

PATOLOGIA FRIJOL

H F Schwartz
Pablo Guzman

I HONGOS FITOPATOGENOS

Roya de Frijol

Uromyces phaseoli var typica Arth = Uromyces appendiculatur (Pers) Unger es un patógeno muy importante que afecta los frijoles que crecen en las regiones tropicales y subtropicales del mundo. Pueden desarrollarse epidemias si las condiciones ambientales son favorables para que el hongo infecte variedades susceptibles. Para el desarrollo del hongo y su infección en el hospedero temperaturas entre 17 y 20 C y una humedad relativa de al menos 95% durante ocho horas son las óptimas.

El hongo puede producir varias formas de esporas (pequeños cuerpos vegetativos o semillas) durante su crecimiento pero la espora más frecuente producida en Sur América es la uredospora. Cuando una uredospora (inóculo) hace contacto con el haz o envés de una hoja de frijol (inoculación) puede comenzar a crecer por la producción de un tubo germinativo (germinación). Este tubo puede penetrar (infección) en la hoja a través de una abertura natural tal como una estoma y el hongo comienza luego a ramificarse y desarrollarse extensamente a través del tejido de un huesped susceptible y causar daño. Si la planta infectada posee resistencia genética a la roya el hongo no se desarrolla muy extensamente dentro del tejido ni daña seriamente la planta. Los primeros síntomas de infección generalmente aparecen en el envés de la hoja cinco días después de la inoculación y se hace evidente en forma de una pequeña mancha blanca llamada soros. El hongo continua creciendo y después de 10-12 días de inoculación

los soros rompen la epidermis de la hoja y las miles de uredosporas café-rojizo contenidas allí son llevadas por el viento a otras hojas o plantas para repetir el proceso

El hongo causante de la roya es bastante variable debido a su habilidad para infectar variedades de frijol con bases genéticas las cuales tienen genes de resistencia diferentes. Las uredosporas producidas por un soro pueden infectar la variedad B y no la A. La diferencia entre estos soros se llama raza fisiológica o raza especializada. Por ejemplo, las uredoesporas del primer soro pueden pertenecer a la raza 2 y la variedad A es susceptible a la raza 1 pero no a la 2 mientras que la variedad B es susceptible a la raza 2 pero no a la 1. Las reacciones susceptibles o resistentes de varias combinaciones de variedades son utilizadas luego para clasificar las razas individuales de la roya. Un total de 35, 31 y 26 razas han sido identificadas en los Estados Unidos, México y Brasil respectivamente.

La infección de roya puede ser controlada por varios métodos. Algunos productos químicos pueden ser rociados en las hojas de las plantas para prevenir la germinación e infección de esporas. Sin embargo, muchos productos químicos son caros y deben ser aplicados una vez cada 7-10 días o más pronto si las lluvias arrastran el producto de las hojas. La remoción y destrucción de los residuos de la planta de frijol que fueron infectados durante el semestre anterior ayudarán a reducir el nivel de uredoesporas presentes las cuales pueden infectar la nueva planta de frijol. La rotación de cultivos también reducirá el nivel inicial de uredoesporas presente en un campo en la siguiente estación de siembra en Latinoamérica.

Un método final para el control es el desarrollo de variedades las cuales son resistentes al hongo. La resistencia de

plantas generalmente se divide en dos clases principales específica y general. La resistencia específica se presenta cuando una variedad es resistente a algunas pero no a todas las razas. El carácter de esta resistencia es evidente cuando no ocurre ninguna infección o cuando se producen bajas cantidades de uredosporas por pequeños soros. Se presenta resistencia general cuando una variedad es igualmente resistente a todas las razas. El carácter de esta resistencia generalmente es difícil de identificar ya que algunos soros de roya a menudo se desarrollan en la planta pero estos soros aparecen en menor cantidad o más tarde que en las variedades susceptibles.

El Programa de Frijol de CIAT está evaluando las variedades y materiales mejorados para observar su resistencia (específica y general) a infecciones naturales de roya producida y distribuida de los campos infectados del agricultor del Valle del Cauca. El material que es resistente en CIAT será enviado a otras partes del mundo para ser sembrado en viveros internacionales y ensayar su resistencia a diferentes poblaciones de roya. El material que es resistente a todas las poblaciones de roya será ofrecido a programas nacionales de mejoramiento los cuales desean mejorar la resistencia de sus variedades locales.

Antracnosis del Frijol

El hongo Colletotrichum lindemuthianum (Sacc y Mign) Scribner está distribuido a través de todo el mundo y puede causar gran dano en el frijol seco a menos que se utilicen varios métodos de control. La infección del patógeno se favorece por condiciones ambientales frescas (17-18C) y humedad (lluvia o humedad relativa de por lo menos 92%).

El hongo sobrevive entre las épocas de siembra en restos de plantas infectadas y semillas. La semilla infectada generalmente tiene canchales hundidos amarillos o cafés en la testa. Cuando germina esta semilla el hongo también se desarrolla e infecta los cotiledones de las plantas jóvenes. Masas rosadas de conidias (esporas) se forman en esos canchales o lesiones y son diseminadas por agua (rocío o lluvia) a otras partes de la planta u otras plantas.

La infección ocurre por penetración directa. El apresorio de la conidia al germinar ejerce una presión mecánica sobre la cutícula de la planta. Los síntomas de la infección incluyen lesiones oscuras rojo ladrillo a morado las cuales se vuelven café oscuro a negro y pueden aparecer en el cotiledones, hipocotilo, peciolo, envés de la hoja a lo largo de las venas o vainas. En la infección de la vaina (forma por la cual las semillas se infectan) inicialmente aparecen manchas pequeñas color herrumbroso las cuales luego se convierten en canchales.

Al igual que el hongo de roya, el de antracnosis es variable por su habilidad de infectar variedades de frijol con bases genéticas las cuales poseen diferentes genes de resistencia. Investigadores han identificado muchas razas del hongo que existen dentro de unas pocas clases principales patogénicas.

La infección de antracnosis puede ser controlada por varios métodos. Algunos productos químicos pueden ser rociados en las hojas de la planta para prevenir la germinación y la infección por las esporas. La rotación del cultivo, eliminación de los residuos de frijol infectados y el uso de semilla limpia reduce los niveles de inóculo presente dentro del campo y la infección subsecuente. El hongo puede ser esparcido a través del campo por el cultivo cuando la lluvia o el rocío están presentes en el follaje.

Las variedades de plantas resistentes a infección por una o más razas del patógeno están disponibles. El Programa de Frijol del CIAT está evaluando la resistencia de las variedades y materiales mejorados a poblaciones naturales de antracnosis presentes en Popayan. El material que es resistente allí será seleccionado y enviado a otras partes del mundo para ser sembrado en viveros internacionales y ensayada su resistencia a diferentes poblaciones de antracnosis. Materiales mejorados estarán entonces disponibles a programas nacionales para mejoramiento de sus variedades locales.

Pudrición de Raíz en el Frijol

La pudrición de raíz en el frijol es causada a menudo por un complejo de patógenos del suelo en muchos países del mundo. Uno de los hongos más aislados es Fusarium solani (Mart) Appel y U. phaseoli (Burk) Snyder y Hansen. Este hongo y otras especies de Fusarium causan pudrición seca de raíz.

Los síntomas incluyen una decoloración leve de la raíz principal y aparecen aproximadamente una semana después de la emergencia. Esta decoloración aumenta en intensidad y extensión y puede cubrir la raíz principal completamente. Este color rojo luego se vuelve marrón. Pueden presentarse fisuras longitudinales y grietas en la parte exterior de la raíz principal y extenderse sobre el nivel del suelo. La raíz principal y tallo inferior pueden ser infectados y volverse eventualmente medulosos (pudrición seca de raíz). El sistema de raíces laterales frecuentemente es destruido por el hongo. Sin embargo, un grupo de raíces fibrosas puede desarrollarse encima de la lesión. Estas raíces secundarias mantienen a menudo la planta viva para que produzca bajo rendimiento bajo condiciones ambientales favora-

bles. Estas plantas pueden atrofiarse y sus hojas amarillarse y envejecerse si el ambiente es cálido y seco.

La infección de la planta generalmente ocurre por la germinación de las conidias clamidosporas y micelio presente en el suelo o restos de la planta. Las especies de Fusarium están bien adaptadas a sobrevivir en el suelo durante la ausencia de plantas huéspedes ya que el hongo puede crecer saprofiticamente en restos de plantas dentro del suelo. El hongo no es portado internamente por la semilla pero podría estar presente en la testa de la semilla. Las esporas del hongo pueden ser diseminadas dentro y entre campos al correr las aguas de lluvias y posiblemente con el agua de riego.

La severidad de infección puede ser reducida por rotaciones largas de cultivos (6-8 años). El tratamiento de la semilla con fungicidas también puede reducir la infección. El tratamiento del subsuelo antes de la siembra removiendo el suelo muy compacto y por lo tanto permitiendo que las plantas desarrollen sistemas más vigorosos de raíces con menos infección es una práctica cultural adecuada.

Un amplio espaciamiento de plantas dentro del surco permitirá el desarrollo de sistemas más vigorosos de raíces entre las plantas diseminadoras del hongo. Si la infección de Fusarium es grave una cultivada superficial reducirá los daños mecánicos de las raíces (lugares para infección). La luz y riegos frecuentes cada 5-7 días serán menos favorables para el desarrollo de pudrición de raíz que riegos fuertes. Las variedades de frijol difieren en resistencia a infección y muchos programas de mejoramiento están incorporando resistencia a variedades adaptadas localmente.

Otro patógeno importante de pudrición de raíz es Rhizoctonia solani Huehn que también causa damping-off tallo hueco.

cancro de tallo o pudricion de tallo en frijol El hongo tiene un amplio rango de huespedes y está presente en muchos países del mundo

Los síntomas incluyen canchros hundidos rojizos-marrón en la raíz o hipocotilo Si ocurre una infección grave en plantas juvenes puede ocurrir damping-off Una infección menos grave generalmente permite sobrevivir al huesped y el hongo frecuentemente causa descoloracion rojo-ladrillo de la médula

El hongo esclerocio o basidiospora germinada penetra en la raíz ejerciendo presión mecánica sobre la epidermis Rhizoctonia no es un buen saprofito y por lo tanto se vale de su amplio rango de huespedes para sobrevivir Tambien produce pequeños esclerocios los cuales proveen la supervivencia en la ausencia del huesped La severidad de la infección se aumenta por temperaturas cálidas durante la epoca de siembra

Infección causada por Rhizoctonia solani puede ser reducida por el uso de semilla limpia ya que el hongo puede ser portado por la semilla y por tratamiento químico de la semilla o del suelo para prevenir infección durante la germinación de la semilla y emergencia Variedades resistentes tambien están siendo desarrolladas y deberían reducir efectivamente la severidad de la infección

Otro miembro común del complejo de pudrición de raíz es Pythium Varias especies de Pythium son patogénicas y las más importantes incluyen P. aphanidermatum (Edson) Fritz P. debaryanum Herse P. myriotylum Drechs y P. ultimum Trow Una o más de esas especies y otras pueden causar damping-off tallo hueco pudricion de raíz pudrición de tallo o marchitez del tallo Este hongo tambien está presente en muchos países del mundo sin embargo normalmente no causa dano significativo

El hongo produce zoosporas las cuales pueden nadar a través de una capa de agua y acumularse en las raíces hipocotilo o tallo. Las zoosporas germinan y penetran en la raíz en regiones de elongación y madurez o en heridas en partes de la planta. La presencia de las especies de Pythium está influenciada por temperatura ya que P. ultimum y P. debaryanum prefieren temperaturas frescas, P. aphanidermatum prefiere temperaturas cálidas y P. myriophyllum prefiere temperaturas altas.

Si Pythium causa daño significativo puede ser controlado por el tratamiento de la semilla y un amplio espaciamiento entre plantas. También se están desarrollando variedades resistentes.

Sclerotium rolfsii (Curz.) West puede causar una pudrición de corona o de la raíz en el frijol y es frecuente en regiones tropicales y subtropicales del mundo. Sclerotium es favorecido por temperaturas calidas y alta humedad ambiental y alta humedad. El hongo tiene un amplio rango de hospederos y puede sobrevivir en el suelo por la producción de esclerocios.

Los síntomas de infección incluyen un amarillamiento leve de las hojas inferiores y eventualmente de las superiores. La corteza del tallo superior e inferior en la superficie del suelo se impregna de agua y es destruida por el hongo, el cual ha penetrado inicialmente el tejido por presión mecánica. Las señales de infección de Sclerotium incluyen la presencia de micelio blanco y estructuras de supervivencia de esclerocios en y bajo la superficie del suelo alrededor del tallo infectado. Los esclerocios son blancos cuando se producen inicialmente, pero luego se tornan marrón suaves brillosos y tienen un diámetro de 1-2 mm.

Los procedimientos de control consisten en rotación con cereales y otros cultivos no hospedantes. Los productos químicos no controlan efectivamente Sclerotium rolfsii sin embargo, hay evidencia de resistencia varietal a la infección.

El Programa de Frijol de CIAT ensayará material avanzado de mejoramiento para resistencia a estos hongos que infectan la raíz y distribuirá líneas resistentes o variedades a programas nacionales para mejoramiento de frijoles adaptados localmente

Mancha Angular

El hongo Isariopsis griseola Sacc causa mancha angular o gris en las hojas del frijol en muchos países del mundo. La infección foliar es favorecida por temperaturas moderadas (24 C) y periodos de alta humedad.

La infección por conidias generalmente comienza en el follaje inferior de la planta y luego se esparce al follaje superior tallos y vainas. Las lesiones de la hoja son pequeñas y de color gris inicialmente pero luego se tornan marrón claro. Las lesiones de la hoja son de forma angular debido a la delimitación de las venas y venillas. Las lesiones del tallo son elongadas y color marrón. Las lesiones de la vaina son ovaladas y de color rojo-marrón con bordes marrón oscuro. Las conidias se producen en una columna recta de hifas (sinema) dentro de una lesión y son diseminadas por el viento a otras partes de la planta o a otras plantas.

Se ha trabajado poco en el control químico en este patógeno. Sin embargo se han identificado variedades resistentes y pueden ser utilizadas en programas de mejoramiento. El Programa de Frijol del CIAI seleccionará material de mejoramiento por resistencia.

Mancha gris

El hongo Cercospora vanderysti P Henn causa la mancha gris en Colombia. Otras especies de Cercospora tales como C canescens Ell y C Martin y C phaseolina Speg han sido identificadas en Colombia y pueden contribuir a la infección. La infección de C vanderysti se favorece por condiciones frías y húmedas comunmente enco cradas a elevaciones por encima de 1500 metros mientras que C canescens es más frecuente a elevaciones más bajas con condiciones cálidas y secas.

Los síntomas de infección de C vanderysti incluyen lesiones angulares color verde pálido a clorótico (2-5 mm en diámetro) las cuales aparecen inicialmente en el haz de la hoja. Un crecimiento polvoso fino color gris-blanco de la conidia y conidioforos (tallos en los cuales la conidia es producida) se presenta a menudo en las lesiones de la superficie superior de la hoja. Un cojín o colchón gris de conidia y conidioforos muy característicos de mancha gris también son producidos en lesiones en el envés de la hoja.

El hongo es muy difícil de sembrar en medios artificiales y la mayor parte de la investigación ha utilizado infección natural para seleccionar por resistencia. Algunas variedades son resistentes a la infección de Cercospora y pueden ser utilizadas por programas de mejoramiento.

Mustia hilachosa

La mustia hilachosa es causada por Rhizoctonia microsclerotia Matz (el estado perfecto es llamado Thanatephorus cucumeris) El hongo también ha sido llamado Pellicularia filamentosa

(Pat) Roger^s El patógeno puede causar dano grave al frijol y otros cultivos huespedes sembrados en regiones con temperaturas calientes y alta humedad

Basidiosporas o hijas infectan la planta produciendo pequeños puntos circulares y presentando un aspecto húmedo en las hojas tallos o vainas Los puntos (1-3 mm en diámetro) parecen ser escaldados y son de coloración clara y frecuentemente rodeados de un borde oscuro Mustia hilachosa produce hifas de color habano las cuales crecen de estos puntos y cubren el nuevo follaje de la planta hasta que eventualmente toda ella está cubierta por una red de hifas El hongo produce esclerocios pequeños marrones (0.2 a 0.5 mm en diámetro) los cuales pueden sobrevivir en el suelo por lo menos durante un año

Las pérdidas causadas por este hongo pueden ser controladas sembrando frijol durante la época seca si hay irrigación disponible Las plantas deberían espaciarse para que haya una aereación adecuada entre ellas para mantener un microclima con baja humedad La rotacion con cultivos no huespedes tales como maíz es recomendable CIAT tambien ha identificado variedades tolerantes a la infección del hongo

Mildeo Polvoso

El Mildeo polvoso del frijol es causado por Erysiphe polygona DC ex Merat El hongo está distribuido a través del mundo y su crecimiento es favorecido por una baja humedad y temperatura moderada El patógeno puede causar severos danos si la infección ocurre en plantas jóvenes Sin embargo normalmente solo se observa en plantas mayores ocurriendo una pequeña pérdida en rendimiento

Las conidias son diseminadas por el viento o la lluvia a hojas de frijol sanas donde germinan y penetran en el huésped. El tubo germinativo produce una estructura haustoria dentro de la hoja para absorber nutrientes directamente de la planta. Sin embargo, el micelio blanco del hongo permanece en la superficie de la hoja donde produce una masa polvosa de conidias característica del patógeno. Las señales iniciales de infección en la superficie de la hoja consisten en puntos blancos circulares que crecen y eventualmente coalescen, cubriendo la mayor parte de la hoja. Si la infección es severa puede ocurrir defoliación y el crecimiento de las vainas puede ser impedido o pueden crecer deformadas. El mildew está compuesto de diferentes razas fisiológicas (como los hongos de antracnosis y roya) los cuales pueden infectar cultivares con diferentes genotipos.

El hongo puede ser controlado con varias aplicaciones químicas tales como azufre en polvo (Elosal). El empleo de variedades resistentes a una o más razas del mildew polvoso proporciona un control efectivo.

II NEMATODOS PATOGENOS DE LA PLANTA

Varias especies de nemátodos infectan la planta del frijol e incluyen Meloidogyne sp (nemátodo del nudo de la raíz) Trichodorus sp (nemátodo de pudrición de raíz) Pratylenchus sp Belonolaimus gracilis Heterodera sp y Ditylenchus sp Ecuador reporta la presencia de los siguientes nemátodos Meloidogyne incognita Dorylaimus sp Rotylenchus sp y Tylenchorhynchus sp Solo M incognita causó daño a frijol seco en Ecuador Colombia reporta que Meloidogyne incognita y M javanica causaron pudrición del nudo de la raíz en frijol

Los nemátodos del nudo de la raíz se distribuyen a través del mundo y pueden causar el 50% de las pérdidas en el rendimiento en suelos altamente infectados. Los síntomas de la infección incluyen plantas que son enanas amarillentas y que marchitan durante las horas cálidas del día. El examen del sistema de la raíz de una planta infestada muestra numerosas agallas desde muy pequeñas (1mm en diámetro) hasta grandes (10-15 mm en diámetro) o alarqamientos en los cuales están localizados los nemátodos dentro del tejido de la raíz. Estas agallas se diferencian de los nódulos que contienen bacterias fijadoras de nitrógeno ya que los nódulos están ligeramente unidos al sistema de la raíz mientras que las agallas de los nemátodos son una parte integral del tejido de la raíz. Estas agallas hacen que la planta difícilmente obtenga agua y nutrientes del suelo y reduzca en gran parte sus rendimientos o maten la planta.

Los nemátodos pueden ser controlados por una rotación de cultivos con una especie no susceptible como el maíz. Varios productos químicos pueden ser aplicados al suelo para matar los nemátodos antes de la siembra. Sin embargo este procedimiento

es costoso. Algunas variedades de frijol son resistentes a la infección de nemátodos y los programas de mejoramiento tendrán que utilizar estas fuentes si los nemátodos se convierten en una amenaza grave para la producción de frijol en Latinoamérica

III BACTERIAS FITOPATOLOGICAS

Anublo Bacterial Común

El anublo común del frijol es causado por Xanthomonas phaseoli (H. F. Sm.) Doves y por Xanthomonas phaseoli var fuscans (Burk.) Starr and Burk. Ambas bacterias pueden ser responsables de la infección pero solo pueden distinguirse por medio de pruebas de laboratorio específicas. Las bacterias están esparcidas por el mundo entero y pueden causar grandes pérdidas en rendimiento especialmente en áreas con temperatura y humedad relativas altas.

Las bacterias pueden entrar en las hojas a través de estomas abiertos o heridas y al tallo a través de estomas, heridas, cotiledones infectados o elementos vasculares provenientes de una hoja infectada. Los síntomas en las hojas incluyen una lesión oscura y de aspecto húmedo que comienza en el envés, la cual llega a ser necrótica y café, rodeada por un borde amarillo claro. Entre los 12-14 días después de la inoculación, gotas amarillas de exudado bacterial pueden ser visibles cerca a la lesión foliar o en tallos y vainas infectadas. Durante la infección en la vaina, la bacteria entra a través de la sutura e infecta los tejidos interiores de la semilla en formación, por tal razón el patógeno será portado por ella. Durante la infección del tallo, la bacteria produce un exudado viscoso dentro del sistema de conducción de agua (sistema vascular), el cual puede causar marchitamiento de la planta.

La bacteria puede ser diseminada dentro y entre los campos de frijol por los insectos, la lluvia, el viento, por labores en

El cultivo cuando el follaje está humedo por el agua de riego semilla contaminada. El patogeno puede sobrevivir en la semilla por muchos años y es muy difícil erradicarlo completamente por tratamientos químicos. Sin embargo el tratamiento de la semilla puede remover bacterias contaminantes presentes en la capa exterior de ella y reducir inicialmente la severidad de la infección.

Las recomendaciones de control incluyen la siembra de semilla certificada y/o limpia. La rotación de cosechas es importante para remover los residuos de frijol ya que la bacteria puede sobrevivir en los desechos en la superficie del suelo.

Las siembras tempranas pueden tambien permitir que los frijoles maduren un poco antes de que las condiciones climáticas adecuadas se presenten. Si la infección está presente en el cultivo de frijol los agricultores no deberían entrar en el campo hasta que el follaje este completamente seco para reducir la dispersión del patógeno.

Algunas variedades son resistentes o mejor tolerantes a la infección y ofrecen el más prometedor método de control. El programa de frijol del CIAT está evaluando variedades y material genético por resistencia el cual podrá ser distribuido a través de Latinoamérica.

Anublo de Halo

El anublo de halo del frijol es causado por Pseudomonas phaseolicola (Burk.) Dows. Esta bacteria esta ampliamente difundida y prevalece especialmente en áreas con temperaturas moderadas y alta humedad.

La bacteria causante del anublo de halo es muy similar a los organismos causantes del anublo común con respecto al modo de infección, diseminación y recomendaciones de control. Sin embargo P. phaseolicola usualmente causa una lesión más grande que la bacteria del anublo común y las hojas se presentan más amarillas. El exudado bacteriano del anublo de halo es de color crema claro o ligeramente plateado en comparación con el exudado amarillo producido por X. phaseoli.

Otras bacterias

Otras bacterias comúnmente patógenas en frijol son Corynebacterium flaccumfaciens (Hedqes) Dows, (marchitez bacteriana) Pseudomonas syringae Van Hall (Mancha bacteriana) y una especie de Xanthomonas posiblemente X. phaseoli var sourisensis (pústula bacteriana).