

26207

## CONCEPTOS BASICOS SOBRE PATOLOGIA DEL FRIJOL

Marcial Pastor Corrales

El frijol común, Phaseolus vulgaris, como todo cultivo, depende para su desarrollo y óptima productividad de la disponibilidad de nutrimentos y agua, del mantenimiento, dentro de ciertos rangos, de factores ambientales como la temperatura, la humedad relativa y la luminosidad y también de la ausencia de parásitos. Cualquier factor que afecte el bienestar del cultivo probablemente afectará también su desarrollo y rendimiento.

El frijol es un cultivo notoriamente susceptible a muchos factores adversos que pueden disminuir considerablemente su productividad. Estos factores se clasifican, en general, en tres grupos:

1. Factores biológicos, como plagas, enfermedades y malas hierbas.
2. Factores edáficos, como la falta o exceso de nutrimentos, el pH inadecuado y aun la estructura del suelo.
3. Factores climáticos como la sequía, el exceso de lluvias, las temperaturas muy altas o muy bajas.

El efecto de cada uno de estos factores en el desarrollo y rendimiento del frijol varía de una región a otra y es influenciado por:

1. La variedad o variedades sembradas.
2. El sistema de cultivo.
3. Las condiciones ambientales (climáticas y edáficas) prevalentes durante el ciclo de desarrollo del cultivo.

En muchas zonas frijoleras del mundo, las enfermedades son los factores más importantes responsables de los rendimientos bajos del cultivo. Se han reportado varios cientos de agentes que causan las enfermedades del frijol; sin embargo, no todos tienen una distribución geográfica, prevalencia o importancia económica iguales.

Es importante recordar, aunque parezca obvio, que para que una enfermedad ocurra y se desarrolle, es necesario que estén presentes tres factores: a) un hospedero o una variedad susceptible; b) la presencia del patógeno; c) las condiciones ambientales favorables para el desarrollo de la enfermedad. Así mismo se debe recordar que las enfermedades interfieren en la fabricación, translocación y utilización de fotosintato, de nutrimentos minerales y de agua y como resultado reducen la productividad del frijol.

Las enfermedades más importantes del frijol son causadas por hongos, bacterias y virus; los nematodos, por su distribución y movimiento restringido, tienen menos importancia como agentes causantes de enfermedades del frijol. Algunos patógenos del frijol tienen amplia distribución geográfica; en cambio otros están restringidos a zonas muy específicas. A pesar de la amplia distribución de algunos patógenos del frijol, éstos son más importantes en áreas donde las condiciones ambientales favorecen su supervivencia, multiplicación y diseminación.

Es posible, pues, generalizar que algunos patógenos del frijol están más comúnmente asociados con un tipo de clima. En climas cálidos es más común observar el mosaico común, el mosaico dorado, la bacteriosis o añublo bacteriano común, la mustia, la roya y las pudriciones radicales y del tallo asociados con Sclerotium rolfsii y Macrophomina phaseolina. En climas fríos es más común encontrar añublo de halo, antracnosis, Ascochyta, Phytophthora, moho blanco y las pudriciones radicales asociadas con Rhizoctonia. La mancha angular es más común en los climas moderados. Sin embargo, es posible encontrar en una misma zona y en un mismo campo y aún en la misma variedad, ataques de por ejemplo, añublo común, añublo de halo, antracnosis, roya y mancha angular.

Por su amplia distribución o por su importancia económica, o por ambas razones, las enfermedades del frijol más importantes en América Latina son:

1. Enfermedades virales:

- Mosaico común (BCMV)
- Mosaico dorado (BGMV)

2. Enfermedades bacterianas:

- Bacteriosis común o añublo bacteriano común.
- Añublo de halo

3. Enfermedades fungosas:

- Antracnosis
- Mancha angular
- Roya
- Mustia
- Pudriciones radicales causadas generalmente por un complejo de hongos.

También pueden tener importancia económica, pero su distribución es más bien limitada, las siguientes enfermedades:

- Mosaico amarillo
- Moho blanco
- Ascochyta
- Phytophthora
- Enfermedades foliares: mildew polvoso, mancha redonda, mancha gris.
- Nematodos de agalla.

Algunos principios importantes sobre enfermedades de plantas

Epidemiología

Esta disciplina se refiere, generalmente, al estudio de epidemias o el desarrollo de una enfermedad no en una planta individual sino en una población de plantas.

Es necesario recordar que para que la epidemia ocurra deben existir condiciones ambientales que favorezcan el desarrollo de la enfermedad en

un hospedero susceptible. Entonces los componentes críticos de la epidemia son: el hospedero susceptible, el patógeno, las condiciones ambientales favorables para la epidemia y el tiempo.

Lo más importante en epidemiología es el ciclo de la enfermedad, es decir, la serie de eventos sucesivos que permiten el desarrollo del patógeno y de la enfermedad. Los detalles del ciclo pueden variar entre patógenos pero en general aquel es igual para todos.

### Eventos en el ciclo de la enfermedad

Los eventos en el ciclo de la enfermedad ocurren uno tras otro en sucesión y son: inoculación, penetración, infección, desarrollo o colonización, síntomas, esporulación y liberación o diseminación del patógeno.

#### 1. Inoculación

Es el establecimiento del contacto entre el patógeno y el hospedero. Al patógeno o a una parte de éste que establece contacto con la planta se le denomina inóculo; es la parte del patógeno que causa la infección.

El inóculo varía según el patógeno; en todo caso, el inóculo que hace el primer contacto se denomina inóculo primario y causa las primeras infecciones. El inóculo que se produce de las primeras infecciones se denomina inóculo secundario, el cual al ser diseminado puede causar nuevas lesiones en la misma planta o en otras plantas susceptibles.

El inóculo primario muchas veces está presente en el suelo del campo de cosecha o en los residuos de la cosecha. A veces es transportado en la semilla o por medio del viento. El inóculo de algunos patógenos se encuentra en las malas hierbas. Debe recordarse que el conocimiento sobre el origen y la destrucción del inóculo, es importante en el control o manejo eficiente de la enfermedad.

Las condiciones que favorecen una exitosa inoculación dependen de la cantidad de inóculo (primario y/o secundario) disponible, de la humedad y temperatura favorables, de los vientos con lluvia que transportan el inóculo, la distancia a que el inóculo debe ser transportado, de la edad de la planta así como del número y densidad de las plantas.

En el caso del frijol, el inóculo primario de la mayoría de los patógenos que causan pudriciones de la raíz y del tallo como Macrophomina, Rhizoctonia, Sclerotium, Fusarium, Pythium y otros, sobrevive en el suelo.

También se encuentra en el suelo en forma de esclerocios el inóculo primario del hongo que causa la mustia y el moho blanco. Para la mayoría de los hongos y bacterias que atacan el follaje y las vainas, el inóculo primario sobrevive en los residuos de la cosecha; tal es el caso de antracnosis, Ascochyta, mancha angular, mustia, moho blanco, bacteriosis común, añublo de halo, y otros patógenos.

El hongo de la roya es un parásito obligado o biótrofo, es decir, que sólo puede sobrevivir en plantas vivas; sin embargo, la principal fuente de inóculo primario son esporas (uredosporas), que por su

morfología pueden ser transportadas por el viento a grandes distancias de un campo a otro. Este hongo también puede formar esporas de resistencia llamadas teliosporas, que pueden servir como inóculo primario. Muchas veces las uredosporas sobreviven en los residuos de la cosecha de una siembra a otra. En la mayoría de los virus, las malas hierbas son depósitos de inóculo que entran en contacto con las plantas, generalmente, por medio de insectos. Una fuente muy importante de inóculo primario de la mayoría de los patógenos del frijol, aunque no para la roya, es la semilla contaminada. Esta fuente de inóculo es particularmente importante en el mosaico común, en enfermedades bacterianas y en la mayoría de las enfermedades causadas por hongos.

## 2. Penetración:

Después de establecer contacto los patógenos penetran en la superficie de las plantas. Esta penetración puede ser de dos formas:

- a. Penetración directa: como ocurre con los nematodos y el hongo de la antracnosis.
- b. Penetración por heridas o por las aberturas naturales como estomas o lenticelas: así ocurre con las bacterias, los virus y los hongos como el de la roya.

## 3. Infección, desarrollo o colonización del patógeno y aparición de síntomas:

El patógeno, después de penetrar y establecer contacto con los tejidos de la planta empieza a nutrirse de ella. Así mismo, el patógeno se desarrolla o coloniza los tejidos de la planta. Como resultado de la infección se empiezan a observar los síntomas, aunque en algunas infecciones éstos son latentes y no se manifiestan hasta que la planta es más adulta o cuando el ambiente favorece su desarrollo.

## 4. Esporulación y liberación o diseminación del patógeno:

Los patógenos una vez establecidos, en la mayoría de los casos se reproducen. Los hongos lo hacen produciendo micelio y esporas asexuales o sexuales. Las bacterias lo hacen por fusión (una célula se divide en dos).

Los virus son replicados por la célula del hospedero; y los nemátodos se reproducen por huevos.

Las estructuras de reproducción de los patógenos se diseminan mediante diferentes formas:

- a. Viento: es el medio de transporte de la mayoría de las esporas de los hongos, pero no de los otros organismos. El viento es muy importante para los patógenos de la roya, de la mancha angular, del mildew polvoso, y de otros hongos.
- b. Agua:
  - Lluvia: al caer salpica y transporta el inóculo, como ocurre con la mustia. Las lluvias arrastradas por el

viento, son muy importantes en la diseminación tanto de enfermedades del frijol causadas por bacterias como de la antracnosis, Ascochyta, etc.

- Agua de irrigación: el riego por gravedad o la irrigación por aspersión diseminan el inóculo de bacterias y hongos.
- c. Semilla infectada: muy importante.
- d. Insectos: sobre todo para virus como BGMV.
- e. Implementos de labranza: tractores, azadones, etc.
- f. Animales y el hombre: al moverse dentro y a través de los campos durante la cosecha.

Al período desde la inoculación hasta la aparición de síntomas se le denomina período de incubación.

Al período de esporulación y liberación se le denomina período infeccioso, y a la suma de ambos períodos se la conoce como período de latencia.

### Descripción de la epidemia

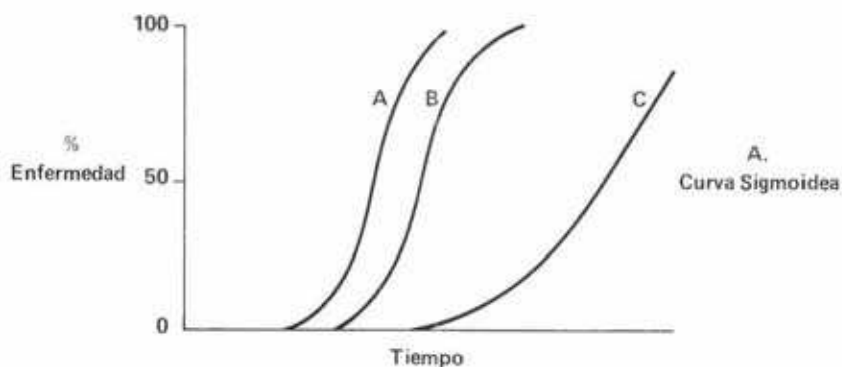
El inicio, progreso y culminación de una enfermedad puede describirse gráficamente (Figura 1).

Es importante anotar que en la variedad A la enfermedad empezó más temprano que en la variedad B y que en la C como se observa en la primera figura. También se puede notar, al convertir las curvas sigmoideas a rectas como en la segunda figura, de que el progreso de la enfermedad en la variedad A fué muy similar al de la variedad B pero mucho más rápido que el de la variedad C. Esta última variedad se le considera la más resistente. Por tanto, se deben tener en cuenta en epidemiología, dos cosas: cuándo se inicia la enfermedad y qué tan rápida prospera.

### Control y manejo de las enfermedades del frijol

Existen muchos métodos de control o manejo de las enfermedades, los cuales varían de una enfermedad a otra. En la mayoría de los casos se trata de prevenir o de proteger a las plantas para que no llegue a ellas la enfermedad que es muy difícil de curar una vez establecida. En el manejo o control de enfermedades casi siempre se trata de disminuir el inóculo inicial ( $X_0$ ) y/o el progreso de la enfermedad ( $r$ ).

El primer paso, y uno de los más importantes para el control o manejo, es la identificación correcta de la enfermedad. Una vez establecido qué es lo que está causando la enfermedad, se procede a esbozar un plan o una estrategia de control. Esta estrategia de control o manejo de la enfermedad depende de una serie de factores que se pueden clasificar en tres grupos:



La curva sigmoidea de la enfermedad, puede ser transformada en una recta si se expresa el porcentaje de la enfermedad en una escala logarítmica.

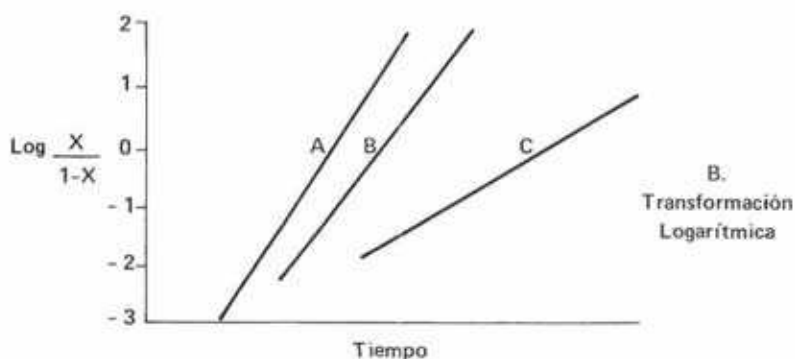


Figura 1. Representación gráfica del inicio y progreso de una epidemia en tres variedades diferentes. La enfermedad se inició primero en la variedad A, después en la B y finalmente en la C. Noten también que el progreso de la epidemia fue similar en las variedades A y B, pero éste fue mucho más lento en la variedad C. En la figura 1A las curvas son sigmoideas y en la 1B las curvas están representadas logarítmicamente.

1. Factores económicos:

- a. La magnitud de la pérdida en el rendimiento;
- b. frecuencia de la enfermedad;
- c. costos del método de control;
- d. demandas del consumidor y precio del cultivo en el mercado;
- e. fondos disponibles por el productor.

2. Factores ambientales y físicos:

- a. Temperatura: variación y extremos;
- b. humedad: distribución y cantidad;
- c. tamaño de finca y suministro de mano de obra;
- d. disponibilidad de insumos y de equipo requerido para el control;
- e. suelos, vientos:
  - sistema de cultivo;
  - duración del ciclo vegetativo;
  - prácticas culturales;
  - riegos.

3. Factores biológicos:

a. Patógenos:

- Variación;
- ciclo de vida;
- proceso de infección;
- epidemiología;
- mecanismos de supervivencia;
- transmisión: semilla, salpique, vientos, maquinaria;
- insectos complejos de patógenos.

b. Planta:

- Facilidad de incorporar resistencia en cultivares comerciales;
- tipo de resistencia;
- conservación de potencial de rendimiento mediante diferentes medidas de control.

Métodos para controlar/manejar las enfermedades de plantas

1. Métodos regulatorios: cuarentena

2. Prácticas culturales:

- a. uso de semilla limpia;
- b. erradicación del cultivo o de plantas enfermas;
- c. rotación de cultivos;
- d. limpieza de residuos de cosecha;
- e. buena agronomía:
  - fertilización,
  - drenaje,

- densidad,
  - control de malezas.
- f. coberturas;
  - g. arada profunda;
  - h. fecha de siembra.
3. Prevención de la enfermedad:
    - a. Población de plantas;
    - b. espaciamiento;
    - c. distancia entre surcos;
    - d. arquitectura de la planta:
      - erecta,
      - follaje abierto.
  4. Control químico:
    - a. aspersiones foliares;
    - b. tratamiento de la semilla;
    - c. tratamiento del suelo;
    - d. insecticidas para controlar vectores.
  5. Resistencia genética, que comprende:

Resistencia vertical

Se le caracteriza por la interacción existente entre los diferentes aislamientos (razas) del patógeno con los cultivares probados.

Cuadro 1. Resistencia vertical. Nótese que las razas del patógeno atacan a unas variedades, pero no a otras.

Razas del patógeno	Variedades <sup>a</sup>		
	A	B	C
Alfa	5	1	1
Beta	1	5	5
Gamma	1	5	1

a. 1: Inmune; 5: Muy susceptible



- Sinónimos: monogénica, oligogénica, raza específica, genes mayores.
- Efecto: reduce el inóculo inicial ( $X_0$ ) pero no el progreso de la epidemia ( $r$ ).

Formas de usar la resistencia vertical: En general este tipo de resistencia se puede usar en muchas formas pero cinco son los métodos más usados:

- genes simples;
- acumulación de genes;
- despliegue de genes, zonificación;
- multilíneas;
- combinaciones.

#### Resistencia horizontal

Generalmente se le caracteriza por la ausencia de interacción entre los aislamientos (razas) del patógeno y los cultivares probados. Todas las variedades tienen los síntomas de la enfermedad pero éstos no son severos en ninguna.

- Sinónimos: poligénica, no específica, genes menores, resistencia de campo, "slow rusting".
- Efecto: reduce el progreso de la epidemia ( $r$ ), pero no el inóculo inicial ( $X_0$ ).

Cuadro 2. Resistencia horizontal. Nótese que no existe interacción entre las razas del patógeno y las variedades.

Razas del patógeno	Variedades <sup>a</sup>		
	X	Y	Z
Delta	3	4	2
Kappa	2	3	4
Iota	3	2	2

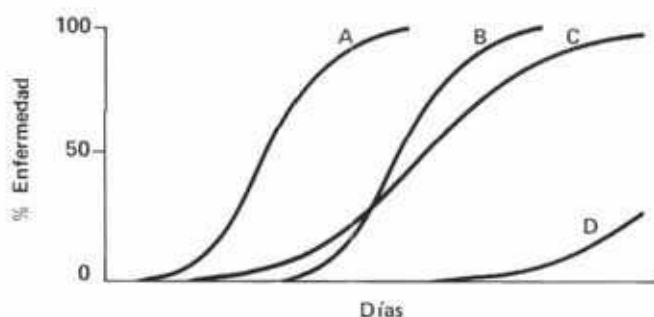
a. 1: inmune; 5: muy susceptible

## Otros tipos de resistencia o de escape a la enfermedad

- a. tolerancia;
- b. escapes;
- c. resistencia citoplasmática.

## Combinaciones de resistencias

Representación gráfica de los efectos de la Resistencia vertical y horizontal solas y en combinación (tomado de Van der Plank).



En la figura:

Variedad A. No tiene resistencia vertical y poca resistencia horizontal.

Variedad B. Tiene resistencia vertical y poca resistencia horizontal.

Variedad C. Como A, pero tiene considerable resistencia horizontal.

Variedad D. Tiene ambas, resistencia vertical y horizontal.

## 6. Métodos físicos

No son de utilidad práctica en el frijol e incluyen la esterilización del suelo, la eliminación de los patógenos de la semilla utilizando agua caliente, el calor seco o las irradiaciones.

## 7. Control biológico

Tampoco se usa en frijol.

## 8. Control integrado

Vale la pena anotar que el control o manejo de las enfermedades se hace más eficiente y económico cuando se tiene una buena información

del patógeno: su biología, su modo de diseminación, y las condiciones ambientales que lo favorecen, así, se podrá utilizar el método o la combinación de los métodos más apropiados, o sea, el Control integrado, que permita controlar o manejar la enfermedad. En el caso de la mustia, por ejemplo, la extrema severidad de la enfermedad hace necesaria la utilización de variedades resistentes, de prácticas agronómicas como coberturas que evitan el salpique, y aun de fungicidas foliares.

#### Algunos criterios para escoger métodos de control de enfermedades del frijol

Vale la pena anotar que, al escoger una estrategia de control o manejo de enfermedades del frijol, se debe tener en cuenta que el principal productor de frijol en América Latina es generalmente, el pequeño agricultor, escaso de recursos económicos, y con un limitado acceso al crédito, a la nueva información y a la tecnología. Además, el frijol en general, para la mayoría de agricultores es un cultivo de riesgo y de pocas ganancias. Debe tenerse en cuenta también que no sólo las enfermedades disminuyen los rendimientos, sino muchos otros factores, antes mencionados. Por eso, el mejoramiento genético del frijol es uno de los mejores y más económicos métodos para controlar o manejar no sólo las enfermedades sino también otros factores negativos, así como para estabilizar y aumentar el rendimiento. Sin embargo, no debe olvidarse la importancia de otros métodos de manejo o control de las enfermedades, que coadyuvan la resistencia genética, haciéndola más efectiva y duradera.