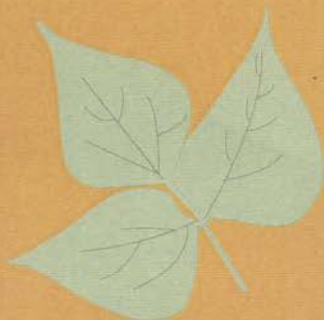


PITTA-FRIJOL

PROGRAMA DE INVESTIGACION Y TRANSFERENCIA DE TECNOLOGIA AGROPECUARIA - FRIJOL COSTA RICA

**"Guía para el
establecimiento, manejo y evaluación del
vivero preliminar nacional (VPN),
ensayo nacional de adaptación y rendimiento (ENAR)
y validación de líneas promisorias"**



Instituciones integrantes del PITTA-FRIJOL:

Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG)
Universidad de Costa Rica (UCR)
Universidad Nacional (UNA)
Consejo Nacional de Producción (CNP)
Oficina Nacional de Semillas (ONS)
Instituto Tecnológico de Costa Rica (ITCR)

PITTA-FRIJOL

PROGRAMA DE INVESTIGACION Y TRANSFERENCIA DE TECNOLOGIA AGROPECUARIA - FRIJOL DE COSTA RICA

"Guía para el establecimiento, manejo y
evaluación del vivero preliminar nacional (VPN),
ensayo nacional de adaptación y rendimiento (ENAR)
y validación de líneas promisorias"

*Rodolfo Araya V.**

*Carlos Araya F.***

Instituciones integrantes del PITTA-FRIJOL:

Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG)
Universidad de Costa Rica (UCR)
Universidad Nacional (UNA)
Consejo Nacional de Producción (CNP)
Oficina Nacional de Semillas (ONS)
Instituto Tecnológico de Costa Rica (ITCR)

- * Universidad de Costa Rica, Estación Experimental Fabio Baudrit M. Apartado postal 183-4050 Alajuela, Costa Rica.
 - ** Universidad Nacional, Escuela de Ciencias Agrarias, Laboratorio de Fitopatología. Apartado postal 83-3000. Heredia, Costa Rica.
-

CREDITOS

Autores:

Rodolfo Araya UCR

Carlos Araya UNA

Diseño portada:

Grettel Calderón

Diseño gráfico:

Grettel Calderón

Correctores:

Joaquín Salazar CNP

Claudio Gamboa UCR

Arturo Solórzano MAG

Financiamiento

Programa de Investigación y Transferencia de Tecnología Agropecuaria - PITTA - Frijol de Costa Rica.

Fundación para el Fomento y la Promoción de la Investigación y Transferencia de Tecnología Agropecuaria de Costa Rica - FITACORI.

INTRODUCCION

El PITTA-frijol de Costa Rica se originó en 1976 como el Programa Nacional de Frijol. Uno de sus propósitos fue evaluar un adecuado manejo agronómico y seleccionar materiales para la posterior liberación de variedades comerciales. Estos materiales debían ser de alta producción y adaptación a nuestras diversas condiciones climáticas. Desde las primeras etapas, el trabajo fue colaborativo entre las instituciones involucradas en la actividad frijolera del país. Hoy día, el PITTA-frijol está compuesto por seis instituciones siguiendo los lineamientos de la Comisión Nacional de Investigaciones y Transferencia de Tecnología Agropecuaria (CONITTA).

Desde sus inicios, la evaluación de líneas segregantes promisorias y de ensayos, tradicionalmente se realizó sin criterios agronómicos uniformes. Consecuentemente, los datos generados en diferentes regiones agrícolas, han sido parciales y no siempre comparables. En el último taller de resultados del PITTA-frijol, realizado en junio de 1977, se determinó que la principal deficiencia era la poca información sobre manejo agronómico y escalas de evaluación de enfermedades, vigor, arquitectura,

etc., entre los responsables de conducir esos ensayos.

El objetivo de esta guía es brindar a los técnicos encargados del manejo de materiales en las etapas del desarrollo de variedades comerciales, una base de criterios uniformes, para el manejo agronómico y evaluación de factores limitantes en el cultivo del frijol. La metodología propuesta está sujeta a variación dependiendo de la región, y las necesidades propias del agricultor en lo que respecta a manejo de malezas, insectos y babosas.

Esta guía contiene la estrategia general del PITTA-frijol, para la generación de nuevas variedades comerciales, desde la etapa de materiales segregantes hasta validación. El responsable del manejo de los diferentes viveros o ensayos tendrá a su disposición los principales elementos a seguir durante el establecimiento y evaluación del cultivo. Además, las indicaciones están también ordenadas por etapas de investigación: líneas tempranas, Vivero Preliminar Nacional (VPN), Ensayo Nacional de Adaptación y Rendimiento (ENAR), Verificación y validación (Figura 1).

REGIONES Y LOCALIDADES

Con base en la zonificación agrícola del país y el aporte porcentual de éstas en la producción nacional de frijol, se seleccionaron las Regiones Brunca y Huetar Norte para ubicar los diferentes viveros y ensayos. La Región Central, por la ubicación de los cam-

pos experimentales, es también contemplada de interés estratégico para evaluación.

En cada región se tendrá un número definido de localidades para establecer los ensayos.

FLUJO DE MEJORAMIENTO GENETICO DEL PITTA-FRIJOL DE COSTA RICA

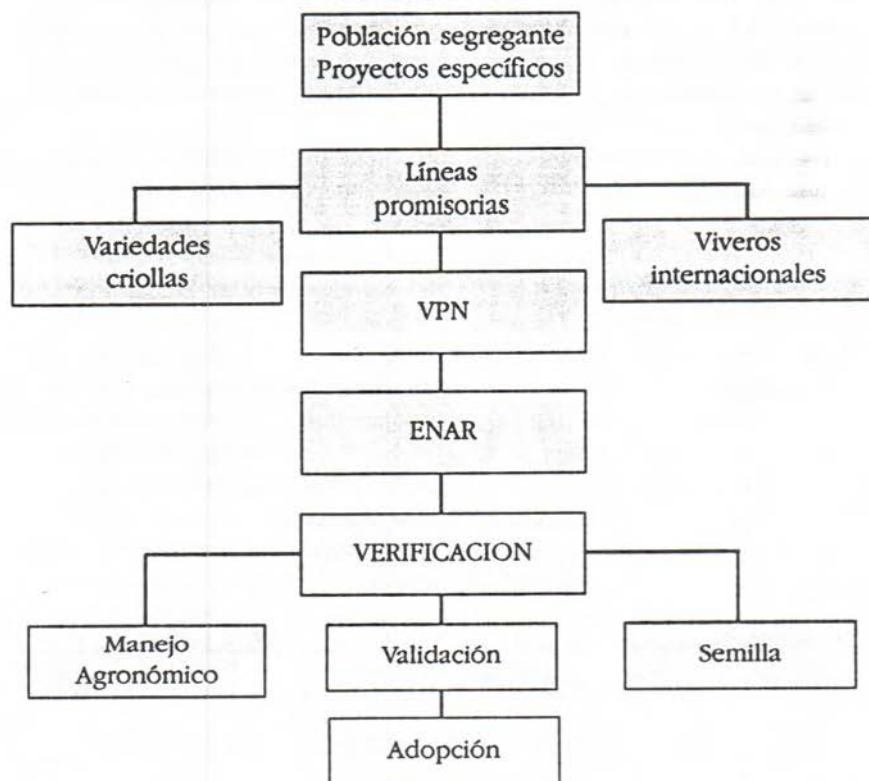


Fig. 1. Diagrama del flujo de mejoramiento genético del frijol en el PITTA-FRIJOL.

MANEJO DE POBLACIONES SEGREGANTES

En el Cuadro 1 se indica la estrategia de evaluación por zona y factor biótico y abiótico, de las poblaciones segregantes.

En la generación F-2, F-3 y F-4, se deben eliminar las plantas con antracnosis, mosaico dorado, roya, mancha angular y bacteriosis. Todas las plantas seleccionadas se cosechan masalmente por familia. Todo el masal se sembrará en parcelas de 4 m de largo espaciado a 0,8 m. No se aplicará

fertilizante en ninguna localidad. Se inoculará con *Rhizobium*. Se inoculará sólo con antracnosis en las localidades de Fraijanes y la Estación Fabio Baudrit en Alajuela. Se inoculará con la bacteria *Xanthomonas phaseoli* en la Estación Fabio Baudrit. Se inoculará con Mancha Angular en Fraijanes y la Estación Experimental Fabio Baudrit. En caso de deficiencia de nitrógeno se debe aplicar sólo vía foliar.

Cuadro 1. Manejo de poblaciones segregantes de frijol, en Costa Rica, con base en el factor biótico o abiótico y la localidad.

Generación	Sitio	Biótico /Abiótico
F-2	Alajuela	ANT+ALS+BACT+Baja fert.
F-3	Fraijanes	ANT+BAJA FERTILIDAD
F-4	Alajuela	Incremento bajo riego
F-5	Fraijanes	ANT+BAJA FERTILIDAD
Selección individual en F5	México	Picudo
	Honduras	Dorado
F-6	Alajuela	ANT+ALS+BACT+BAJA FERT.
Prueba de progenie		
F-7	Alajuela	Incremento bajo riego

Manejo de lotes experimentales en poblaciones segregantes

El tamaño de parcela y densidades de población será para familias, una parcela de un surco de 6 a 8 m. La distancia entre surcos, de 0,75 a 0,8 m y la densidad de población a 30 plantas por metro lineal, en todos los casos donde sea posible.

Los sitios y factores a evaluar se describen a continuación:

- 1- En Fraijanes (1750 msnm y alta humedad relativa)
 - baja fertilidad bajo P
 - antracnosis (inoculación)
 - mancha angular (inoculación)
- 2- En la Fabio Baudrit (840 msnm)
 - antracnosis (inoculación)
 - bacteriosis (inoculación)
 - mancha angular (inoculación)
 - baja fertilidad

VIVERO PRELIMINAR NACIONAL (VPN)

Constitución:

El VPN estará constituido por un máximo de 50 líneas. Incluye los mejores materiales procedentes del programa de hibridación, VIDAC, ECAR u otros viveros. El color y forma de grano de estas líneas se basará además en los estudios de mercado. Tendrá un máximo de cuatro testigos: dos mejores variedades locales y dos variedades mejoradas. Se sugiere como testigos, el empleo de variedades de diferente color de grano comercial.

Las variedades locales las escogerán los productores de frijol

de la región donde se ubiquen los ensayos, pero tendrán que ser de amplio uso comercial en la zona.

Ubicación:

Se establecerá un VPN en cada época de siembra en la Región Brunca, Región Huetar Norte y en la Región Central.

Manejo:

- 1- parcelas de cuatro surcos de 4 m de largo, 20 semillas por metro lineal, sin repeticiones.
 - Dejar surco libre entre parcelas para evitar mezclas entre líneas y facilitar la eva-

-
- luación y comparación entre líneas.
 - 2- Dejar 1,5 m entre bloques.
 - 3- No fertilizar.
 - 4- No proteger contra patógenos.
 - 5- Inocular con *Rhizobium*.
 - 6- Elaborar plano de distribución de los materiales en el campo.
 - 7- Inoculación artificial con patógenos (ANT, ALS y BACT) sólo en campo experimental (Estación Experimental Fabio Baudrit o Puriscal).
 - 8- En caso de deficiencia de Nitrógeno se debe aplicar solo vía foliar.
 - 9- Mantener control de malezas entre bloques, entre parcelas y dentro de las parcelas.
 - 10- Tomar la altitud del sitio, donde se ubica el ensayo.
 - 11- La evaluación de la incidencia de patógenos, valor agronómico y nodulación, se hará con base en una escala de 1 a 9, que se muestra en el capítulo sobre evaluación de la incidencia de patógenos.
- Todas las líneas promisorias del VPN, deberán evaluarse por su calidad externa del grano, tiempo de cocción, caldo, ollejo y sabor, antes de pasar a ser evaluadas en el ENAR.

VIVEROS INTERNACIONALES

Los viveros tipo VIDAC, ENAR, IBYAN, etc., se manejarán de igual forma que el VPN.

ENSAYO NACIONAL DE ADAPTACIÓN Y RENDIMIENTO (ENAR)

Constitución:

El ENAR estará constituido por un máximo de 12 materiales provenientes del VPN. Incluirá además cuatro testigos, como se describió para el VPN.

Las variedades testigo locales, de amplio uso comercial en la zona, las escogerán los productores de frijol de la región donde se ubiquen los ensayos.

Ubicación:

En cada Región Agrícola se establecerán simultáneamente ENARES, en varias localidades.

- Región Brunca: cuatro localidades en primera época de siembra: Se sugiere Pejibaye (Veracruz, el Aguila, Concepción Arriba y Concepción Abajo).

- Región Brunca: cinco localidades en segunda época de siembra: Se sugiere Potrero Grande; Changuina arriba y Changuina abajo; Buenos Aires (Bolas o Térraba o Boruca o La Sabana).

-*Región Huetar Norte*: nueve localidades. Se sugiere Dos Ríos; Zona Central de Upala; Zona Baja de Upala; Caño Negro; Santa Cecilia de la Cruz; Santa Rosa de Pocosal; Guatuso, y en Los Chiles en dos localidades (Pavón y Coquitl).

-*Región Central*: dos localidades. Se sugiere Puriscal (dos localidades).

Unidad experimental y diseño:

- 1- Bloque de 16 parcelas.
- 2- Parcelas de cuatro surcos de 4m de largo en la Región Huetar Norte y 6m de largo

en la Región Brunca, con cuatro repeticiones. -Parcela útil: dos surcos centrales de cada parcela.

- 3- Diseño: Bloques completos al azar (BCA).
- 4- Elaborar plano de distribución de los materiales en el campo.
- 5- Dejar surco libre entre parcelas.
- 6- Dejar un área libre de 1,5 m entre bloques.
- 7- Sembrar 15 semillas por metro lineal.

Información general:

- 1- Obtener análisis de suelo, antes de la siembra.
- 2- Registrar las condiciones climáticas (precipitación, temperatura y humedad relativa).
- 3- Tomar altitud del sitio donde se ubica el ensayo.
- 4- Describir principales malezas.

Variables por evaluar:

- 1- Días a floración.
- 2- Días a madurez fisiológica.
- 3- Rendimiento por parcela.
- 4- Reacción a enfermedades.
- 5- Valor agronómico.
- 6- Valor comercial (color, forma y tamaño de grano).

Manejo de los ensayos:

- 1- No fertilizar.
- 2- Inocular con *Rhizobium*.

- 3- No proteger contra patógenos.
- 4- Se permite controlar el ataque de plagas de insectos de importancia económica en la zona. Se incluyen las babosas.
- 5- Las parcelas deberán permanecer libres de malezas, así como las áreas entre parcelas y entre repeticiones.

Análisis estadístico:

- 1- Andevas y sus pruebas de significancia (Duncan).
- 2- Análisis combinado regional.
- 3- Análisis combinado nacional.

En cada localidad se requiere al menos dos evaluaciones en diferente época de siembra.

VERIFICACION DE LAS LINEAS PROMISORIAS SELECCIONADAS DEL ENAR

En esta etapa, el manejo agronómico se hará de dos tipos: 1- el manejo agronómico en que se selecciona la línea promisorio, 2- el manejo agronómico del agricultor. Para ello será importante promover la participación de agricultores con diversos sistemas de manejo en preparación de terreno, tipo de siembra y topografía.

Se debe garantizar en cada localidad, al menos un agricultor que no fertilice, ni proteja con fungicida.

Constitución:

La etapa de Verificación contempla la evaluación de un máximo de dos materiales promisorios seleccionados del ENAR, más un testigo seleccionado por el agricultor.

Ubicación:

Para la ubicación de las parcelas de validación se dará prioridad a las localidades donde se ubicaron los ENAR, ampliando el número de localidades a 36 (dos por cada localidad donde estuvo ubicado el ENAR).

Tamaño de parcelas:

Se sugiere emplear parcelas con un mínimo de 500 m² por línea (250 m² por tratamiento).

Variables por evaluar:

- 1- Días a floración.
- 2- Días a cosecha.
- 3- Rendimiento.
- 4- Reacción a insectos y enfermedades.
- 5- Valor agronómico.
- 6- Valor comercial (color, forma, tamaño).
- 7- Aceptación culinaria.

Relación costo/beneficio:

La relación costo/beneficio considerará como única variable, la variedad criolla o mejorada de los agricultores, en relación con la línea promisorio.

Tecnología del Agricultor:

Se describirán, en forma detallada, los componentes de cada nivel de tecnología de los productores: A. Preparación de terreno. B. Sistema de siembra. C. Densidades de siembra. D. Mano

de obra empleada. E. Equipo empleado.

Encuestas:

Se efectuarán encuestas de aceptación del material y pruebas culinarias validatorias.

Giras de observación:

Se efectuará al menos una gira de observación, por Región Agrícola, con la participación de los integrantes del PITTA-FRIJOL y agricultores.

VALIDACION DE LA MEJOR LINEA SELECCIONADA EN VERIFICACION

La etapa de validación contempla la evaluación de un sólo material promisorio, más el testigo seleccionado por el agricultor. El agricultor brindará el manejo agronómico con base en el mejor resultado de manejo agronómico obtenido a la etapa de verificación.

La selección del mejor manejo agronómico se basará en el análisis integral de todas las fincas involucradas en verificación.

Liberación y obtención de semilla:

Si el PITTA-FRIJOL considera que una de las líneas promisorias puede ser liberada como varie-

dad comercial, se efectuará un día de campo con la participación de agricultores y técnicos.

La liberación estará acompañada de A-descripción varietal. B-información económica. C-información agronómica y productiva de la nueva variedad.

Los campos de VALIDACION podrán proveer semilla de categoría certificada (según sanidad y condiciones de la semilla) que garantice la mayor difusión de la variedad comercial. El PITTA-FRIJOL deberá asegurar la producción de semilla genética y de fundación de todas las líneas promisorias (que sean seleccio-

nadas para ingresar al ENAR), con el propósito de que la línea o líneas seleccionadas para uso

comercial, tengan disponible semilla para incremento en la categoría de Registrada.

VIVERO HISTORICO

El vivero Histórico es un nuevo vivero que manejará el PITTA-FRIJOL. Estará conformado por las principales variedades comerciales mejoradas y las principales variedades criollas.

En una Estación Experimental o una Finca Experimental se evaluará un Vivero Histórico de tipo general, con las principales variedades comerciales y las más sobresalientes variedades criollas

del país. En las Regiones Agrícolas se emplearán las principales variedades comerciales sembradas en esa zona, así como las principales variedades criollas seleccionadas con base en el criterio de los productores. Este vivero tendrá una sola parcela por variedad. Cada parcela deberá tener al menos seis surcos de seis metros de largo. El manejo agronómico será igual al descrito para los VPN y ENARES.

EVALUACION DE LA INCIDENCIA DE PATOGENOS, VALOR AGRONOMICO Y TOLERANCIA A FACTORES EDAFICOS (CIAT, 1986. CIAT, 1989. Castaño, 1985 y Lépez, 1987)

Criterio de evaluación

En el proceso de generación y desarrollo de líneas y variedades mejoradas de frijol, se realizan evaluaciones del germoplasma en invernadero o bajo condiciones de campo, con el fin

de seleccionar las poblaciones, plantas o líneas deseadas. Las evaluaciones que se practican por mejoradores y agrónomos pueden ser de diferente tipo, dependiendo de los objetivos del trabajo y de la etapa en el desarrollo de germoplasma.

Cuadro 2. Etapas de desarrollo de la planta de frijol común.

Etapa ^a	Descripción ^b
V0	Germinación: absorción de agua por la semilla; emergencia de la radícula y su transformación en raíz primaria.
V1	Emergencia: los cotiledones aparecen al nivel del suelo y empiezan a separarse. El epicótilo comienza su desarrollo.
V2	Hojas primarias: hojas primarias totalmente abiertas.
V3	Primera hoja trifoliada: se abre la primera hoja trifoliada y aparece la segunda hoja trifoliada.
V4	Tercera hoja trifoliada: se abre la tercera hoja trifoliada y las yemas de los nudos inferiores producen ramas.
R5	Prefloración: aparece el primer botón floral o el primer racimo. Los botones florales de las variedades determinadas se forman en el último nudo del tallo o de la rama. En las variedades indeterminadas los racimos aparecen primero en los nudos más bajos.
R6	Floración: se abre la primera flor.
R7	Formación de las vainas: aparece la primera vaina que mide más de 2.5 cm de longitud.
R8	Llenado de las vainas: comienza a llenarse la primera vaina (crecimiento de la semilla). Al final de la etapa, las semillas pierden su color verde y comienzan a mostrar las características de la variedad. Se inicia la defoliación.
R9	Madurez fisiológica: las vainas pierden su pigmentación y comienzan a secarse. Las semillas desarrollan el color típico de la variedad.

a V= vegetativo; R= reproductiva.

b Cada etapa comienza cuando el 50% de las plantas muestran las condiciones que corresponden a la descripción de la etapa.

Fuente: CIAT, 1986.

Evaluaciones específicas

Los objetivos en un programa de mejoramiento pueden ser muy específicos; por ejemplo,

cuando el interés es producir líneas de frijol resistentes a una enfermedad como mosaico común, se seleccionarán todas aquellas plantas, familias o líneas

que presenten la resistencia. En estos casos la evaluación se reduce a exponer el germoplasma al factor de interés y a calificar el material como resistente o susceptible. En los casos donde la resistencia es de tipo cuantitativo, habrá una escala para definir los diferentes grados de resistencia.

También se practican evaluaciones específicas en germoplasma de los bancos genéticos, en líneas o variedades mejoradas, cuando se desea identificar fuentes de resistencia en la búsqueda de progenitores en un programa de mejoramiento. Por ejemplo, si se está buscando tolerancia a baja fertilidad, el material deberá sembrarse en un suelo con tales características y hacer la evaluación por su reacción a este factor. En el ensayo se pueden evaluar otras características, sin embargo, en este caso el objetivo específico y más importante es la reacción a baja fertilidad.

Evaluaciones múltiples

En la mayoría de los casos en que se hace mejoramiento genético, el objetivo es llegar a producir líneas de utilidad para

los productores de frijol. En este caso el material genético debe tener no sólo resistencia o tolerancia a un factor en especial, sino que debe reunir otra serie de características en la planta o en el grano, atributos que en conjunto serán necesarios para una buena producción, calidad de grano y aceptación comercial.

Cuando éste es el objetivo, el germoplasma en desarrollo debe ser evaluado para los factores de mayor interés en una misma generación o ensayo, aunque siempre existe uno o pocos caracteres que son de mayor prioridad. En estos casos de evaluaciones múltiples, la calificación para cada uno de los factores de interés es independiente y puede ser simultánea cuando así se pueda practicar o en etapas de desarrollo diferentes durante el cultivo.

Por ejemplo, las líneas mejoradas de frijol mesoamericano de grano negro pequeño para Centroamérica, además del tipo de grano ya señalado, deben tener las siguientes características en forma obligada para ser consideradas con posibilidades de éxito en los ensayos en fincas: hábito de crecimiento indeterminado tipo II o tipo III, precocidad inter-

media, resistencia a mosaico común, buen nivel de resistencia a mosaico dorado, resistencia a la antracnosis, tolerancia a la mustia hilachosa, tolerancia a la Mancha Angular, resistencia a la roya y buena adaptación vegetativa y reproductiva.

Escala de evaluación

Lo primero que debe definirse a nivel de campo es si la línea experimental es resistente, intermedia o susceptible a un determinado patógeno.

- resistente comprende los grados de 1, 2 y 3.
- intermedio comprende los grados de 4, 5 y 6.
- susceptible comprende los grados de 7, 8 y 9.

Una vez definido si es resistente, intermedio o susceptible, se debe valorar si es por ejemplo un intermedio bueno (nota 4), intermedio regular (nota 5) o intermedio malo (nota 6). La escala que se indica en este documento, complementará la parte de reconocimiento de la enfermedad, con base en su severidad, pero no sustituye la práctica con una persona diestra en la valoración del grado de susceptibilidad a un patógeno en las

líneas de frijol. En el Cuadro 3, se describe la escala para evaluar la reacción del germoplasma de frijol o patógenos bacterianos y fungos.

Valor agronómico (VA)

Un criterio de evaluación de mucha utilidad en los ensayos de líneas avanzadas y en los ensayos participativos en campos de agricultores, es el valor agronómico. Es de utilidad práctica para identificar de una manera rápida en campo los materiales promisorios en un ensayo; también es de mucha utilidad para los líderes nacionales o regionales que no pueden visitar los viveros en más de una ocasión. En los ensayos participativos los agricultores pueden hacer su propia calificación, previa explicación de la escala de evaluación.

El VA integra en un solo valor las diferentes características favorables o desfavorables presentes en una línea o variedad. Se utiliza la escala conocida de 1 a 9 y el criterio incluye tres aspectos diferentes en la misma calificación:

- a) Tipo de planta, donde se evalúa el hábito de crecimiento deseado para el siste-

Cuadro 3. Escala general para evaluar la reacción del germoplasma de frijol o patógenos bacterianos y fungos.

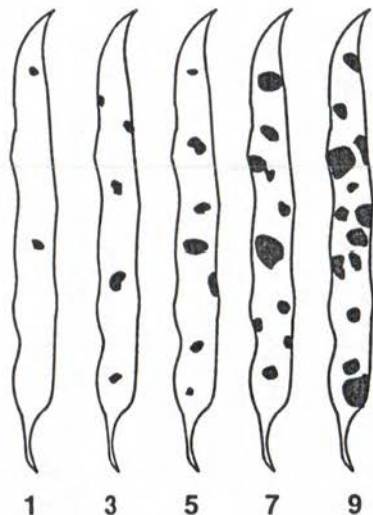
Calificación	Categoría Descripción	Comentarios
1 2 resistente 3	síntomas no visibles o muy leves	germoplasma útil como progenitor o variedad comercial
4 5 intermedio 6	síntomas visibles y conspicuos que solo ocasionan un daño económico limitado	germoplasma utilizable como variedad comercial o como fuente de resistencia a ciertas enfermedades.
7 8 susceptible 9	síntomas severos a muy severos que causan pérdidas considerables en rendimiento o la muerte de la planta	en la mayoría de los casos, germoplasma no útil, ni aún como variedad comercial

ma de producción requerido y la precocidad.

- b) Reacción a enfermedades, aspecto que considera la sanidad promedio a las enfermedades prevalentes.
- c) Potencial de rendimiento, donde se toma en cuenta la adaptación vegetativa y reproductiva de la planta.

La calificación de valor agrónomo se debe hacer en la etapa reproductiva, cuando el germoplasma permita apreciar como fue el desarrollo de la planta, su reacción a las enfermedades foliares, su adaptación

y ya se pueda apreciar su potencial de rendimiento, se aplicará una escala de 1 a 9. Al realizar la calificación de VA, es importante tener en cuenta permanentemente las características que nos gustará tener en una variedad y en función de eso dar la evaluación. De esta manera, y después de evaluar un vivero, podremos decir si existe o no algún material con características de promisorio. El VA no sustituye las evaluaciones independientes que se deben hacer en el germoplasma en forma simultánea o en etapas diferentes.



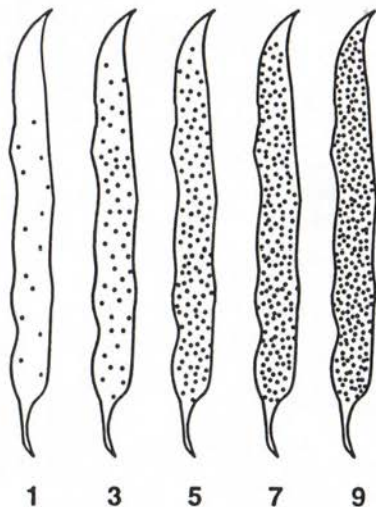
**Mancha Angular (*Isariopsis griseola*
(Sacc.) = *Phaeoisariopsis griseola* (Sacc.) Ferraris)**

Etapas de evaluación R6 y R8

Escala

- 1 Sin evidencia visible de la enfermedad o presencia de pequeñas lesiones afectando hasta 1% del tejido. 3 Alrededor del 5% del área afectada por lesiones. En las vainas, lesiones pequeñas con poca o sin esporulación.
- 5 Alrededor del 10% del área afectada por lesiones. En las vainas lesiones definidas. Algunas con esporulación limitada.
- 7 Alrededor del 25% del área afectada con lesiones. En las vainas, lesiones grandes con abundante esporulación.
- 9 Alrededor del 50% o más del área afectada por lesiones causando defoliación severa. En las vainas, muchas lesiones grandes esporulando y causando deformación, vaneamiento y muerte de las mismas.





Roya (*Uromyces appendiculatus* (Pers)
Unger (= *U. phaseoli*) (Reben) Wint

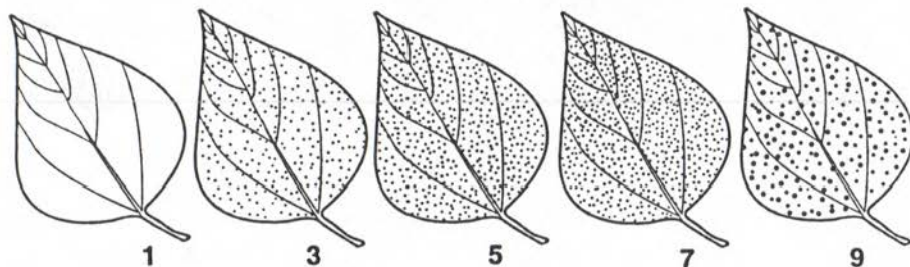
Etapas de evaluación R6 y R8

Escala

- 1 Sin evidencia de síntomas o síntomas muy leves en hojas o vainas, afectando hasta el 1% del tejido.
- 3 Alrededor del 5% del área foliar o vainas afectadas.
- 5 Alrededor del 10% del área foliar o vainas afectadas.
- 7 Alrededor del 25% del área foliar o vainas afectadas.
- 9 Alrededor del 50% o más del área foliar o vainas afectadas.



Roya (*Uromyces appendiculatus* (Pers)
Unger (= *U. phaseoli*) (Reben)



Escala por tamaño de pústula.

1 Inmune, sin evidencia de pústulas.

3 Pústulas necróticas sin esporulación.

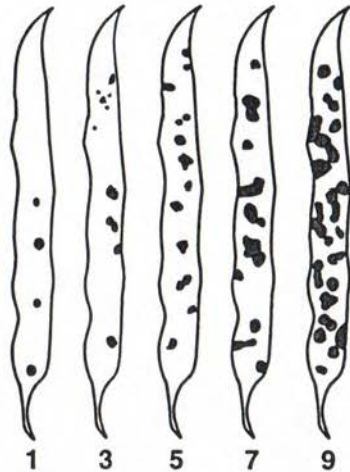
5 Pústulas esporulando con un diámetro de aproximadamente 300 μ .

7 Pústulas esporulando con un diámetro de aproximadamente 500 μ .

9 Pústulas esporulando con un diámetro de aproximadamente 800 μ o más

**Antracnosis (*Colletotrichum lindemutbianum*
(Sacc. and Magn.) Scrib.**

Etapas de evaluación R6 y R8



Escala

- 1 Ningún síntoma visible o lesiones muy pequeñas en hojas y vainas afectando hasta 1% del tejido.
- 3 Pocas lesiones de color café localizadas sobre las hervaduras secundarias por el envés de las hojas. En las vainas, lesiones pequeñas sin o con poca esporulación alrededor del 5% de las vainas afectadas.
- 5 Lesiones sobre las nervaduras principales y secundarias en el envés de las hojas. Se pueden observar lesiones necróticas por el haz y aún en los pecíolos. En las vainas, pocas lesiones pequeñas de más o menos 2mm de diámetro con esporulación limitada. Alrededor del 10% de la vaina afectada.
- 7 Lesiones en hojas, tallos, ramas, y vainas. Sobre el haz de las hojas se observa gran cantidad de áreas necrosadas principalmente alrededor de las nervaduras secundarias. En plántulas es común observar flacidez del tejido y amarillamiento. En vainas, lesiones grandes con abundante esporulación. Alrededor del 25% de la vaina afectada.
- 9 Fuerte necrosamiento no sólo en las nervaduras primarias y secundarias sino también del tejido adyacente, provocando muerte de la hoja, ramas, tallos. En las mismas, muchas lesiones grandes causando deformación y aún muerte de las mismas. Alrededor del 50% o más de las vainas afectadas.



Mustia hilachosa (Estado sexual: *Tanathephorus cucumeris*; Estado asexual: *Rhizoctonia solani*)

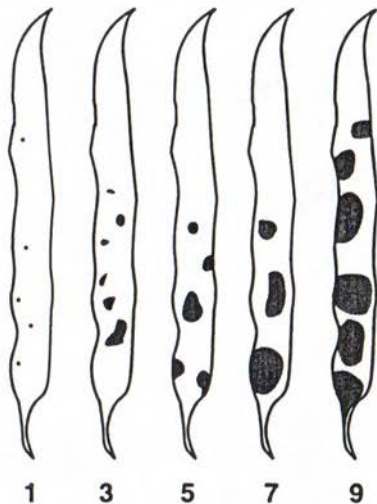
Los síntomas producidos por el estado asexual difieren de los del estado sexual, y generalmente causan más daño. Esos síntomas (los del estado asexual) aparecen primero en las hojas como manchas húmedas pequeñas, que luego se tornan de color marrón claro con márgenes oscuros. Estas lesiones generalmente se juntan, se tornan de color gris o marrón oscuro, y ocasionan con frecuencia la necrosis de la totalidad del área foliar. El crecimiento del micelio del hongo mantiene juntas las hojas dando la apariencia de una telaraña. En las vainas se desarrollan lesiones similares.

Los síntomas inducidos por el estado sexual en las hojas se manifiestan inicialmente como manchas redondas y necróticas

de color marrón oscuro con centros de color más claro. Varias lesiones pueden juntarse y, con frecuencia, los tejidos necróticos caen dejando un orificio conocido como "ojo de gallo". Las vainas infectadas también desarrollan manchas necróticas con bordes oscuros y centros de color más claro.

Debe estimarse tanto la severidad como la incidencia de la enfermedad pero, en general, es más importante la severidad de ésta. En condiciones de campo, la unidad de área que se evalúa es generalmente el surco en las parcelas de un sólo surco, o el surco (o surcos) central (es) en las parcelas de surcos múltiples.

Se determina el porcentaje de infección de cada planta y luego se calcula el promedio para toda la parcela. El diagrama representado en la Figura 4, se utiliza para determinar el porcentaje de infección en plantas individuales.



Mustia Hilachosa; Estado sexual: *Thanatephorus cucumeris* (Frank.) Donk.: Estado asexual: *Rhizoctonia solani* Kuhn.

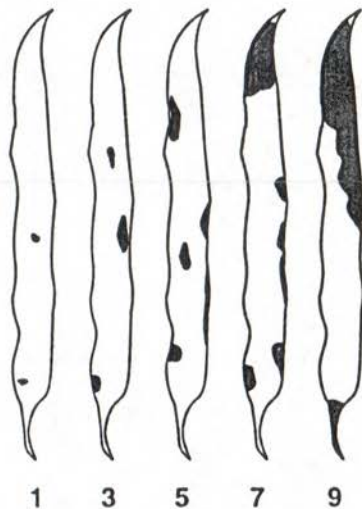
Etapas de evaluación R6 y R8

Escala

- 1 Sin evidencia de síntomas o síntomas muy leves en hojas o vainas, afectando hasta 1% del tejido.
- 3 Alrededor del 5% del área foliar o vainas afectadas.
- 5 Alrededor del 10% del área foliar o vainas afectadas.
- 7 Alrededor del 25% del área foliar o vainas afectadas.
- 9 Alrededor del 50% o más del área foliar o vainas afectadas.



**Bacteriosis común (*Xanthomonas campestris* pv. *Phaseoli*
(Smith) Dows = *Phaseoli*
Etapas de evaluación R6 y R8**



Escala

- 1 Sin evidencia visible de infección o presencia de lesiones pequeñas afectando hasta el 1% del tejido.
- 3 Alrededor del 5% del área cubierta por lesiones pequeñas empezando a coalescer y causando un anublo tenue. En las vainas, las lesiones aún son pequeñas las cuales pueden o no coalescer.
- 5 Alrededor del 10% del área cubierta por lesiones pequeñas, las cuales, en el follaje están rodeadas generalmente por un halo de color amarillo. En las vainas las lesiones empiezan a coalescer observándose sobre ellas exudados bacteriales.
- 7 Alrededor del 25% del área cubierta por lesiones grandes coalesciendo y causando añublo foliar. En las vainas, las lesiones coalescen, se deprimen y el exudado bacterial es más pronunciado.
- 9 Alrededor del 50% o más del área afectada por lesiones necróticas causando destrucción y caída de las hojas. En las vainas, las lesiones coalescen cubriendo una extensa área, retardan el desarrollo de las vainas, provocando distorsión y alto porcentaje de vaneamiento.



Pudriciones radicales

Las pudriciones radicales del frijol pueden ser causadas por un sólo organismo o por cualquier combinación de los siguientes organismos que actúan como un complejo de patógenos:

- Pudrición radical causada por *Rhizoctonia* (*Rhizoctonia solani*).
- Pudrición radical causada por *Fusarium* (*Fusarium solani* sp. *phaseoli*).
- Pudrición negra de la raíz (*Thielaviopsis basicola*), y Pudrición radical causada por *Pythium* (*Phthium* spp.).

Etapas para la evaluación: V1, R6, R8.

Los patógenos que causan pudrición radical del frijol no se encuentran uniformemente distribuidos en el suelo y, con frecuencia, afectan la germinación de la semilla y la emergencia de la radícula. Por consiguiente, es importante registrar la incidencia de la enfermedad mediante la determinación del número de plántulas emergidas y el número de plantas sanas y productivas al momento de la cosecha.

La infección de la raíz principal es más severa y perjudicial que los puntos de infección en las raíces laterales. Muchas infecciones, en cambio, son superficiales y causan daños limitados a los tejidos corticales, como en el caso de la pudrición cortical por *Fusarium*, causada por *F. solani* f. spp. *phaseoli*. La totalidad de los tejidos del hipocotilo pueden quedar decolorados y cubiertos con lesiones corticales superficiales; sin embargo, a menos que los tejidos del tallo y de la raíz presenten síntomas de pudrición, la planta tal vez no sufra daño. De igual manera, la reacción de determinado germoplasma puede exhibir síntomas severos de la enfermedad aunque con poco daño; en este caso, se requiere ajustar la calificación por severidad de la enfermedad para incluir en ella el grado de daño. Las evaluaciones exigen frecuentemente un muestreo destructivo, ya que generalmente no se evidencia síntomas por encima del nivel del suelo. Se excava cuidadosamente para sacar las plantas y luego se remueve el suelo adherido alrededor de las raíces con una ligera sacudida o lavándolas con agua.

Se determina el porcentaje de infección en cada planta y luego se calcula el promedio para toda la parcela. Una accesión de frijol que sólo presente síntomas de decoloración no debe clasificarse como susceptible. En ausencia de síntomas de pudrición, la calificación debe ser 5 o menos.

1. Sin síntomas visibles de la enfermedad.
3. Decoloración ligera, ya sea sin lesiones necróticas o con un 10% aproximadamente de los tejidos del hipocotilo y de la raíz cubiertos con lesiones.
5. Aproximadamente 25% de los tejidos del hipocótilo y de la raíz están cubiertos con

lesiones, pero los tejidos se conservan firmes y hay poco deterioro del sistema radical. Pueden observarse síntomas de decoloración fuerte.

7. Aproximadamente 50% de los tejidos del hipocotilo y de la raíz están cubiertos con lesiones que se combinan con ablandamiento, pudrición y reducción considerables del sistema radical.
9. Aproximadamente 75% o más de los tejidos del hipocotilo y de la raíz están afectados por estados avanzados de pudrición, en combinación con una reducción severa del sistema radical.

MEDICION DE LA TOLERANCIA A FACTORES EDAFICOS Y CLIMATICOS

Sequía

No es posible establecer una escala estándar para la tolerancia a la sequía porque los efectos que éste causa varían mucho según las condiciones edáficas y del cultivo. Normalmente se emplean las escalas diseñadas para la adaptación vegetativa y la adaptación reproductiva (en las etapas de desarro-

llo R5 y R9). A causa del fenómeno del "escape" en los materiales precoces, los evaluadores deben ser cautelosos cuando un vivero presenta un amplio rango de fechas de madurez fisiológica. En algunos casos se justifica hacer evaluaciones de síntomas específicos como el marchitamiento foliar, la orientación de las hojas para evadir el sobre calentamiento y la

caída de las flores, las deformaciones foliares, y la dificultad para arrancar las plantas del suelo.

Suelos ácidos

Se usan generalmente las escalas empleadas para la adapta-

ción vegetativa y la adaptación reproductiva. Cuando se observan síntomas específicos de deficiencia de fósforo (P) y toxicidades por aluminio (Al) y por manganeso (Mn), deben hacerse evaluaciones adicionales para buscar diferencias entre los materiales.

MEDICION DE LA EFECTIVIDAD DE LA INOCULACION CON *Rhizobium*

La medición de la efectividad de la modulación se efectuará en la etapa R6.

- a. Distribución de módulos en la raíz:
 1. corona
 2. raíces primeras

3. raíces segundas

- b. Abundancia de módulos (números):
 1. menos de 20 (bajo)
 2. entre 20 y 40 (medio)
 3. más de 40 (alto)

LITERATURA CITADA

CASTAÑO, J. 1985. Manual estandar para la cuantificación de daños causados por hongos, bacterias y nematodos en frijol. Cali, Colombia. CIAT (Centro Internacional de Agricultura Tropical). 24 p. Mimeografiado.

CIAT (Centro Internacional de Agricultura Tropical). 1986. Etapas de desarrollo de la planta de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.). Comp. Fernando Fernández de C., Paul Gepts, Marceliano López. Cali, Colombia. 34p.

CIAT (Centro Internacional de Agricultura Tropical). 1987. Sistemas estándar para la evaluación de germoplasma de frijol. Aart. van Shoonhoven y Marcial A. Pastor Corrales. (Comps). Cali, Colombia. 56 p.

LEPIZ, R. 1997. Valor agronómico, un criterio de evaluación. Hojas de PROFRIJOL. Número 4. Setiembre 1997. Guatemala, Guatemala.

PITTA-FRIJOL

UCR

MAG

ONS

CIAT

ITCR

CNP

UNA

PROFRIJOL

