *Rhizobium* que son las responsables de fijar el nitrógeno atmosférico y que la planta utiliza para su nutrición.
- **Tallo principal:** puede ser identificado como el eje central de la planta, el cual está formado por una sucesión de nudos y entrenudos. El tallo es herbáceo y con sección cilíndrica o levemente angular, debido a pequeñas corrugaciones de la epidermis. En variedades enanas presenta un porte erguido y una altura aproximada de 30 a 40 centímetros, mientras que en los porotos de enrame alcanza una altura de 2 a 3 metros, siendo voluble y dextrógiro (se enrolla alrededor de un soporte o tutor en sentido contrario a las agujas del reloj).
- **Hoja:** sencilla, lanceolada, de tamaño variable según la variedad. Están insertadas en los nudos del tallo y las ramas. En dichos nudos siempre se encuentran estipulas que constituyen un carácter importante en la sistemática de las leguminosas. En la planta de poroto solo hay dos hojas simples: las primarias; aparecen en el segundo nudo del tallo y se forman en la semilla durante la embriogénesis. Las hojas compuestas son las hojas típicas del poroto, tienen tres folíolos, un peciolo y un raquis. Las hojas unifoliadas son opuestas y las trifoliadas son alternas.

- **Inflorescencia:** puede presentar diversos colores: morado, blanco o de tonalidad intermedia entre ambos colores, y es única para cada variedad. En las variedades de mayor demanda para consumo humano la flor es blanca. Las flores se presentan en racimos, en número de 4 a 8, cuyos pedúnculos nacen en las axilas de las hojas o en las terminales de algunos tallos.
- **Fruto:** los frutos del poroto son del tipo vaina que varían en color, forma, longitud y número de semillas. La vaina puede tener de 10 a 25 cm de longitud y pueden ser de color verde o presentar moteados. El número de semillas por vaina varía de menos de 10 hasta más de 20.
- **Semilla:** está constituida básicamente por el embrión y el tegumento. El endospermo es incipiente y los órganos de reservas lo constituyen las hojas primarias del embrión o cotiledones. En los cotiledones se almacenan las proteínas y los carbohidratos. El color de la testa puede ser blanco, amarillo, rosado, crema, gris, café, púrpura o negra. La semilla puede tener un solo color uniforme o varios colores distribuidos de distintas maneras sobre la testa.

3

EXIGENCIAS EDAFOCLIMÁTICAS

3.1 Suelo

Es una planta que puede ser cultivada en casi todos los tipos de suelos. Sin embargo, se debe preferir aquellos que tienen textura media y fértil. Los mayores rendimientos se obtienen en los suelos areno-francos o franco-arenosos, ricos en materia orgánica y con buen drenaje. Los suelos con pH superior a 5,5 son considerados buenos para el cultivo.

El poroto no se adapta a suelos mal drenados, debido a que reducen el desarrollo del sistema radicular y la formación de nódulos y, por tanto, el crecimiento y producción.

3.2 Requerimientos climáticos

3.2.1 Temperatura

El poroto es una especie termófila, es decir no soporta las heladas. Un buen desarrollo del cultivo se logra cuando se presentan temperaturas entre 18 a 34°C. El umbral mínimo de temperatura que posibilita una rápida germinación está alrededor de los 10°C.

El ciclo vegetativo del poroto aumenta a medida que la temperatura disminuye. Cuando el periodo de frío se prolonga, la planta emite muchas ramas en detrimento de la producción de granos.

Las altas temperaturas, por encima de 35°C, influyen negativamente en el desarrollo de la planta y el cuajado de frutos. Además, pueden favorecer la aparición de enfermedades asociadas a la elevada humedad del aire.

3.2.2 Precipitación

El poroto es considerado un cultivo relativamente tolerante a la sequía, comparado a la soja y habilla. Requiere alrededor de 300 a 450 mm de lluvia bien distribuida durante el ciclo para su desarrollo y producción adecuada. Como la mayoría de los cultivos, el poroto posee periodos críticos durante los cuales una deficiencia hídrica causa una reducción en la producción. La deficiencia hídrica más perjudicial es la que ocurre en las fases de floración y llenado de granos, ocasionando aborto de óvulos y reducción en la retención de flores.

El exceso de agua también es perjudicial, ya que ocasiona graves daños en la producción, debido a la reducción del oxígeno en el suelo y la acumulación de dióxido de carbono y etileno en la zona radical. Dentro de los dos días de producido el anegamiento se detiene el crecimiento de las hojas y la raíz, lo cual está asociado directamente con una caída de la tasa respiratoria.

4

VARIEDADES

Uno de los aspectos más importantes que debe considerarse en el momento de seleccionar la variedad para la siembra, es la preferencia del consumidor, para facilitar la comercialización y mejorar los beneficios. Otros factores son la productividad, adaptación al medio ambiente y resistencia a enfermedades.

4.1 Variedades de ciclo corto

En el país las variedades más cultivadas son de ciclo corto y sus principales características se describen a continuación:

4.1.1 Pytã'i. Presenta granos de color rojo oscuro y tamaño mediano (*Figura 1*). Su ciclo es de 2,5 meses y de porte semi erecto (enrame). Su calidad culinaria es muy buena y es la de mayor aceptación por los consumidores nacionales.

4.1.2 San Francisco'i. Esta variedad posee granos de color gris moteado y tamaño mediano (*Figura 2*). Su ciclo es de 2,5 meses y es de porte semi erecto (enrame). Su calidad culinaria es un poco inferior a Pytã'i.

4.1.3 Crema. Esta variedad presenta un ciclo productivo de 2,5 meses y porte semi erecto, similar a las variedades Pytã'i y San Francisco'i. Sus granos son de color crema (*Figura 3*).

4.1.4 Tronquito o Togue po'i. Presenta granos de color rojo, de tamaño pequeño (*Figura 4*). Su ciclo es de aproximadamente 2,5 meses, de porte erecto y crecimiento determinado (*Figura 5*), adaptado a la cosecha mecánica.

4.2 Variedades de ciclo largo

Entre las variedades de ciclo largo, de entre 4,5 a 5 meses y porte semi rastrero (enrame) cultivadas en el país se encuentran San Francisco Guasu, Pytã Guasu y Tupi Pytã (*Figuras 6, 7 y 8*). Estas variedades presentan granos de tamaño grande y se siembran generalmente asociados al cultivo del maíz.



Figura 1. Semillas de la variedad Pytã'í.



Figura 2. Semillas de la variedad San Francisco'í.



Figura 3. Semillas de la variedad Crema.



Figura 4. Semillas de la variedad Tronquito o Togue po'í.



Figura 5. Fructificación de la variedad de poroto Tronquito o Togue po'í, de ciclo corto y crecimiento determinado.



Figura 6. Semillas de la variedad San Francisco Guasu.



Figura 7. Semillas de la variedad Pytã Guasu



Figura 8. Semillas de la variedad Tupi Pytã.

5

IMPLANTACIÓN Y MANEJO DEL CULTIVO

5.1 Selección de parcela

La parcela destinada al cultivo de poroto debe ser plana, el suelo debe ser de textura arenofranca o franco-arenosa, suelto y bien drenada. Los suelos de textura arcillosa y arenosa se deben evitar ya que tienen problema de drenaje y son pobres en nutrientes.

5.2 Análisis de suelo

Esta actividad es considerada esencial para el establecimiento de cualquier cultivo. El análisis de suelo permite conocer la necesidad de aplicar a tiempo las enmiendas como cal agrícola, materia orgánica, macro y micro nutrientes para que el cultivo pueda expresar todo su potencial de rendimiento.

Una vez seleccionada la parcela, se recomienda extraer las muestras de suelo, por lo menos 3 meses antes de la fecha prevista de la siembra del cultivo, de una profundidad de 0 a 20 cm, para enviar a un laboratorio especializado para su análisis y recomendaciones correspondientes.

Para obtener una buena muestra de suelo se debe seguir ciertos criterios como:

- En el caso de que la parcela seleccionada tenga pendiente pronunciada, diferentes tipos de suelo o vegetación, se recomienda dividir la parcela en lotes y extraer las muestras por separado.
- Retirar una muestra compuesta de un área uniforme. El número de sub muestras que debe constituir una muestra compuesta, debe ser como mínimo de 10.



Figura 9. Extracción de sub muestra de suelo con pala de punta.



Figura 10. Eliminación de los bordes de la sub muestra.



Figura 11. Cargado de la sub muestra de suelo en el balde, para homogeneizar.



Figura 12. Cargado de la muestra en bolsa, para su envío al laboratorio.



Figura 13. Extracción de sub muestra de suelo con extractor tipo barrena.



Figura 14. Cargado de la sub muestra de suelo en balde para su homogeneización.

- Realizar el muestreo al azar recorriendo la parcela en zigzag, en base a la homogeneidad del área. Las sub-muestras extraídas se colocan en un recipiente limpio y se procede a mezclar para homogeneizar, luego se extrae aproximadamente 500 gramos de suelo (muestra) y se carga en una bolsa de plástico para enviar al laboratorio. La extracción de las muestras de suelo se puede realizar con pala de punta (Figura 9, 10, 11, 12) o un extractor tipo barrena (Figura 13, 14).
- Antes de enviar las muestras de suelo al laboratorio es muy importante rotular la bolsa de plástico que contiene la muestra con los siguientes datos: nombre del propietario, fecha de extracción, compañía, distrito, departamento, cultivo anterior, cultivo a implantar y número de teléfono del propietario.

5.3 Preparación del suelo

La preparación de suelo para la siembra del poroto se puede realizar con el sistema convencional o tradicional, como también con el sistema de siembra directa. Tiene como objetivo que el suelo quede bien aireado y sin compactación para facilitar la infiltración de agua, el desarrollo de las raíces, además permitir un control inicial de las malezas.



Figura 15. Preparación de suelo para la siembra de poroto en el sistema convencional con arado a tracción animal.

5.3.1 Sistema convencional

Este sistema está muy difundido en la agricultura familiar del país. Las labores a realizar dependen de las condiciones en que se encuentra el terreno y se puede efectuar con implementos a tracción animal o mecanizados.

Cuando el terreno se encuentra muy enmalezado, se puede pasar una rastra pesada o rastrón para cortar y desmenuzar los rastrojos. Luego se debe realizar una arada profunda de por lo menos 20 cm de profundidad para incorporar los restos vegetales y, unos días antes de la fecha prevista de siembra se debe efectuar una o más rastreadas, hasta que el suelo quede nivelado, bien mullido y libre de malezas.

En terrenos poco enmalezados se puede realizar una arada profunda, seguida de rastreadas hasta que el suelo quede bien mullido y en condiciones adecuadas para la siembra (*Figura 15*).

5.3.2 Sistema de siembra directa

En caso de que el productor decida iniciar la implementación de este sistema, el MAG/GTZ (2008) recomienda seguir los siguientes pasos:

- Limpiar la parcela con machete u otra herramienta.
- Nivelar el terreno con azada u otro implemento.
- Eliminar el pie de arado mediante el subsolado a una profundidad de 20 a 25 cm en las futuras líneas del cultivo. Esta operación se puede realizar con subsoladores a tracción animal fabricado en forma casera, adaptando dientes de hierro (elásticos viejos afilados) sobre pértigos de arado o carancho (*Figura 16*).
- Sembrar abonos verdes de invierno que produzcan buena cobertura del suelo como avena negra, sobre el cual se efectuará la siembra (*Figura 17*).



Figura 16. Subsulado a tracción animal en el sistema de siembra directa.

Figura 17. Siembra de abonos verdes de invierno (avena negra y lupino) en la parcela destinada al cultivo de poroto.



El acondicionamiento de la parcela para siembra directa sobre avena negra u otro abono verde de invierno se puede realizar de la siguiente manera:

- Acamar el abono verde cuando se encuentra en la fase de inicio de emisión de botones florales, con la ayuda de un rollo cuchillo.
- Aplicar un herbicida desecante como glifosato 15 días después del acame y 15 días antes de la siembra del poroto, para controlar las malezas recién germinadas y rebrotes del abono verde si existiese. La aplicación del herbicida se debe realizar en las primeras horas de la mañana o al final de la tarde, para evitar las temperaturas muy elevadas que pueden reducir la eficiencia del herbicida. La aplicación del herbicida se debe realizar con un pulverizador con pico del tipo “abanico”.

5.4 Época de siembra

La siembra del poroto se puede realizar desde la segunda quincena del mes de agosto hasta la primera quincena del mes de febrero. Sin embargo, se debe tener cuidado con las siembras tempranas, debido a las heladas tardías que pueden ocurrir en algunos años, principalmente en el sur del país.

La mejor época de siembra para las variedades de ciclo corto es desde la segunda quincena de agosto hasta la primera quincena de octubre, mientras que para las variedades de ciclo largo desde la segunda quincena de agosto hasta noviembre.

Durante la ejecución del Proyecto Paquetes Tecnológicos, se ha observado que en las zonas de producción de poroto que se encuentran en la frontera agrícola con la agricultura extensiva como la soja, la siembra de poroto de ciclo corto se debe realizar en forma temprana (segunda quincena de agosto - octubre), para evitar que los insectos plagas de la soja como los chinches, pasen a atacar al cultivo del poroto. En el caso de efectuar siembras tardías el productor debe realizar un monitoreo constante de la presencia de plagas y una vez constatadas, realizar la aplicación de los insecticidas específicos, porque en caso de no realizar el control oportuno se reduce considerablemente el rendimiento y calidad de los granos. Además, el periodo de cosecha de las siembras tardías muchas veces coincide con el periodo lluvioso, con lo cual se tiene pérdidas de vainas y granos en el campo, por la imposibilidad de realizar la cosecha en el momento oportuno.

5.5 Método de siembra

La siembra del poroto tanto en el sistema convencional como en siembra directa se puede realizar en forma manual o con sembradoras a tracción animal o mecánica.

Siembra manual: se depositan las semillas en hoyos abiertos previamente con azada o “yyra acua”; también se puede efectuar con sembradora manual tipo matraca (Figura 18).

Siembra mecánica: se realiza con sembradoras a tracción animal o movidas con tractor.

Figura 18. Siembra manual con matraca sobre rastrojos de avena negra.



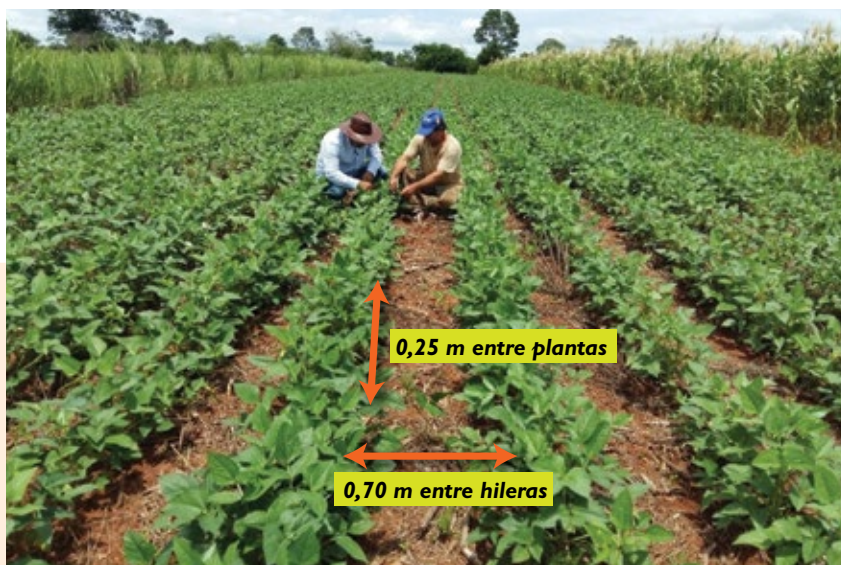


Figura 19. Desarrollo vegetativo del poroto de la variedad Pytã'i, en monocultivo 56 días después de la siembra. Parcela demostrativa del Proyecto Paquetes Tecnológicos instalada en el distrito de Juan M. Frutos, Departamento de Caaguazú.

5.6 Distancia de siembra

La distancia de siembra a ser utilizada depende del hábito de crecimiento de la variedad a ser sembrada y del sistema de producción a ser implementado: monocultivo o asociación de cultivo.

5.6.1 Distancia de siembra en monocultivo

En la siembra manual para las variedades de ciclo corto (Pytã'i, San Francisco'i, Crema, Tronquito), se recomienda un espaciamiento de 0,60 a 0,70 m entre hileras y de 0,25 m entre plantas, depositando 2 a 3 semillas en cada hoyo (Figura 19 y 20). En la siembra mecánica, la sembradora se debe regular para distribuir entre 8 a 10 semillas por metro lineal.

Para las variedades de ciclo largo (San Francisco Guasu, Pytã Guasu, Tupi Pytã e Inga), en la siembra manual se recomienda la distancia de 1 m entre hileras y 0,50 m entre plantas, depositando 3 a 4 semillas por hoyo. En la siembra mecanizada se debe distribuir 8 a 10 semillas por metro lineal.



Figura 20. Parcela demostrativa de poroto variedad Pytâ'i en plena etapa de fructificación sembrada en la distancia de 0,70 m x 0,25 m, con 2 plantas por hoyo a los 70 días después de la siembra en el distrito de Juan Manuel Frutos, Departamento de Caaguazú.

5.6.2 Distancia de siembra en asociación de cultivo

En el sistema de producción asociado o policultivo, el poroto se siembra en el mismo lugar y al mismo periodo de tiempo con otros cultivos como el maíz, la mandioca y la yerba mate. Esta práctica es muy común en la agricultura familiar y está orientada a la diversificación de la producción con fines de lograr la seguridad alimentaria, mejor aprovechamiento del suelo, incorporar materia orgánica, mejor control de la erosión, de malezas, plagas y enfermedades.

Con el maíz como cultivo principal, el poroto se puede sembrar en el medio de cada melga de maíz, o entre melgas intercaladas, a una distancia de 0,50 m, depositando 2 a 3 semillas por hoyo o golpe. Para la asociación se debe utilizar preferentemente variedades de poroto de ciclo largo por la mayor cantidad de biomasa que produce. En este caso la asociación se puede efectuar al inicio de la floración del maíz.

La asociación con mandioca se puede realizar sembrando el poroto en las melgas o hileras de cultivo, inmediatamente después de la plantación de la mandioca. Las variedades de poroto a sembrar deben ser de ciclo corto.

El poroto también se puede asociar con el cultivo de yerba mate; en este caso se puede sembrar 3 a 4 hileras de poroto en las hileras de la yerba mate. Las variedades de poroto utilizadas deben ser de ciclo corto (*Figura 21*).



Figura 21. Asociación de poroto variedad Tronquito o Togue po'i, de crecimiento determinado con yerba mate.

5.7 Semilla

Las semillas utilizadas para la siembra deben ser puras, es decir se debe evitar el uso de semillas mezcladas con otras variedades; deben provenir de parcelas donde no hubo incidencia de enfermedades transmitidas por semillas como virus. El virus del mosaico severo se transmite por semillas y puede causar pérdidas de hasta 80% del rendimiento.

Además, las semillas deben ser enteras, sanas y con un mínimo de 80% de poder germinativo. En caso de mezclas se debe hacer una selección manual. El uso de semillas de buena calidad aumenta la posibilidad de obtener una buena cosecha.

Para conocer el porcentaje de germinación de su lote de semillas, el productor puede tomar un recipiente que tenga una base con agujeros y cargarlo con arena lavada, donde posteriormente debe sembrar 100 semillas a una profundidad de 2 cm y regar diariamente. Al cabo de una semana debe realizar al conteo de las plántulas germinadas, debiendo alcanzar como mínimo 80 semillas germinadas para admitir su utilización como material de siembra.

La cantidad de semilla necesaria para sembrar 1 hectárea de poroto depende del tamaño de la semilla, del sistema de producción, del método de siembra y del espaciamiento. En promedio, para la siembra manual se necesita entre 8 a 10 kilogramos de semilla por hectárea y en la siembra mecanizada de 15 a 20 kilogramos de semilla por hectárea.

Antes de la siembra las semillas de poroto deben ser tratadas con una mezcla de insecticida y funguicida, para prevenir el ataque de insectos plaga como el Gusano cortador o Ybytaso (*Agrotis ipsilon*), Gusano barrenador o Broca del tallo (*Elasmopalpus lignosellus*), Gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*), Grillo topo o Mitãmi (*Neocurtilla hexadactyla*) y hongos del suelo como *Rhizoctonia*, *Fusarium* y *Sclerotium*.

Los productos con registro en el Servicio Nacional de Calidad y Sanidad Vegetal y de Semillas (SENAVE) que se pueden utilizar para el tratamiento de semillas se presentan en la *Tabla 1*.

Tabla 1. Plagas, nombre técnico, nombre comercial, concentración de producto activo (P.A.), dosis y periodo de carencia de los productos recomendados para el tratamiento de semillas de poroto.

PLAGAS	NOMBRE TÉCNICO	NOMBRE COMERCIAL	CONCENTRACIÓN P.A. (G/L)	DOSIS/ 100 KG DE SEMILLA
Gusano cortador o Yvytaso	Tiodicarb	Imitiocem FS	450 + 150	300 cm ³
	+	Return Max	280 + 210	300 cm ³
	Imidacloprid			
Gusano cortador o Yvytaso	Fipronil	Huracán 25 FS	250	100 a 200 cm ³
Grillo topo o mitãmi				
Hormigas cortadoras				
Pudrición de raíz	Tiram	Sanador	35	200 a 600 cm ³
	+	Tiracarb	+	
	Carbendazim		15	
Pudrición de raíz	Carboxin	Union	200	250 a 350 cm ³
Podredumbre de semilla	+	Halo	+	
	Tiram		200	

Fuente: Guía Sata (2015).

5.8 Profundidad de siembra

La profundidad de siembra recomendada es de 4 a 5 cm. Siembras superficiales exponen a la semilla al ataque de plagas del suelo y pájaros (aves), también pueden ser afectadas por la disponibilidad de agua en el suelo y afectar negativamente la emergencia de las plantas

En siembras muy profundas las semillas pueden tener problemas debido a la falta de oxígeno o por agotar sus reservas antes de la emergencia.

El tipo de suelo es otro factor que incide en la profundidad de siembra, recomendándose siembras más profundas en suelos arenosos y más superficiales en los pesados o arcillosos.



Figura 22. Biomasa producida por el cultivo de poroto antecedendo al cultivo de maíz, en el sistema de rotación poroto - maíz.

5.9 Rotación de cultivo

Cultivos sucesivos en la misma parcela del poroto puede ser perjudicial, por las pérdidas que pueden ocasionar las enfermedades causadas por patógenos y nematodos que sobreviven en el suelo y restos del cultivo.

El poroto es una buena alternativa para utilizar en sistemas de rotación de cultivos, debido a su capacidad de mejorar la fertilidad de suelo por la fijación simbiótica del nitrógeno atmosférico con bacterias del género *Bradyrhizobium spp.* Se puede utilizar en sistemas de rotación con poroto - maíz (Figura 22), poroto - cebolla, y poroto - mandioca.

6

APLICACIÓN DE ENMIENDAS Y FERTILIZANTES

La cantidad de cal agrícola, materia orgánica y fertilizante químico a ser aplicado al suelo debe ser determinada por el resultado del análisis de suelo.

6.1 Encalado

Tiene como finalidad disminuir la acidez del suelo, corregir la toxicidad de aluminio y manganeso, aumentar la disponibilidad de nutrientes, suministrar calcio y magnesio a las plantas, aumentar la actividad biológica del suelo beneficiando la fijación simbiótica del nitrógeno. De esa forma, mejora la fertilidad del suelo y proporciona mayor rendimiento al cultivo. La aplicación de la cal agrícola debe elevar el pH del suelo a valores entre 5,5 y 6,5, faja considerada adecuada para una mayor disponibilidad de nutrientes del suelo.

Figura 23. Aplicación de cal agrícola al voleo en forma manual.



El encalado se realiza utilizando calcáreo de origen calcítico o dolomítico, debiendo preferirse, este último por su mayor contenido en magnesio. Se recomienda efectuar por lo menos 2 meses antes de la siembra, de tal forma que pueda disponer el tiempo suficiente para reaccionar y corregir la acidez del suelo.

La aplicación de cal agrícola se debe realizar preferentemente al voleo en toda la superficie de la parcela (Figura 23) o en las líneas de cultivo en el sistema de laboreo mínimo (Figura 24). En el sistema de preparación convencional de suelo, la cal agrícola se debe incorporar con la primera arada, mientras que en el sistema de siembra directa la incorporación se realiza natural y lentamente, con las precipitaciones.

En las parcelas demostrativas instaladas en el marco Proyecto Paquetes Tecnológicos en los distritos: Coronel Maciel, Fulgencio Yegros, Caazapá, General Morínigo y San Juan Nepomuceno del Departamento de Caazapá, el pH del suelo varió entre 4,60 y 4,90, con lo cual la cantidad de cal agrícola recomendada estuvo entre 1.500 a 2.000 kg ha⁻¹. En los distritos de Yhú, Vaquería, Caaguazú, 3 de Febrero y Juan Manuel Frutos, del Departamento de Caaguazú, el pH del suelo varió entre 4,40 y 5,90, recomendándose la aplicación de 1.000 a 500 kg ha⁻¹ de cal agrícola.

6.2 Aplicación de materia orgánica

La aplicación de materia orgánica al suelo permite mejorar sus características físicas, químicas y biológicas.

En suelos con bajo contenido de materia orgánica se puede adicionar al suelo, estiércol vacuno, de oveja, de cabra y de aves (gallinaza), los cuales deben estar bien descompuestos en el momento de la aplicación. El estiércol vacuno, de oveja y de cabra se recomienda aplicar en dosis de 20.000 kg ha⁻¹, mientras que el de aves a una dosis de 8.000 a 10.000 kg ha⁻¹.



Figura 24. Aplicación de cal agrícola en surcos, lugar donde van a estar las hileras del cultivo de poroto.



Figura 25. Aplicación de materia orgánica en surcos.

La materia orgánica se puede aplicar al voleo en toda la superficie y luego incorporarla con la primera arada, conjuntamente con la cal agrícola. También se puede aplicar directamente en los surcos donde van a estar las líneas de siembra del cultivo (*Figura 25*). En este caso, es importante realizar una mezcla homogénea con el suelo para facilitar la incorporación.

Los resultados de los análisis de las muestras de suelo extraídas de las parcelas demostrativas del Proyecto Paquetes Tecnológicos en los distritos mencionados anteriormente, en los departamentos de Caazapá y Caaguazú, arrojaron valores entre 0,23% y 0,89%, que es considerado como un nivel bajo y por tanto requirieron de la aplicación de materia orgánica.

6.3 Fertilización química

Las recomendaciones de fertilización química llevan en cuenta los resultados del análisis de suelo y las necesidades del cultivo.

En investigaciones realizadas por Oliveira y Dantas (1985) encontraron que para obtener un rendimiento de 1.500 kg ha⁻¹ de granos de poroto, las exigencias en nutrientes siguen el siguiente orden K>N>Ca>Mg>S>P>Fe>B>Mn>Zn>Cu>Mo.

El nitrógeno por ser un elemento altamente móvil en la planta, presenta los primeros síntomas de deficiencia en las hojas más viejas, caracterizado por una clorosis, que luego se extiende a las hojas más nuevas.

El poroto depende del nitrógeno de la semilla y del suelo hasta los 20 días después de la germinación. Andrade Junior et al. (2011), mencionan que el poroto absorbe para su completo desarrollo una cantidad superior a 100 kg ha⁻¹ y que por su buena capacidad de nodulación y alta eficiencia en la fijación de nitrógeno no requiere de fertilización nitrogenada en suelos de buena fertilidad. En suelos con bajo contenido de materia orgánica y arenosos, se recomienda aplicar 20 kg ha⁻¹ de N en cobertura, 15 días después de la emergencia de las plantas.

La absorción de fósforo y potasio es muy pequeña en las dos primeras semanas iniciales de desarrollo del cultivo. Luego de ese periodo ocurre una absorción acelerada con picos entre 40 y 50 días en las variedades de crecimiento determinado o ciclo corto y 75 a 90 días en las variedades de crecimiento indeterminado o ciclo largo, coincidiendo con sus respectivos periodos de floración.

El fósforo es uno de los macronutrientes extraído en menor cantidad, pero es el principal limitante de la producción del poroto, recomendándose dosis entre 20 y 60 kg ha⁻¹ en función a la fertilidad del suelo (Andrade Junior et al. 2011).

Los mismos autores mencionan que la cantidad de potasio recomendada en función a la fertilidad del suelo varía en la faja de 20 a 40 kg ha⁻¹.

A pesar de que el poroto es un cultivo rústico, que produce relativamente bien en suelos con diferentes niveles de fertilidad, por la agricultura extractiva que vienen practicando los productores familiares en el país por muchos años, caracterizada por la falta de adición de fertilizantes minerales en sus parcelas, en el Proyecto Paquetes Tecnológicos se ha recomendado

realizar la fertilización química en base a los resultados de los análisis de suelo, para aumentar los rendimientos del cultivo.

La cantidad de fertilizantes minerales a ser aplicados se establece en base a los resultados del análisis químico del suelo.

Los resultados de los análisis de suelos de las parcelas demostrativas del cultivo de poroto instaladas en las fincas de los productores en el marco del Proyecto Paquetes Tecnológicos en el departamento de Caazapá, (distritos Abaí, San Juan Nepomuceno y Caazapá) y en el departamento de Caaguazú (distrito Juan Manuel Frutos) indican que los niveles de fósforo estuvieron por debajo de 12 ppm (partes por millón) considerado como un nivel bajo. Con relación al potasio, a excepción del Distrito de Abaí, en el Departamento de Caazapá, donde el análisis de suelo arrojó un contenido de 0,31 cmol_c/kg (centimol de carga por kilogramo), también los niveles fueron bajos, debido a que los valores obtenidos fueron inferiores a 0,12 cmol_c/kg.

Para los suelos degradados y con niveles bajos de nitrógeno (determinado en base al contenido de materia orgánica), fósforo y potasio, la recomendación es la aplicación de 30 kg ha⁻¹ de nitrógeno, 40 kg ha⁻¹ de fósforo (P₂O₅) y 40 kg ha⁻¹ de potasio (K₂O), respectivamente. Estas exigencias pueden ser alcanzadas con la aplicación de 87 kg ha⁻¹ de fosfato diamónico 18-46-00 (N-P-K) y 67 kg ha⁻¹ de cloruro de potasio (00-00-60 (N-P-K).

En caso de no conseguir los fertilizantes mencionados anteriormente y por cuestiones prácticas, se puede sustituir con fertilizantes compuestos de la formulación 12-12-17-2 (N-P-K-Mg) o 15-15-15 (N-P-K), utilizando una dosis de 250 kg ha⁻¹.

La aplicación de estos fertilizantes se puede efectuar en el momento de la siembra, cuando se utiliza sembradora-abonadora manual (Figura 26) o mecánica, debido a que dichos implementos cuentan con depósitos separados para semillas y fertilizantes. La cantidad de fertilizante a aplicar por hoyo o golpe va depender de la dosis recomendada de los fertilizantes y la distancia de siembra.



Figura 26. Aplicación de fertilizante químico en el momento de la siembra, con sembradora - abonadora manual tipo matraca.

7

MANEJO DE PLAGAS, ENFERMEDADES Y MALEZAS

7.1 Plagas

Las plagas más importantes que atacan al cultivo del poroto en el país se describen a continuación.

7.1.1 Gusano cortador o yvytasõ

Agrotis ipsilon (Hufnagel, 1776) (Lepidoptera: Noctuidae)

Esta plaga ataca a nivel del cuello de la planta y su presencia se evidencia por la presencia de una o más plantas jóvenes cortadas a ras del suelo, o un poco por encima, en las líneas del cultivo. En plantas desarrolladas, la plaga puede roer el tallo, pero sin llegar a cortar y en ese caso la planta puede volver a recuperarse, pero la producción ya se ve afectada. Los mayores daños causados por el ataque se observan durante el periodo vegetativo, luego de la emergencia de la planta. La larva es activa durante la noche y se esconde durante el día cerca del lugar donde se alimenta. El principal inconveniente que ocasiona esta plaga es la disminución del número de plantas por hectárea.

El tratamiento de semillas antes de la plantación es una medida preventiva eficiente para el control de esta plaga.

El control químico, luego de la emergencia de las plantas, se puede realizar basado en los productos presentados en la *Tabla 2*.



Figura 27.
Larva del gusano
barrenador
del tallo.

7.1.2 Gusano barrenador o broca del tallo

Elasmopalpus lignosellus (Lep.: Pyralidae).

El ataque de esta plaga ocurre después de la emergencia de la planta, a nivel del cuello o un poco debajo de ella. Las plantas atacadas se vuelven amarillas, se marchitan y luego caen. Al realizar la inspección de las plantas atacadas, se observa galerías y a la larva en el interior del tallo (Figura 27). La oruga es favorecida por clima seco, suelo arenoso, profundo y con bajo contenido de materia orgánica.

En terrenos anteriormente cultivados con gramíneas, se recomienda la limpieza y preparación anticipada del área. En el sistema de cultivo mínimo, debido a la acumulación de materia orgánica que aumenta la retención de humedad, generalmente la intensidad del ataque es menor. La incorporación de restos de cultivos y la mantención de la parcela libre de malezas pueden reducir la incidencia de esta plaga. El control químico se puede realizar basado en los productos presentados en la Tabla 2.

7.1.3 Grillo topo o mitãmi

Neocurtilla hexadactyla (Orthoptera: Gryllotalpidae)

Es un insecto de hábito nocturno, cuyas ninfas y adultos se alimentan de las raíces de la planta de poroto. Ataca principalmente plantas jóvenes recién emergidas y tiernas. Las plantas más desarrolladas con sistema radicular bien desarrollado soportan mejor los daños provocados por este insecto. Los principales daños se observan cuando el suelo está húmedo.

El control preventivo se puede realizar mediante el tratamiento de semillas. En el control después de la emergencia, las pulverizaciones se deben dirigir al cuello de la planta.

El control químico después de la emergencia de plantas se puede realizar basado en los insecticidas presentados en la Tabla 2.

7.1.4 Cigarrita verde

Empoasca kraemeri (Hem.: Typhloeibidae (= Cicadelidae))

Es un insecto de color verde que se encuentra generalmente en la cara inferior de la hoja, dañando a la planta por la succión de la savia y la inyección de toxinas. Las hembras depositan sus huevos a lo largo de las nervaduras. Cuando el ataque es intenso causa amarillamiento de los bordes de las hojas y el posterior encorvado hacia abajo de las mismas.

El control químico se puede realizar basado en los insecticidas presentados en la *Tabla 2*.

7.1.5 Pulgón o ky

Aphis craccivora, *Aphis gossypii* y *Aphis fabae* (Hemiptera: Aphididae).

Los pulgones que atacan al cultivo del poroto, conforme a Vale et al. (2017), pertenecen a las especies mencionadas más arriba, siendo la principal *Aphis craccivora* (pulgón negro).

Estos insectos viven en colonias en hojas (*Figura 28*), brotes tiernos, flores y vainas nuevas. Se alimentan de la savia de las plantas. Durante la alimentación inyectan toxinas y pueden transmitir los virus *Cowpea aphid borne mosaic virus (CABMV)* y el *Cucumber mosaic virus (CMV)*. Por alimentarse exclusivamente de la savia, los pulgones excretan gran cantidad de un líquido azucarado, del cual se alimentan las hormigas y además sobre ese líquido se desarrolla un hongo denominado “fumagina” que forma una capa negra que puede cubrir totalmente la lámina foliar, afectando negativamente la fotosíntesis.

En pequeñas áreas de cultivo se puede utilizar, dentro de una estrategia de control alternativo, productos a base de Neem, *Azadirachta indica*, A. Juss (extracto de semilla o aceite), detergente neutro, o aceite comestible de soja, algodón o girasol, debidamente emulsionado y aplicado en una concentración máxima de 1% en las horas más frescas del día. Los aceites y los detergentes neutros pueden ser tóxicos en condiciones de temperaturas altas y baja humedad del aire.

El control químico se puede realizar basado en los insecticidas presentados en la *Tabla 2*.



Figura 28.

Hoja de poroto con ataque de pulgones.

7.1.6 Mosca blanca

Bemisia tabaci (Hem.: Aleyrodidae)

La presencia de esta plaga normalmente se observa en la cara inferior de las hojas nuevas ya totalmente expandidas (Figura 29). Es un insecto pequeño de cerca de 1,5 mm de longitud. La cabeza y el abdomen del insecto adulto son de coloración amarilla, mientras que sus dos pares de alas son de color blanco. Cuando el ataque es intenso se observa sobre las hojas la presencia de una sustancia azucarada, que facilita el desarrollo del hongo denominado “fumagina”.

La mosca blanca puede atacar durante todo el ciclo del cultivo, siendo crítico en el inicio del periodo de fructificación. Pueden ser transmisores de virus en variedades susceptibles, afectando el rendimiento. Es frecuente en épocas de sequía.

El control alternativo se puede realizar con los mismos productos sugeridos para control de pulgones.

El control químico se puede realizar basado en los insecticidas presentados en la Tabla 2.

Figura 29. Hoja de poroto con ataque de pulgones y mosca blanca.



7.1.7 Vaquita

Diabrotica speciosa (Coleoptera: Chrysomelidae) y *Cerotoma arcuata* (Coleoptera: Chrysomelidae)

Los adultos de *D. speciosa* son de color verde y amarillo y los de *C. arcuata* negro y amarillo. Los adultos de estas especies miden aproximadamente 4 mm de longitud y se alimentan de hojas y ocasionalmente de las vainas. Los principales daños que causan son las perforaciones en las hojas, reduciendo el área foliar de la planta (Figura 30). Además, pueden transmitir el virus del mosaico severo del poroto, *Cowpea aphid borne mosaic virus* (CABMV).

El control químico se puede realizar basado en los insecticidas presentados en la Tabla 2.

Figura 30. Daño en hojas de poroto causado por la vaquita *Cerotoma arcuata*.



7.1.8 Gusano cogollero

Spodoptera frugiperda (Lep.: Noctuidae)

El gusano completamente desarrollado mide cerca de 35 mm. Esta plaga puede cortar las plantas jóvenes a nivel del cuello, provocando la caída de la misma, parecido con el ataque causado por *Agrotis ipsilon*.

Las larvas jóvenes luego de eclosionar raspan el limbo de las hojas jóvenes, posteriormente migran a otras plantas alimentándose de hojas y vainas hasta el resto del estado larval que dura aproximadamente 20 días. Esta plaga es importante desde la emergencia de las plantas, hasta el estado de granos verdes.

El control alternativo se puede realizar con productos a base de *Bacillus thuringiensis*, que debe ser aplicado cuando los gusanos son pequeños, con un máximo de 1,5 cm de longitud, o cuando se observe síntomas de hojas raspadas.

El control químico se puede realizar basado en los insecticidas presentados en la *Tabla 2*.

7.1.9 Chinche verde de la soja

Nezara viridula (Hem.: Pentatomidae)

En su fase adulta el chinche mide aproximadamente 15 mm de longitud y presenta una coloración verde intensa. Aunque puede alimentarse de brotes nuevos, el ataque de esta plaga se da en la fase reproductiva de la planta. Al alimentarse de los granos verdes, inyectan sus toxinas y en los orificios ocasionados por el aparato bucal ingresan microorganismos que afectan el llenado de los granos, causando depreciación del producto para la comercialización. Además, las toxinas se difunden a otras partes de la planta, ocasionando una reducción del rendimiento. El control químico se puede realizar basado en los insecticidas presentados en la *Tabla 2*.

7.1.10 Chinche pequeño de la soja

Piezodorus guildinii Westwood, 1837 (Hemiptera: Pentatomidae)

Es una plaga que tiene preferencia como hospederas a plantas de la familia de las leguminosas entre ellas el poroto y la soja.

El adulto es de color verde claro con aproximadamente 10 mm de longitud. Las hembras depositan sus huevos de color negro en hileras dobles, que puede llegar a 20, en hojas, peciolo y vainas. En los primeros estadios, las ninfas presentan hábito gregario, concentrándose en colonias, luego se dispersan sobre diversas partes de las plantas. Los daños causados son semejantes en brotes, hojas nuevas y en las vainas causan deformaciones. Los granos quedan mal formados, disminuyen su peso y quedan con un color más oscuro. Esta especie de chinche es muy abundante en el cultivo de poroto en el país. El control químico se puede realizar basado en los insecticidas presentados en la *Tabla 2*.

7.1.11 Gorgojo o tiguá'a

Callosobruchus maculatus (Col. Chrysomelidae: Bruchinae)

Esta plaga ataca desde la fase de floración y fructificación, llegando hasta la etapa de almacenamiento de los granos. El adulto mide aproximadamente 3 mm de longitud, presenta coloración marrón oscura y dos manchas negras en las alas.

La hembra de este insecto deposita sus huevos en la superficie de la semilla. Luego de nacer, las larvas penetran en los granos donde se alimentan y cumplen su ciclo de larva a pupa. Los granos pierden peso y poder germinativo debido a las galerías formadas. Al finalizar el estado de pupa, el adulto emerge del grano por el orificio previamente ocasionado por la larva. Luego de la cosecha, los granos infestados pueden contener larvas que todavía no completaron su ciclo, pero que pueden completar en la etapa de almacenamiento de granos.

La infestación se determina por la simple presencia de huevos o adultos; con esta evidencia se debe tomar la decisión de aplicar las medidas de control.

El manejo de esta plaga se debe iniciar aproximadamente 15 días después de la floración utilizando insecticidas específicos (*Tabla 2*), debiéndose repetir las pulverizaciones cada 15 a 20 días hasta finalizar la etapa de fructificación.

Luego de la cosecha y trillado, los granos deben ser secados y tratados con Dieldorvos (*Tabla 2*). Posteriormente pueden ser conservados en silos de metal u otro tipo de recipiente que se pueda cerrar herméticamente para evitar la entrada del insecto.

Tabla 2. Plagas, nombre técnico, nombre comercial, concentración de producto activo (P.A.), dosis y periodo de carencia de los insecticidas recomendados para el control de plagas del poroto.

PLAGAS	NOMBRE TÉCNICO	NOMBRE COMERCIAL	CONCENTRACIÓN P.A. G/L	DOSIS EN 20 LITROS DE AGUA	PERIODO DE CARENCIA (DÍAS)
Gusano cortador o Yvytaso	Alfacipermetrina	Magic	200	10 cm ³	15
	Cipermetrina	Laser 25	250	20 cm ³	30
Gorgojo o Tiguá'a	Clorpirifos	Bronco	480	50 cm ³	45
Gusano barrenador	Cipermetrina	Laser 25	250	20 cm ³	30
	Clorpirifos	Bronco	480	50 cm ³	45
Gorgojo o Tiguá'a	Carbaril	Hortevin 850 WP	85	120 g	3
Grillo topo (mitāmi)	Fipronil	Fiprofur 25	250	100 cm ³ /100 kg de semilla	-
Cigarrita verde	Carbaril	Hortevin 850 WP	85	120 g	3
	Acetamiprid	Acetamiprid 70% SP	70	20 g	8
	Imidacloprid	Record	350	20 cm ³	-
Pulgón	Cipermetrina	Laser 25	250	20 cm ³	30
Gorgojo o Tiguá'a	Clorpirifos	Bronco	480	50 cm ³	45
	Imidacloprid	Record	350	20 cm ³	-
Chinche verde	Lambdacialotrina	Agris	50	10 cm ³	20
Gorgojo o Tiguá'a	Clorpirifos	Bronco	480	50 cm ³	45
	Alfacipermetrina	Magic	200	10 cm ³	15
Gorgojo o Tiguá'a	Diclorvos	Dedefos 100	1.000	10 cm ³ por tonelada de granos en 0,5 a 1 L de agua	20 a 30 horas

Fuente: Guía Sata (2015).

7.2 Enfermedades

El cultivo de poroto es atacado por diversos patógenos como hongos, bacterias y virus. A continuación, se describen las principales enfermedades que afectan al poroto en el país.

7.2.1 Enfermedades causadas por hongos

7.2.1.1 Antracnosis

Agente etiológico: *Colletotrichum lindemuthianum* (Sacc. & Magnus) Briosi & Cavara (Sin. *Glomerella lindemuthiana* Shear).

Este hongo ataca varias especies de plantas de la familia de las Fabaceae, en especial especies de *Phaseolus* y *Vigna*. Se disemina por el agua de lluvia y de riego por aspersión. Las semillas constituyen un importante vehículo de transmisión de esta enfermedad. Temperaturas de aproximadamente 21°C y humedad relativa superior a 91% son condiciones ideales para la ocurrencia de epidemias de antracnosis.

Los síntomas más evidentes ocurren en las vainas, con manchas redondeadas, bordes verdes y centros más claros y deprimidos, en la cual se pueden formar masas rosadas de conidios en condiciones de alta humedad. En casos de ataques severos los hongos afectan a las semillas, ocasionando manchas parduzcas, a veces poco perceptibles en variedades con semillas de colores oscuros. Semillas infectadas se pueden pudrir antes de la germinación o al germinar, las plantas se tumban causando su muerte. Otros órganos de la planta que pueden ser atacados son hojas y tallos, pero en menor proporción.

El control se puede realizar utilizando semillas sanas, variedades resistentes, eliminando las plantas enfermas del cultivo, la rotación de cultivo y el tratamiento de la semilla con productos químicos.

El control químico se puede realizar con los productos presentados en la *Tabla 3*.

7.2.1.2 Cercosporiosis

Agente etiológico: *Cercospora canescens* Ellis & G. Martin, *Pseudocercospora cruenta* (Sacc.) Deighton [*Mycosphaerella cruenta* Lathan].

Los síntomas de esta enfermedad causada por hongos se observan en las hojas, donde aparecen manchas necróticas, secas, ligeramente deprimidas y de coloración rojiza. Los síntomas comienzan a aparecer en la época de floración de las plantas. Las manchas pueden cubrir grandes áreas de la hoja cuando las condiciones son ideales para el desarrollo del hongo, como elevada humedad o periodos prolongados de lluvia, formando masas de conidios en el centro de las lesiones, que se diseminan por el viento y la lluvia. Se transmiten por semillas, permanecen en los restos de cultivos y las plantas hospederas alternativas son importantes para la sobrevivencia de este patógeno en el campo.

La enfermedad puede ser controlada con la utilización de variedades resistentes. Las medidas de control cultural incluyen rotación de cultivos, uso de semillas sanas, eliminación de restos de cultivo y la selección del área y época adecuada para la siembra, procurando evitar las condiciones favorables para la enfermedad. El control químico se puede realizar con los productos presentados en la *Tabla 3*.

Tabla 3. Enfermedades, nombre técnico, nombre comercial, concentración de producto activo (P.A.), dosis y periodo de carencia de productos para el control de enfermedades causadas por hongos y bacterias en el cultivo del poroto.

ENFERMEDAD	NOMBRE TÉCNICO	NOMBRE COMERCIAL	CONCENTRACIÓN P.A. G/L	DOSIS EN 20 LITROS DE AGUA	PERIODO DE CARENCIA (DÍAS)
Antracnosis	Carbendazim	Carbentec	500	25 cm ³	14
	Mancozeb	Dithane PM-80	80	40 g	7
Cercosporiosis	Carbendazim	Carbentec	500	25 cm ³	14
	Tetraconazol	Eminente 100 CE	100	50 cm ³	7
Oídio o Mildéu pulverulento	Carbendazim	Carbentec	500	25 cm ³	14
Pudrición de raíz	Tiram + Carbendazim	Sanador	35%+15%	30 cm ³	-
Mancha bacteriana	Sulfato de cobre	Supercopper	50	30 cm ³	-

Fuente: Guía Sata (2015).

7.2.1.3 Oídio o Mildéu pulverulento

Agente etiológico: *Erysiphe polygoni* DC.

Los síntomas típicos de la enfermedad son manchas blancas de aspecto pulverulento, siendo las hojas los órganos de las plantas más afectadas, también pueden aparecer en otros órganos de la parte aérea. En infecciones severas, las manchas pueden cubrir extensas áreas, causando clorosis y caída de folíolos.

El patógeno se disemina fácilmente por el viento, especialmente en condiciones de temperatura moderada, asociada a baja humedad relativa del aire. La sobrevivencia del hongo ocurre en restos de cultivo u hospederos alternativos.

La enfermedad puede ser controlada con la utilización de variedades resistentes, siembra en la época recomendada, eliminación de restos de cultivos y malezas con síntomas de la enfermedad y la utilización de barreras rompe vientos alrededor del cultivo. El control químico se puede realizar con los productos presentados en la *Tabla 3*.

7.2.1.4 Pudrición de raíz

Agente etiológico: *Rhizoctonia solani* J.G. Kühn

En la fase inicial del ciclo fenológico del cultivo, el hongo causa pudrición de semillas, caída de plantas, pudrición de raíz y cuello, atraso en la emergencia y en el desarrollo de la planta en el campo. En las otras fases del ciclo del cultivo, la planta puede resistir al ataque del patógeno en lugares con baja humedad.

Este hongo sobrevive sobre materia orgánica muerta en la superficie del suelo y en semillas contaminadas. La diseminación del patógeno es por medio de las semillas y por el movimiento del suelo infestado durante la preparación de suelo, por el viento fuerte que arrastra partículas de suelo y el escurrimiento superficial del agua.

El control de este patógeno es difícil por la alta diversidad genética del hongo, amplia gama de hospederos, alta habilidad de competición xerofítica y por presentar estructuras de resistencia que dificultan el control por la rotación de cultivos, por permanecer viable por largo periodo de tiempo. Por lo mencionado, es necesario adoptar medidas que disminuyan la densidad de inóculos del patógeno como semillas sanas, siembra sobre cobertura muerta y rotación de cultivos.

El tratamiento de semillas es una medida muy importante para controlar la enfermedad en la fase inicial del ciclo del cultivo.

El control químico se puede realizar basado en los productos presentados en la *Tabla 3*.

7.2.2 Enfermedad causada por bacteria

Mancha bacteriana

Agente etiológico: *Xanthomonas* sp (Burkholder) Dye

Esta bacteria se disemina por el agua de lluvia, semillas e insectos. Sobrevive en restos de cultivos, en plantas hospederas alternativas y semillas. Condiciones de elevada humedad y lluvias frecuentes favorecen la aparición de la enfermedad.

En la fase inicial del ciclo fenológico de la planta puede ocasionar la muerte de plántulas, cuando se utiliza semillas infectadas. En las fases siguientes, aparecen manchas diminutas con aspecto húmedo o encharcado en la cara inferior de las hojas, transformándose en pequeñas pústulas de forma circular evolucionando a lesiones con centro necrosado y rodeados de un halo amarillento. Las lesiones se pueden unir produciendo extensa área necrótica en las hojas.

La enfermedad puede ser controlada con la utilización de variedades resistentes, rotación de cultivos, uso de semillas sanas y eliminación de restos de cultivo.

El control químico se puede realizar con los productos presentados en la *Tabla 3*.

7.2.3 Enfermedades causadas por virus

7.2.3.1 Mosaico de potivirus

Agente etiológico: *Cowpea aphid borne mosaic virus* - (CABMV)

El mosaico es una enfermedad causada por un virus del género *Potivirus* muy difundido en las zonas productoras de poroto en el país y es transmitido por diferentes especies de pulgones como *Myzus persicae*, *Aphis gossypii* y *A. craccivora*.

Los síntomas principales consisten en mosaicos y deformaciones foliares en la planta afectada (Figura 31). Los daños ocasionados por esta enfermedad están relacionados al estado fenológico de la planta en el momento del inicio de la infección. En caso de infecciones tempranas, las pérdidas llegan a ser significativas (80%) y si son posteriores a la floración, las pérdidas son menores (20 al 30%).

Los pulgones vectores de esta enfermedad transportan las partículas virales en el estilete, teniendo la particularidad de su rápida transmisión y su muy baja retención (1 a 2 horas). Para este tipo de transmisión, los insecticidas no tienen ningún efecto en el control de la diseminación de la enfermedad, incluso en muchos casos los insecticidas aumentan la actividad del insecto vector posibilitando una mayor diseminación en la parcela.

Como estrategia de control de esta enfermedad se sugieren las siguientes medidas: utilizar semillas sanas provenientes de plantas sin síntomas de la enfermedad; eliminar restos de cultivos afectados por la enfermedad; rotación de cultivos con especies no susceptibles como maíz, mandioca y asociación con maíz de modo a reducir los pulgones transmisores activos en la parcela. También se puede realizar pulverizaciones con aceites vegetales y detergente al 1%, cuando la población de los vectores es alta.



Figura 31. Planta de poroto con síntoma del virus del mosaico de *Potivirus*.

7.2.3.2 Mosaico severo

Agente etiológico: *Cowpea severe mosaic virus* - CPSMV

El mosaico severo es considerado una de las principales enfermedades del poroto, es causado por un virus del género *Comovirus* y en la naturaleza es diseminado por más de 10 especies de coleópteros del género *Cerotoma*.

Las pérdidas ocasionadas por esta enfermedad pueden llegar a 80% cuando aparece en el inicio del ciclo del cultivo. Esa reducción en el rendimiento está fuertemente relacionada con la disminución del área fotosintética de la hoja, ocasionada por la manifestación del virus en la planta.

El síntoma se manifiesta en toda la planta, siendo común mosaico intenso, aclaramiento de las nervaduras, enanismo y en algunos casos la muerte prematura de las plantas (*Figura 32*). En algunas variedades las vainas presentan manchas irregulares de coloración verde oscura y las semillas, que no constituyen un medio de supervivencia del virus, se presentan arrugadas, manchadas y con bajo poder germinativo.

La estrategia de manejo del mosaico severo en poroto debe incluir la rotación de cultivo y la inclusión de barreras vivas como el maíz alrededor del cultivo del poroto, para aportar mayor diversidad y retrasar lo máximo posible la infestación, de modo a minimizar el daño en el rendimiento.

El control se puede realizar mediante el uso de variedades resistentes, control de vectores y la siembra en épocas donde la población de vectores es baja.



Figura 32. Planta de poroto con síntoma del virus del mosaico severo del poroto.

7.3 Malezas

Las malezas compiten con el cultivo por luz, agua y nutrientes. Es necesario mantener el cultivo libre de malezas hasta por lo menos 35 a 45 días después de la emergencia (periodo crítico de interferencia), debido a que el poroto tiene un crecimiento inicial lento, luego el propio cultivo por el desarrollo de sus ramas provoca el sombreado que le permite controlar a las malezas.

El control se inicia con una buena preparación de suelo, de tal forma a evitar la interferencia temprana con el cultivo, en el momento de la emergencia de la plántula. El control mecánico de las malezas se puede realizar por medio de carpida manual con azada, tomando el cuidado de no dañar las raíces del cultivo. También se puede efectuar con cultivadoras a tracción animal o con tractor entre las hileras, para posteriormente complementar con carpida manual entre las plantas. En general para mantener el cultivo libre de malezas durante el ciclo se realizan dos carpidas, espaciadas tres semanas una de otra. En el país no es común el uso de herbicidas en el cultivo de poroto, sin embargo, existen el mercado herbicidas pre y post emergentes que pueden ser utilizados para el control de malezas de hojas anchas y hojas finas (Tabla 4).

El manejo de malezas se puede realizar mediante la combinación de herbicidas pre y post emergentes, complementados con carpidas manuales o a tracción animal.

Tabla 4. Época de aplicación, nombre técnico, nombre comercial, concentración del producto activo (P. A.), dosis y periodo de carencia de los herbicidas para el control de malezas en poroto.

ÉPOCA DE APLICACIÓN DE HERBICIDAS	NOMBRE TÉCNICO	NOMBRE COMERCIAL	CONCENTRACIÓN PA. G/L	DOSIS EN 20 LITROS DE AGUA	PERIODO DE CARENCIA (DÍAS)
Pre-emergencia	Alfa-metolaclor	Dual Gold	960	120 cm ³	-
Post emergencia para malezas hojas anchas	Bentazón	Basagran 600	600	160 cm ³	30
Post-emergencia para malezas hojas finas	Propaquizafod	First	100	40 cm ³	60
Post-emergencia para malezas hojas finas	Haloxifop metil	Galant R LPU	31,1	65 cm ³	98
Post-emergencia para malezas hojas finas	Cletodim	Clipper 24 EC	240	50 cm ³	60

Fuente: Guía Sata (2015).

8

COSECHA Y MANEJO POSTCOSECHA

8.1 Cosecha y trillado

El poroto se cosecha generalmente en forma manual, cuando las vainas se encuentran en estado verde o seco, en función al destino de la producción. Dependiendo de la variedad y del clima, durante el desarrollo del cultivo se puede realizar entre dos a tres cosechas de la misma parcela.

La cosecha se debe iniciar inmediatamente cuando las vainas se secan (*Figura 33*), porque si permanecen mucho tiempo en el campo quedan expuestos al ataque de plagas, enfermedades, humedad del ambiente y lluvias que pueden afectar la calidad de los granos.



Figura 33. Momento adecuado para la cosecha de poroto.



Figura 34. Secado de vainas de poroto sobre chapa de zinc.

Luego de la cosecha, las vainas se deben esparcir sobre láminas de polietileno, chapa de zinc (Figura 34), en bolsas (Figura 35) o piso de cemento, para exponerlos al sol durante dos a tres días para su secado y posterior trillado.

El trillado se puede realizar en forma manual o con una trilladora estática o semiestática. Una vez finalizado el trillado se debe separar del grano los restos de vainas, de hojas y tallos, granos partidos y otras impurezas, manualmente o por medio de máquinas limpiadoras y clasificadoras de granos. Es importante que los granos estén bien limpios y secos para el almacenamiento.

En el marco de la implementación del Proyecto Paquetes Tecnológicos, se instalaron parcelas demostrativas en las fincas de productores seleccionados por los socios de los Comités. El objetivo de la instalación de las parcelas demostrativas es difundir y promover la adopción de los componentes tecnológicos por los demás integrantes de los Comités, mediante la demostración de métodos, visita a fincas y Jornadas técnicas donde se presentan los resultados y se comparten experiencias entre productores y técnicos.

En las parcelas demostrativas instaladas en el departamento de Caazapá, distrito de San Juan Nepomuceno, Comité “El Porvenir” y Abaí, Comité “Villa Pastoreo”, los rendimientos de granos secos estuvieron entre 1.300 y 1.350 kg ha⁻¹, mientras que, en el departamento de Caaguazú, distrito de Juan Manuel Frutos, Comité “Santa Catalina” entre 1.400 y 2.750 kg ha⁻¹.

Los rendimientos de granos secos obtenidos en todas las parcelas demostrativas son superiores a la media nacional de los años agrícolas 2015/16 y 2016/17 que fueron de 820 y 850 kg ha⁻¹, respectivamente. Asimismo, son superiores a las medias del Departamento de Caazapá y Caaguazú en el año agrícola 2016/2017 que fueron de 936 y 988 kg ha⁻¹ (MAG/DCEA 2017).

Figura 35. Secado de vainas de poroto en bolsas.



8.2 Manejo post cosecha

Las pérdidas en post cosecha de los granos del poroto, en calidad como en cantidad son considerables debido a la cosecha tardía, la forma de almacenamiento y la presencia de plagas que pueden venir del campo, como es el caso del gorgojo o “tiguaã” (*Callosobruchus maculatus* Fabr.).

Al momento del trillado, los granos tienen entre 15 a 20% de humedad, por lo que es necesario volver a secarlos para reducir su contenido de humedad a por lo menos el 12%, para el almacenamiento. Por lo general, el secado se realiza exponiendo los granos al sol durante 3 a 5 días dependiendo de la radiación solar. Durante este proceso, los granos deben ser removidos por los menos 2 veces al día para uniformizar el secado.

Los granos secos, con alrededor de 12% de humedad, previamente enfriados luego del secado, pueden ser almacenados en recipientes metálicos como silos, botellas de plástico, baldes con tapa y tambores de plástico. Todos los recipientes utilizados deben estar herméticamente cerrados para impedir el desarrollo de insectos plagas de los granos almacenados. La comercialización en la finca del productor en general se realiza en bolsas de 50 kg, mientras que a nivel de minorista en paquetes de 0,5 y 1,0 kg.

9

COSTOS DE PRODUCCIÓN Y ANÁLISIS ECONÓMICO

La finca agropecuaria requiere de una inversión de capital para adquirir los medios necesarios que serán utilizados en el proceso de producción. En ese sentido, el costo de producción agrícola se refiere a la sumatoria de dinero utilizado en la obtención de los medios de producción durante el proceso productivo. Se consideran medios de producción a semillas y fertilizantes, herbicidas e insecticidas, construcciones e instalaciones, maquinaria y equipo, mano de obra familiar y contratada, entre otros. En resumen, el costo de producción es la valoración económica de todos los recursos (medios de producción) utilizados para la obtención de un producto, es decir, toda la erogación necesaria (directa e indirecta) desde la preparación de la tierra hasta la cosecha.

Los **costos totales (CT)** de producción agrícola se pueden clasificar en directos e indirectos. Los **costos directos (CD)** se refieren al desembolso directo de recursos para adquisición de insumos, materiales, mano de obra directa y el costo del dinero (intereses), que están relacionados directamente con la producción; mientras que, los **costos indirectos (CI)** están relacionados a los recursos utilizados en el proceso que afecta al funcionamiento de la unidad productiva como mantenimiento, depreciación de activos, canales de riego y drenaje. Esta forma de estructurar los costos facilita la valorización de cada uno de los ítems ya mencionados, y se expresa en guaraníes por hectárea (G ha^{-1}). El costo medio es el costo por unidad y es un buen indicador para la toma de decisión (de producir o no) puesto que determina la competitividad que tiene el agricultor en el proceso productivo y se expresa en guaraníes por kilogramo (G kg^{-1}).

Para el análisis económico se tuvo en cuenta el **ingreso bruto (IB)**, que es el valor monetario total obtenido por la venta del producto que, a su vez, está conformado por el **precio (P)** en finca, que es el valor monetario pagado por kilogramo de producto, multiplicado por el **rendimiento (Q)** obtenido por unidad de superficie, medido en t ha^{-1} . El resultado del ingreso bruto, se expresa en guaraníes por hectárea (G ha^{-1}).

$$IB = P * Q$$

Uno de los indicadores que muestra la sostenibilidad a corto plazo es el **margen bruto (MB)**, que es el valor monetario resultante de la diferencia entre el ingreso bruto (IB), que es valorización del producto generado por el proceso productivo y el costo directo (CD), que es la valorización de los insumos directos y personal utilizado en dicho proceso, y se expresa en guaraníes por hectárea (G ha^{-1}).

$$MB = IB - CD$$

Por otro lado, el indicador que muestra la sostenibilidad a largo plazo es el **ingreso neto (IN)**, que es resultante de la diferencia entre el **ingreso bruto (IB)** y el **costo total (CT)** y se expresa en guaraníes por hectárea (G ha^{-1}).

$$IN = IB - CT$$

Por otra parte, el indicador de **rentabilidad (R)**, es resultado del cociente entre el **ingreso neto (IN)** y el **costo total (CT)** multiplicado por cien y se expresa en porcentaje (%).

$$R = \frac{IN}{CT} * 100$$

Como se trata de la producción de la agricultura familiar, un aspecto importante con respecto a la medición es la utilización de la mano de obra, ya sea familiar o contratada. En ese sentido, se procedió a cuantificar la **mano de obra total (MOT)**, dada por la sumatoria de jornales utilizados en el proceso productivo, medido en jornal por hectárea (jornal ha^{-1}).

$$MOT = \sum \text{Jornales en el proceso productivo}$$

Asimismo, se obtuvo el **rendimiento del jornal (RJ)**, es decir, la valorización en términos monetarios de cada jornal invertido en el proceso productivo por unidad de superficie, expresado en guaraníes por jornal (G jornal^{-1}).

$$RJ = \frac{IB - \text{Costo de insumos} - \text{Costo de labranza} - \text{Costo del dinero} - CI}{MOT}$$

Dado que se recomienda una tecnología, es importante el cálculo del **punto de equilibrio (PE)**, que indica la producción mínima que debe obtenerse para cubrir los costos de producción del rubro (especialmente los costos directos) que son los que directamente desembolsa el productor y se expresa en tonelada por hectárea (kg ha^{-1}).

$$PE = \frac{CD}{P}$$

9.1 Resultados en parcelas

Los resultados obtenidos en las parcelas demostrativas para el periodo 2015 - 2016, y el levantamiento de información¹ de las prácticas realizadas sobre el cultivo, sirvieron para estructurar el costo de producción², donde por un lado, se tuvo en cuenta los costos directos (insumos, mano de obra y costo del capital), y por otro lado, los costos indirectos (móviles e inmóviles). En cuanto a la participación porcentual de cada uno de los ítems, se puede apreciar que los costos directos representan alrededor del 91%, mientras que los costos indirectos, la diferencia, es decir, el 9%. Dentro de los costos directos, lo que respecta a insumos, mano de obra e intereses, representan 50%, 36% y 6%, respectivamente.

Tabla 5. Resumen de costos de producción del cultivo de poroto, año 2015 -2016.

CONCEPTO	TOTAL (₡)	%
I.- COSTOS DIRECTOS	4.242.245	90
A.- Insumos técnicos	2.224.000	48
B.- Insumos Físicos	1.750.000	36
C.- Intereses s/costos directos (13,5% anual)	268.245	6
II.- COSTOS INDIRECTOS	450.000	10
A.- Bienes Móviles	250.000	5
B.- Bienes Inmóviles	200.000	5
COSTO TOTAL	4.692.245	100

Para el cálculo de los resultados económicos, se consideró el precio base del poroto en 3.800 ₡ kg⁻¹, ya que según los productores fue el precio pagado en finca. Para obtener el ingreso bruto, el precio en finca se multiplicó por el rendimiento obtenido en una superficie de una hectárea (1.300 kg), cuyo monto alcanzó 4.940.000 ₡. El costo total de producción por hectárea de poroto, tal como se observa en el *Tabla 5*, fue 4.692.245 ₡, y el costo medio de 3.609 ₡ (*Tabla 6*), que muestra el costo por kilogramo de poroto con la aplicación de los componentes tecnológicos. Al ingreso bruto se le restó el costo directo quedando 697.755 ₡ como margen bruto, es decir, la cantidad de dinero disponible para el productor después de cubrir el pago de los insumos, mano de obra y el costo del dinero (intereses) destinado al pago de insumos, servicios y mano de obra, y que muestra la sostenibilidad a corto plazo. Por otro lado, al ingreso bruto se le restó el costo total quedando 247.755 ₡ como ingreso neto, es decir, la cantidad de dinero disponible para el productor después de pagar el costo directo e indirecto, y que muestra la sostenibilidad a largo plazo. Este último, sirvió para calcular la rentabilidad de la actividad que arrojó un valor de 5%, es decir, el

1 La obtención de la información puede considerarse como un estudio de caso, dado que se realizó a través de la aplicación de los componentes tecnológicos en las condiciones agroclimáticas para el cultivo de poroto en una zona específica, que en este caso fue en el comité Villa Pastoreo, distrito de Abaí para el año 2015-2016.

2 La estructura utilizada fue en base al cuadro del Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG, 2013).

rendimiento para el productor en ese porcentaje sobre el monto del costo total. El punto de equilibrio para la tecnología recomendada fue de 1.116 kg, es decir, la cantidad mínima de producción que cubre el costo, que en este caso es inferior al rendimiento obtenido.

Se utilizó un total de 32 jornales para la producción de una hectárea de poroto considerando los componentes del paquete sugeridos a los productores, que se visualiza en el *Tabla 6*.

Cada jornal invertido en la producción rindió 57.742 ¢, es decir, 7.742 ¢ por encima de lo que se paga en la zona por jornal, en las actividades extra prediales.

Como el análisis se concentró en el año agrícola 2015 - 2016, los indicadores revelaron que es un rubro que tiene una respuesta aceptable de la producción (rendimiento) a los componentes tecnológicos sugeridos y utilizados, por lo que podría considerarse como un rubro alternativo de renta. Por otro lado, la inversión en algunos de los componentes tecnológicos se sugiere realizar cada tres años, que genera una proyección con mayor margen para el productor.

Tabla 6. Variables en indicadores económicos sobre el cultivo de poroto, año 2015 -2016.

INDICADOR	UNIDAD	VALOR
1.- Precio de venta (Precio en finca)	¢ kg ⁻¹	3.800
2.- Rendimiento (Producción por hectárea)	kg ha ⁻¹	1.300
3.- Ingreso bruto (1 x 2)	¢ ha ⁻¹	4.940.000
4.- Costo total (Costo directo + costo indirecto)	¢ ha ⁻¹	4.692.245
5.- Margen bruto (3 – Costo directo)	¢ ha ⁻¹	697.755
6.- Ingreso neto (3 – 4)	¢ ha ⁻¹	247.755
7.- Costo medio (4 ÷ 2)	¢ kg ⁻¹	3.609
8.- Rentabilidad ((6 ÷ 4) x 100)	%	5
9.- Jornal total	jornal ha ⁻¹	32
10.- Rendimiento del jornal	¢ jornal	57.742
11.- Punto de equilibrio	kg ha ⁻¹	1.116

3 El jornal considerado para la zona de estudio para el año agrícola 2015 - 2016 fue de 50.000 ¢.

9.2 Anexo

Tabla 7. Costos de producción del cultivo de poroto (in extenso), año 2015 - 2016.

CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT. (₡)	TOTAL (₡)
I.- COSTOS DIRECTOS				4.242.245
A. Insumos técnicos				2.224.000
1.- Análisis de suelo	unidad	1	50.000	50.000
2.- Cal agrícola	t	2,5	400.000	1.000.000
3.- Materia orgánica (estiércol bovino)	t	20	25.000	500.000
4.- Semilla	kg	15	5.000	75.000
5.- Fertilizante	kg	111	4.000	442.000
6.- Insecticida	l	0,5	60.000	30.000
7.- Herbicida	l	3	25.000	75.000
8.- Bolsa	unidad	26	2.000	52.000
B.- Insumos Físicos				1.750.000
1.- Rolado	hora	1	150.000	150.000
3.- Aplicación de materia orgánica y cal agrícola	jornal	6	50.000	300.000
4.- Aplicación de herbicida	jornal	2	50.000	100.000
5.- Siembra	jornal	2	50.000	100.000
6.- Fertilización química de cobertura	jornal	4	50.000	200.000
7.- Tratamiento fitosanitario	jornal	2	50.000	100.000
8.- Carpida y aporque	jornal	4	50.000	200.000
9.- Cosecha	jornal	8	50.000	400.000
10.- Trilla y embolsado	jornal	4	50.000	200.000
C.- Intereses s/Costos Directos (13,5% anual)				268.245
II.- COSTOS INDIRECTOS				450.000
A.- Bienes Móviles				250.000
1.- Pulverizador	₡/año			50.000
2.- Implemento menor	₡/año			200.000
B.- Bienes Inmóviles				200.000
1.- Galpón	₡/año			200.000
COSTO TOTAL (₡)				4.692.245

10. BIBLIOGRAFÍA

- AgroWin. 2011. Manual de costos de producción. (en línea) 27 p. Consultado 27 jul 2018. Disponible en: <http://www.agrowin.com/documentos/manual-costos-de-produccion/MANUAL-COSTOS-AGROWIN-CAP1-2y3.pdf>
- Amorim, L; Rezende, JAM; Bergamin Filho, A; Camargo, L E A. 2016. Manual de fitopatología. Minas Gerais. Brasil. Ceres. 772 p.
- Andrade Júnior, AS de; Santos, AA dos; Athayde Sobrinho, C; Basto, EA; Melo, FB; Viana, FMP; Freire Filho, FR; Carneiro, JS; Rocha, MM; Cardoso, MJ; Silva, PHS da; Ribeiro, VQ. 2011. Sistemas de producción 2: cultivo do feijão-caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.). Teresinha, PI, BR. EMBRAPA. 110 p.
- Arce, H. 1999. Presupuesto, costos y decisiones de empresas agropecuarias. Córdoba, AR, Ediciones Macchi. 324 p.
- Bevitori, R; Neves, BP das; Rios, GP; Oliveira, IP de; Guazzelli, R J. 1992. A cultura do caupi. Informe Agropecuario, Belo Horizonte 16(174):12-20.
- Bogado, EA. 2012. Cultivo de poroto. Capitán Miranda. PY. Instituto Paraguayo de Tecnología Agraria. Tríptico.
- Casaccia, R. 1991. Cultivo del poroto. Asunción. Paraguay .Ministerio de Agricultura y Ganadería. Paraguay. Boletín de divulgación N° 28. 9 p.
- Durán, R; Scoponi, L. 2005. El gerenciamiento agropecuario en el siglo XXI. Buenos Aires, AR, Osmar D. Buyatti. 559 p.
- Enciso - Garay, CR; Caballero, CA; González, JD; Dueck, J; González, JM; Santacruz Oviedo, VR; Ruiz, F. 2015. Producción de variedades de poroto en dos localidades del Chaco Central. Investigación Agraria 17(1): 18-26.
- Freire Filho, FR; Araujo Lima, JA de; Ribeiro, VQ. 2005. Feijão-caupi: avanos tecnológicos. Brasilia. Embrapa. 319 p.
- Guia Sata: guía para la protección y nutrición vegetal. 2015. 3 ed. San Lorenzo, PY, Sata. 359 p.
- Jover, PL. 2003. Tecnología de producción y manejo poroto caupi. Colonia Benítez., Chaco. Argentina. INTA EEA. 32 p.
- MAG/DCEA (Ministerio de Agricultura y Ganadería, PY); (Dirección de Censos y Estadísticas Agropecuarias). 2017. Síntesis estadísticas: producción agropecuaria año agrícola 2016/2017. San Lorenzo, Paraguay.54 p.
- MAG/GTZ (Ministerio de Agricultura y Ganadería, PY); (Cooperación Técnica Alemana). 2008. Sistemas sostenibles de producción para los principales cultivos agrícolas, hortícolas, forestales y agroforestales de la Región Centro del Paraguay. Asunción, Paraguay. 354 p.
- MAG (Ministerio de Agricultura y Ganadería, PY). 2009. Censo agropecuario nacional 2008. V. I. San Lorenzo, Paraguay. 104 p.
- MAG (Ministério de Agricultura y Ganadería). 2009. Costos de producción de rubros agrícolas.(em línea). Asunción, PY. 27 p. Consultado 18 de junio 2018. Disponible en <http://www.mag.gov.py/dgp/Costos%20rubros%20agricolas%202009%20MAG-DGP-UEA.pdf>
- Neves, AC das; Silva Câmara, J A da; Cardoso, MJ; Silva, PHS da; Athayde Sobrinho, C. 2011. Cultivo do feijão-caupi em sistema agrícola familiar. Teresinha, PI. EMBRAPA. Circular Técnica 51. 15 p.
- Oliveira, IP; Dantas, JP. 1985. Sintomas de deficiências nutricionais e recomendações de adubação para o caupi. Goiania. EMBRAPA-CNPAF. Documentos 8. 24 p.
- Vale, JC do; Bertini, C; Borem, A. 2017. Feijão-caupi do plantio a colheita. UFV. Viçosa, M.G, Brasil. UFV. 267 p.



El PPT es un convenio de cooperación entre los gobiernos de Paraguay y Japón, representados respectivamente por la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Asunción (FCA-UNA), y la Agencia de Cooperación Internacional del Japón (JICA).

Su propósito es establecer paquetes tecnológicos que sean adoptados en forma eficiente por los pequeños productores en la zona de influencia del proyecto, que incluyan tecnología apropiada, asistencia técnica eficiente para cultivos seleccionados en forma participativa.



Oficina del proyecto

FCA/UNA - San Lorenzo

E-mail: ppt-fca@hotmail.com

Teléfono: (021) 585 606/10 Int.280

ISBN: 978-99967-940-6-3



9 789996 794063