

Mosaico Dorado del Frijol

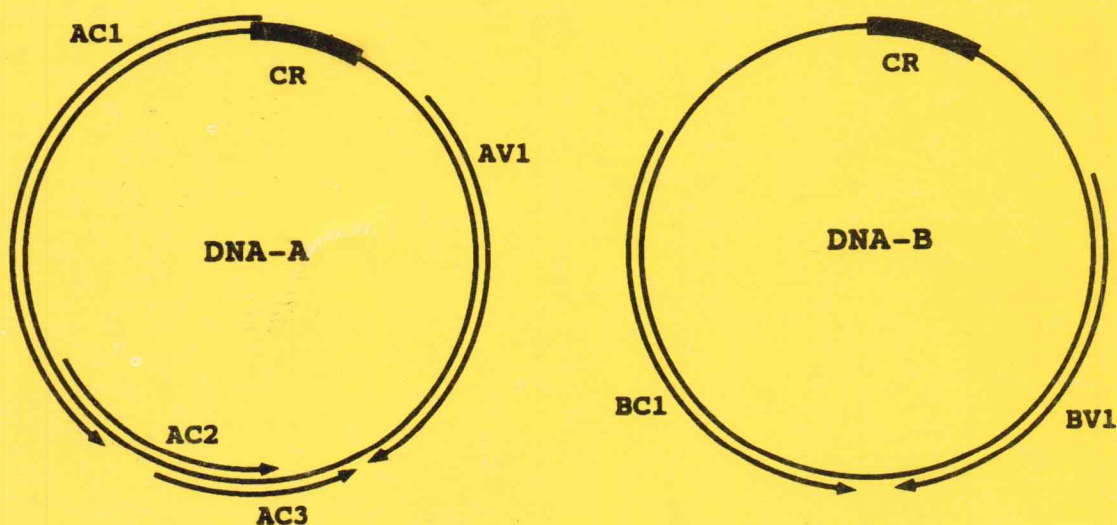
Bean Golden Mosaic



Avances de Investigación

1994

Research Advances



PROFRIJOL - COSUDE

CiAT Centro Internacional de Agricultura Tropical

El Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT) se dedica al alivio del hambre y de la pobreza en los países tropicales en desarrollo, mediante la aplicación de la ciencia al aumento de la producción agrícola, conservando, a la vez, los recursos naturales.

El CIAT es uno de los 18 centros internacionales de investigación agrícola auspiciados por el Grupo Consultivo para la Investigación Agrícola Internacional (GCIAI).

El presupuesto básico del CIAT es financiado por 20 donantes, entre los que figuran gobiernos de países, organizaciones para el desarrollo regional e institucional, y fundaciones privadas. En 1994, los siguientes países son donantes del CIAT: Alemania, Australia, Bélgica, Canadá, China, España, Estados Unidos de América, Francia, Holanda, Japón, Noruega, el Reino Unido, Suecia y Suiza. Las entidades donantes incluyen el Banco Interamericano de Desarrollo (BID), el Banco Mundial, la Comunidad Económica Europea (CEE), la Fundación Ford, la Fundación Rockefeller y el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD).

La información y las conclusiones contenidas en esta publicación no reflejan necesariamente los puntos de vista de los donantes.

PROFRIJOL

(Programa Cooperativo Regional de Frijol de Centroamérica, México y el Caribe), tiene como objetivo apoyar la investigación y generación de tecnología e impulsar la colaboración entre los técnicos que conforman el Programa para ayudar a resolver los problemas limitantes de la producción y consumo de frijol en el área, con el apoyo financiero del gobierno suizo.

EL MOSAICO DORADO DEL FRIJOL

Avances de Investigación

1994

BEAN GOLDEN MOSAIC

Research Advances

**Edición y Traducción
por Francisco J. Morales**

**Edition and Translation
by Francisco J. Morales**

CONTENIDO

	Pag.
Prólogo <i>F. Morales</i>	i
Avances de investigación sobre el mosaico dorado del frijol (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.) en America Latina <i>F. Morales</i>	
Foreword <i>F. Morales</i>	ii
Research Advances on Bean Golden Mosaic in Latin America. <i>F. Morales</i>	
Introducción <i>F. Morales</i>	1
Importancia del frijol en la America Latina	1
Reseña histórica del mosaico dorado del frijol <i>F. Morales</i>	1
Introduction <i>F. Morales</i>	
Importance of beans in Latin America	17
Historical background <i>F. Morales</i>	17
Situacion Actual del Mosaico Dorado del Frijol en la America Latina	
Mexico	
Mexico - Noroeste <i>R. Salinas</i>	19
Mexico - Sur <i>E. López Salinas y E. N. Becerra</i>	28
America Central	
Guatemala <i>R. Rodriguez</i>	34
El Salvador <i>F. Morales & R. Rivera</i>	40
Honduras <i>F. Rodriguez, O. Diaz y N.D. Escoto</i>	45
Nicaragua <i>A. Rojas y P. Anderson</i>	51
Costa Rica <i>R. Araya</i>	62

CONTENIDO

	Pag.
Caribe	
Republica Dominicana <i>F. Saladin y F. Morales</i>	68
Haiti <i>E. Prophete</i>	72
Cuba <i>N. Blanco y B. Faure</i>	82
America del Sur	
Brasil <i>F. Morales</i>	90
Argentina <i>M. Salgado</i>	96
Current Situation of Bean Golden Mosaic in Latin America	100
<i>F. Morales</i>	
South America	100
The Caribbean Regions	100
Central America	101
Mexico	101
Caracterización Molecular de los Virus que Causan el Mosaico Dorado del Frijol	
Introducción	103
<i>F. Morales</i>	
Molecular Characterization of the Viruses that Cause Bean Golden Mosaic	
Introduction	104
<i>F. Morales</i>	
Utilización de técnicas de hibridación de ácidos nucleicos (ADN) y de amplificación mediante polimerasa (PCR) para la detección de geminivirus transmitidos por mosca blanca.	105
<i>D. Maxwell, M. Rojas y R. Gilbertson</i>	
DNA Hybridization and Polymerase Chain Reaction Methods for Detection of Whitefly-transmitted Geminiviruses.	107
<i>D. Maxwell, M. Rojas and R. Gilbertson</i>	
Producción de anticuerpos monoclonales con aislamientos seleccionados del virus del mosaico dorado de frijol.	108
<i>M. Cancino, A.M. Abouxiid, F. Morales, D. Purcifull y E. Hiebert</i>	

	Pag.
Characterization of three monoclonal antibodies prepared to bean golden mosaic virus (BGMV) which are useful in detecting and distinguishing BGMV isolates.	109
<i>M. Cancino, A.M. Abouxi, F. Morales, D. Purcifull and E. Hiebert</i>	
Diversidad genética en los geminivirus del frijol transmitidos por mosca blanca.	110
<i>D. Maxwell, R. Gilbertson, S. Hanson, J.C. Faria, P. Ahlquist, W. MacLaughin y F. Morales</i>	
Genetic diversity of bean-infecting whitefly-transmitted geminiviruses.	113
<i>D. Maxwell, R. Gilbertson, S. Hanson, J.C. Faria, P. Ahlquist, W. MacLaughin and F. Morales</i>	
Los geminivirus que atacan al frijol común (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.) en el noroeste de México.	115
<i>A. Loniello, J. Martinez, M. Rojas, R. Gilbertson, J. Brown y D. Maxwell</i>	
Bean-infecting Geminiviruses from Northern Mexico.	117
<i>A. Loniello, J. Martinez, M. Rojas, R. Gilbertson, J. Brown and D. Maxwell</i>	
La organización y función del genoma del virus del mosaico dorado del frijol.	119
<i>D. Maxwell, S. Hanson, R. Hoogstraten, P. Ahlquist J. Beaver, O. Azzam y J. Karkashian</i>	
Genome organization and functions of bean golden mosaic geminivirus.	123
<i>D. Maxwell, S. Hanson, R. Hoogstraten, P. Ahlquist J. Beaver, O. Azzam and J. Karkashian</i>	
El Insecto Vector: <i>Bemisia</i> sp.	
La mosca blanca <i>Bemisia tabaci</i> (Gennadius) como vector vector del virus del mosaico dorado del frijol	
<i>P. Anderson</i>	
Introducción	125
Taxonomía	126
Biología y Ecología	128
Epidemiología Matemática	129

	Pag.
Protección	133
Conclusiones	133
Referencias	134
English Summary	138

Control del Mosaico Dorado del Frijol

Fuentes de Resistencia	144
Sources of Resistance	144

Reacción de genotipos de frijol (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.) al virus del mosaico dorado del frijol (BGMV) en condiciones de campo e invernadero. <i>F. Morales</i>	144
---	-----

Comparative responses of selected (<i>Phaseolus vulgaris</i>) germplasm inoculated artificially and naturally with bean golden mosaic virus. <i>F. Morales</i>	146
---	-----

La búsqueda de resistencia genética al virus del mosaico dorado en frijol común: historia y perspectivas. <i>S. Beebe</i>	148
--	-----

Breeding for resistance to bean golden mosaic virus: history and perspectives. <i>S. Beebe</i>	149
---	-----

Interacción genética entre el BGMV y <i>Phaseolus vulgaris</i>	151
Genetic interaction between BGMV and <i>Phaseolus vulgaris</i>	151

Genética de la resistencia al virus del mosaico dorado del frijol en <i>Phaseolus vulgaris</i> . <i>F. Morales y S. Singh</i>	151
--	-----

Genetics of resistance to bean golden mosaic virus in <i>Phaseolus vulgaris</i> L. <i>F. Morales and S. Singh</i>	155
--	-----

Mejoramiento por la resistencia al virus del mosaico dorado del frijol (BGMV) en poblaciones inter-raciales de <i>Phaseolus vulgaris</i> L. <i>F. Morales y S. Singh</i>	156
---	-----

	Pag.
Genetics and selection for resistance to bean golden mosaic virus in an interracial population of <i>Phaseolus vulgaris</i> L. <i>F. Morales y S. Singh</i>	159
Heritability of Field Resistance to Bean Golden Mosaic Virus in Dry Beans (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.). <i>M. Blair, J. Beaver y J.C. Rosas</i>	160
Heredabilidad de la resistencia de campo al virus del mosaico del frijol en frijol común (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.). <i>M. Blair, J. Beaver and J.C. Rosas</i>	170
Evaluación y selección de líneas mejoradas	171
Evaluation and selection of breeding lines	171
Selección de líneas de frijol común tolerantes al virus del mosaico dorado del frijol (BGMV) en Brasil. <i>M. Thung</i>	171
Evaluation of BGMV-tolerant bean germplasm in Brazil. <i>M. Thung</i>	173
Control genético del mosaico dorado del frijol en Paraná, Brasil. <i>M. Bianchini</i>	174
Genetic control of bean golden mosaic virus (BGMV) in the state of Paraná. <i>M. Bianchini</i>	174
Ingeniería genética	176
Genetic engineering	176
Desarrollo de plantas de frijol transgenicas por el gen de la cápside del virus del mosaico dorado (BGMV). <i>O. Azzam, D. Russell, R. Gilbertson, P. Ahlquist y D. Maxwell</i>	176
Development of transgenic beans with the coat protein gene from BGMV-GA and their evaluation for resistance by sap inoculation. <i>O. Azzam, D. Russell, R. Gilbertson, P. Ahlquist and D. Maxwell</i>	179

	Pag.
Evaluación de plantas transgénicas de frijol (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.) por su reacción al virus del mosaico dorado transmitido por <i>Bemisia tabaci</i> Genn. <i>O. Diaz</i>	181
Evaluation of transgenic bean plants for their reaction to BGMV transmitted by <i>Bemisia tabaci</i> . <i>O. Diaz</i>	182
Alternativas de control	183
Other control alternatives	183
Alternativa para el manejo integrado en el control del virus del mosaico dorado del frijol en República Dominicana. <i>F. Saladin, R.M. Mendez, J.C. Nin, R. Angeles, M. Herrera y T. Martinez</i>	183
Alternatives for the Integrated Control of Bean Golden Mosaic Virus in the Dominican Republic. <i>F. Saladin, R.M. Mendez, J.C. Nin, R. Angeles, M. Herrera y T. Martinez</i>	189
El Futuro de la Investigación Sobre el Mosaico Dorado de Frijol	190
Future Research on Bean Golden Mosaic	192

Avances de Investigación Sobre el Mosaico Dorado del Frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) en América Latina

PROLOGO

El mosaico dorado del frijol es una de las enfermedades más devastadoras que ha sufrido la agricultura en toda su historia. Su aparición en la América Latina fue el presagio de pandemias en varios cultivos del continente americano, donde estos virus y su insecto vector, la mosca blanca *Bemisia tabaci*, han sido declarados las mayores plagas de este siglo.

El propósito de este documento de trabajo, es el de actualizar la información disponible sobre el mosaico dorado del frijol en la América Latina. La principal fuente de información ha sido los diversos trabajos presentados en el último Taller Internacional de Mosaico Dorado del Frijol, realizado en Ciudad de Guatemala, del 9 al 13 de Noviembre de 1992. Adicionalmente, se incluye información reciente sobre diversos aspectos de la investigación y control del virus del mosaico dorado del frijol, la cual esperamos sea de utilidad.

Queremos aprovechar esta oportunidad para destacar los trabajos pioneros del Dr. Alvaro Santos Costa en Brasil, del Dr. Guillermo Gálvez en Colombia y Centro América, de los Drs. Kazuhiro Yoshii, y Stephen Beebe y del Ing. Agr. Silvio H. Orozco en Guatemala, del Dr. Julio Bird en Puerto Rico y del Dr. Robert Goodman en los Estados Unidos. Quisiéramos también resaltar la labor del Dr. Douglas P. Maxwell, de la Universidad de Wisconsin, y del Dr. Ernest Hiebert de la Universidad de Florida, en la coordinación de los trabajos de caracterización molecular del virus.

Se agradece también a la Corporación Suiza al Desarrollo (COSUDE) y al programa nacional guatemalteco (ICTA) en Centro América; a los proyectos CRSP y USAID en los Estados Unidos y al CIAT, por el apoyo financiero que ha permitido la continuidad de la investigación sobre un problema fitosanitario y nutricional crítico para el desarrollo de la América Latina.

Research Advances on Bean Golden Mosaic in Latin America

FOREWORD

Bean golden mosaic is one of the most devastating plant diseases recorded in the history of agriculture. Its appearance in Latin America presaged the onset of major epidemics of various geminiviruses transmitted by the whitefly vector, *Bemisia tabaci*, causing yield losses estimated in millions of dollars in beans and other crops.

The purpose of this publication is to compile the information presented during the Bean Golden Mosaic Virus (BGMV) Workshop held in Guatemala City on November 9-13, 1992, on the advances of research on BGMV up to that date. However, in the process of compiling this information, it was necessary to include some previous and recent findings on BGMV, in order to produce a work document of general utility as a source of information on BGMV.

The research findings presented here are the result of over 16 years of work conducted by several researchers in Brazil, Central America, Colombia, and the United States. Among the scientists that have greatly contributed to the understanding and control of one of the most serious pathogens of all times, we can mention: Dr. Alvaro Santos Costa in Brazil; Dr. Guillermo Galvez, in Colombia and Central America; Drs. Kazuhiro Yoshii and Stephen Beebe, and Ing. Silvio H. Orozco in Guatemala, Dr. Julio Bird in Puerto Rico, and Drs. Robert M. Goodman, Douglas Maxwell and Ernest Hiebert in the United States.

A special note of gratitude is due to the Swiss Development Corporation (COSUDE), the National Program of Guatemala (ICTA), the CRSP and USAID projects, and to CIAT, for the financial support to conduct the applied and basic research necessary to investigate and control one of the worst threats to the production of one of the main food staples of Latin America.

INTRODUCCION

Importancia del Frijol en la América Latina

El frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) es una de las fuentes de proteína (15-35%) y calorías (ca. 340 cal./100 gr) más importantes en la América Latina. En esta región, centro de origen de esta especie, se producen más de cuatro millones de toneladas de frijol al año, lo cual equivale al 88% de la semilla de frijol producida en las regiones tropicales del mundo. Brasil, el mayor productor de frijol del mundo, posee un consumo *per capita* de cerca de 20 kg/año.

En America Central, el frijol es igualmente importante, siendo consumido en la mayoría de los países centroamericanos hasta tres veces por día. Proporcionalmente, en la America Central se cultiva el doble del área que en Brasil, relativo a sus extensiones territoriales. El frijol es también producido en islas del Caribe, tales como Cuba (ca. 26.000 TM), Haití (56.000 TM) y República Dominicana (55.000 TM) según datos de 1990 (CIAT).

México, el segundo productor de frijol en la America Latina, consume aproximadamente 1.2 millones de toneladas métricas de frijol al año. A pesar de que México cultiva cerca de 1.800.000 hectáreas de frijol, la demanda interna no es satisfecha en algunos años dado la baja productividad del cultivo. Esta baja productividad relativa del frijol, no solo en México sino también en el resto de la America Latina (700 kg/ha vs. 1.600 kg/ha en los Estados Unidos), es una consecuencia de los múltiples problemas bióticos y abióticos que inciden en el cultivo, en el trópico Americano. Es precisamente en las regiones productoras de frijol situadas en climas cálidos, de altitud baja a intermedia (0-1.200 m.s.n.m), donde el mosaico dorado del frijol alcanza su mayor incidencia.

Reseña histórica del mosaico dorado del frijol

Distribución geográfica

El mosaico dorado del frijol fue identificado en Brasil hacia el inicio de la década de los 60 por el Dr. Alvaro Santos Costa. En esa época, y a pesar del amarillamiento y pérdidas de producción severas que presentaban las plantas de frijol afectadas, la enfermedad no alcanzaba una incidencia significativa que mereciera una mayor atención. Desafortunadamente, se desconocía el alto potencial de diseminación de esta enfermedad, la cual se convirtió una década mas tarde, es una limitante de producción de frijol en los principales estados productores del Brasil. Para esta época, el mosaico dorado ya atacaba también regiones productoras de frijol en la America Central (El Salvador y Guatemala), El Caribe (República Dominicana, Haití, Puerto Rico), y el norte de México.

Desde la década de los 80, el mosaico dorado ha continuado su expansión en la América del Sur, invadiendo el noroeste argentino y otros estados del sur y norte de Brasil. En el área del Caribe, el mosaico dorado ha entrado en las principales regiones agrícolas de la República Dominicana, Haití, Jamaica y Cuba. En la América Central, el mosaico dorado ha incrementado notablemente su incidencia en países como Guatemala, Honduras y Nicaragua. En cuanto a México, los ataques del virus son actualmente más generalizados en la región sur, principalmente en el Estado de Chiapas. En el noroeste de México, el problema de mosaico dorado del frijol alcanza la frontera con los Estados Unidos.

El virus causal

La primera micro-fotografía del virus del mosaico dorado del frijol (BGMV) fue tomada en Colombia por Galvez y Castaño (1976). Las partículas observadas eran isométricas y se presentaban en parejas, siendo su diámetro de aproximadamente 18 nm. Partículas similares, habían sido observadas para el 'enrollamiento apical de la remolacha' (BCTV) y el 'rayado del maíz' (MSV), enfermedades asociadas con cicadélidos como insectos vectores. Un año más tarde, Goodman (1977) demostraba que el ácido nucleico contenido en las partículas virales era ADN de cadena sencilla, lo cual era también inesperado, ya que la mayoría de los virus conocidos contenían ARN. En el mismo año, se demostró que otros virus de morfología similar, como el virus del 'rayado del maíz' y el del 'mosaico africano de la yuca', también contenían ADN de cadena sencilla. Estos virus fueron llamados 'geminivirus' debido a las partículas típicamente pareadas (gemelas) y fueron, junto con otros virus similares, reconocidos como un grupo nuevo por el Comité Internacional de Taxonomía de Virus, en 1978 (Matthews, 1979).

La proteína del BGMV consta de una subunidad de aproximadamente 27.500 d y el peso molecular de su ácido nucleico fue estimado en un rango de $7-9 \times 10^5$ (Goodman, 1981). El ácido nucleico resultó ser insensible a la digestión por exonucleasas, lo cual sugirió que poseía una molécula de ADN circular, covalentemente cerrada. La estructura del genoma fue originalmente estimada en aproximadamente 2.510 nucleótidos. Sin embargo, el análisis del ácido nucleico con enzimas de restricción produjo fragmentos correspondientes a 5.000 nucleótidos aproximadamente (Haber, 1981). Este resultado sugería la posibilidad de que el BGMV tuviera un genoma dividido en dos moléculas circulares de ADN. Más tarde, se obtuvo la secuencia de otro geminivirus transmitido por mosca blanca, el mosaico africano de la yuca (ACMV), comprobándose que las secuencias estaban acomodadas en dos moléculas de un tamaño similar. Cuando estas moléculas fueron clonadas separadamente, los clones no infectaron plantas susceptibles de *Nicotiana benthamiana*, mientras que la mezcla de clones fue infecciosa. De aquí se concluyó que las dos moléculas son requeridas para la infección de plantas. Se realizó una prueba similar con el virus del rayado del maíz (MSV) transmitido por cicadélidos, encontrándose un resultado diferente, ya que solo se detectó una especie de ADN de 2.687 nucleótidos. Esta diferencia condujo a la creación de dos sub-grupos diferentes

de geminivirus: el sub-grupo A, compuesto por geminivirus que atacaban plantas monocotiledoneas y que son transmitidos por cicadélidos, y el sub-grupo B, que incluía los geminivirus de dicotiledoneas, transmitidos por mosca blanca. Este último sub-grupo es actualmente considerado como el sub-grupo III, para colocar al geminivirus del enrollamiento apical de la remolacha (BCTV), que también infecta dicotiledoneas pero que es transmitido por mosca blanca, como sub-grupo II.

La disponibilidad de las secuencias completas de tres geminivirus transmitidos por la mosca blanca *B. tabaci*: el del mosaico africano de la yuca, y los causantes de los mosaicos dorados del frijol (BGMV) y del tomate (TGMV), permitió estudiar la organización del genoma. Básicamente, la secuencia de cada molécula de ADN de un geminivirus transmitido por mosca blanca, es diferente, con excepción de una secuencia de cerca de 200 nucleótidos llamada la 'región común', la cual es casi igual en las dos moléculas de ADN viral. Estas dos moléculas de ADN contienen regiones que pueden codificar proteínas, tales como la proteína de la cubierta proteica la cual se encuentra en la molécula 1 o A del ADN viral (Fig.1). De las otras secuencias potencialmente capaces de codificar proteínas, no se conocía su función hasta 1985.

Transmisión

Desde la primera descripción del mosaico dorado del frijol en Brasil (Costa, 1965) se conocía que el insecto vector del agente causal era la mosca blanca *Bemisia tabaci* Genn. (Homoptera:Aleyrodidae). Esta especie había sido previamente reconocida como vectora de virus vegetales en Asia y America (Costa, 1976).

En términos generales, los adultos de *B. tabaci* son los principales vectores, los cuales necesitan un período de 20 minutos o más para adquirir el virus de plantas infectadas. Este período de adquisición relativamente prolongado (comparado con los 15-60 segundos requeridos para virus no-persistentes), posiblemente se deba a la localización de estos virus en el floema de las plantas afectadas. Una vez adquirido, el virus requiere un período de incubación en el vector que varía de algunas horas a un día. Esta observación sugiere que el virus circula en el insecto vector. El proceso de transmisión (inoculación), generalmente requiere un tiempo similar o menor que el de adquisición del virus. Esto se debe a que algunos virus transmitidos por mosca blanca, aparentemente pueden iniciar el proceso de infección en tejido no vascular.

La persistencia del virus en la mosca blanca varía de algunos días hasta semanas, llegando a ser retenido de por vida en algunos adultos. Sin embargo, hay comúnmente pérdida de infectividad con el tiempo, lo cual sugiere que estos virus no se multiplican dentro de la mosca blanca. Estos virus, sin embargo, parecen ser retenidos por diferentes estadios del insecto hasta el adulto, a pesar de que solo el primer instar y el adulto son móviles. En cuanto a la existencia de biotipos de *B. tabaci*, el Dr. Julio Bird (1978) mantenía la convicción de que existían 'razas' de *B. tabaci*. Estos argumentos eran cuestionados en base a los hábitos y adaptación de *B. tabaci* a diferentes hospederos.

Algunos aislamientos del BGMV han sido transmitidos mecánicamente con mayor o menor dificultad, específicamente aislamientos de México, Centro America, el Caribe y Colombia. Por el contrario, los aislamientos del BGMV provenientes de Brasil o Argentina, no han podido ser transmitidos mecánicamente. La transmisión mecánica del BGMV se ha realizado usando una dilución de 1:4 (tejido infectado: solución amortiguadora de fosfato de potasio, 0.1 M, pH 7.0) según el procedimiento de Bird *et al.* (1977). En la experiencia del CIAT, el factor más importante es el uso de plantas de frijol jóvenes con menos de 15 días de infección y plántulas sanas de frijol no mayores de 8 días de emergencia, preferiblemente de variedades susceptibles, tales como 'Topcrop'. Hasta la fecha, no ha habido informes de transmisión del BGMV por semilla en frijol u otra especie.

Control

El control del virus del mosaico dorado del frijol ha sido intentado por varios medios. Considerando las diversas medidas de control: la **exclusión** no ha sido posible, pues el problema ha recorrido el continente americano del norte al sur de la zona tropical y subtropical. Es decir, sus límites esta dados en función de la sobrevivencia de la mosca blanca, *B. tabaci*.

En cuanto a la **erradicación**, esta no ha sido totalmente viable, debido a la existencia de hospederos alternos del virus y del vector. Sin embargo, podríamos hablar de la posibilidad de 'erradicar las epidemias de mosaico dorado', como se ha demostrado en algunos países, tales como Brasil, donde se ha restringido la siembra de frijol en algunas áreas y épocas, con resultados positivos.

Cuando se hace referencia a la **protección** se trata principalmente del uso de pesticidas para el control de la mosca blanca vectora. Sería difícil mencionar todos los productos químicos que han sido utilizados para controlar *B. tabaci*. Aquí solo se pretende resumir el conocimiento adquirido hasta el momento. En ataques severos de mosaico dorado y altas poblaciones de *B. tabaci*, la protección química solo es efectiva en reducir la incidencia de mosaico dorado, cuando se utilizan insecticidas altamente tóxicos y sistémicos al momento de la siembra. Dependiendo de las condiciones de suelo y período de protección del pesticida, la aplicación de insecticidas sistémicos o de contacto al follaje, puede ser necesaria hasta el estado de formación de vainas.

El control genético ha sido el objetivo más perseguido en la lucha contra el mosaico dorado del frijol, a pesar de que hasta la fecha no se ha identificado ningún genotipo de *Phaseolus vulgaris* inmune al BGMV. Los trabajos más exitosos de mejoramiento genético han sido realizados en la América Central, gracias a un proyecto iniciado en 1974 y desarrollado entre el CIAT y el ICTA de Guatemala, financiado por USAID, UNDP, y, más tarde, por el Gobierno suizo.

El primer paso fue la identificación de fuentes de tolerancia, como Porrillo Sintético, ICA-Pijao, y Turrialba 1, todas variedades de grano negro. Estas variedades fueron cruzadas entre si para desarrollar las primeras líneas liberadas en 1979: ICTA Quetzal, ICTA-Jutiapan, e ICTA-Tamazulapa. La variedad ICTA-Quetzal (DOR 41), fue más tarde liberada en el Noroeste Argentino, y una línea hermana fue liberada en México, como Negro Huasteco 81. Posteriormente, el ICTA generó variedades más precoces a partir de las DOR originales, tales como el ICTA-Ostúa.

La segunda generación de líneas tolerantes al mosaico dorado incluía por primera vez, genotipos de color de semilla diferente al negro, como la línea de grano rojo oscuro DOR 364, la cual fue recientemente liberada como variedad en Guatemala, El Salvador y Honduras.

La tercera generación de materiales incluye nuevas fuentes de resistencia identificadas en condiciones de campo y de invernadero. Estas fuentes poseen mecanismos de resistencia diferentes, los cuales están siendo combinados para aumentar el nivel de resistencia al BGMV. En el capítulo de control del BGMV, se informará sobre el progreso logrado.

Referencias

- Costa, A.S. 1965. Three whitefly-transmitted virus diseases of beans in São Paulo, Brazil. *FAO Plant Protection Bulletin*. 13:205-207.
- Costa, A.S. 1976 Whitefly-transmitted plant diseases. *Ann. Rev. Phytopathology* 14:429-449.
- CIAT. 1992. Trends in CIAT Commodities 1992. Working Document No. 111. Cali, Colombia.
- Bird, J., R.L. Rodriguez, Cortes-Monllor, A., and Sanchez, J. 1977. Transmisión del mosaico dorado de la habichuela (*Phaseolus vulgaris*) en Puerto Rico por medios mecánicos. *Fitopatología* 12:28-30.
- Bird, J. and Maramorosch, K. 1978. Viruses and virus diseases associated with whiteflies. *Adv. in Virus Research* 22:55-110.
- Galvez, G.E., and Castaño, M. 1976 Purification of the whitefly-transmitted bean golden mosaic virus. *Phytopathology* 26:205-207.
- Goodman, R.M. 1977. Single-stranded DNA genome in a whitefly-transmitted plant virus. *Virology* 83: 171-179.

Referencias adicionales

- Abreu-Ramírez, A. 1978. Identificación del mosaico dorado de la habichuela (*Phaseolus vulgaris* L.) en República Dominicana. Investigación (República Dominicana) 6:21-24.
- _____ y Gálvez, G. E. 1979. Identificación del mosaico dorado del frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) en República Dominicana. En: PCCMCA (Programa Cooperativo Centroamericano para el Mejoramiento de Cultivos Alimenticios). XXV reunión anual, marzo, 1979: memoria. 4 vols. Tegucigalpa, Honduras. v. 3, p. L15/1-L15/2.
- _____ ; Peña, C. E. y Gálvez, G. E. 1979. Control del virus de mosaico dorado del frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) por resistencia varietal y por control químico del insecto vector *Bemisia tabaci* Genn. En: PCCMCA (Programa Cooperativo Centroamericano para el Mejoramiento de Cultivos Alimenticios). XXV reunión anual, marzo, 1979: memoria. 4 vols. Tegucigalpa, Honduras. v. 3, p. L14/1-L14/3.
- Agudelo-S., F. 1978. Revisión de trabajos hechos en Latinoamérica sobre virus de la habichuela (*Phaseolus vulgaris* L.) y su relación con el mosaico dorado de este cultivo en la República Dominicana. Investigación (República Dominicana) 6:43-46.
- Alonzo-Padilla, F. 1975. Estudios en *Phaseolus vulgaris* L. sobre el control de la mosca blanca *Bemisia tabaci* (Genn.) en la zona sur-oriente de Guatemala. Documento presentado a taller sobre producción de frijol, CIAT, Cali, Colombia, diciembre, 1975. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Cali, Colombia. 18 p. (Mecanografiado.)
- _____. 1976. Uso de insecticidas granulados en frijol para el combate de *Empoasca* sp. y *Bemisia tabaci* (Genn.) en el sur-oriente de Guatemala. En: PCCMCA (Programa Cooperativo Centroamericano para el Mejoramiento de Cultivos Alimenticios). XXII reunión anual, julio, 1976: memoria. 3 vols. San José, Costa Rica. v. 1, p. L-34-1 a L-34-10.
- Arévalo-R., C. E. y Díaz-Ch., A. J. 1966. Determinación de los períodos mínimos requeridos por *Bemisia tabaci* Genn. en la adquisición y transmisión del virus del mosaico dorado del frijol. En: PCCMCA (Programa Cooperativo Centroamericano para el Mejoramiento de Cultivos Alimenticios). XII reunión anual: memorias. San José, Costa Rica.
- Avidov, Z. 1957. Bionomics of the tobacco whitefly (*Bemisia tabaci* Genn.) in Israel. Ktavim Rec. Agric. Res. Stn. 7:25-41.
- Bird, J. 1957. A whitefly-transmitted mosaic of *Jatropha gossypifolia*. Univ. P. R. Agric. Exp. Stn. Tech. Pap. 22:1-35.

- _____. 1958. Infectious chlorosis of *Sida carpinifolia* in Puerto Rico. Univ. P. R. Agric. Exp. Stn. Tech. Pap. 26:1-23.
- _____. 1962. A whitefly-transmitted mosaic of *Rhynchosia minima* and its relation to tobacco leaf curl and other virus diseases of plants in Puerto Rico. *Phytopathology* 52(3):286. (Resumen.)
- _____ y López-Rosa, J. H. [1973]. Whitefly and aphid-borne viruses of beans in Puerto Rico. En: IITA (International Institute of Tropical Agriculture). Proceedings of the First IITA Grain Legume Improvement Workshop, 29 October-November, 1973. Ibadán, Nigeria. p. 276-278.
- _____ y Maramorosch, K. 1978. Viruses and virus diseases associated with whiteflies. *Adv. Virus Res.* 22:55-110.
- _____ y Sánchez, J. 1971. Whitefly-transmitted viruses in Puerto Rico. *J. Agr. Univ. P. R.* 55(4):461-467.
- _____ ; _____ y López-Rosa, J. H. 1970. Whitefly-transmitted viruses in Puerto Rico. *Phytopathology* 60(11):1539. (Resumen.)
- _____ ; _____ y Vakili, N. G. 1973. Golden yellow mosaic of beans (*Phaseolus vulgaris*) in Puerto Rico. *Phytopathology* 63(12):1435. (Abstr.)
- _____ ; Cortés-Monllor, A.; Sánchez, J. y Rodríguez, R. L. 1977a. Propiedades de dos virus transmitidos por la mosca blanca *Bemisia tabaci* Genn. en Puerto Rico. *Fitopatología* 12(1):31-32.
- _____ ; Pérez, J. E.; Alconero, R.; Vakili, N. G. y Meléndez, P. L. 1972. A whitefly-transmitted golden-yellow mosaic virus of *Phaseolus lunatus* in Puerto Rico. *J. Agric. Univ. P. R.* 56(1):64-74.
- _____ ; Rodríguez, R. L.; Cortés-Monllor, A. y Sánchez, J. 1977b. Transmisión del mosaico dorado de la habichuela (*Phaseolus vulgaris*) en Puerto Rico por medios mecánicos. *Fitopatología* 12(1):28-30.
- _____ ; _____ ; Rodríguez, R. L. y Juliá, F. J. 1975a. Rugaceous (whitefly-transmitted) viruses in Puerto Rico. En: Bird, J. y Maramorosch, K. (eds.). *Tropical diseases of legumes*. Academic Press, Nueva York. p. 3-25.
- _____ ; Kimura, M.; Cortés-Monllor, A.; Rodríguez, R.L.; Sánchez, J. y Maramorosch, K. 1975b. Mosaico de *Euphorbia prunifolia* Jacq. en Puerto Rico: Transmisión, hospederas y etiología. En: Memoria: XXI reunión anual del PCCMCA. Programa Cooperativo Centroamericano para el Mejoramiento de Cultivos Alimenticios (PCCMCA). v. 1, p. 233-234.

- Blanco-Sánchez, N. y Bencomo-Pérez, I. 1978. Afluencia de la mosca blanca (*Bemisia tabaci*), vector del virus del mosaico dorado, en plantaciones de frijol. *Cienc. Agric.* 2:39-46.
- _____ y _____. 1981. Presencia del virus del mosaico dorado del frijol (BGMV) en Cuba. *Cienc. Agric.* 9:118-119.
- Caner, J.; Kudamatsu, M.; Barradas, M. M.; De Fazio, G.; Noronha, A.; Vicente, M. e Issa, E. 1981. Avaliação dos danos causados pelo vírus do mosaico dourado do feijoeiro (VMDF), em tres regiões do Estado de São Paulo. *Biológico (São Paulo)* 47(2):39-46.
- Chagas, C. M.; Vicente, M. y Barradas, M. M. 1981. *Macrotipilium erythroloxy* (Mart. ex Benth.) Urb.—Leguminosae—possível reservatório do vírus do mosaico dourado do feijoeiro (VMDF). *Arq. Inst. Biol. (São Paulo)* 48(1-4):113-116.
- CIAT (Centro Internacional de Agricultura Tropical). [1973]. Food legumes production systems. En: Annual report 1973. Cali, Colombia. p. 145-184.
- _____. [1975]. Bean production systems. En: Annual report 1974. Cali, Colombia. p. 111-151.
- _____. [1976]. Bean production systems. En: Annual report 1975. Cali, Colombia. p. C-1 a C-58.
- _____. [1977]. Bean Production Systems Program. En: Annual report 1976. Cali, Colombia. p. A-1 a A-83.
- _____. 1978. Bean Program. En: Annual report 1977. Cali, Colombia. p. B-1 a B-85.
- _____. 1979. Bean Program 1978 report. Cali, Colombia. 75 p. (Reimpresión de la sección del Programa de Frijol, 1978 CIAT annual report.)
- _____. 1980. 1979 Bean Program annual report. Cali, Colombia. 111 p.
- _____. 1981. Bean Program annual report 1980. Cali, Colombia. 87 p.
- _____. [1983]. Bean Program annual report 1981. Cali, Colombia. 198 p.
- _____. 1983. Bean Program annual report 1982. Cali, Colombia. 234 p.
- _____. 1984. Annual report 1983: Bean Program. Cali, Colombia. 238 p.
- _____. 1985. Annual report 1984: Bean Program. Working document no. 7, 1985. Cali, Colombia. 311 p.

- Costa, A. S. 1954. Identidade entre o mosaico comum do algodoeiro e a clorose infecciosa das malváceas. *Bragantia* 13:23-27.
- _____. 1955. Studies on Abutilon mosaic in Brazil. *Phytopathol. Z.* 24:97-112.
- _____. 1965. Three whitefly-transmitted virus diseases of beans in São Paulo, Brazil. *FAO Plant Prot. Bull.* 13(6):1-12.
- _____. 1969. Whiteflies as virus vectors. En: Maramorosch, K. (ed.). *Viruses, vectors, and vegetation.* Interscience, Nueva York. p. 95-119.
- _____. 1975a. Increase in the populational density of *Bemisia tabaci*, a threat of widespread virus infection of legume crops in Brazil. En: Bird, J. y Maramorosch, K. (eds.). *Tropical diseases of legumes.* Academic Press, Nueva York. p. 27-49.
- _____. 1975b. Plantas-teste para mosaico dourado do feijoeiro. En: *Anais do VIII congresso brasileiro de fitopatologia.* Mossoró, RN, Brasil.
- _____. 1976a. Comparacao de machos e femeas de *Bemisia tabaci* na transmissao do mosaico dourado do feijoeiro. *Fitopatol. Bras.* 1(2):99-101.
- _____. 1976b. Whitefly-transmitted plant diseases. *Annu. Rev. Phytopathol.* 14:429-449.
- _____ y Bennett, C. W. 1950. Whitefly-transmitted mosaic of *Euphorbia prunifolia*. *Phytopathology* 40(3):266-283.
- _____ y _____. 1953. A probable vector of Abutilon mosaic on species of *Sida* in Florida. *Plant Dis. Rep.* 37:92-93.
- _____ y Carvalho, A. B. 1960a. Comparative studies between Abutilon and *Euphorbia* mosaic viruses. *Phytopathol. Z.* 38:129-152.
- _____ y _____. 1960b. Mechanical transmission and properties of the Abutilon mosaic virus. *Phytopathol. Z.* 37:259-272.
- Costa, C. L. y Cupertino, F. P. 1976. Avaliacao das perdas na producao do feijoeiro causadas pelo vírus do mosaico dourado. *Fitopatol. Bras.* 1(1):18-25.
- _____; _____; Kitajima, E. W. y Vieira, C. 1975a. Reacao de variedades de feijoeiro aos vírus do mosaico dourado e do mosaico comum. En: *Anais do VIII congresso brasileiro de fitopatologia.* Mossoró, RN, Brasil.
- _____; _____; Vieira, C. y Kitajima, E. W. 1975b. Incidencia do mosaico dourado em feijoais do Triangulo Mineiro. *Col. Mossoroense Esc. Super. Agric. Mossoró* 32:34-35.

Crandall, B. S. 1954. Additions to the host and geographic range of Abutilon mosaic. Plant Dis. Rep. 38:574.

Crispín-Medina, M. A. y Campos-Avila, J. 1976. Bean diseases of importance in Mexico in 1975. Plant Dis. Rep. 60(6):534-535.

_____ ; Sifuentes-A., J. A. y Campos-Avila, J. 1976. Enfermedades y plagas del frijol en México. Folleto de divulgación no. 39. Ed. rev. Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas, Secretaría de Agricultura y Ganadería, México, México. 42 p. de Almeida, L. D'Artagnan; Pereira, J. C. V. N. Alves; Ronzelli-Júnior, P. y Costa, A. S. 1984. Avaliação de perdas causadas pelo mosaico dourado do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.), em condições de campo. Fitopatol. Bras. 9(2):213-219.

Debrot-C., E. A. y Ordosgoitti-F., A. 1975. Estudios sobre un mosaico amarillo de la soya en Venezuela. Agron. Trop. (Maracay) 25(5):435-449.

Díaz-Ch., A. J. 1972. Estudio de posibles hospederos silvestres del virus causante del moteado amarillo en El Salvador. En: Rulfo-V., F. y Miranda, H. (eds.). Leguminosas de grano: XVIII reunión anual, Managua, Nicaragua, marzo, 1972. Programa Cooperativo Centroamericano para el Mejoramiento de Cultivos Alimenticios (PCCMCA), Managua, Nicaragua. p. 109-110.

Ferraz, H. de Maior; Fornasieri-Filho, D. y Lam-Sánchez, A. 1980. Efeitos do ataque de víruses transmissíveis pela mosca branca na germinação e vigor de sementes de feijoeiro. Rev. Bras. Sementes 2(1):29-34.

Flores, E. y Silberschmidt, K. 1958. Relations between insect and host plant in transmission experiments with infectious chlorosis of Malvaceae. An. Acad. Bras. Cienc. 50:535-560.

_____ y _____. 1963. Ability of single whiteflies to transmit concomitantly a strain of infectious chlorosis of Malvaceae and of *Leonurus* mosaic virus. Phytopathology 53(2):238.

_____ y _____. 1966. Studies on a new virus disease of *Phaseolus longepedunculatus*. An. Acad. Bras. Cienc. 38:327-334.

_____ ; _____ y Kramer, M. 1960. Observações do clorose infecciosa das malváceas em tomateiros do campo. Biológico (São Paulo) 26:65-69.

Gálvez, G. E.; Cárdenas, M. J.; Costa, C. L. y Abreu-Ramírez, A. 1977. Serología, microscopía electrónica y centrifugación analítica de gradientes de densidad del virus del mosaico dorado del frijol (BGMV) de aislamientos de América Latina y África. Proc. Am. Phytopathol. Soc. 4:176-177. (Resumen.)

- _____ y Castaño, M. J. 1976. Purification of the whitefly-transmitted bean golden mosaic virus. *Turrialba* 26(2):205-207.
- _____ ; _____ y Belalcázar, S. 1975. Presencia de los virus del mosaico dorado y del moteado clorótico del frijol en Colombia. *ASCOLFI Inf. (Colombia)* 1(2):3-4.
- Gámez, R. 1969. Estudios preliminares sobre virus del frijol transmitidos por moscas blancas (Aleyrodidae) en El Salvador. En: PCCMCA (Programa Cooperativo Centroamericano para el Mejoramiento de Cultivos Alimenticios). XV reunión anual: memorias. San Salvador, El Salvador. p. 32-33.
- _____. 1970. El virus del moteado amarillo del frijol, plantas hospederas y efecto en producción. En: Arias, C. L. (ed.). Frijol: XVI reunión anual, Antigua, Guatemala, enero, 1970. Publicación miscelánea no. 77. Programa Cooperativo Centroamericano para el Mejoramiento de Cultivos Alimenticios (PCCMCA), Antigua, Guatemala. p. 44-48.
- _____. 1971. Los virus del frijol en Centroamérica; 1: Transmisión por moscas blancas (*Bemisia tabaci* Genn.) y plantas hospedantes del virus del mosaico dorado. *Turrialba* 21(1):22-27.
- _____. 1972. Reacción de variedades de frijol a diversos virus de importancia en Centroamérica. En: Rulfo-V., F. y Miranda, H. (eds.). Leguminosas de grano: XVIII reunión anual, Managua, Nicaragua, marzo, 1972. Programa Cooperativo Centroamericano para el Mejoramiento de Cultivos Alimenticios (PCCMCA), Managua, Nicaragua. p. 108-109.
- Gibbs, A. y Harrison, B. 1976. *Plant virology: The principles*. Edward Arnold, Londres. 292 p.
- Goodman, R. M. 1977a. Infectious DNA from a whitefly-transmitted virus of *Phaseolus vulgaris*. *Nature (Londres)* 266(5597):54-55.
- _____. 1977b. Single-stranded DNA genome in a whitefly-transmitted plant virus. *Virology* 83(1):171-179.
- _____ y Bird, J. 1978. Bean golden mosaic virus. *CMI/AAB (Commonw. Mycol. Inst. [y] Assoc. Appl. Biol.) Descr. Plant Viruses*. Sección 12, no. 192, 4 p.
- _____ ; _____ y Thongmeearkom, P. 1977. An unusual viruslike particle associated with golden yellow mosaic of beans. *Phytopathology* 67(1):37-42.

- _____ ; Shock, T. L.; Haber, S.; Browning, K. S. y Bowers, G. R., Jr. 1980. The composition of bean golden mosaic virus and its single-stranded DNA genome. *Virology* 106(1):168-172.
- Granillo, C.; Díaz-Ch., A. J.; Anaya-G., M. A. y Bermúdez de Paz, L. A. 1975. Diseases transmitted by *Bemisia tabaci* in El Salvador. En: Bird, J. y Maramorosch, K. (eds.). *Tropical diseases of legumes*. Academic Press, Nueva York. p. 51-53.
- Haber, S.; Ikegami, M.; Bajet, N. B. y Goodman, R. M. 1981. Evidence for a divided genome in bean golden mosaic virus, a geminivirus. *Nature (Lond.)* 289(5795):324-326.
- Harris, K. F. 1981. Arthropod and nematode vectors of plant viruses. *Annu. Rev. Phytopathol.* 19:391-426.
- Harrison, B. D. 1985. Advances in geminivirus research. *Annu. Rev. Phytopathol.* 23:55-82.
- ICTA (Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas). 1976. Programa de producción de frijol. En: Informe anual. Guatemala, Guatemala. 73 p.
- Jayasinghe, W. U. 1982. Chlorotic mottle of bean (*Phaseolus vulgaris* L.). CIAT (Centro Internacional de Agricultura Tropical), Cali, Colombia. 157 p. (Originalmente Tesis Ph.D., Landbouwhogeschool, Wageningen, Países Bajos.)
- Kim, K. S.; Schock, T. L. y Goodman, R. M. 1978. Infection of *Phaseolus vulgaris* by bean golden mosaic virus: Ultrastructural aspects. *Virology* 89(1):22-33.
- Kitajima, E. W. y Costa, A. S. 1974. Microscopia eletrônica dos tecidos folhados das plantas afetadas pelo vírus transmitidos pela mosca-branca. En: The Eighth Annual Congress of the Sociedade Brasileira de Fitopatologia. Brasília, Brasil. (Resumen.)
- Maramorosch, K. 1975. Etiology of whitefly-borne diseases. En: Bird, J. y Maramorosch, K. (eds.). *Tropical diseases of legumes*. Academic Press, Nueva York. p. 71-77.
- Matthews, R. E. F. 1979. Classification y nomenclature of viruses. *Intervirology* 12:129-296.
- Matyis, J. C.; Silva, D. M.; Oliveira, A. R. y Costa, A. S. 1975. Purificação e morfologia do vírus do mosaico dourado do tomateiro. *Summa Phytopathol. (Brasil)* 1(4):267-274.

- _____ ; _____ ; _____ y _____. 1976. Morfología de tres virus transmitidos por *Bemisia tabaci*. En: Proceedings of the tenth annual congress of the Sociedade Brasileira do Fitopatologia, fevereiro, Campinas, Sao Paulo, Brasil. (Abstr.)
- Meiners, J. P.; Lawson, R. H.; Smith, F. F. y Díaz-Ch., A.J. 1975. Mechanical transmission of whitefly (*Bemisia tabaci*)-borne disease agents of beans in El Salvador. En: Bird, J. y Maramorosch, K. (eds.). Tropical diseases of legumes. Academic Press, Nueva York, p. 61-69.
- Méndez, M.; Amaro, A. J.; Concepción, M. y Martín, H. 1976. Observaciones biológicas y control de insectos en el cultivo de habichuela (*Phaseolus vulgaris* L.) en la zona de San Juan de la Maguana. Investigación (República Dominicana) 2:11-17.
- Menten, J. O. Machado y Roston, A. J. 1980. Mosaico dourado e a necessidade da regionalizacao da cultura do feijoeiro no Estado de Sao Paulo. Rev. Agric. (Recife) 55(4):287-300.
- _____ ; Tulmann-Neto, A. y Ando, A. 1979. Bean breeding program at CENA, 11: Evaluation of damages caused by the bean golden mosaic virus. Bean Improv. Coop. (E.U.) Annu. Rep. 22:77.
- _____ ; _____ y _____. 1980. Avaliacao de danos causados pelo vírus do mosaico dourado do feijoeiro. Turrialba 30(2):173-176.
- Mound, L. A. 1973. Thrips and whitefly. En: Gibbs, A. J. (ed.). Viruses and invertebrates. Elsevier, Nueva York. p. 229-242.
- Nair, N. G.; Nene, Y. L. y Naresh, J. S. 1974. Reaction of certain urd bean varieties to yellow mosaic virus of mung beans. Indian Phytopathol. 27(2):256-257.
- Nariani, T. K. 1960. Yellow mosaic of mung (*Phaseolus aureus* L.). Indian Phytopathol. 13:24-29.
- Nene, Y. L. 1973. Control of *Bemisia tabaci* Genn., a vector of several plant viruses. Indian J. Agric. Sci. 43(5):433-436.
- _____ ; Rathi, Y. P. S.; Nair, N. G. y Naresh, J. S. 1972. Diseases of mung and urd beans; 1: Yellow mosaic. En: Nene, Y. L. (investigador principal). A survey of the viral diseases of pulse crops in Uttar Pradesh: Final technical report. Boletín de investigación no. 4. G. B. Pant University of Agriculture and Technology, Pantnagar, Uttar Pradesh, India. p. 6-108.

- Ordoñez-Matzer, L. F. y Yoshii, K. 1978. Evaluación de pérdidas en rendimiento de frijol debidas al mosaico dorado bajo condiciones de campo. *Phytopathol. News.* 12(12):266. (Resumen.)
- Orlando H. y Silberschmidt, K. 1946. Estudos sobre a disseminacao natural do vírus da clorose infecciosa das Malváceas (*Abutilon* vírus 1 Baur) e sua relacao com o inseto-vetor *Bemisia tabaci* (Genn.) (Homoptera-Aleyrodidae). *Arq. Inst. Biol. Sao Paulo* 17:1-36.
- Owen, H. 1946. Mosaic diseases of Malvaceae in Trinidad. *Br. West Indies Trop. Agric.* 23:157-162.
- Peña, C. y Agudelo-S., F. 1978. Evaluación de insecticidas en habichuela (*Phaseolus vulgaris* L.) en San Juan de la Maguana y su efecto en la incidencia del mosaico dorado. *Investigación (República Dominicana)* 6:8-14.
- _____; Concepción, M. E.; Domínguez, H. L.; Amaro, A. J. y Martín, H. 1976. Ensayo de insecticidas contra plagas vectores de virus en el cultivo de la habichuela (*Phaseolus vulgaris* L.) en la zona de San Juan de la Maguana. *Investigación (República Dominicana)* 3:8-15.
- Pierre, R. E. 1972. Identification and control of diseases and pests of 'Red Pea' (*Phaseolus vulgaris*) in Jamaica. Boletín de extensión no. 6. Department of Agricultural Extension, University of the West Indies, St. Augustine, Trinidad. 31 p.
- _____. 1975. Observations on the golden mosaic of bean (*Phaseolus vulgaris* L.) in Jamaica. En: Bird, J. y Maramorosch, K. (eds.). *Tropical diseases of legumes.* Academic Press, Nueva York. p. 55-59.
- Pompeu, A. S. y Kranz, W. M. 1977. Linhagens de feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) resistentes ao vírus do mosaico dourado. *Summa Phytopathol.* 3(2):162-163.
- Ramakrishnan, K.; Kandaswamy, T. K.; Subramanian, K. S.; Janarthanan, R.; Manappan, V.; Sathyabalan-Samuel, G. y Navaneethan, G. 1973. Investigations on virus diseases of pulse crops in Tamil Nadu: Technical report. Tamil Nadu Agricultural University, Coimbatore, India. 53 p.
- Rathi, Y. P. S. y Nene, Y. L. 1974. Some aspects of the relationship between mung bean yellow mosaic virus and its vector *Bemisia tabaci*. *Indian Phytopathol.* 27(4):459-462.
- Russell, L. M. 1957. Synonyms of *Bemisia tabaci* (Gennadius) (Homoptera, Aleyrodidae). *Biol. Bull. Brooklyn Entomol. Soc.* 52:122-123.

- _____. 1975. Whiteflies on beans in the western hemisphere. Documento presentado a un taller sobre Producción de frijol, CIAT, Cali, Colombia, diciembre, 1975. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Cali, Colombia. 22 p. (Mecanografiado.)
- Schieber, E. 1970. Enfermedades del frijol (*Phaseolus vulgaris*) en la República Dominicana. Turrialba 20(1):20-23.
- Sifuentes-A., J. A. 1978. Plagas del frijol en México. Folleto técnico no. 78 (Ed. rev. del folleto de divulgación no. 69). Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas, Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos, México, México. 28 p.
- Silberschmidt, K. y Flores, E. 1962. A interacao do vírus causador da clorose infecciosa das Malváceas como o vírus X da batatinha, o vírus do mosaico do fumo aou o vírus do mosaico do pepino, em tomateiros. An. Acad. Bras. Cienc. 34:125-141.
- _____; _____ y Tomasi, L. R. 1957. Further studies on the experimental transmission of infectious chlorosis of Malvaceae. Phytopathol. Z. 30:378-414.
- _____ y Tomasi, L. R. 1955. Observacoes e estudos sobre espécies de plantas suscetíveis a clorose infecciosa das Malváceas. An. Acad. Bras. Cienc. 27:195-214.
- _____ y _____. 1956. A solanaceous host of the virus of infectious chlorosis of Malvaceae. Ann. Appl. Biol. 44:161-165.
- _____ y Ulson, C. M. 1954. The transmission of 'infectious chlorosis' of Malvaceae by grafting an insect vector. En: Proceedings of the eighth international congress of Botanique, París. p. 233.
- Tulmann-Neto, A.; Ando, A. y Costa, A. S. 1976. Bean breeding program at CENA; 2: Induced mutation in beans (*Phaseolus vulgaris*) to obtain varieties resistant to golden mosaic virus. Bean Improv. Coop. (E.U.) Annu. Rep. 19:86.
- _____; _____ y _____. 1977a. Attempts to induce mutants resistant or tolerant to golden mosaic virus in dry beans (*Phaseolus vulgaris* L.). En: International symposium on the use of induced mutations for improved disease resistance in crop plants. Vienna, Austria. 10 p.
- _____; _____ y _____. 1977b. Bean breeding program at CENA; 3: New results in attempts to induce mutants resistant or tolerant to golden mosaic virus in dry beans (*Phaseolus vulgaris* L.). Bean Improv. Coop. (E.U.) Annu. Rep. 20:86.

- Varma, P. M. 1963. Transmission of plant viruses by whiteflies. Natl. Inst. Sci. Bull. (India) 24:11-33.
- Vetten, H. J. y Allen, D. J. 1983. Effects of environment and host on vector biology and incidence of two whitefly-spread diseases of legumes in Nigeria. Ann. Appl. Biol. 102(2):219-227.
- Williams, R. J. 1976. A whitefly-transmitted golden mosaic of lima beans in Nigeria. Plant Dis. Rep. 60(10):853-857.
- Yoshii, K. 1975. Una nueva enfermedad de la soya (*Glycine max*) en el Valle del Cauca. Not. Fitopatol. (Colombia) 1:33-41.
- _____. 1981. El mosaico dorado de frijol en el Golfo Centro de México. Documento presentado a la XXVII reunión anual del PCCMCA, Santo Domingo, República Dominicana, marzo de 1981. 7 p. (Mecanografiado.)
- _____; Gálvez, G. E. y Lyon, H. 1979a. Evaluación de germoplasmas de *Phaseolus* por tolerancia al mosaico dorado del frijol (BGMV). En: PCCMCA (Programa Cooperativo Centroamericano para el Mejoramiento de Cultivos Alimenticios). XXV reunión anual, marzo de 1979: memoria. 4 vols. Tegucigalpa, Honduras. v. 3, p. L25/1-L25/9.
- _____; _____; Temple, S. R.; Masaya, P.; Orozco, S. H. y Leiva, O. R. 1979b. Avances en las selecciones de líneas de frijol tolerantes al mosaico dorado (BGMV) en Guatemala. En: PCCMCA (Programa Cooperativo Centroamericano para el Mejoramiento de Cultivos Alimenticios). XXV reunión anual, marzo, 1979: memoria. 4 vols. Tegucigalpa, Honduras. Vol. 3, p. L24/1-L24/6.
- Zaumeyer, W. J. y Smith, F. F. 1964. Report of bean disease and insect survey in El Salvador. Agency for International Development (AID) Technical Assistance Agreement. Agricultural Research Service, United States Department of Agriculture (ARS/USDA), Beltsville, MD, E.U.
- _____ y _____. 1966. Fourth report of the bean disease and insect survey in El Salvador. Agency for International Development (AID) Technical Assistance Agreement. Agricultural Research Service, United States Department of Agriculture (ARS/USDA), Beltsville, MD, E.U.
- _____ y Thomas, H. R. 1957. A monographic study of bean diseases and methods for their control. Ed. rev. Boletín Técnico no. 868. United States Department of Agriculture, Washington. 255 p.

INTRODUCTION

Importance of Beans in Latin America

The common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) is an important source of protein and calories in Latin America. In this region, the center of origin of this legume species, over 4 million tons of dry beans are produced per year. Nevertheless, many Latin American countries, including two of the largest producers of beans in the world, Brazil and Mexico, have to import beans to meet internal demand. This shortage of beans is related to the low productivity of this crop in Latin America (700 kg/ha vs. 1,600 kg/ha average in the USA). The low productivity in the main bean production regions of tropical America is associated to the incidence of several biotic and abiotic constraints. Among the biotic constraints, bean golden mosaic virus is undoubtedly the main bean production problem in the lowland tropics, particularly, during the dry seasons of the year.

Historical background

Bean golden mosaic was first observed in Brazil in the early 60's but Dr. Alvaro Santos Costa. At that time, however, this disease was not considered a threat to bean production. A decade later, it became the main biotic constraint to bean production in Brazil, demonstrating its considerable epidemiological potential. By this time, bean golden mosaic had already made its appearance in Central America, the Caribbean and Mexico.

The causal agent

The first micrograph of the virus was taken by Galvez and Castaño, in 1976, at CIAT, Cali, Colombia. Similar twin particles, with a characteristic geminate isometric morphology, had been already observed for the 'beet curly top' and 'maize streak' viruses transmitted by leafhoppers. However, the bean golden mosaic virus (BGMV) was transmitted by the whitefly species, *Bemisia tabaci* Genn.

In 1977, Goodman, showed that the viral genome was single-stranded DNA. The new 'geminivirus' group was recognized in 1978. Further work demonstrated that BGMV and the whitefly-transmitted geminiviruses consisted of two different DNA components of ca. 2,600 nucleotides, now labelled as DNA-A and DNA-B. The A component includes the coat protein gene and the putative replicase gene, while component B appears to contain genes involved in symptom expression and determination of host specificity.

Transmission

BGMV is transmitted by the whitefly *Bemisia tabaci* in a circulative, semi-persistent to persistent manner. That is, the virus needs some time to be acquired and transmitted, and it tends to be lost with time. BGMV has not been shown to be propagative or transovarially transmitted.

BGMV is transmitted by mechanical means, but only isolates from Central America and the Caribbean. The Brazilian and Argentinean BGMV isolates have not been transmitted by conventional mechanical inoculation techniques. BGMV has not been shown to be seed-borne in *P. vulgaris*.

Control

The control of BGMV has been attempted by various means: chemical treatment of the whitefly vector; genetic resistance; cultural practices; and legislation. So far, the most successful has been the cultivation of bean genotypes exhibiting tolerance or various degrees of resistance to BGMV.