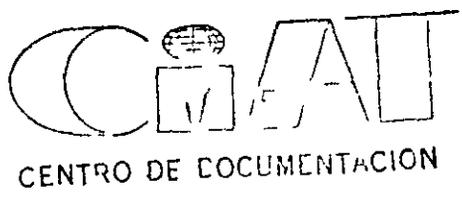


8240



# ENFERMEDADES VIRALES DEL FRIJOL Y SU CONTROL

8240

Guillermo E Galvez-E  
//

## 1 VIRUS DEL FRIJOL TRANSMITIDOS POR AFIDOS

### 1.1 Mosaico Común del Frijol (bean Common Mosaic Virus BCMV)

#### Distribución geográfica e importancia económica

El Mosaico Común del frijol, causado por el virus BCMV se registra en cualquier sitio donde se cultive frijol. Es la enfermedad más importante y de mayor frecuencia en los cultivos de frijol. Iwanowski lo registró por primera vez en Rusia en 1894. Durante 1910 y 1917 el virus causó pérdidas considerables en el Estado de New York según Stewart y Reddick. En 1925 Rands and Bortherton ensayaron varios cientos de variedades colectadas en varios países del mundo para estudiar resistencia a varias enfermedades. Observó síntomas de mosaico en plántulas provenientes de semillas de Argentina, Zaire, Brasil, Chile, Colombia, Checoslovaquia, Ecuador, Inglaterra, Francia, Alemania, Guatemala, Honduras, Italia, Japón, Java, México, Holanda, Perú, Rusia, Uruguay, y Venezuela.

Dependiendo de las variedades cultivadas, las pérdidas causadas por el BCMV son desde un 10% hasta un 90% según estudios efectuados en el Estado Unidos y en CIAT. El porcentaje de infección también varía desde un 10% a un 100% según la variedad y depende de la edad cuando la planta es afectada por el virus. Estudios efectuados en Perú confirman estos resultados.

### Sintomatología

El BCMV muy rara vez mata la planta, e infecciones suaves no producen síntomas conspicuos. Como la mayoría de las enfermedades virales enanifica la planta, y, causa moteado, y, mal-formaciones en las hojas. Los síntomas difieren de acuerdo a la variedad, a la edad de la planta, la cepa o variante del virus, y las condiciones climáticas bajo las cuales crece el frijol. Cuando la infección proviene de la semilla, las hojas primarias, la una o ambas, puede mostrar un suave moteado, algo curvadas y de menor tamaño. Las hojas trifoliadas tienen una forma irregular con áreas verdes y amarillo claras de varios tamaños, acompañadas del moteado característico de los mosaicos, que en algunas ocasiones puede ser la única evidencia de la enfermedad. Además del moteado, puede observarse considerable arrugamiento, malformación y otras alteraciones en la forma de las hojas. Las hojas infectadas pueden ser más angostas y más largas que las normales con encrespamiento en copa hacia abajo causado por el crecimiento desigual del tejido. Los síntomas de mosaico no pueden reconocerse en los tallos o semillas.

Las vainas en plantas severamente infectadas son usualmente de menor tamaño y contienen más pocos ovulos que los producidos por plantas normales. Usualmente están cubiertas de pequeñas manchas verde oscuro y a menudo son de tardía maduración y al cosecharlas presentan semillas pequeñas y arrugadas. Las temperaturas altas (15 - 25 C) favorecen la expresión de lo

sintomas y, bajas temperaturas tienden a enmascararlos (10 - 15 C)

Las plantas de algunas variedades al ser infectadas en el campo presentan algunas veces manchas necroticas en forma de tela de araña en las hojas inferiores. Probablemente estas lesiones corresponden al sitio de introduccion del virus por su vector

Existe una variante o cepa del virus que provocan marchitamiento de todas las hojas, y finalmente muerte de la planta. Estos sintomas estan acompañados por necrosis vascular de las raices, tallo, hojas, y vainas. Un rayado aparece frecuentemente a lo largo de las suturas dorsal y ventral de las vainas. Esta necrosis sistémica se conoce como raíz negra o black-root e inicialmente se penso que era causado por un virus diferente al BCMV. Sus sintomas tambien pueden confundirse con aquellos producidos por organismos causantes de pudriciones radicales. Las variedades con resistencia provenientes de la variedad Corbett Refugee o sus derivados producen estos sintomas.

### Etiologia

El virus causante del BCMV es una partícula alargada, flexible de 750 nm de largo por 15 nm de diámetro. Tiene un punto térmico de inactivación de 56 - 58 °C, punto final de dilución de 1:1000 y longevidad in vitro de 28 días a 18 °C.

El virus consiste de varias cepas o variantes que según Drifhout corresponden a 8: NL1, NL2, NL3, NL4, NL5, NL6, NL7 y NL8, determi-

nadas su patogenicidad en un juego de 11 variedades diferenciales

### Transmision

1 Mecanica La naturaleza infecciosa de la enfermedad fue demostrada por primera vez por Reddick y Stewart en 1918 quienes obtuvieron infeccion por frotacion del haz de hojas jovenes con zumo extraido de plantas con mosaico El virus es sistémico en plantas susceptibles, y, por lo tanto las hojas mas nuevas muestran sintomas mas severos que las anteriores Bajo condiciones altas de temperaturas, plantas con el gene de resistencia dominante desarrollan necrosis o sea raiz-negra, no así las variedades susceptibles

2 Vectores El virus del BCMV es transmitido por varias especies de afidos, de una planta enferma a una planta sana dentro de una plantacion frijolera Los principales pulgones vectores son Myzus persicae Sulz y Aphis fabae Scol En un campo de frijol en CIAT con una infeccion a traves de la semilla de un 15% todo el campo fue completamente afectado debido a una alta infestacion de M persicae en el termino de 15 dias Ademas de estas dos especies existen como otras 13 especies de afidos transmisores del virus

3 semilla Redaick y S ewa t en 1919 demuestran la naturaleza de transmision por la semilla del virus del frijol y notaron considerable variabilidad en el porcentaje de transmision del virus en la semilla de diferentes plantas afectadas por el mosaico El porcentaje de trans-

mision depende de la variedad, y, se han registrado diferencias desde un 15% hasta un 95%. Se ha observado que el virus puede sobrevivir en la semilla por lo menos 30 años.

La transmision por semilla constituye la fuente primaria de inoculo y, por lo tanto, se debe tener muy en cuenta en las medidas de control a usarse. Asi mismo es el medio mejor de diseminacion del virus de un lugar a otro, y, quizas por ello es que BCMV esta diseminado por todo el mundo.

4. Polen. Se ha probado que el polen puede ser un medio de transmision. Se encontro el virus en los ovulos y en los granos de polen en cruces entre plantas infectadas de Refugee y sanas de Early Prolific.

#### Hospedantes

Han sido poco estudiados. En general se limita a especies de Phaseolus como Ph lunatus, P acutifolius, P culcaratus, P lahyroides. Sin embargo, otros autores aseveran que el unico hospedante es P vulgaris. Meiners encontro que la maleza Rhynchosia minima es un buen portador del virus.

#### Control

Siendo los programas de certificacion de semillas deficientes o no existen en los paises en desarrollo uno de los principales medios de control es el uso de semilla libre del virus. Como el porcentaje del virus que se transmite por semilla no siempre es del 100% se seleccionan plantas sanas

en casas de malla, y su semilla se multiplica controlando al máximo los afidos principalmente hasta la formación de las vainas. En zonas donde las poblaciones de afidos son bajas se puede hasta erradicar la enfermedad por uso de semilla limpia.

El método más económico y mejor, es el uso de variedades resistentes. Existen varias fuentes de resistencia algunas con el gene dominante que bajo condiciones de temperaturas debajo de los 28 °C ofrece buena resistencia y que por encima de ella causa hipersensibilidad como Porrillo Sintético ICA-Tui, Jamapa, Top crop Alabama 1, etc. Hay otras fuentes de resistencia con genes recesivos, como Great Northern U 1 No 1 Robust. El uso de variedades resistentes combinado con un buen programa de certificación de semillas estabilizará la baja producción actual y, aun incrementará en por lo menos un 50% los rendimientos actuales.

---

## 1.2 Mosaico Amarillo (BYMV)

### Distribucion geografica e importancia economica

Su ocurrencia en los tropicos no es tan frecuente como la del Mosaico Comun. Se encuentra mas limitado a zonas templadas en Brasil, Argentina y Chile. Como no es transmitido por semilla su diseminacion no es muy grande y se encuentra especialmente correlacionado con la presencia de Melilotus alba Desr., Trifolium pratense L., T. incarnatum L., Gladiolus sp., Glycine max y Arachis hypogea L.

Aunque en Chile ocasiona perdidas economicas de importancia en algunos anos, en general no tiene la importancia del Mosaico Comun.

### Sintomatologia

El frijol afectado por BYMV se reduce en tamaño, y muestra un mosaico mas severo que en el caso del Mosaico Comun, y es mas amarillo. Sin embargo, este amarillo es opaco comparado con el amarillo brillante causado por el Mosaico Dorado que se describira posteriormente. Algunas razas de BYMV causan epinastia y muerte de las plantas.

### Etiologia

El Mosaico Amarillo es causado por un virus cuya particula es alargada flexible de 750 nm de largo x 15 nm de diametro, idéntico morfológicamente a lo del BCMV. Los dos virus tambien estan relacionados serológicamente e inmunológicamente en la planta. Se distingue del BCMV, por no ser transmitido a través de la semilla del frijol.

### Transmision

En la naturaleza se lleva a cabo por afidos especialmente Aphis fabae y Myzus persicae Experimentalmente se transmite mecanicamente

### Hospedantes

Tiene muchos hospedantes como gladiolos, tréboles, soya, maní y muchas otras leguminosas

### Control

Por medio de variedades resistentes

## 2 VIRUS DEL FRIJOL TRANSMITIDOS POR MOSCAS BLANCAS

### Distribucion geografica e importancia economica

Existen por lo menos 5 virus transmitidos por las moscas blancas que afectan el frijol en condiciones de campo

Su distribucion geografica se presenta en el Cuadro 1 Su presencia esta conmitada a la presencia del insecto vector el cual no se encuentra a alturas mayores de los 150 m de altura sobre el nivel del mar y, a temperaturas por debajo de los 20 C

De estas enfermedades virales hasta el presente, solo el Mosaico Dorado del Frijol (BGMV) tiene importancia economica, siendo el mayor factor limitante de la produccion en las areas donde se presenta Zonas tradicionalmente frijoleras en Guatemala y Brasil han debido ser dedicadas a otros cultivos debidos al BGMV Ensayos en Centro America, Jamaica y Brasil indican perdidas frecuentes de 100% cuando las plantas son afectadas en los primeros 15 dias de edad, disminuyendose estas perdidas a un 25% al ser atacadas 30 despues de la siembra El periodo vegetativo de las plantas se prolonga excesivamente De 8000 colecciones de P. vulgaris ensayadas ninguna ha mostrado una alta resistencia Pocas variedades son tolerantes

BGMV se ha registrado en Mexico Guatemala El Salvador, Honduras Nicaragua Costa Rica, Colombia, Venezuela, y Brazil, asi como en todas las islas del Caribe donde se cultivan frijoles como Puerto Rico Republica Dominicana Haiti, y Jamaica

Las otras cuatro enfermedades

- 1) Virus del Mosaico del Abutilon (AMV) conocido tambien como Clorosis Infecciosa de las Malvaceas (ICV) o Virus del Mosaico de la Sida (SMV)

- 2) Virus del Mosaico de las Euphorbiaceas (EMV),
- 3) Virus del Mosaico de Jatiopha (JMV) y,
- 4) Virus del Mosaico de Rhinchosia (RMV), se encuentran esporadicamente en cultivos de frijol sin causar perdidas economicas de importancia. Excepcionalmente AMV conocido en frijoles como Moteado Clorotico o Enanismo Moteado, presenta fuertes ataques particularmente cuando hay cultivos vecinos de soya, donde este virus causa sintomas de Mosaico Dorado

### Sintomatologia

Pueden dividirse en dos grupos por los sintomas que presentan en sus hospedantes

- 1) Aquellos que presentan en las hojas aclaramiento o amarillamiento de las venas, un moteado de color amarillo o arrugamiento y enrollamiento de las hojas resultante de desarrollo de uniforme de las areas normales y las afectadas con mosaico. Los sintomas de mosaico son del tipo clorotico o mas frecuentemente del tipo amarillo o dorado, y
  - 2) Aquellos del tipo enrollamiento en los cuales los sintomas de mosaico no son evidentes y las plantas muestran enanismo. Hojas con amarillamiento difuso, arrugamiento o adelgazamiento de venas y enaciones en las hojas.
- En frijol se pueden observar tres tipos de sintomatologia

### 2.1 Virus del Mosaico Dorado del frijol (BGMV)

Es el mas importante y el unico que no ha sido relacionado con malezas distintas de leguminosas. Plantas infectadas se distinguen muy facilmente de

las sanas por el fuerte amarillo dorado de las hojas. Los primeros síntomas consisten de un enrollamiento hacia el envés de las hojas, las que presentan luego síntomas del Mosaico Dorado. Estos pueden ser predominantemente sobre las venas o involucrar grandes áreas del parenquima de las hojas.

En la mayoría de las variedades hay poca reducción en tamaño de las hojas y de la planta. Las vainas presentan manchas de Mosaico Amarillo.

## 2.2 Virus del Moteado Clorótico o Enanismo Moteado del Frijol (AMV)

El virus causal puede ser el virus del Mosaico del Abutilon (AMV) que afecta malvaceas especialmente Sida spp. o el Virus del Mosaico de Rhynchosia (RMV). Las plantas afectadas presentan reducción del crecimiento y tienden a formar rosetas. En las hojas jóvenes se presentan manchas cloróticas y en las tardías se presentan manchas amarillas acompañadas de enrollamiento. En ataques tempranos las plantas se enanifican severamente y adquieren aspecto de escoba de bruja.

## 2.3 Virus del Arrugamiento de la Hoja del frijol (EMV)

En general se presentan lesiones locales necróticas. La infección sistémica raramente se desarrolla y cuando ocurre, toma la forma de lesiones necróticas y algunas veces cloróticas diseminadas en las hojas trifoliadas. Se presenta arrugamiento y enrollamiento de las hojas observándose finalmente desarrollo axilar anormal y enanismo.

### Transmision

- 1 Semilla Todos los ensayos llevados a cabo en Costa Rica, Guatemala, El Salvador, Jamaica, Brasil y Colombia han dado resultados negativos
- 2 Mecanica Los virus del BGMV y RMV se transmiten por medios mecanicos, de frijol a frijol, de frijol lima a frijol, o viceversa, y de Rhinchosia a frijol con relativa facilidad. AMV se transmite mecanicamente de Malva o Sida o Malva parviflora. La transmision a frijol es erratica y dificil.

El virus del EMV puede ser facilmente transmitido mecanicamente a Datura stramonium de Auphorbia o Datura. Sin embargo, planta de frijol no han podido ser infectadas por medios mecanicos.

- 3 Vectores El vector de todas estas enfermedades es la Mosca Blanca Bemisia tabaci Genn. En Puerto Rico, han comprobado la existencia de biotipos de Bemisia que las distinguen como B. tabaci (Sida), y B. tabaci (Jatropha), siendo la que se multiplica en Sida el vector mas activo. El vector no solo se multiplica en grandes cantidades en estas malezas sino tambien en Rhinchosia sp., y, en cultivos comerciales de tomate, algodón, tabaco, y soya. Estas enfermedades, por lo tanto, son diseminadas en naturaleza por medio de las moscas blancas.

En general, se han encontrado las siguientes relaciones de transmision:

- 1 Los virus transmitidos por moscas blancas no son adquiridos tan rapidamente como en el caso de los virus transmitidos por afidos.

- 2 La eficiencia de B. tabaci como vector se incrementa con periodos de alimentacion superiores a varias horas sobre la fuente del virus
- 3 En la mayoria de los casos hay un periodo de incubacion definido pero relativamente corto
- 4 Todos estos virus son retenidos en su insecto vector por periodos un poco mayores a 20 dias

### Etiologia

Se ha encontrado recientemente en Colombia, Brasil, Puerto Rico, y Estados Unidos que este virus consiste de particulas icosaedricas dimeras o siamesas, las cuales al separarse pierden su capacidad infectiva, En el Cuadro 2 se presentan las principales propiedades de esto virus, y, de las relaciones virus-vector

### Control

Para el virus de mayor importancia economica, el BGMV, no se han encontrado hasta ahora fuentes de resistencia adecuadas. Algunas colecciones de frijol muestran tolerancia que se espera sea gobernada por diferentes genes como el fin de poder transferir e incrementar esta tolerancia en variedades comerciales

En cuanto a los otros dos virus se han hallado fuentes de resistencia, que se espera pasar facilmente en caso de que estas enfermedades se tornen de importancia economica

Pruebas serologicas han indicado que el virus causante de los mosaicos dorados del frijol en Centro America, Puerto Rico, Brasil, y Colombia es el mismo. No se descarta la posibilidad de la existencia de cepas diferente del virus

El uso de insecticidas para controlar las moscas blancas reduce la transmisión dentro del cultivo, pero no contrarrestan adecuadamente las enfermedades virales

La siembra de frijol lejos de P. lunatus y Macropylum lathynides ayuda a disminuir la infección de BGMV debido a que son los hospedantes más susceptibles, así como la destrucción de otras leguminosas susceptibles. Por otra parte en regiones donde se efectúan cultivos sucesivos de frijol deben evitarse las plantas voluntarias de frijol de la cosecha previa por ser ellas la principal fuente primaria de inóculo

La alta incidencia de BGMV está correlacionada con altas poblaciones del vector, y por lo tanto, el evitar cultivos vecinos donde crecen y se multiplican numerosas las moscas blancas como soya, tomate, tabaco, y algodón ayuda a contrarrestar la enfermedad. Así mismo estudios ecológicos del vector ayudarán a planificar las siembras de frijol para disminuir la incidencia del Mosaico Dorado del frijol

Cuadro 1 Localización de virus transmitido por Moscas Blancas en America Latina

PAIS	VIRUS						
	BGMV	ICV	EMV	JMV	SMV	AMV	RMV
<b>Sur America</b>							
Argetina							
Chile							
Peru							
Brasil	+	+	+		+	+	-
Venezuela	+	+					
Colombia	+	+	+		+	+	+
<b>Centro America</b>							
Costa Rica	+	+	+				
Nicaragua	+	+					
El Salvador	+	+			+		
Guatemala	+	+					
<b>Caribe</b>							
Puerto Rico	+	+	+	+	-	+	+
Jamaica	+			+			
Republica Dominicana	+						
<b>Norte America</b>							
Mexico	+						

BGMV	Virus del Mosaico Dorado
ICV	Virus de la clorosis infecciosa de las Malvaceas (sinonimo de AMV)
BCIMV	Virus del Moteado Clorotico del frijol (Mottled dwarf)
AMV	Virus del Mosaico del Abutilon
SMV	Virus del Mosaico de Sida (sinonimo de AMV)
EMV	Virus del Mosaico de las Euphorbiaceas
JMV	Virus del Mosaico de Jathropa
RMV	Virus del Mosaico de Rhinchosia

Cuadro 2 Propiedades y nombre comun de los tres virus reconocidos en frijol

Comun <u>1/</u>	NOMBRE		Longevidad in vitro	PFD	PTM	Transmision mecanica	Forma particula	Tamaño particula
	En Frijol <u>2/</u>							
BGMV	BGMV		48 hs	10 <sup>-1</sup>	55°C	+	Gemela	30-40 nm
EMV	BCV		48 hs	10 <sup>-3</sup>	55-60°C	+	Gemela	24-26 nm
AMV	BDV		48 hs	5-5	55°C	+	Gemela	24-26 nm

Segun Costa

1/ Mosaico amarillo-dorado de *P. lunatus*

Mosaico de Euphorbia

Mosaico del Abutilon

2/ Mosaico Dorado del frijol

Arrugamiento del frijol

Enanismo del frijol

### 3 VIRUS DEL FRIJOL TRANSMITIDOS POR INSECTOS CRISOMELIDOS

Existe un grupo de enfermedades virales del frijol cuyos síntomas característicos son mosaicos frecuentemente asociados o malformaciones y rugosidades de las hojas, o moteados verdes o amarillos. Se transmiten en forma mecánica con facilidad, son muy estables, y altamente antigenicos. Sus vectores conocidos más importantes son todos escarabajos pertenecientes a la subfamilia Galerucinae de la familia Chrysomelidae.

#### 3.1 Mosaico Rugoso, Moteado de las Vainas y Mosaico Ampollado

##### Distribución geográfica e importancia económica

Existe poca información sobre la distribución e importancia económica del mosaico rugoso. La enfermedad fue observada por primera vez en Turrialba, Costa Rica en el periodo de 1964 a 1968, habiendo sido posteriormente descrita en Guatemala, El Salvador y Colombia. El moteado de las vainas es causado por un virus al cual el del mosaico rugoso es serológicamente relacionado. El ampollado del frijol descrito en El Salvador es causado por un virus perteneciente al mismo grupo del Mosaico Rugoso.

##### Sintomatología

Tres tipos diferentes de reacción al virus del Moteado de las vainas y al virus del mosaico rugoso se han observado en frijol: infección sistémica, lesiones locales e inmunidad.

La severidad de los síntomas de infección sistémica varía con la raza del virus y la variedad. En general las plantas infectadas con el virus del mosaico rugoso muestran un mosaico severo de tonos verdes, abultamientos y

deformaciones en las hojas en forma de rugosidades o ampollados. Las vainas de las plantas infectadas muestran diversos grados de malformación y moteado aunque en algunas variedades este sintoma no es evidente. Las plantas infectadas por el virus del moteado de las vainas muestran moteado y malformación de las hojas y necrosis de estas en algunas variedades, pero no así corrugaciones o ampollados. Los síntomas son más severos en las vainas que muestran moteado intenso, malformaciones y frecuentemente adquieren una tonalidad verde más intensa de lo normal.

Las lesiones locales producidas por ambos virus son similares. En hojas cotiledonales aparecen 3 a 4 días después de la inoculación, son café claro a oscuro necróticas y de aproximadamente 2 mm de diámetro. El tamaño varía ligeramente dependiendo de la variedad, edad de la planta y número de lesiones por hoja.

#### Etiología

Los virus del Mosaico Rugoso del Moteado de las Vainas, y el Ampollado pertenecen al grupo del virus del frijol de costa (cowpea mosaic virus), o grupo de los comovirus.

Las partículas del virus del Mosaico Rugoso del Moteado de las Vainas y Ampollado son polihédricas de aproximadamente 28 nm de diámetro.

El punto de inactivación térmica del virus del Moteado de las vainas es de 70 a 75 °C y para el Mosaico Rugoso 65° a 70 °C a exposiciones de 10 minutos.

Ambos virus poseen un punto final de dilución de 1:10 000 a

1 100 000

El virus del Mosaico Rugoso permanece infectivo en extractos crudos 48 pero no 96 hr a 22°C y el del Moteado de las Vainas resiste 62 días a 18°C

### Cepas o Variantes y Relaciones con otros Virus

Los comovirus constituyen el grupo más numeroso de virus transmitidos por crisomidos en leguminosas tales como frijol soya y frijol de costa. En realidad este grupo está constituido por muchos virus, o razas o cepas serológicamente relacionados. Las relaciones serológicas al igual que las reacciones de las plantas de prueba han sido utilizadas para distinguir y separar tales razas o virus. No obstante, los términos aislamiento, virus raza o cepa se han empleado en la literatura con mucha flexibilidad y tales términos no denotan grados de diferencia o similitud entre los virus de este grupo.

Estas razas difieren igualmente entre sí en severidad de síntomas y rango de plantas hospedantes.

### Hospedantes

El rango de hospedantes del virus del Moteado de las Vainas está restringido a las leguminosas específicamente al frijol común al frijol Lima (P. lunatus L.) y a la soya no encontrándose otras especies susceptibles en 25 probadas pertenecientes a 20 géneros en 9 familias diferentes. El virus del Mosaico Rugoso produce infección sistémica en especies de P. vulgaris, P. acutifolius, P. lathyroides, P. lunatus, Vicia faba, Trifolium incarnatum

Glycine max Cicer arietinum y Pisum sativum Otras 10 especies de leguminosas pertenecientes a 5 generos diferentes fueron halladas resistentes. Fuera de las leguminosas unicamente Chenopodium amaranticolor reacciono con lesiones locales, no observandose ninguna reaccion en 11 especies pertenecientes a 10 generos diferentes. El rango de hospedantes de las razas leve y severa de este virus es similar, excepto que estas dos razas infectan varias especies de Vigna incluyendo V. sinensis

### Transmision

#### Transmision natural

La diseminacion natural de los virus del Mosaico Rugoso, Moteado de las Vainas y el Ampollado no parece ocurrir por las semillas provenientes de plantas infectadas siendo efectuada por escarabajos. Las mas importantes especies de insectos vectores y las mas ampliamente diseminadas en las regiones tropicales pertenecen a la subfamilia Galerucinae de la familia Chrysomelidae. El virus del Mosaico Rugoso y Ampollado es transmitido por Cerotoma ruficornis Diabrotica balteata y D. adelpha. El virus del Moteado de las Vainas lo transmiten Cerotoma trifurcata D. balteata D. undecimpunctata Epilachna varivestis Colapsis flavida C. lata y Epicanta vittata.

Ambos virus pueden ser adquiridos por sus vectores durante periodos de alimentacion de 24 horas o menos. Con muchas de las asociaciones virus-vector un porcentaje elevado de los insectos transmite por periodo hasta de dos días. En el caso del virus del Mosaico Rugoso del frijol

C ruficornis puede transmitir el virus hasta por 7 a 9 días pero D balteata y D adepha lo hacen solo por 1 a 3 días

#### Transmisión experimental

Los comovirus pueden transmitirse en forma mecánica con facilidad no requiriéndose de ningún tipo particular de procedimiento para realizar tal modo de transmisión

#### Control

No existe ninguna información sobre la epifitología del Mosaico Rugoso o del Moteado de las Vainas en frijol. Al no existir transmisión por la semilla debe postularse la existencia de hospedantes silvestres del virus, de los cuales los insectos lo adquieren introduciéndolo a las plantaciones. La identidad de tales plantas al igual que las condiciones ecológicas que determinan la epifitía requieren ser investigadas. Tanto para el moteado de las vainas como para el virus del Mosaico Rugoso y Ampollado se ha probado el comportamiento de numerosas variedades comerciales de frijol, existiendo entre ellas un gran número con reacción local o de inmunidad. Si estos virus llegaran a convertirse en un factor limitante en la producción de frijol, la incorporación de resistencia a infección sistémica a variedades comerciales susceptibles no sería un problema difícil de resolver por existir materiales resistentes de tipo comercial adecuado que podrían utilizarse como material progenitor en un programa de mejoramiento. La herencia de la reacción es monogénica y gobernada por tres alelos. El primero es dominante sobre los otros dos y confiere inmunidad al virus, el segundo es dominante sobre el

tercero y confiere hipersensibilidad el tercero determina susceptibilidad a infección sistémica del virus

### 3.2 Mosaico Sureño y Mosaico en Diseño

#### Distribución geográfica e importancia económica

La enfermedad fue originalmente descrita en el estado de Louisiana en los Estados Unidos, y desde entonces ha sido observada en diversos estados del sur y el oeste de ese país. En América Latina se ha observado en México, Colombia, Costa Rica y Brasil. En Costa Rica se han descrito reducciones en la producción de 83 a 94% en variedades susceptibles bajo condiciones experimentales. En México, Colombia y Brasil su importancia ha sido considerada moderada. El Mosaico en diseño registrado en Brasil tiene características muy similares.

#### Sintomatología

El virus del Mosaico Sureño induce la aparición de tres tipos diferentes de síntomas en variedades de frijol: lesiones locales, mosaico o moteado sistémico y necrosis sistémica. La severidad y tipo de síntomas varía de acuerdo a la variedad, condiciones climáticas y raza del virus.

La aparición de las lesiones locales necróticas ocurre 2 a 3 días después de la inoculación. Son de color café rojizo oscuro y de a 1-3 mm de diámetro. Su tamaño puede variar de acuerdo a la variedad, edad de la hoja y número de lesiones por hoja.

Los síntomas de infección sistémica no son muy particulares o diferentes de los inducidos por los virus del Mosaico Rugoso o el Mosaico Común del frijol. Los primeros síntomas de infección sistémica consisten en un moteado local que surge

ta a su mayor severidad hacia la época de floración. Es frecuente la aparición de bandas verdes a lo largo de las venas, de corrugaciones y malformaciones. La reducción del tamaño de la planta y malformaciones severas son comunes en algunas variedades muy susceptibles, o con algunas razas del virus.

Los síntomas en las vainas son usualmente severos. Estas se distorsionan y adquieren coloraciones verde oscuro o moteados, reduciéndose notoriamente su producción.

### Etiología

La denominación de virus del Mosaico Sureño se origina del hecho de haber sido aislado por primera vez en materiales de frijol del sur de los Estados Unidos. Distingue un grupo de virus o razas serológicamente relacionadas. El Mosaico severo del frijol descrito en México es causado por una raza de este virus.

El virus del Mosaico Sureño posee partículas isométricas de 25-26 nm de diámetro.

El punto de inactivación térmica se encuentra entre 90 y 95°C.

El virus soporta diluciones de 1 500 000 hasta 1 4 000 000, de acuerdo a la raza del virus y la planta se prueba utilizada.

A una temperatura de 18°C el virus permanece infectivo 32 semanas y 11 semanas a una temperatura ambiental de laboratorio no definida.

### Cepas o variedades y relaciones con otros virus

El grupo de virus del Mosaico Sureño comprende la raza tipo descrita.

originalmente en el sur de los Estados Unidos, la raza severa de México y la raza de frijol de costa. Una nueva de frijol de costa fue descrita recientemente en Ghana. Estas cepas difieren en algunas características como rango y reacción de hospedantes, grado de relación serológica y movilidad electroforética.

#### Hospedantes

El virus de Mosaico Sureño posee un rango de hospedantes más limitado que el Mosaico Común o Rugoso del frijol. Únicamente un número de variedades de frijol común son susceptibles y además algunas variedades de frijol Lima, P. acutifolius, P. coccineus, Trifolium alexandrinum, Cyamopsis p. Melilotus indica, soya y frijol de costa. La raza del virus de esta última especie no infecta frijol. Ninguna especie fuera de la familia de las leguminosas es susceptible habiéndose probado más de 20 géneros y 9 familias de plantas. La raza del virus de Ghana infecta frijol común y frijol de costa,

#### Transmisión

##### Transmisión natural

A diferencia de los comovirus de frijol, el Mosaico Sureño es transmitido en la semilla y específicamente en la cubierta. La raza de frijol de costa también es transmitida en esta forma. La diseminación natural ocurre aparentemente por medio de insectos crisomelidos. Las especies de coleópteros Cerotoma trifurcata y Epilachna varivestis han sido descritas como vectoras en los Estados Unidos. En estudios preliminares, la especie Diabrotica adelpha fue señalada como transmisora en Costa Rica. Los insectos pueden adquirir el virus después de alimentarse en plantas infectadas por período de 24 horas o menos y pueden retenerlo y

transmitirlo hasta por 19 días en el caso de C trifurcata, aunque el porcentaje de insectos transmisores decrece después del segundo día

#### Transmisión experimental

Los virus del grupo del Mosaico Sureño se transmiten en forma mecánica con facilidad, lo cual es debido probablemente entre otras cosas a su estabilidad y la alta concentración que alcanzan en plantas infectadas

#### Control

Aunque la mayoría de las variedades de frijol no son inmunes a una u otra de las razas del virus, las que reaccionan con lesiones locales pueden ser consideradas comercialmente resistentes

El uso de insecticidas u otros medios para el control de los coleópteros y la diseminación del virus en el campo, podría ser una medida efectiva, aunque hasta el momento tal práctica no ha sido experimentalmente probada

La utilización de semilla sana sería además una medida de control adecuada

### 3 3 Moteado Amarillo

#### Distribución geográfica e importancia económica

El virus del Moteado Amarillo o "yellow stipple" del frijol fue aislado por primera vez en Illinois, U S A en 1940. También ha sido descrito en Costa Rica, Colombia, y hallado en otros países de latitudes tropicales. No existe la evidencia que el virus del Moteado Amarillo cause reducciones importantes en la producción de frijol

#### Sintomatología

Únicamente un tipo de reacción ha sido observado en todas las variedades

### Transmision experimental

Los bromovirus son transmitidos mecanicamente con facilidad, al igual que los otros grupos de virus transmitidos por coleopteros

### Control

No existe informacion sobre metodos de control de este virus en el frijol comun. Todas las variedades de frijol probadas experimentalmente han sido halladas susceptibles.

## 4 OTRAS ENFERMEDADES VIRALES DEL FRIJOL

Hay muchas otras enfermedades causadas por virus que atacan al frijol en naturaleza pero que no tiene hasta ahora importancia economica. Sin embargo, hay mas de 50 virus que atacan al frijol bajo condiciones experimentales.

Hay varios disturbios del frijol que presentan sintomas similares a aquellos causados por virus.

## 5 ENFERMEDADES NO VIRALES QUE CAUSAN SINTOMAS SIMILARES A LOS DEBIDOS A VIRUS

### 5.1 Enrollamiento de las hojas

En plantaciones de frijol donde existen altas poblaciones de la ciganita verde Empoasca pp. las plantas se enanifican y muestran las hojas enrolladas hacia abajo o arqueadas. En el caso de plantas de tipo trepador las guias no se desarrollan normalmente. En ataques severos hay un amarillamiento de las áreas de las hojas proximas a los margenes de las hojas y luego se secan. Cuando hay amarillamiento estas areas estan limitadas por las nervaduras.

### Cepas o variantes y relaciones con otros virus

El grupo virus del Moteado Amarillo del frijol de costa reúne dentro de los bromovirus un grupo de virus serologicamente relacionados, y analogos a otros grupos de virus transmitidos por insectos coleopteros. Las cepas o razas conocidas incluyen a la raza tipo de frijol de costa y una raza de Arkansas, y al Moteado Amarillo del frijol

### Hospedantes

Numerosas especies pertenecientes a mas de 20 generos y 7 familias de plantas han sido probadas como hospedantes del virus. Unicamente especies pertenecientes a las leguminosas son susceptibles a infeccion sistémica. Las plantas halladas susceptibles incluyen mas de 542 variedades de P vulgaris y diversos cultivares de P acutifolius, P lunatus, P calcaratus, P ricardianus, P aconitifolius, P lathyroides, V sinensis, V sesquipetalis, V hirta, G max, G javanica y Cananus indicus. En otros estudios Cyamopsis tetragonoloba, P mungo y Pisum sativum fueron tambien halladas susceptibles.

### Transmision

#### Transmision natural

El virus del Moteado Amarillo del frijol no es transmitido por las semillas provenientes de plantas infectadas. La diseminacion parece ocurrir por medio de insectos coleopteros principalmente. Las especies C ruficornis y D balteata se han identificado como vectores de este virus en Centro America. La adquisicion del virus por el vector puede ocurrir en un periodo de 24 hora o menos. De las dos especies C ruficornis puede retenerlo hasta por 3-6 dias, pero D balteata por 1-3 dias.

de frijol inoculadas con el virus. Esta reacción de infección sistémica consiste en la aparición de un Moteado Amarillo, siendo estos síntomas más leves que los inducidos por los virus del Mosaico Rugoso, Mosaico Sureño, Moteado de las Vainas y Mosaico Común del frijol. Al inicio las plantas infectadas muestran un moteado sumamente leve, apareciendo posteriormente manchas pequeñas amarillas en las hojas trifoliadas. Estas manchas pueden coalescer y formar manchas o áreas amarillas de bordes definidos y forma irregular. Las manchas disminuyen en intensidad y número en las hojas formadas al acercarse la floración. Se han observado ligeras variaciones en la severidad de los síntomas de acuerdo a la variedad, época de infección y condiciones climáticas. Algunas variedades muestran leves reducciones en el crecimiento. En general las plantas infectadas no muestran deformaciones, rugosidades o mosaicos asociados a otros virus del frijol.

#### Etiología

La denominación del virus como Moteado Amarillo, se ha empleado como sinónimo de *yellow stipple* por coincidir las descripciones de sintomatología, rango de hospedantes y propiedades en savia de ambos virus.

Típico de los bromovirus, el virus del Moteado Amarillo posee partículas isométricas de 26-30 nm de diámetro.

El virus soporta temperaturas hasta de 74°C pero no 76°C por 10 minutos.

Diluciones de 1:1000 a 1:50000 son todavía infecciosas, no así de 1:75000. A 18°C el virus permaneció infectivo 5 días y un día a 20°C.

## 5.2 Bronceado y Mosaico debido al Acaro Tropical o Blanco

Las hojas del frijol infestadas por el casi microscópico acaro blanco o tropical, Polyphagotarsonemus latus (Banks) Beer & Nuviflora pierden su brillo verde normal y se tornan un tanto opacas, los márgenes de las hojas se tuercen hacia arriba, y, tienden a ser más rígidos que lo normal. Posteriormente se nota un amarillamiento de las hojas, y, especialmente un bronceado de las mismas particularmente en el envés. En las hojas nuevas, cuando ha habido ataques severos se notan síntomas de mosaico, idénticos a los causados por virus.

## 5.3 Malaformación foliar causada por herbicidas hormonales

El frijol es una planta muy sensible a los herbicidas del tipo hormonal como el 2,4-D, 2,4,5-T, Tordon 101, etc. Estos herbicidas provocan en dosis mínimas malaformación de las hojas, síntomas de pata de rana, que muchas veces se asemejan a los causados por ciertos virus.

También existen herbicidas de otros grupos no hormonales que pueden causar anomalías fácilmente confundibles con síntomas debidos a enfermedades virales.

Bibliografía Consultada

- Bird J , and K Maramorosch 1975 Tropical Diseases of Legumes Academic Press Inc , N Y p 171
- Costa, A A , 1965 Three Whitefly-transmitted virus diseases of beans in Sao Paulo, Brasil FAO Plant Prot Bull 13 3-12
- Costa, A S 1973 Investigaciones sobre molestias del frijol en el Brasil En Anais do I Simposio Brasileiro de Feijao Volumen II, p 305-384
- Costa, A S 1976 Whitefly transmitted plant diseases Ann Rev Phytopathology 14 429-449
- Gamez R 1977 Enfermedades virales del frijol transmitidas por Coleoptero (en preparacion)
- Zaumeyer W J and H R Thomas 1957 A Monographic study of bean diseases and methods for their control USDA Tech Bull 868, pp 255