

SB
327
M673
c.2



15063

11 JUN 1994

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
<i>F. Morales</i>	
Avances de investigación sobre el mosaico dorado del frijol (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.) en America Latina	
<i>F. Morales</i>	
Foreword	ii
<i>F. Morales</i>	
Research Advances on Bean Golden Mosaic in Latin America.	
<i>F. Morales</i>	
Introducción	1
<i>F. Morales</i>	
Importancia del frijol en la America Latina	1
Reseña histórica del mosaico dorado del frijol	1
<i>F. Morales</i>	
Introduction	
<i>F. Morales</i>	
Importance of beans in Latin America	17
Historical background	17
<i>F. Morales</i>	
Situación 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. Rodríguez</i> 34
El Salvador	<i>F. Morales & R. Rivera</i> 40
Honduras	<i>F. Rodríguez, O. Díaz y N.D. Escoto</i> 45
Nicaragua	<i>A. Rojas y P. Anderson</i> 51
Costa Rica	<i>R. Araya</i> 62

	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. Abouxi, F. Morales, D. Purcifull y E. Hiebert</i>	

Characterization of three monoclonal antibodies prepared to bean golden mosaic virus (BGMV) which are useful in detecting and distinguishing BGMV isolates. 109

M. Cancino, A.M. Abouxi, F. Morales, D. Purcifull and E. Hiebert

Diversidad genética en los geminivirus del frijol transmitidos por mosca blanca. 110

D. Maxwell, R. Gilbertson, S. Hanson, J.C. Faria, P. Ahlquist, W. MacLaughlin y F. Morales

Genetic diversity of bean-infecting whitefly-transmitted geminiviruses. 113

D. Maxwell, R. Gilbertson, S. Hanson, J.C. Faria, P. Ahlquist, W. MacLaughlin and F. Morales

Los geminivirus que atacan al frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) en el noroeste de México. 115

A. Loniello, J. Martínez, M. Rojas, R. Gilbertson, J. Brown y D. Maxwell

Bean-infecting Geminiviruses from Northern Mexico. 117

A. Loniello, J. Martínez, M. Rojas, R. Gilbertson, J. Brown and D. Maxwell

La organización y función del genoma del virus del mosaico dorado del frijol. 119

D. Maxwell, S. Hanson, R. Hoogstraten, P. Ahlquist J. Beaver, O. Azzam y J. Karkashian

Genome organization and functions of bean golden mosaic geminivirus. 123

D. Maxwell, S. Hanson, R. Hoogstraten, P. Ahlquist J. Beaver, O. Azzam and J. Karkashian

El Insecto Vector: *Bemisia* sp.

La mosca blanca *Bemisia tabaci* (Gennadius) como vector vector del virus del mosaico dorado del frijol

P. Anderson

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

	Pág.
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 transgénicas 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. Díaz</i>	181
Evaluation of transgenic bean plants for their reaction to BGMV transmitted by <i>Bemisia tabaci</i> . <i>O. Díaz</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. Saladín, 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. Saladín, 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 este y otros continentes donde los geminivirus causales 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 especialmente a la Corporación Suiza al Desarrollo (COSUDE) por su apoyo continuado a la producción de frijol en Centro America y el Caribe, a través de su proyecto PROFRIJOL, así como por la financiación parcial de esta publicación. Nuestro agradecimiento también al Ing. Freddy Saladin, Coordinador Regional de PROFRIJOL por su apoyo a esta iniciativa. Finalmente, es necesario destacar el apoyo financiero de la USAID para los trabajos de caracterización molecular de los geminivirus que causan el mosaico dorado del frijol, para solucionar un problema 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 in Latin America presaged the onset geminiviruses and its whitefly vector, *Bemisia tabaci*, which have resulted in yield losses estimated in millions of dollars for beans and other food and cash 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) for their continuous support to bean production in Central America and the Caribbean region through PROFRIJOL, as well as for its financial contribution to produce this publication. We are grateful to Ing. Freddy Saladin for supporting this initiative as Regional Coordinator of PROFRIJOL. Last but not least, we acknowledge the financial support of USAID to the intensive research conducted in the past years to characterize the main geminiviruses affecting beans in 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 sí 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. Transmision 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. *Macrotillium 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; Fornasier-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 Africa. 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.
- Gómez, 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 disseminação natural do vírus da clorose infecciosa das Malváceas (*Abutilon* vírus 1 Baur) e sua relação 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 vectoras 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, Paris. 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.

SITUACION ACTUAL DEL MOSAICO DORADO DEL FRIJOL EN LA AMERICA LATINA

MEXICO-NOROESTE

Ing. M.C. Rafael Salinas Pérez
Investigador del Programa de Frijol
Instituto de Investigaciones Forestales
y Agropecuarias INIFAP
Campo Experimental "Valle del Fuerte"
Sinaloa

Importancia del Frijol en la Región

Area cultivada

El cultivo de frijol en México, ocupa una superficie de 1.800.000 ha; siendo importante no solamente por su hectaraje sino porque representa uno de los principales componentes de la dieta del pueblo mexicano. Las zonas productoras del país se encuentran enclavadas en el Altiplano de México (en los Estados de Zacatecas, Chihuahua, Durango y Aguascalientes), donde se cultiva alrededor del 50% de la superficie (de 800.000 a 1.000.000 ha). Le sigue en magnitud la región del Noroeste (en Sinaloa y Nayarit) y del Sureste (Veracruz y Chiapas). En las costas del Pacífico y Golfo de México, donde se siembran 250.000 y 150.000 ha, respectivamente; el resto de la superficie de esta leguminosa se encuentra dispersa en las 21 entidades federativas restantes, donde la superficie dedicada por Estado, es inferior a 25.000 ha.

Distribución geográfica

Dado la diversidad de condiciones bajo las cuales se cultiva el frijol en todo el país, es necesario realizar una clasificación de zonas agro-ecológicas que ubiquen las condiciones generales de producción del mismo, (temperatura, precipitación, humedad relativa, disponibilidad de agua, insumos, maquinaria, etc.) en áreas comunes que agruparán en algunos casos varios agrosistemas y tecnologías de producción; dichas zonas agroecológicas se mencionan en el cuadro 1.

Cuadro No. 1 Estados productores por zonas agroecológicas de México

Zonas Agroecológicas	Estados
Zona cálida con invierno seco Franja costera baja del Pacífico y Noroeste de México	Oaxaca, Guerrero, Michoacán, Colima, Jalisco, Nayarit, Sinaloa, B.C.S. Sonora.
Zona cálida húmeda (Sureste del país)	Yucatán, Campeche, Quintana Roo, Veracruz, Tabasco, Chiapas y Tamaulipas
Zona templada húmeda (Centro del país)	Centro de Oaxaca, Puebla, Tlaxcala, México, Morelos, Hidalgo, D.F. Querétaro, Guanajuato, Michoacán y Jalisco.
Zona templada semiárida (Centro norte del país)	Aguascalientes, Zacatecas, Durango y Chihuahua.
Zona cálida árida (Norte del país)	Nuevo León, Tamaulipas, Coahuila y áreas de riego de Chihuahua.

Epocas de siembra

Debido a la amplitud y diversidad de condiciones en la que se desarrolla el cultivo, este se establece durante todos los meses del año, identificándose cuatro ciclos de crecimiento: a) **Otoño-Invierno** (septiembre a marzo), b) **Invierno-Primavera** (enero a mayo), c) **Primavera-Verano** (marzo a agosto) y d) **Verano** (mayo a septiembre), algunos de estos ciclos de crecimiento dependen de las condiciones ambientales, como es el caso de la zona templada semiárida (Altiplano de México), donde el 95% del hectaraje se practica bajo condiciones de temporal; por lo que la fecha de siembra depende de la humedad disponible, mientras que en otras zonas como la templada húmeda (centro del país), esperan a que se presente la última helada invernal para el establecimiento del cultivo. En la zona cálida húmeda, y cálida con invierno seco (costas del país) donde se cultiva con humedad residual o riego, esta leguminosa se siembra durante los ciclos de otoño-invierno e invierno-primavera, debido a que depende en gran parte de las lluvias captadas durante el verano; además, las altas temperaturas ocurridas de mayo a septiembre, no le permiten el desarrollo normal del cultivo en este lapso.

Las condiciones climatológicas predominantes durante el desarrollo del cultivo se mencionan en el cuadro No. 2, donde se puede apreciar que se manifiestan condiciones similares de altas temperaturas en la primera etapa de su desarrollo, permitiendo una mayor incidencia de insectos plaga y vectores, los cuales provocan tanto daños directos como indirectos (tal es el caso de la virosis transmitida por mosca blanca).

Cuadro No. 2. Precipitaciones y temperaturas máximas y mínimas en la zona cálida con invierno seco de México

Localidad	Temperatura °C		Precipitación (mm)
	Mínima	Máxima	
Iguala, Gro	7.5	42	1,115
Apatzigán, Mich.	24.0	40	720
Costa de Jalisco	7.5	35	1,113
Costa de Oaxaca	28.0	36	1,200
V. Santo Domingo, B.C.S.	8.0	29	167
Santiago Ixcuintla, Nay.	33.8	29	1,474
Culiacán, Sin.	8.0	41	500
Los Mochis, Sin.	9.0	36	350
Navojoa, Son.	4.0	35	390
Hermosillo, Son.	5.0	32	268

Variedades cultivadas

En el Noroeste de México y la franja costera del Pacífico, se cultiva frijol desde 5 hasta 350 msnm, empleándose seis tipos de grano: Azufrado, Negro, Pinto Americano, Flor de Mayo, Canarias y Cacahuates.

Principales problemas de producción

Enfermedad	Localidad						
	B.C. Sur	Sinaloa	S.Inx. Nay.	Costa Jalisco	Apatz. Mich.	Iguala Gro.	Costa Oaxaca
Mosaico dorado	+++	+++	++	+	+++	+	+
Roya	-	++	++	+++	-	+++	+++
Sclerotinia	-	+++	-	-	++	-	-
P. Radiculares	-	-	++	-	+++	++	-
Rhizoctonia	-	-	-	+	-	-	-
Antracnosis	-	-	-	++	-	-	-
Cenicilla	-	+	-	-	-	-	-
Tizón del halo	-	-	-	++	-	-	-
Bacteriosis	-	-	-	-	-	+	-

+ Intensidad leve; ** intensidad media; +++ intensidad fuerte.

Otros cultivos en las regiones productoras de frijol

En esta región del país el cultivo convive y compite con una serie de productos hortícolas como tomate, calabaza, melón y se establece también en rotación con soya.

Importancia del Mosaico Dorado

Aparición de la enfermedad

El virus del mosaico dorado fue reportado por primera vez por López (1974), como 'mosaico amarillo' del frijol. No fue hasta 1978, cuando se lo identificó como "mosaico dorado" en el Valle de Santo Domingo, B.C. Sur.

Regiones afectadas: (ver Mapa)

Evolución de la enfermedad

El mosaico dorado continua avanzando desde el inicio, particularmente en el Estado de Sinaloa.

Incidencia por áreas y épocas

El mosaico dorado se manifiesta con irregular intensidad durante el ciclo de otoño-invierno (septiembre-marzo) dependiendo ésta de la temperatura media al iniciar las siembras, presencia de lluvias, etc. que propician o reducen las poblaciones de mosca blanca, provocando pérdidas que fluctúan entre un 20 y 30% en el rendimiento. Durante el ciclo de invierno-primavera (enero-junio), las condiciones de alta temperatura y clima seco, favorecen la proliferación de mosca blanca y con ello una alta incidencia del virus del mosaico dorado, disminuyendo el rendimiento entre un 50 y 90%, de acuerdo al grado de protección química, fecha de siembra y variedad empleada y representando una de las principales limitantes de la producción tanto en áreas de riego como humedad residual.

Efecto de la enfermedad en las variedades de frijol cultivadas

De un total de 6.300 variedades evaluadas se encontraron 87 con características de alto nivel de tolerancia, de ellas 17 son de tipo Pinto moteado, 14 Cacahuates, 14 Bayos, 16 Azufrados, 18 Tipo Negro y 8 Tipo Canarias. Entre los diferentes tipos de grano evaluados se observa que hay mayor variabilidad en los tipos Pinto y Clarós, que en los tipos Negros, donde el germoplasma con que se cuenta proviene de 2 o 3 fuentes (Porrillo Sintético, Turrialba-1, ICA-TUI, etc.).

Control

Selección de materiales

La selección por tolerancia o resistencia al virus del mosaico dorado conlleva una tarea bastante ardua, ya que en realidad la presión de este virus es alta y la planta prácticamente no tiene medio de escape, por lo que regularmente nos encontramos que la sintomatología manifestada es alta, por lo que en la selección se toma en cuenta además, los principales componentes de rendimiento de las mismas. Esta forma de realizarla ha llevado a la selección de individuos con regular a alta intensidad de síntomas y buenos componentes de rendimiento, los cuales denominamos como tolerantes, como es el caso de las variedades Canario-72, Azufrado 200, Sataya-425 y Mochis-440. Dicho nivel de tolerancia ha sido cotejado en varias ocasiones, encontrándose que existen materiales como Mochis 440 que reducen entre 6 y 10% su nivel de rendimiento, con una presión moderada y un 12 al 15% cuando es sometida a una alta presión por este virus (Salinas, 1984). De tal manera, en el transcurso de la última década se han seleccionado alrededor de 3000 líneas por su grado de tolerancia a virosis.

Entre los materiales locales e introducidos y previa una caracterización de los mismos, contamos en la actualidad con 147 materiales sobresalientes, con lo cual colateralmente hemos establecido un programa de cruza, en las que disponemos de material de diferente acervo genético como son los del Altiplano y Golfo de México, Zona Andina y Centro America (Salinas, 1990).

Recombinación de materiales

En la recombinación de materiales hemos encontrado mayor variabilidad cuando usamos fuentes cuyo origen es completamente distinto, como por ejemplo un Peruano con un Negro Centroamericano o un Pinto Americano con un Azufrado de la Costa del Pacífico, etc. Además se ha encontrado que el carácter de tolerancia se encuentra altamente relacionado con la precocidad de los materiales. Por otro lado se ha observado mayor segregación trasgresiva en cruzamientos entre materiales de diversos acervos, y que se presentan efectos aditivos en cuanto a la tolerancia al virus (alta expresión de síntomas con alta capacidad de rendimiento).

De todos es conocido que el desarrollo de variedades resistentes es el método más económico y seguro para el control de una enfermedad; sin embargo, este proceso es bastante complejo en el caso del virus del mosaico dorado, donde hasta el momento se han obtenido materiales con altos niveles de tolerancia y se han empleado un manejo integrado, incluyendo desde la época óptima de siembra uso de variedades con tolerancia hasta el control del vector por medio de aplicaciones de insecticidas, tecnología que nos ha permitido elevar el nivel de rendimiento medio de 1.1 ton/ha en 1981 a 1.4 ton/ha. En la actualidad, sin aumentar los costos significativamente, el

componente que ha sido más fácilmente adoptado por los productores es el genotipo, ya que en la actualidad el 95% de la superficie se siembra con variedades mejoradas.

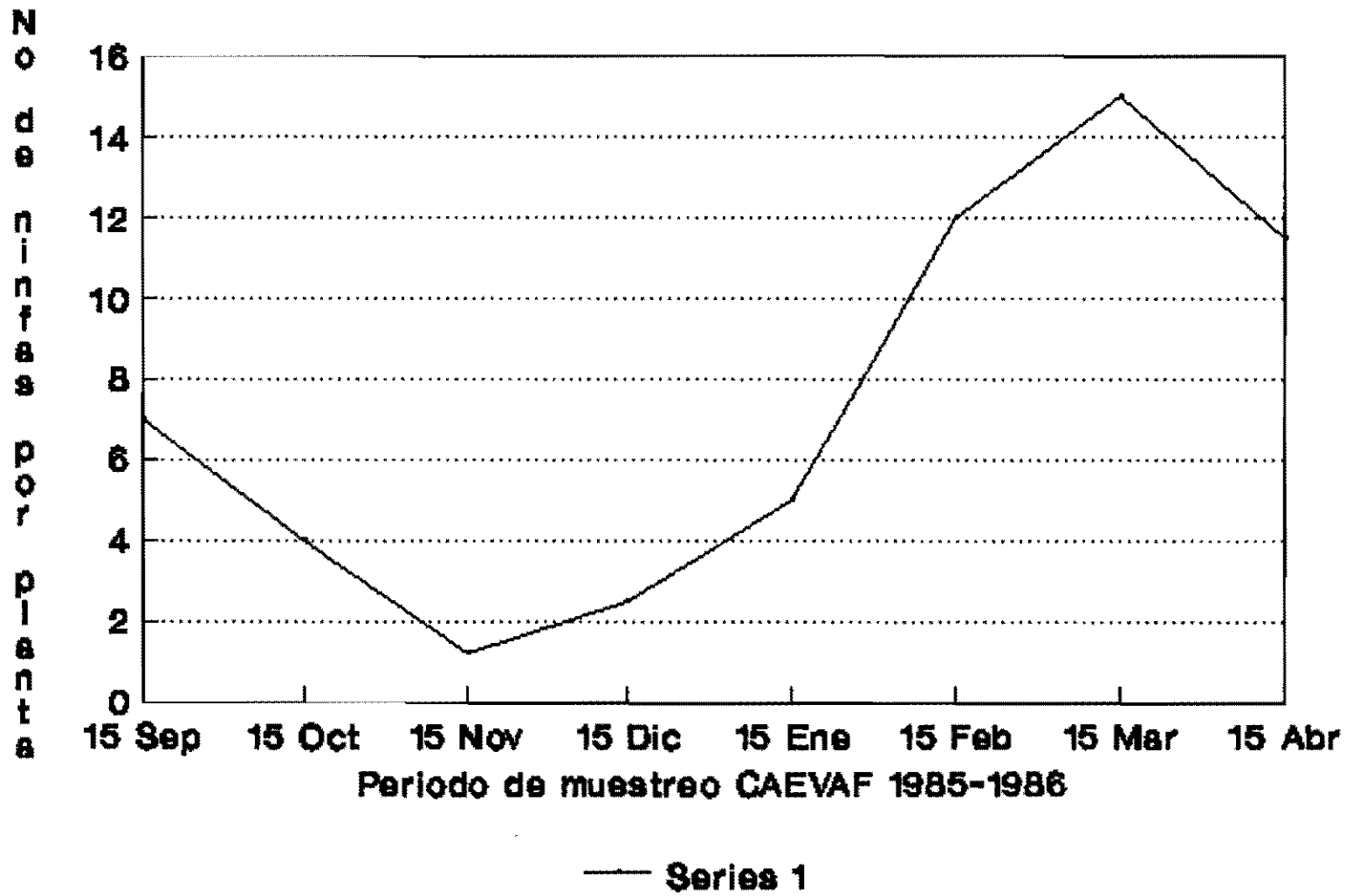
La Mosca Blanca

Los trabajos realizados con mosca blanca, han sido bastante numerosos e informativos, cubriendo desde la determinación fluctuacional de la mosca blanca, y los períodos críticos de control químico, hasta la regulación sanitaria de la fecha y época de siembra. Dichos trabajos se realizaron de 1981 a 1985 (Armenta, 1981), encontrándose que la mayor incidencia de mosca blanca se presentaba durante el mes de septiembre (desde 10 hasta 25 ninfas por hoja), decreciendo bruscamente a partir del 15 de octubre, manteniéndose prácticamente en 0 durante noviembre y diciembre, aumentando nuevamente a partir del 15 de enero. Dicho crecimiento fue geométrico, a partir del 20 de febrero hasta el mes de abril, donde la población se mantuvo estable, tal y como se puede apreciar en la figura.

Salinas *et al.* (1982), determinaron que el papel de la temperatura y precipitación tenían un lugar preponderante, en relación a la incidencia del vector y diseminación del virus, ya que éstas aumentan con temperaturas superiores a los 28°C por espacio de al menos 96 horas sin presencia de lluvias. De la misma manera fue factible determinar un período crítico de 45 días a partir de la emergencia, así como recomendar el uso de insecticidas sistémicos granulados como Temik 15G, Furadán, etc. al momento de sembrar, o bien de productos como Folimat-1000 en aplicaciones terrestres o aéreas (Salinas y colaboradores, 1985). Al relacionar el comportamiento del insecto en la planta, se ha observado que existe un alto grado de preferencia en cultivares de mayor pilosidad, (Salinas 1990); sin embargo, no se ha podido definir si existe algún mecanismo de escape con relación al virus.

El desarrollo de estos trabajos nos ha dado la pauta para determinar la época de mayor actividad del insecto en cuanto a la transmisión del virus del mosaico dorado, así como con el tipo de insecticida a emplear para manejar diferentes grados de presión del virus, con lo cual podemos manejar al menos dos épocas para la selección y caracterización de germoplasma con alto nivel de tolerancia y evitar con ello posibles escapes en la selección de materiales.

FIG. 2 FLUCTUACION DE MOSCA BLANCA



Referencias

- Armenta, C.S. 1981. Fluctuación poblacional de la mosca blanca (probablemente *Bemisia tabaci*). Informe de Labores 1980-81. CIAPAN-INIA.
- Blair, W.M. 1992. Heritability of field resistance to bean golden mosaic virus and the sweet potato whitefly (*Bemisia tabaci* Genn.) in dry bean (*Phaseolus vulgaris* L.). Thesis M.Sc. University of Puerto Rico. Mayaguez Campus.
- López, G.H. 1974. Aumente sus rendimientos en frijol en el Valle de Culiacán. Circular No. 12. CIAS-INIA-SARH.
- Salinas, P.R.A. y Vásquez, G.M. 1978. El cultivo de frijol en el Valle de Santo Domingo, B.C.S. Folleto para Productores. CIAPAN-INIA-SARH.
- Salinas, P.R.A., Armenta, C.S. y Hernández, F.A. 1982. Informe de Labores del cultivo de frijol. CEVAF-CIAPAN-INIA.
- Salinas, P.R.A. 1984. Evaluación de pérdidas por mosaico dorado entre una variedad tolerante y una susceptible. X Congreso Nacional SOMEFI. Aguascalientes, Ags. México.
- Salinas, P.R.A., Armenta, C.S., Altamirano, A.A. y Hernández, F.A. 1985. Alternativas para la producción de frijol en el Norte de Sinaloa. Folleto para Productores No. 14. CEVAF-INIFAP.
- Salinas, P.R.A. 1990. Informe de actividades de proyecto de Mosaico dorado, INIFAP-PROFRIJOL-CIAT. Guatemala, Gua. C.A.

MEXICO-SUR

Ing. M.C. Ernesto López Salinas
Ing. E. Noé Becerra
Investigadores Programa de Frijol
CECOT-CIRGOC-INIFAP-SARH
Veracruz, Mexico

Importancia del Frijol en la Region

Area cultivada

El área cultivada con frijol en la zona sur-este del país es de aproximadamente 130.000 hectáreas.

Distribución geográfica

La región productora de frijol comprende los estados de Yucatán, Campeche, Quintana Roo, Veracruz, Tabasco, Chiapas, y Tamaulipas.

Epocas de siembra

Se siembra principalmente en el ciclo otoño-invierno (septiembre-octubre) y primavera-verano (junio). Las temperaturas medias son de 23-26°C, con una precipitación media anual entre 1000 y 1300 mm. En Rosario Izapa la precipitación es mayor. La altura fluctúa entre 6 a 63 m.s.n.m.

Variedades cultivadas

Se siembran variedades de grano negro opaco y pequeño, como 'Jamapa' y otros criollos.

Principales problemas de producción

Verano: falta de agua en floración y madurez, *Epilachna*, bacteriosis, *Empoasca*, *Apion*, crisomélidos, babosa, roya, y virus.

Otoño: falta de agua al final del cultivo, *Empoasca*, mosca blanca, *Apion*, babosa, roya, virus y mancha angular.

Otros cultivos en las regiones productoras de frijol

Maíz, soya y hortalizas

Importancia del Mosaico Dorado

Aparición de la enfermedad

El mosaico dorado ha venido afectando en forma severa al cultivo de frijol, en el sur de Tamaulipas, el norte de Veracruz, la Península de Yucatán, el Centro y la Costa de Chiapas. La presencia del virus (BGMV) fue confirmada en 1977. En 1979, en las Huastecas se reportó un 42% de la superficie sembrada con frijol afectada por el BGMV, y en 1981 un 40%. En 1980 y 1981, en los Valles Centrales de Chiapas hubo daños del 40-60% y del 30-95% respectivamente. En la costa de Chiapas se redujo considerablemente la siembra de frijol a causa del BGMV. En la península de Yucatan, el BGMV se presenta todo el año.

Evolución de la enfermedad

Con respecto a la evolución, la enfermedad ha venido disminuyendo considerablemente a partir de 1987, en el sur de Tamaulipas y norte de Veracruz, pero sigue incrementándose en el centro y costa de Chiapas. Ver figura 1 (mapa)

Incidencia por áreas y épocas

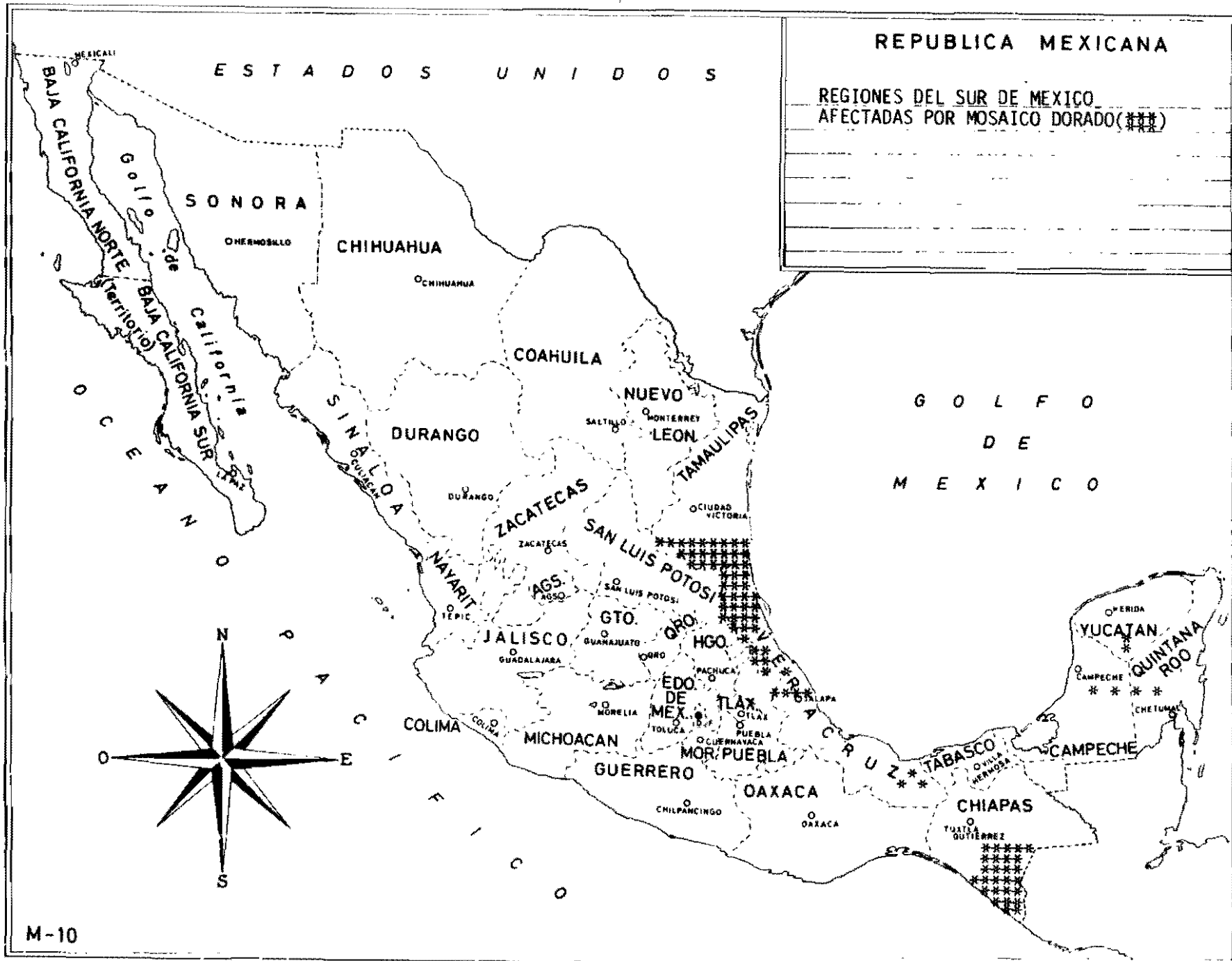
En las zonas antes mencionadas, la época de incidencia es la de otoño-invierno, a excepción del centro de Chiapas, donde se presenta en verano. Es muy notorio que en el ciclo de otoño-invierno, a medida que se siembra tarde, se incrementa la incidencia del BGMV.

Malezas asociadas al problema

Principalmente euforbiáceas asociadas con la mosca blanca (no con el virus).

Efecto de la enfermedad en las diversas variedades de frijol

Los efectos del BGMV en diversas variedades susceptibles de frijol se traducen en un 50-80% de reducción del rendimiento comparadas con variedades tolerantes. Sin embargo, en algunos casos, puede haber reducción del 100% en las variedades susceptibles cuando la infección es temprana (10-15 días después de la emergencia). En las variedades tolerantes al BGMV, como Negro Huasteco 81, Negro Cotaxtla 91, Negro INIFAP y la línea DOR 390, la reducción es mucho menor que en las variedades criollas y Jamapa. En estudios con y sin aplicación de químicos, se han encontrado rendimientos muy superiores en las variedades tolerantes al BGMV que en las variedades susceptibles.



Epoca de incidencia con relación al desarrollo del cultivo

El ataque (temprano o tardío) durante el desarrollo del cultivo en el sureste de México ha sido muy variable. Sin embargo, en los últimos años se ha presentado tardíamente, a excepción de la costa de Chiapas, donde el ataque se presenta temprano (en los primeros 10-15 días).

Control

Epocas de siembra

Las medidas de control que se han tomado son fechas de siembra óptimas: en el verano-mes de junio; en el otoño-septiembre y octubre, y no sembrar en el mes de noviembre.

Control químico

Químico: Thiodan 35, en 1.5 l, Folimat 1.200, 300 a 400 ml, Diazinon CE 60, 800 a un litro.

Resistencia varietal

Variedades resistentes: Negro Huasteco 81, Negro Cotaxtla 91 y Negro INIFAP. La mejor estrategia es utilizar una variedad tolerante y hacer aplicaciones de productos químicos.

La Mosca Blanca

Poblaciones en diversas épocas de cultivo

Las poblaciones más altas se encuentran en el mes de noviembre. En otro estudio sobre la mosca blanca se encontró que es el insecto más abundante en frijol de otoño-invierno en el Sur de Tamaulipas. La fluctuación poblacional de mosca blanca del 29 de octubre al 16 de diciembre de 1985 fue bastante diferente entre variedades; Jamapa siempre al registró mayor incidencia poblacional que Negro Huasteco-81, con excepción del 19 de noviembre, mostrándose en la figura 2 que sobre la primer variedad se llegaron a encontrar entre 100 y 110 moscas por metro cuadrado el 5 de noviembre, y entre 80 y 100 entre 2 y 9 de diciembre bajo las mismas condiciones, Negro Huasteco 81 registró su mayor incidencia media el 19 de noviembre con 40 adultos. Al revisar los resultados de incidencia poblacionales por localidad, se encontró que en las tres localidades, Jamapa registró más moscas que Negro Huasteco-81. En el rancho Chocoy, Jamapa promedió 33 adultos y Negro Huasteco-81, 27, ello indica que la segunda variedad tuvo una reducción del 19% en cuantía de adultos. En el rancho Periodista la variedad

Jamapa promedió 53 moscas y Negro Huasteco-81, 15, resultando una reducción del 71% a favor de la segunda variedad. En el Campo Agrícola Experimental del Sur de Tamaulipas, la variedad Jamapa llegó a tener 70 moscas por metro cuadrado, mientras que Negro Huasteco-81 promedió solo 11. Ello indica que esta última variedad tiene alguna característica no identificada que hace que las poblaciones sean 85% de menor cuantía que las que registra la variedad Jamapa. En forma general, la variedad Jamapa superó a Negro Huasteco-81 con 19% en población de moscas en el rancho Chocoy, con 71% en el rancho Periodista, con 85% en el CAESTAN y en promedio con 69%, 56 adultos para Jamapa y 17 para Negro Huasteco-81 (Fig. 2). También se ha llevado a cabo el estudio de la fluctuación de mosca blanca con respecto a la temperatura y el desarrollo de la planta en Papantla, Veracruz. Los resultados muestran que la fluctuación poblacional de adultos de mosca blanca fue de 50 especímenes/trampa pegajosa amarilla/tres días, lo cual coincidió con un rastreo de los terrenos adyacentes, lo que provocó una migración pasiva, el primer incremento de la población a las 316 unidades calor acumuladas (UCA), después las poblaciones fueron menores 40 especímenes/trampa/ tres días; sin embargo, el segundo incremento ocurrió exactamente a los 632 UCA. Durante el desarrollo del trabajo se acumuló suficiente calor para que se desarrollaran 2.7 generaciones de la plaga, la primera de ellas requirió 31 días y la segunda 38 días.

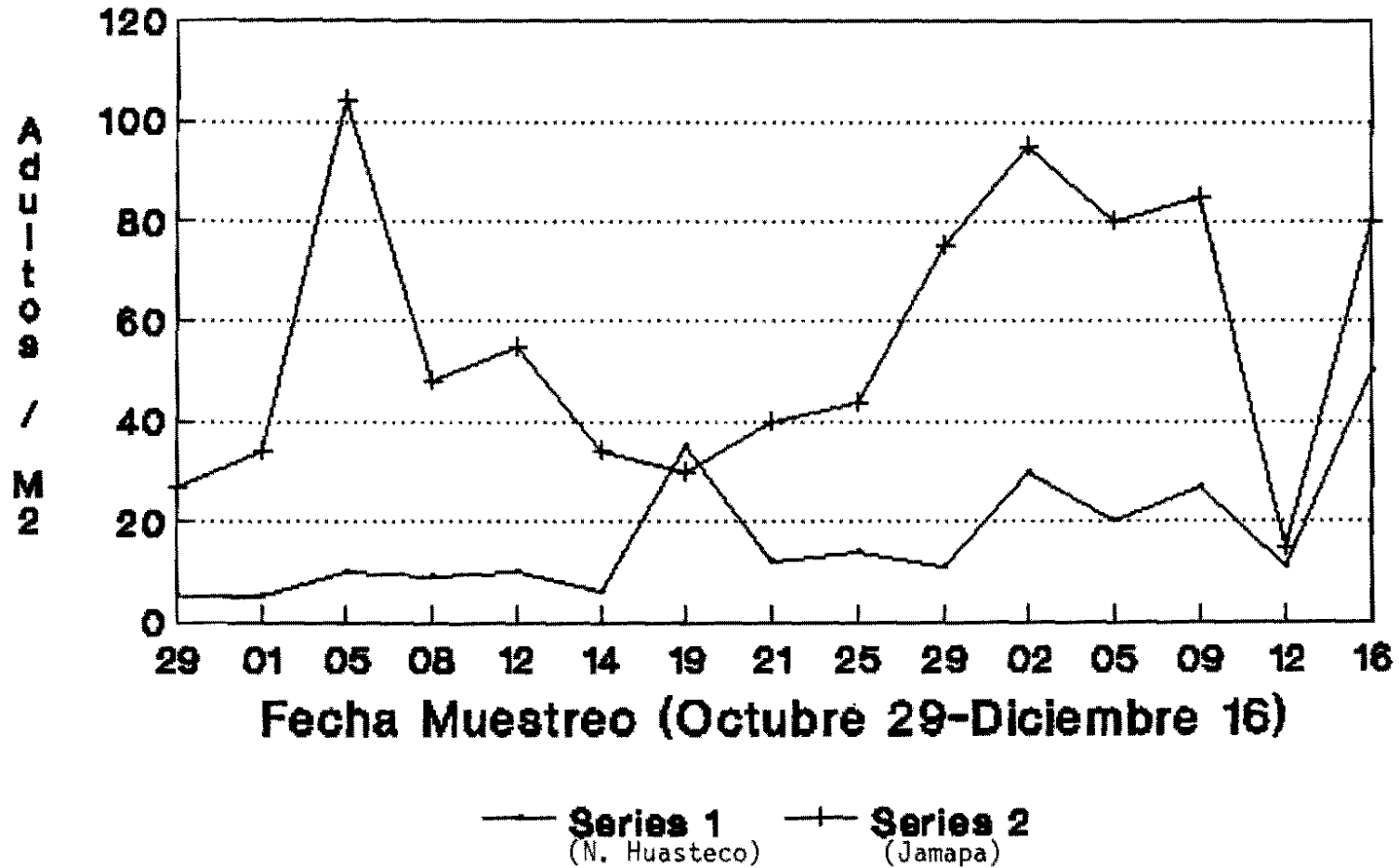
Hospederos

La mosca blanca se cría en malezas de la familia *Euphorbiaceae* (hierba de pascua, hierba lechosa) y en los cultivos de soya, tomate y chile. En Tamaulipas, la mosca blanca sobrevive a *Euphorbia* spp. y *Parthenium* spp.

Control

Ver control químico arriba.

**Fig. 2 Poblaciones de Bemisia tabaci
Sobre Jamapa y Negro Huasteco 81**



SITUACION ACTUAL DEL MOSAICO DORADO DEL FRIJOL EN LA AMERICA CENTRAL

GUATEMALA

Ing. Agr. M.C. Rafael Rodríguez
Coordinador Programa Frijol
Instituto de Ciencia y
Tecnología Agrícola (ICTA)

Importancia del Frijol en Guatemala

Area cultivada: En Guatemala se cultivan aproximadamente 147,140 ha.

Distribución geográfica (ver mapa adjunto).

Epocas de siembra

Sur-Oriente

Epoca A: Enero-abril: Se realiza completamente bajo riego. Más usada para avances generacionales e incrementos de semillas.

Epoca B: Mayo-agosto: También llamada 'siembra de primera'; es la más común en la región y se inicia con la temporada de lluvias. Se caracteriza por presentar las condiciones más favorables para el crecimiento y desarrollo del cultivo.

Epoca C: Septiembre-noviembre: También llamada 'siembra de segunda'. Se caracteriza por los días cortos. En algunas zonas se siembra frijol de relevo intercalado entre el maíz o el sorgo.

Altiplano

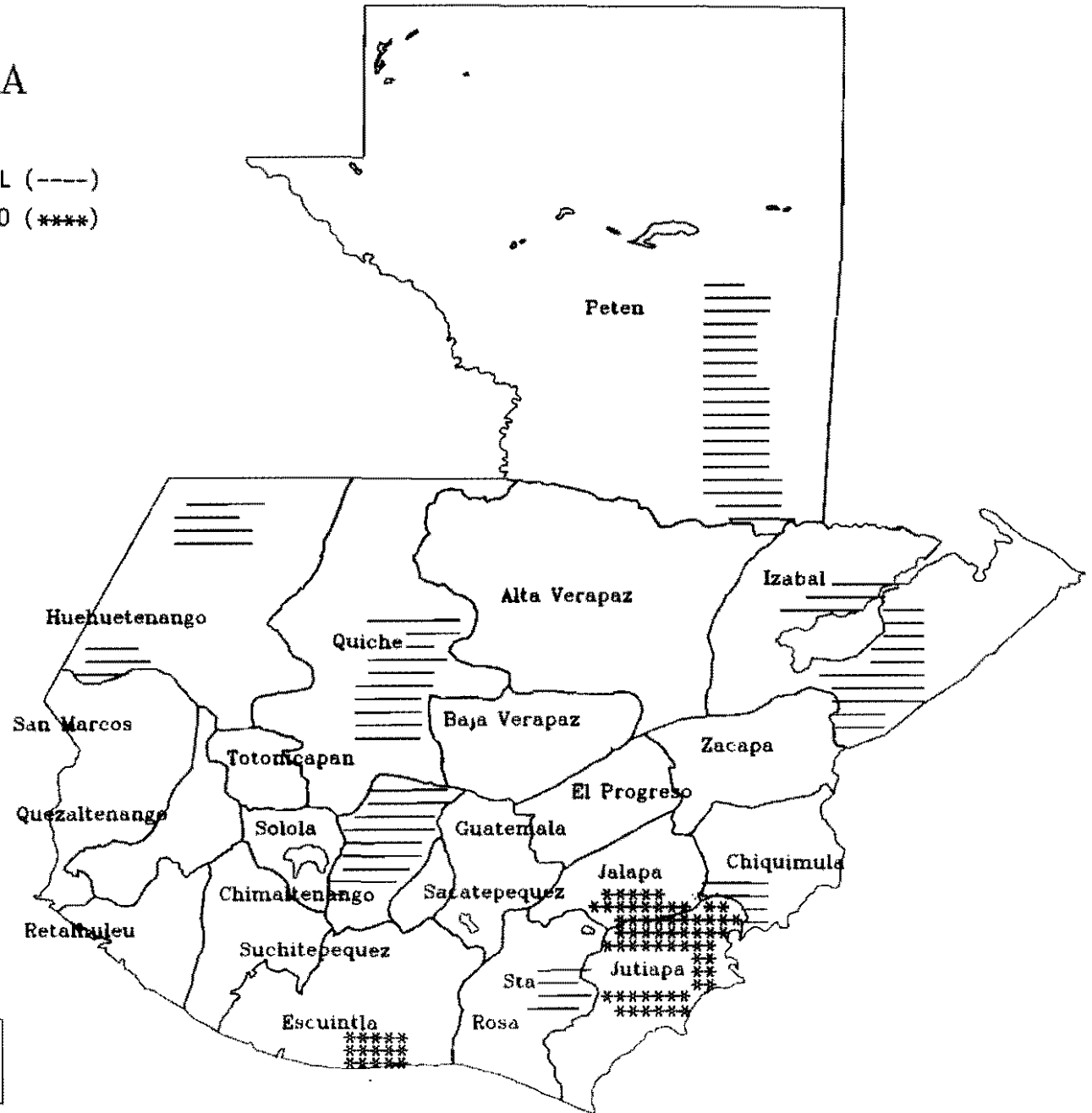
Epoca A: Enero-abril: Se realiza completamente bajo riego o con humedad residual. Más utilizado para incremento de semillas.

Epoca B: Mayo-agosto: También llamada 'siembra de primera'; es la más común en la región y se inicia con la temporada de lluvias. Se caracteriza por presentar las condiciones más favorables para el crecimiento y desarrollo del cultivo.

Epoca C: Septiembre-diciembre: También llamada 'siembra de segunda'. Se caracteriza por los días cortos y el término del régimen lluvioso.

GUATEMALA

ZONAS DE PRODUCCION DE FRIJOL (---)
AFECTADAS POR MOSAICO DORADO (****)



Sistemas de Información Geográfica

CIAT - Febrero 1994

Costa del Pacífico

Epoca A: Enero-abril: es de complejo riego por gravedad. Es una buena oportunidad para realizar evaluaciones por tolerancia al virus del mosaico dorado.

Epoca B: Mayo-agosto: Se caracteriza por presentar días largos y altos valores de temperatura y humedad.

Epoca C: Septiembre-diciembre: De las tres épocas, ésta es la que reúne las condiciones más favorables al cultivo. Por lo tanto, se realizan evaluaciones por adaptación y rendimiento.

Variedades cultivadas (Ver cuadro 1).

Principales problemas de producción

Sur-Oriente

1. Principales problemas de producción
 - 1.1 Mosaico dorado
 - 1.2 Añublo común
 - 1.3 Picudo de la vaina
 - 1.4 Utilización de variedades precoces con bajo potencial de rendimiento y altamente susceptibles a enfermedades y plagas
 - 1.5 Mala distribución de la precipitación
2. Problemas secundarios de producción
 - 2.1 El cultivo se realiza en áreas marginales en condiciones de subsistencia y mínima utilización de insumos
 - 2.2 Tortuguillas (crisomélidos), lorito verde (*Empoasca*)
 - 2.3 Complejo de pudriciones radicales

Altiplano

1. Principales problemas de producción
 - 1.1 Antracnosis
 - 1.2 Roya
 - 1.3 Mancha *Ascochyta*
 - 1.4 Moho blanco
 - 1.5 Tortuguillas (crisomélidos)
2. Problemas secundarios de producción
 - 2.1 Pérdida post-cosecha
 - 2.2 Variedades criollas muy tardías

- 2.3 Arquitectura postrada en arbustivos y muy agresiva en volubles
- 2.4 Mala distribución del rendimiento en volubles
- 2.5 Lorito verde (*Empoasca*)

Costa Sur

- 1. Principales problemas de producción
 - 1.1 Mustia hilachosa
 - 1.2 Añublo común
 - 1.3 Mosaico dorado
 - 1.4 Falta de adaptación al trópico bajo
- 2. Problemas secundarios de producción
 - 2.1 Altas poblaciones de malezas competidoras al cultivo
 - 2.2 Plagas de follaje y vaina
 - 2.3 Pudriciones radicales
 - 2.4 Capacidad de rendimiento limitada y variable

Otros cultivos en las áreas regiones productoras de frijol

Tomate, tabaco, papaya, arveja china, soya, ajonjolí, yuca, camote, rosa de Jamaica, sandía, melón y pepino.

Importancia del Mosaico Dorado

Aparición de la enfermedad: En Guatemala se registró en 1970.

Áreas afectadas: Todas aquellas abajo de 1000 msnm.

Evolución de la enfermedad en el país

Desde 1970 la enfermedad se consideró de importancia en el Sur-Oriente del país. Para 1979, el problema se creyó superado. Sin embargo, para 1984, la enfermedad cobró nueva fuerza, situación que se mantiene hasta el momento.

Incidencia por áreas y épocas

Al momento, la enfermedad ataca en regiones de menos de 1000 msnm y en épocas de siembra de junio y septiembre-noviembre.

Malezas asociadas al problema de mosaico dorado: Especies de *Sida*, *Euphorbia* y *Erythrina*

Efecto de la enfermedad en las diversas variedades de frijol

De las variedades que se siembran en el país, las variedades criollas susceptibles, son las que más tienen pérdidas, mientras que las mejoradas logran superar el problema en cierta medida.

Epoca de incidencia con relación al desarrollo del cultivo: Impredecible

Control

Epocas de siembra: No se practica

Zoneamiento: No se practica

Control cultural: A veces

Control químico: Al inicio del cultivo, utilizando un insecticida ha sido solamente; luego, alternándolo con otros. El éxito de esta practica ha sido relativo.

Resistencia varietal

El uso de variedades resistentes o tolerantes es indispensable en áreas afectadas por el mosaico dorado.

La Mosca Blanca

Poblaciones en diversas épocas de cultivo

No se han cuantificado pero en épocas de septiembre las poblaciones se incrementan notablemente.

Hospederos: Hortalizas, principalmente.

Evolución del problema: La incidencia de mosaico dorado sigue en aumento, extendiéndose hacia la zona costera al sur del país.

control de mosca blanca: Para Guatemala, solamente las químicas.

Otras observaciones pertinentes

En Guatemala, se creó una comisión de la mosca blanca, con el fin de que cada agricultor, según su cultivo, realizara algún tipo de control.

Cuadro 1 Variedades Mejoradas, Guatemala - ICTA

Nombre	Código	Año Liberado	Cruza	Observaciones
ICTA-Quetzal	D-30	1979	P. Sintetico X Turrialba-1	Tolerante a BGMV
ICTA-Tamazulapa	D-83	1979	ICA-Pijao X Turrialba-1	Tolerante a BGMV
ICTA-Jutiapan	D-35	1979	ICA-Pijao X Turrialba-1	Tolerante a BGMV
ICTA-S.Martin	S.Martin V.Blanca	1979	Slecc.Masal	Rendimiento y Precocidad
ICTA-Quinack-Ché	CH82-59	1985	Comp. Chimalteco 3. X FF2164	Rend. y tol. a Antracnosis, Ascochyta y Roya
ICTA-Parramos	CH82-47	1985	Comp. Chimalteco 2. X FF1320	Rend. y tol. a Antracnosis, Ascochyta y Roya
ICTA-Ostúa	JU81-53	1986	ICTA-Quetzal X JU78-12	Tolerante a BGMV
ICTA-Texel	CH86-30	1989	P495 X Negro Patzicía	Precocidad Rendimiento
DORICTA	DOR 364	1992	BAT 1215 X (RAB 166 X DOR 125)	Tolerante a BGMV
ICTA-Chapina	JO90-4	1992	A-429 X XAN 112	Tolerante a BGMV
ICTA-Costeña	DOR 390	1992	(DOR 364XG18521) X (DOR 365 X LM 30630)	Tolerante a BGMV
ICTA-Sta. Gertrudis	DOR 446	1992	(DOR 364XG18521) X (DOR 365 X LM 30630)	Tolerante a BGMV
ICTA-Altense	CH89-10	1993	C 88 X A-175	Arquitec.Rend. y Sanidad
ICTA-Hunapú	CH89-2	1993	NEGRO PACOC X A-230	Arquitec.Rend. y Sanidad

EL SALVADOR

F.J. Morales basado en un manuscrito del
Ing. Eduardo E. Rivera F
Profesor-Investigador
Facultad de Ciencias Agrónomicas
Universidad de El Salvador

Importancia del Frijol en El Salvador

Area cultivada: El cultivo del frijol en El Salvador ocupaba aproximadamente 64.000 ha en 1990.

Distribución geográfica

El frijol común se siembra principalmente en las sabanas tropicales calientes debajo de los 1.200 m.s.n.m. con temperaturas entre 26 y 30°C promedio y precipitaciones medias de 1.500 mm. Los principales departamentos productores son San Vicente, Cabañas, Cuzcatlan, San Salvador y La Libertad para la primera cosecha. En la segunda época de siembra, los principales departamentos productores son Ahuachapán, Santa Ana, Sonsonate y La Libertad.

Epocas de siembra

El 40.5% del area se siembra en mayo con el inicio de las lluvias. El 54.6% se siembra en el segundo período (agosto) al final de la época lluviosa. Existe una tercera época seca, bajo riego, donde se siembra el resto, principalmente en los departamentos de La Libertad y Chalatenango.

Variedades cultivadas

Las variedades criollas incluyen 'Rojo de Seda', 'Sangre de Toro', 'Cuarenteño', 'Arbolito Rojo', 'Frijol Mono' y, en habichuela, 'Corneta'. Otras variedades seleccionadas son: 'Rojo 70', 'Porrillo 70', 'Porrillo Sintético' y variedades DOR como CENTA-Cuzcatleco' (DOR 364).

Principales problemas de producción

Los principales problemas bióticos son: el mosaico dorado, el mosaico común, las pudriciones radiculares, la roya, la bacteriosis y la mancha angular, entre las enfermedades. En plagas, se presentan los crisomélidos, lepidopteros, babosas, apion, la conchuela (*Epilachna*), Empoasca y la mosca blanca, *B. tabaci*.

Otros cultivos en las regiones productoras de frijol

Fuera del frijol común, también se siembra *P. lunatus*, *P. acutifolius*, *Vigna unguiculata* y *Cajanus cajan*. Otros cultivos incluyen: crucíferas, cucurbitáceas, soya, algodón, tabaco, tomate, camote y yuca.

Importancia del Mosaico Dorado

Aparición de la enfermedad

En 1966, Zaumeyer y Smith observaron en El Salvador una enfermedad a la que denominaron "moteado amarillo". Posteriormente, Gamez (1971) demostró que esta enfermedad era el 'mosaico dorado del frijol'.

Regiones afectadas

El mosaico dorado se presenta en las llanuras costeras que comprenden zonas de bosque seco tropical y bosque húmedo tropical. Aquí se encuentran los departamentos de San Vicente, La Libertad, Usulután y La Paz (Ver mapa adjunto).

Evolución de la enfermedad

Ultimamente, la enfermedad se ha diseminado en los valles internos de La Libertad y Ahuachapán.

Incidencia por áreas y épocas

La mayor incidencia ocurre en los cultivos de época seca, en los distritos de San Andrés (La Libertad) y Antiochoyo (Chalatenango).

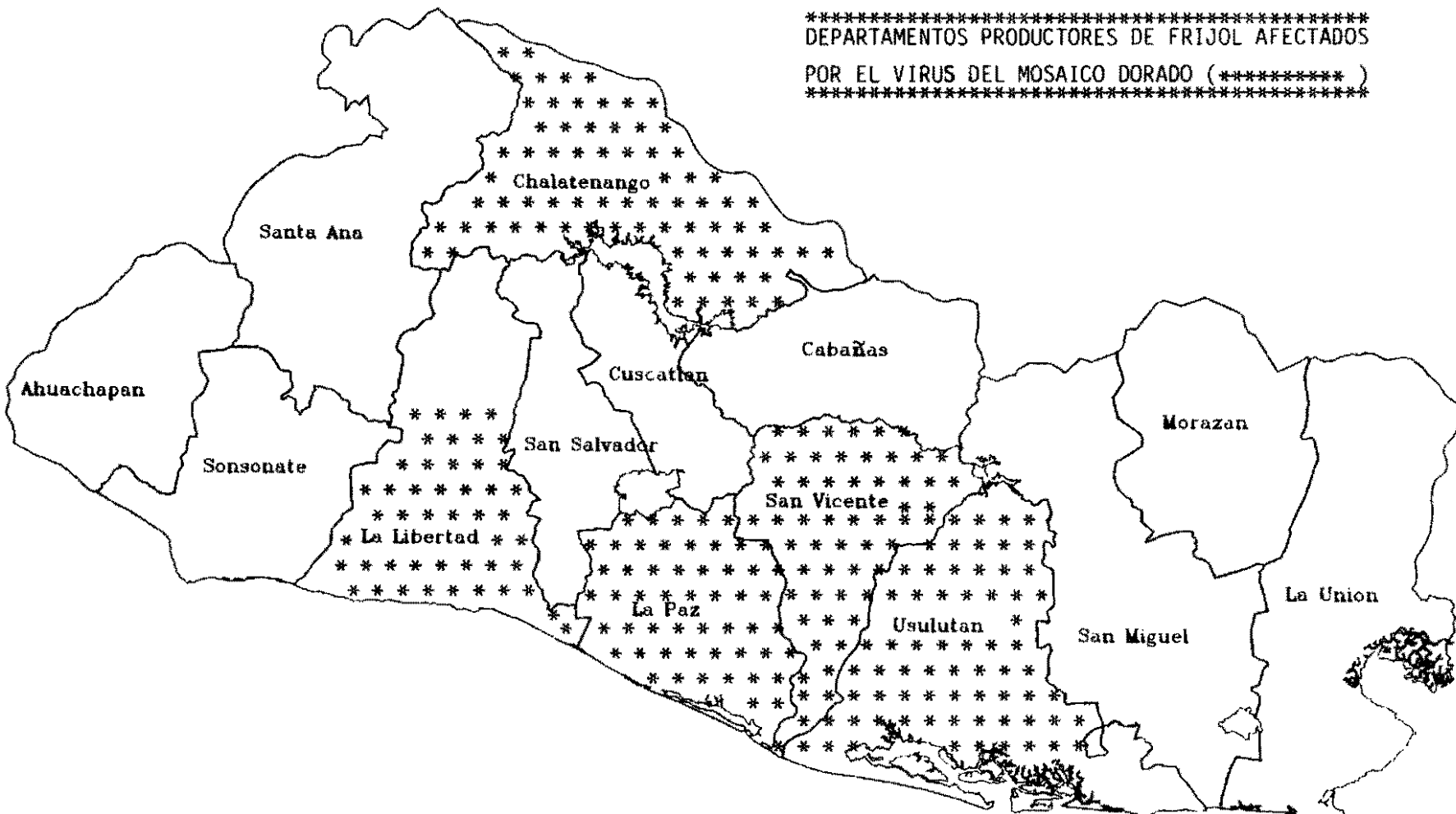
En San Andrés, durante la época de siembra de noviembre-diciembre (seca), es cuando se ha podido observar una incidencia del 100% de mosaico dorado, posiblemente debido a la gran cantidad y diversidad de hospederas de *B. tabaci* en esa zona. Además, al terminar la época lluviosa en octubre, las poblaciones de mosca blanca en los cultivos de tomate, tabaco, soya y otras hospederas, aumentan rápidamente pasando luego al frijol.

Durante las siembras de Mayo (época 1) generalmente se presenta una alta incidencia de mosaico dorado en todas las zonas, ya que las poblaciones de mosca blanca al final de la época seca (época 4) y comienzo de la época lluviosa (época 1) son aún altas.

En la zona de Santa Cruz Porrillo (San Vicente) la mayor incidencia ocurre en el frijol de agosto (época 2), debido a la proliferación del vector *B. tabaci* en los cultivos de algodón (*G. hirsutum*) y kenaf (*H. cannabinus*), sobre todo en épocas secas.

EL SALVADOR

DEPARTAMENTOS PRODUCTORES DE FRIJOL AFECTADOS
POR EL VIRUS DEL MOSAICO DORADO (*****)



42

En otras zonas, aparte de Santa Cruz-Porrillo, el frijol de Agosto (época 2) es tal vez el que presenta menos problema de mosaico dorado ya que las lluvias que ocurren antes y durante esta época, mantienen bajas las poblaciones de mosca blanca.

Malezas asociadas al problema de mosaico dorado

Entre las principales malezas asociadas al problema de mosaico dorado se encuentra *Calopogonium muconoides* y *Phaseolus acutifolius*.

Efecto de la enfermedad en las diversas variedades de frijol

Las variedades criollas son las que han demostrado mayor susceptibilidad.

Epoca de incidencia con relación al desarrollo del cultivo

Los ataques pueden ser tempranos, al momento de la emergencia.

Control

Las principales medidas de control han incluido los tratamientos químicos y uso de variedades tolerantes. Esta última medida ha sido exitosa.

La Mosca Blanca

Poblaciones en diversas épocas de cultivo

El cuadro 1 muestra la posible relación que existe entre épocas de siembra, sistemas de cultivo y poblaciones de mosca blanca, en El Salvador.

Cuadro 1. Relación de las épocas de siembra, sistemas de cultivo, poblaciones de mosca blanca *B. tabaci* con la incidencia del mosaico dorado en El Salvador.

	Epoca de Siembra					
	Mayo		Agosto		Diciembre-Enero	
Sistema de cultivo	Asocio	Mono-cultivo	Relevo	Mono-cultivo	Asocio	Mono-cultivo
Población de mosca blanca <i>B. tabaci</i>	Media-Alta	Media-Alta	Media	Media	Alta	Alta
Incidencia del mosaico dorado	Media	Alta	Media	Media	Alta	Alta

Hospederos: Las principales especies hospederas de mosca blanca en El Salvador son:

Arachis hypogaea, *Brassica* spp., *Capsicum annum* L., *Cucumis* spp., *Cucurbita pepo* L., *Glycine max.* L. Merr., *Gossypium hirsutum* L., *Hibiscus cannabinus* L., *Ipomoea batata* L., *Lycopersicon esculentum* L., *Manihot esculenta* Crantz, *Nicotiana tabacum* L., *Phaseolus vulgaris* L., *Phaseolus lunatus* L., *Sesamum indicum* L., *Sida* spp., *Solanum* spp.

Evolución del problema

El mosaico dorado en El Salvador es un problema en expansión.

Medidas de control de mosca blanca

Control químico

Referencias

- Gámez R. 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.
- 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.

HONDURAS

Dr. Federico Rodríguez
Oswaldo Díaz, Norman Danilo Escoto
Secretaría de Recursos Naturales
Danli, El Paraíso, Honduras

Importancia del Frijol en Honduras

Area cultivada

Honduras se divide en 7 zonas productoras (cuadro 1.) en la región Nororiental (Dpto. de Olancho) y la región Centro Oriental (El Paraíso y Francisco Morazán) se siembra el 53% del área total representando las áreas de mayor potencial de producción, la región occidental y norte aportan un 28% del área sembrada. Estas cuatro regiones comparten características climáticas similares.

Cuadro 1. Distribucion regionalizada del area nacional sembrada con frijol en 1992.

Región	Area cultivada (has)		Total
	Primera	Postrera	
1. Sur	1309	5894	7203
2. Centro Occidental	3486	12579	16065
3. Norte	7720	14518	22238
4. Litoral Atlántico	105	1505	1610
5. Nor Oriental	1367	28497	29864
6. Centro Oriental	4283	40089	44372
7. Occidental	6356	16464	22820
Subtotal	36426		
Porcentaje	23.4%		
Total			155972

Distribución geográfica

El frijol se cultiva en todas las regiones del país, pero su explotación más extensiva e intensiva se hace en la porción central y sur del país donde se concentra el 78% del área nacional sembrada con este cultivo.

Epocas de siembra

Epoca de primera

Esta época comprende el ciclo agrícola del cultivo de frijol que es sembrado en la segunda mitad del mes de mayo y todo el mes de junio, siendo cosechado en los meses de agosto y septiembre. En este ciclo ocurre el 70% de la lluvia del año en todas las regiones del país. La distribución de la lluvia en este período es normalmente regular, con ocurrencia de un período seco (canícula) que tiene una duración de 20 a 30 días y ocurre entre el 15 de julio y el 15 de agosto. Septiembre es el mes más lluvioso del año, esta característica limita la siembra de mayor área de terreno en este cultivo, debido a la dificultad de la cosecha y el secado del grano. Por otro lado, en este ciclo ocurren ocasionalmente lluvias torrenciales que causan inundaciones y pérdidas considerables de áreas sembradas con frijol.

La humedad relativa general para este período varía entre un rango de 70 y 85% con temperaturas que fluctúan entre 20 y 30°C.

Epoca de postrera

Esta época comprende las siembras que se hacen desde la segunda mitad de septiembre y la primera mitad de octubre. La cosecha se realiza en diciembre o la primera quincena de enero.

El 30% de la lluvia anual cae durante estos últimos cuatro meses, con lluvias fuertes en septiembre y una disminución paulatina de éstas a través de los meses de octubre, noviembre y diciembre. La lluvia durante este período normalmente es suficiente para obtener buenos rendimientos y permite cosechar durante un período de poca o ninguna lluvia. La humedad relativa durante este período es ligeramente más alta que en el ciclo de primera, con un rango de 78 a 85% con una temperatura que fluctúa entre 19 y 30°C.

Variedades cultivadas

En Honduras se siembra aproximadamente el 60% del área total utilizando variedades mejoradas; el 40% de las variedades sembradas son de grano color rojo oscuro y el resto (60%) son de grano color rojo claro. Con la reciente liberación de la variedad 'Dorado' (grano color rojo oscuro), tolerante al virus del mosaico dorado, las preferencias de color y castigo al precio de este tipo de grano, han disminuido. Esto representa una ventaja para los mejoradores de Honduras, ya que el color de grano fue una limitante fuerte en las décadas anteriores.

Principales problemas de producción

Variedad Mejorada	Enfermedades						
	BCMV	BGMV	BAT	M.H.	ANT.	ROYA	M.A.
Dorado	R	T	I	I	I	I	I
Oriente	R	S	S	I	S	I	S
Catrachita	R	I	S	S	I	I	S
Dañí-46	S	S	S	S	I	S	S
Desarrural 1R	R	S	S	S	S	S	S
Chingo	R	S	S	S	S	S	S
Zamorano	S	S	S	S	I	I	
Acacias-4	R	S	S	S	S	I	I
Esperanza-4	S	S		-	I	I	I

BCMV = Virus del mosaico común del frijol; BGMV = Virus del mosaico dorado de frijol; BAT = Bacteriosis común; M.H. Mustia hilachosa; ANT = Antracnosis; M.A. Mancha Angular.

R = Resistente; T = Tolerante; I = Intermedio; S = Susceptible

Otros cultivos importantes en las regiones productoras de frijol

En general, el maíz es el cultivo que ocupa la mayor área sembrada en todas las regiones a nivel nacional; le sigue el frijol, el sorgo o maicillo y el arroz.

Importancia del Mosaico Dorado

Aparición de la enfermedad

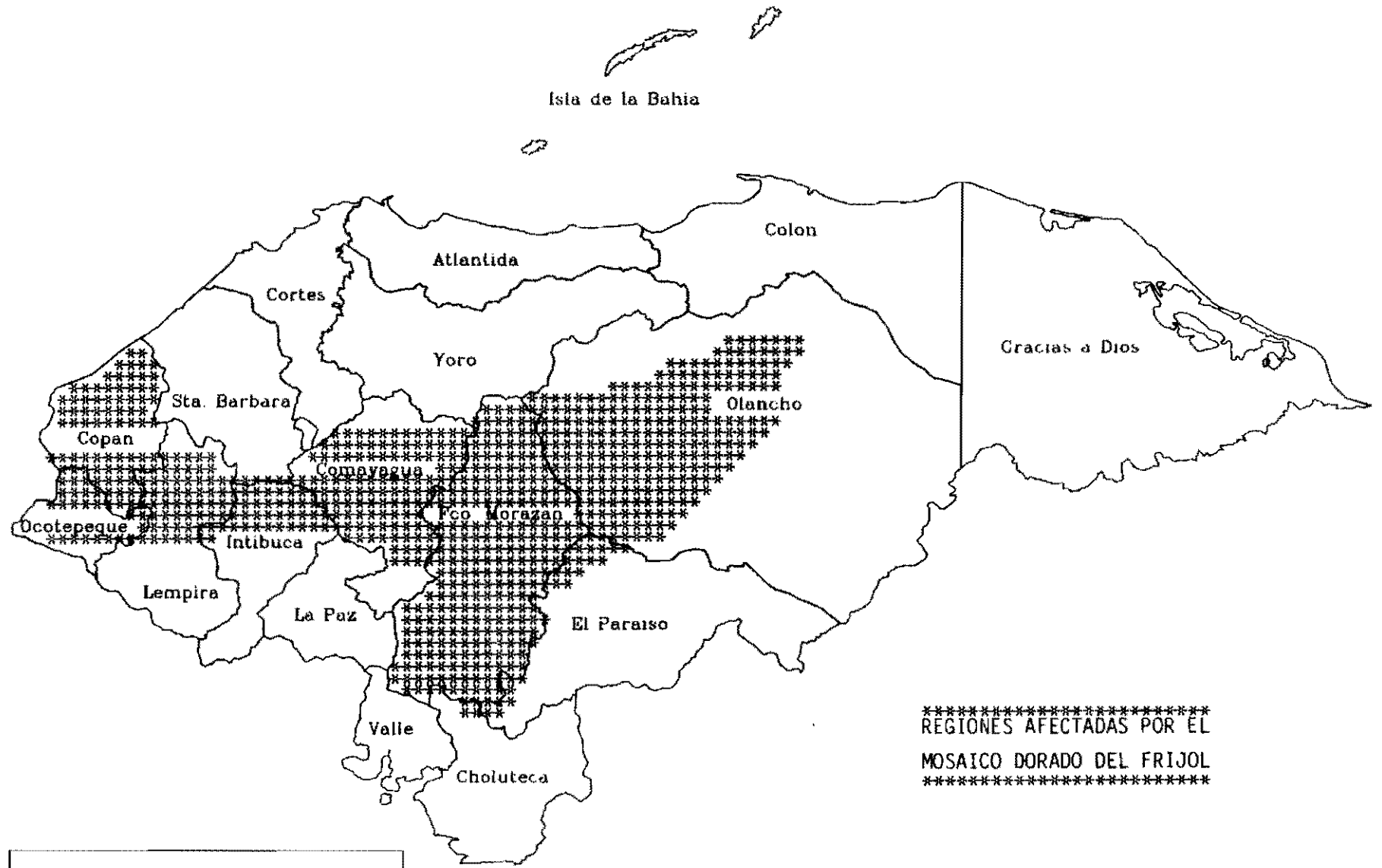
La presencia del mosaico dorado ha sido observada desde 1985 (Oswaldo Diaz, observación personal). En 1989 se reportaron pérdidas del cultivo entre 10 y 100% en las principales zonas frijoleras del país.

Áreas afectadas

El BGMV ha afectado 5 de las 7 regiones en que se siembra el cultivo (mapa) principalmente en la faja central y sur del país donde la precipitación es más escasa, principalmente en el ciclo de postrera.

HONDURAS

84



REGIONES AFECTADAS POR EL
MOSAICO DORADO DEL FRIJOL

Sistemas de Información Geográfica
CIAT - Febrero 1994

Evolución de la enfermedad en el país

Antes de 1989 no había sido reportado ningún caso de una epidemia del BGMV en el país. En 1989, se presentó una alta incidencia de la enfermedad, con pérdidas totales de varios predios de frijol en las principales zonas de producción del país. A partir del ciclo de primera de 1990 la incidencia de la enfermedad fue disminuyendo paulatinamente, aunque siempre se presentaron ataques severos en algunas zonas aisladas del país. Para el ciclo de postrera de 1992 la incidencia del BGMV fue casi nula.

Incidencia por áreas y épocas

La presencia de la enfermedad ha sido más evidente en la faja central del país, especialmente en los departamentos de Copán, Comayagua, Francisco Morazán, El Paraíso y Olancho. En el ciclo de postrera (septiembre-diciembre) por sus características climáticas es cuando se presenta con mayor severidad la enfermedad.

Malezas asociadas al problema de mosaico dorado

Todavía no hay ningún estudio hecho en Honduras sobre las malezas asociadas con el mosaico dorado del frijol. Sin embargo, *Sida* spp. es la especie más común asociada a las rondas y predios que rodean el cultivo de frijol. Los síntomas de mosaico observados en esta maleza, son similares a los síntomas del BGMV observados en las plantas de frijol.

Efecto de la enfermedad en las diversas variedades de frijol

Las variedades mejoradas Danlí 46, Desarrural, Zamorano y las variedades criollas, son las más susceptibles al BGMV. La variedad Catrachita presenta un nivel de susceptibilidad más bajo que las variedades mejoradas mencionadas arriba. La variedad 'Dorado' (DOR 364) ha presentado niveles significativos de tolerancia aunque bajo altos niveles de presión, también sufre pérdidas considerables.

Epoca de incidencia con relación al desarrollo del cultivo

Según un diagnóstico de la situación de BGMV en 1989 en la región Centro Oriental del país realizado por Escoto y Pereira en 1989 el ataque de la enfermedad se inicia en la segunda semana después de germinado el frijol (etapa de desarrollo V4). Sin embargo, cuando la siembra se hace antes o después que el resto de agricultores de la zona, el ataque puede iniciarse desde la formación de las hojas primarias (etapa V2). En siembras recientes, de ensayos de frijol bajo riego en Comayagua, se observó un ataque tardío (R8) del virus.

Control

La principal medida de control que ha sido utilizada en Honduras, ha sido la liberación y difusión de la variedad de frijol 'Dorado', la cual ha tenido una aceptación general por su tolerancia al virus, su adaptación y rendimiento.

Otras medidas de control, como la aplicación de productos químicos y selección de épocas de siembra han sido aplicadas por algunos agricultores en zonas específicas y en forma aislada.

La Mosca Blanca

Poblaciones en diversas épocas de cultivo

Las poblaciones de mosca blanca en el cultivo de frijol, han venido disminuyendo a partir de 1989. Aunque siempre en el ciclo de postrera (septiembre-diciembre) es cuando ocurren las mayores poblaciones del insecto.

Hospederos

No hay un estudio formal sobre cuales son los hospederos alternos específicos de mosca blanca cuando el frijol no está sembrado. Sin embargo, en el último trienio la siembra de tomate se ha generalizado en todas las zonas productoras de frijol de Honduras. Algunos agricultores han observado que cuando hay siembras de tomate al lado de siembras de frijol, el tomate es preferido sobre el frijol por la mosca blanca.

Evolución del problema

Las poblaciones de mosca blanca en el cultivo de frijol han bajado sistemáticamente desde 1989, en muestreos de adultos realizados en el ciclo de postrera de 1992 se encontró niveles entre 0 y 4 adultos por planta en el valle de Zamorano y Comayagua.

Medidas de control de mosca blanca

En el cultivo de frijol normalmente no se aplica ninguna medida de control contra mosca blanca. En tomate se están haciendo aplicaciones de diversos insecticidas y combinaciones de éstos.

NICARAGUA

Ing. Aldo Rojas
Dr. Pamela Anderson
Universidad Nacional Agraria
Managua, Nicaragua
Dr. F.J.Morales
CIAT

Importancia del Frijol en Nicaragua

Area cultivada

En Nicaragua, el frijol común es el principal alimento básico después del maíz. El consumo per capita se estima en 50 g/día el cual varía mucho dependiendo de la producción, las importaciones, exportaciones, donaciones, precios y existencias (Tapia & Camacho, 1988; MAG 1992). La producción de frijol en los últimos años ha sido inestable. Las áreas de siembra han fluctuado entre 58.667 y 105.390 ha y el promedio nacional de rendimiento ha permanecido bajo, variando entre 445 y 764 kg/ha (MAG, 1992).

Distribución geográfica

El frijol en Nicaragua se cultiva en ambas costas del nivel del mar hasta los 900 m.s.n.m. en la cordillera central (Cuadro 1). Las zonas más aptas están ubicadas en la región norte y la meseta central del Pacífico. Los principales departamentos productores han sido: Zelaya, Matagalpa, Jinotega, Chontales, Boaco, Estelí, Rio San Juan, Madriz, Rivas, Carazo, Nueva Segovia, Managua, Masaya, Leon, Chinandega y Granada (Fig. 1). También se ha dividido la superficie productora de frijol en las siguientes zonas:

Zona I: Estelí (Estelí y San Juan de Limay), Nueva Segovia (Jalapa).

Zona II: León (La Paz Centro), Chinandega

Zona III: Managua

Zona IV: Rivas (Tola, Pica Pica y Ometepe), Masaya (Las Pilas), Granada (La Granadilla y Ojo de Agua), Carazo (San Marcos, Santa Teresa, La Paz).

Zona V: Chontales (Nueva Guinea), Boaco (Sta. Lucía).

Zona VI: Matagalpa (San Dionisio, Samulalí, El Chile y Guadalupe).

Cuadro 1. Categorías climáticas y edáficas requeridas para el establecimiento de rangos de adaptación y zonificación ecológica del frijol común en Nicaragua.

Adaptabilidad	Fisiográficas		Climáticas			Edáficas			
	Altura m	Temp (°C)	Precipitación		Textura	Profundidad de la raíz (cm)	Pendiente (%)	Drenaje	pH
			acumulada (mm)	período (meses)					
OPTIMO	450-800	17-24	200-450	6	franco	>60	<15	bueno	6.5
BUENO	200-450	17-20 23-27	450-700	4	arcillo-arenosa	40-60	15-30	moderado	6.0
MARGINAL	100	<17 >27	>700 <200	<4 >6	arcillosa	<40	>30	imperfecto	5.5

Tomado de Tapia y Camacho, 1988

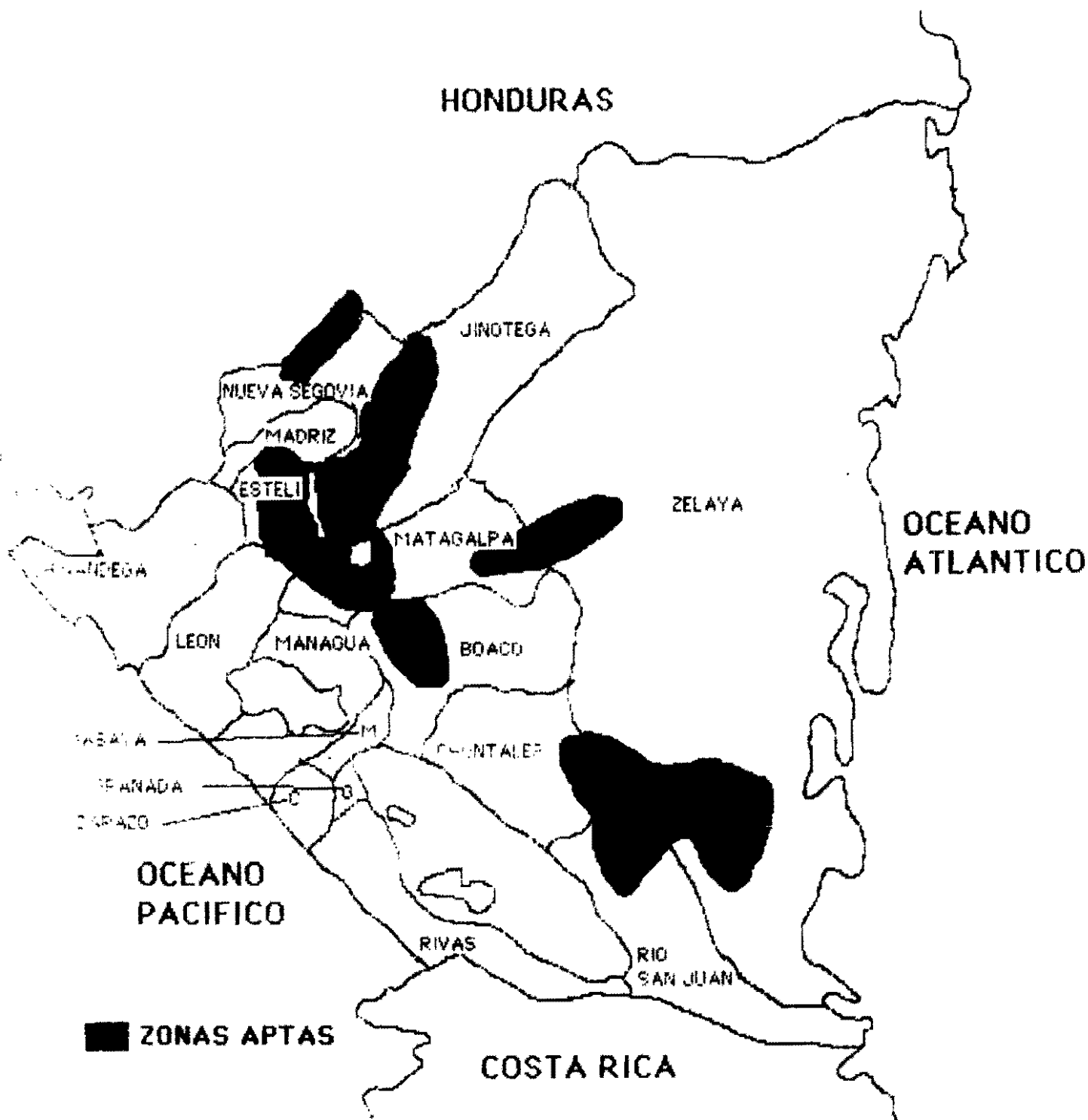


Fig. 1. Zonas aptas para producir frijol en Nicaragua (Tapia y Camacho 1988)

Epocas de siembra

Existen cuatro épocas de siembra: 1) la de 'primera', con el inicio de la estación lluviosa (15 de mayo a 15 de junio) usando inicialmente variedades tardías y, posteriormente, variedades precoces. Estas siembras se realizan en la meseta del Pacífico y áreas seca de la región norte (Estelí y Matagalpa). En esta época se presenta una 'canícula' entre el 15 de julio y el 15 de agosto. La segunda siembra de 'postrera' ocupa gran parte del área sembrada. En la Meseta (sierras de Managua, parte alta de Carazo, Masaya Managua) y zonas bajas del Pacífico, las siembras se realizan del 26 de septiembre al 3 de octubre. En las zonas secas del Norte (Estelí y Matagalpa) donde las lluvias terminan antes, se siembra entre el 7 y 30 de septiembre. En las áreas húmedas (Las Segovias) se siembra entre el 15 de septiembre y el 10 de octubre. La tercera época es la de 'diciembre', solo en las costa Atlántica y en las zonas muy lluviosas del norte, se realiza entre el 20 y 30 de diciembre par que la cosecha ocurra en época sea (febrero-marzo). Las siembras de riego (4a.) se realiza en febrero, en período seco en la costa del Pacífico, en las áreas de Nandaime, León y Sébaco (Cuadro 2).

Variedades cultivadas

En Nicaragua se prefieren los granos de color rojo y tamaño pequeño. Los rojos oscuros ('Honduras 46') son más populares. Siguen los rojos claros brillantes ('Orguloso') y se consumen granos café y crema en menor grado. Algunas de las variedades criollas cultivadas en el interior de Nicaragua (Matagalpa, Estelí y Jinotega) son: 'Cuarentaño', 'Mono', 'Barreño' y 'Bayo'; 'Bayo Blanco', 'Rojo Chingo', 'Barroy' y 'Orguloso'. Entre las variedades mejoradas tenemos a 'Revolución 79 (BAT 41), 81 (A40) y 82 (BAT 1514); Honduras 46 y 'Tico Rojo' (Cuadro 3).

Principales problemas de producción

Entre las enfermedades existen: bacteriosis, mancha angular, antracnosis, roya, mustia, mosaico común, mosaico del pepino y mosaico dorado. Entre las plagas se pueden citar: el 'picudo' (*Apion*), *Empoasca*, 'gallina ciega' (*Phyllophaga*) crisomélidos y mosca blanca. Como problemas abióticos podemos citar la sequía, alta temperatura, baja fertilidad en alguna regiones.

Otros cultivos importantes en las regiones productoras de frijol

Otros cultivos importantes en las regiones productoras de frijol son el tomate, el pimentón y las cucurbitáceas.

Cuadro 2. Numero de siembras y sus periodos por año.

Región	Departamento	No. de siembras por año	Fechas de siembra recomendadas	
Pacífico norte y central	Chinandega	1	Junio 1 al 15	
	León	1	Junio 1 al 15	
	Managua	1	Junio 1 al 15	
	Masaya	1	Junio 1 al 15	
	Carazo	1	Junio 1 al 15	
	Granada	1	Junio 1 al 15	
Interior norte y central	Nueva Segovia	2	Junio 15 a Julio 15	Septiembre 1 a Octubre 15
	Madriz	2	Junio 15 a Julio 15	Septiembre 1 a Octubre 15
	Esteli	2	Junio 15 a Julio 15	Septiembre 1 a Octubre 15
	Jinotega	2	Junio 15 a Julio 15	Septiembre 1 a Octubre 15
	Matagalpa	2	Junio 15 a Julio 15	Septiembre 1 a Octubre 15
Interior sur y Atlántico	Boaco	1	Septiembre 1 a Octubre 15	
	Chontales	1	Noviembre 1 a Diciembre 1	
	Zelaya	1	Noviembre 1 a Diciembre 1	

Tomado de Tapia y Camacho 1988

Cuadro 3. Cultivares de frijol común recomendados para las principales regiones de siembra en Nicaragua.

VARIEDAD	ORIGEN	M A C Días	H.C	REGION	COLOR	GRANO LUSTRE	FORMA
HONDURAS 46	HONDURAS	80	Ila	V	ROJO O	BRILLANTE	ALARGADO ARRIÑONADO
REV-79	CIAT	75	IIla	I, IV	ROJO O	OPACO	ALARGADO CASI CUADRADO
REV-79 A	CIAT	75	Ila	IV	ROJO O	OPACO	ALARGADO CASI CUADRADO
REV-81	CIAT	80	Ila	IV, VI	ROJO O	BRILLANTE	PEQUEÑO CASI CUADRADO
REV-83	CIAT	78	Ila	IV, V	ROJO O	BRILLANTE	ALARGADO ARRIÑONADO
REV-84	CIAT	76	Ila	I, IV, V, VI	ROJO	BRILLANTE	PEQUEÑO CASI CUADRADO
REV-84 A	COSTA RICA	76	IIb	IV, VI	ROJO O	BRILLANTE	ARRIÑONADO
REV-85	COSTA RICA	78	IIb	I	ROJO O	BRILLANTE	ALARGADO OVOIDAL
RAB-310	HONDURAS	76	Ila	IV, V, VI	ROJO O	BRILLANTE	ARRIÑONADO
DOR-364	GUATEMALA	78	Ila	IV, V	ROJO O	BRILLANTE	ARRIÑONADO
SAN NICOLAS	NICARAGUA	78	Ila	I	ROJO	BRILLANTE	REDONDO ALARGADO
ESTELI 90A	NICARAGUA	72	IIb	I	ROJO	BRILLANTE	ARRIÑONADO
ESTELI 90B	NICARAGUA	72	IIb	I	ROJO	BRILLANTE	CASI CUADRADO
ESTELI 150	NICARAGUA	70	IIb	I	ROJO	SEMI-BRILLANTE	ALARGADO CASI CUADRADO

M A C- Madurez a cosecha, H C- Habito de crecimiento; ROJO O- Rojo Oscuro (MAG, 1992)

Importancia del Mosaico Dorado

Aparición de la enfermedad

Los síntomas de BGMV se observaron por primera vez en Nicaragua diseminados ampliamente en plantaciones de frijol en la vertiente del Pacífico de Nicaragua (Gamez, 1971). Posteriormente, Llano (1981) al realizar un ensayo de evaluación de variedades de frijol común rojo en la Estación Experimental La Compañía, en Carazo (Región IV), reportó al mosaico dorado como la enfermedad más importante es la variedad Acacia 6. Eslaquit *et al.*, (1983), en la guía sanitaria sobre frijol, cita el BGMV como una de las enfermedades virales importantes en el cultivo del frijol común de Nicaragua.

Regiones afectadas y evolución de la enfermedad

A partir de 1990, tanto los técnicos como los productores del país, comenzaron a reportar síntomas, daños y pérdidas a causa de lo que les parecía ser mosaico dorado de frijol. Los productores y técnicos de la Región I dijeron haber observado síntomas de BGMV desde 1990 en plantaciones de frijol, perdiendo las áreas de la Estación Experimental de Estelí debido a la enfermedad. Los productores y técnicos de Telica y San Jacinto (Región II), lugares en donde se siembra frijol blanco, manifestaron que en 1990 se observaron síntomas de BGMV y que no habían podido producir, perdiendo toda la cosecha. Esto trajo como consecuencia el que muchos productores de frijol blanco abandonaran sus campos de producción (Anderson *et al.*, 1994). Los productores de Santa Lucía, Boaco (Región V), reportaron que el BGMV comenzó a infectar sus campos de producción en 1990 y desde entonces el promedio de rendimiento de la zona de 508 kg/ha, ha caído a 91 kg/ha (Anderson *et al.*, 1994) (Fig.2).

A finales de 1991 se realizó un muestreo en tres Regiones (I, II, IV) de Nicaragua, en donde se colectaron muestras de tejido con los síntomas típicos de la enfermedad mosaico dorado en plantaciones de frijol blanco (Región II) y frijol común (Región I y IV) (Rojas, 1992). Una parte de las muestras recolectadas fueron enviadas para su análisis al laboratorio de Dr. D.P. Maxwell en la Universidad de Wisconsin-Madison, EE.UU. Utilizando la técnica de PCR (reacción en cadena de la polimerasa) el viurs fue identificado como BGMV-II (D. Maxwell comunicación personal, 1992).



Fig 2. Regiones de Nicaragua con problemas de BGMV

Control

Medidas de control que se han tomado

A través del Proyecto de Frijol de Centroamérica (PROFRIJOL), el Programa Nacional de Frijol de Nicaragua está participando en el desarrollo de variedades tolerantes al BGMV. De los materiales tolerantes, hasta la fecha, se ha liberado solamente el DOR 364 para la región IV (Costa del Pacífico Sur) y Santa Lucía, Matagalpa.

Referente al manejo de *Bemisia tabaci*, los productores han observado que los insecticidas tradicionalmente recomendados, ya no controlan la mosca blanca. Según los productores, 'Talstar' y 'Herald' son los insecticidas que actualmente resultan en el mejor control de *B. tabaci* (Anderson et al., 1994).

La Mosca Blanca

Hospederos

Existen varios reportes de los hospederos de mosca blanca en Nicaragua. Bustillo (1978) definió 99 plantas hospederas de la mosca blanca en la Región II (León), de las cuales 20 eran plantas cultivadas y 79 eran plantas no-cultivadas. Dinarte, identificó 16 plantas hospederas de la mosca blanca en el Valle de Sebaco (Región VI), 3 plantas cultivadas y 13 plantas no-cultivadas (S. Dinarte, datos no-publicados, 1992). Sin embargo, estas determinaciones de las plantas hospederas se han llevado a cabo sin identificaciones taxonómicas de la mosca blanca. Desde enero hasta marzo de 1987, P. Anderson y M. Zamora (datos, no-publicados) encontraron poblaciones altas de moscas blancas en las plantas no-cultivadas en los bordes de campos de frijol bajo riego. Estas moscas blancas se encontraron en poblaciones mixtas de *Bemisia tabaci* y una especie no-identificada de *Trialeurodes* (Louise Russell, comm. pers., 1987). Haciendo un análisis conservador, basado solo en las identificaciones taxonómicas verificadas de *Bemisia tabaci* colectadas de plantas de Nicaragua, hasta la fecha se conoce como hospederos reproductivos en Nicaragua 7 plantas cultivadas y 3 plantas no-cultivadas (Cuadro 4; P. Anderson, datos no-publicados, 1991; R. Caballero, datos no-publicados, 1992).

Con respecto a las plantas cultivadas en Nicaragua, hasta la fecha solamente se reconocen el algodón y el tomate como hospederos en los cuales *Bemisia tabaci* tiene una alta capacidad de reproducción (Comisión Nacional de Mosca Blanca 1993). En frijol, la reproducción de *Bemisia tabaci* es muy baja. M. Zamora (datos no-publicados, 1988) observó que en frijol bajo riego, desde enero hasta abril, aunque hubo oviposición por *Bemisia tabaci* en los trifolios de las plantas de frijol, las moscas blancas nunca alcanzaron el estadio de pupa (4to estadio).

Medidas de control de mosca blanca

Debido a: 1) el alto nivel de resistencia de la mosca blanca a los insecticidas sintéticos, 2) el alto precio de los productos todavía efectivos, e.g. Talstar y Herald, y, 3) la promoción del uso de un mínimo de insumos por los programas de extensión como "Campesino a Campesino", los productores de frijol, sobre todo en la Región IV y V, están utilizando insecticidas botánicos y repelentes contra *Bemisia tabaci* en frijol. Específicamente, están aplicando: a) chile: 4-6 chilis maduros por bomba de 20 litros de agua; b) tabaco: 4 cigarrillos en una lata de agua, se hierve, posteriormente se toma un litro de esta solución y se prepara con 4 litros de agua; c) jabón líquido; d) aceite de cocinar: 1 litro por 4 bobadas de 20 litros de agua; y e) estiércol de vaca: 15 libras en 20 litros de agua, dejándola fermentar durante 15 días, de esa fermentación se usa 1 litro en 4 litros de agua (Anderson et al. 1994).

Referencias

- Anderson, P., Guharay, F., Chavarria, A. (Eds.) 1994. Memoria de Taller Nacional de Mosca Blanca, 16-17 julio 1992. Managua, Nicaragua, CATIE/OIRSA.
- Bustillo, C.J. 1978. Informe de las labores del programa básico de mosca blanca, 1975-1976. Posolotega, Nicaragua, Centro Experimental de Algodón. p. 7-11.
- Comision Nacional de Mosca Blanca. 1993. Las moscas blancas de Nicaragua. In Las Moscas Blancas (Homoptera:Aleyrodidae) en America Central y el Caribe. Ed. by L. Hilje; O. Arboleada. Turrialba, Costa Rica, CATIE. pp. 54-57.
- Eslaquit, C., Daxl, R., Manzanares, D., Gómez, D.D. 1983. Guía fitosanitaria del frijol común. Managua, Nicaragua, DGTA/MIDINRA.
- Gamez, R. 1971. Los virus del frijol en Centroamérica. I. Transmisión por moscas blancas (*Bemisia tabaci* Gen.) y plantas hospedantes del virus del mosaico dorado. Turrialba 21(1):22-27.
- Llano, A. 1981. Evaluación de variedades de frijol común rojo del vivero Centroamericano de adaptación. In dos años de cooperación para el mejoramiento de frijol común *Phaseolus vulgaris* L. en Nicaragua. Managua, Nicaragua, MIDINRA/SAREC. p. 17-18.
- Ministerio de Agricultura (MAG). 1992. Guía tecnológica para la producción de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.). Managua, Nicaragua, CNIGB/MAG.

- Rojas, S. A. 1992. Identification, distribution and effects on yield of viruses in common beans (*Phaseolus vulgaris* L.) in Nicaragua. MSc. Thesis. Uppsala, Sweden, Swedish University of Agricultural Sciences.
- Tapia B. H. 1987. Mejoramiento varietal del frijol en Nicaragua. Managua, Nicaragua, ISCA.
- Tapia, B. H., Camacho, H. A. 1988. Manejo integrado de la producción de frijol basado en labranza cero. Eschborn, Alemania, GTZ. 181 p.

COSTA RICA

Ing. Rodolfo Araya V.
Estación Experimental Fabio Baudrit
Universidad de Costa Rica

Importancia del Frijol en Costa Rica

Area cultivada

El área total cultivada de frijol en Costa Rica es de 69.580 hectáreas. En la última década (1980-1990) hubo en Costa Rica una fuerte variación en cuanto al aporte en producción de grano de las principales regiones.

Distribución geográfica

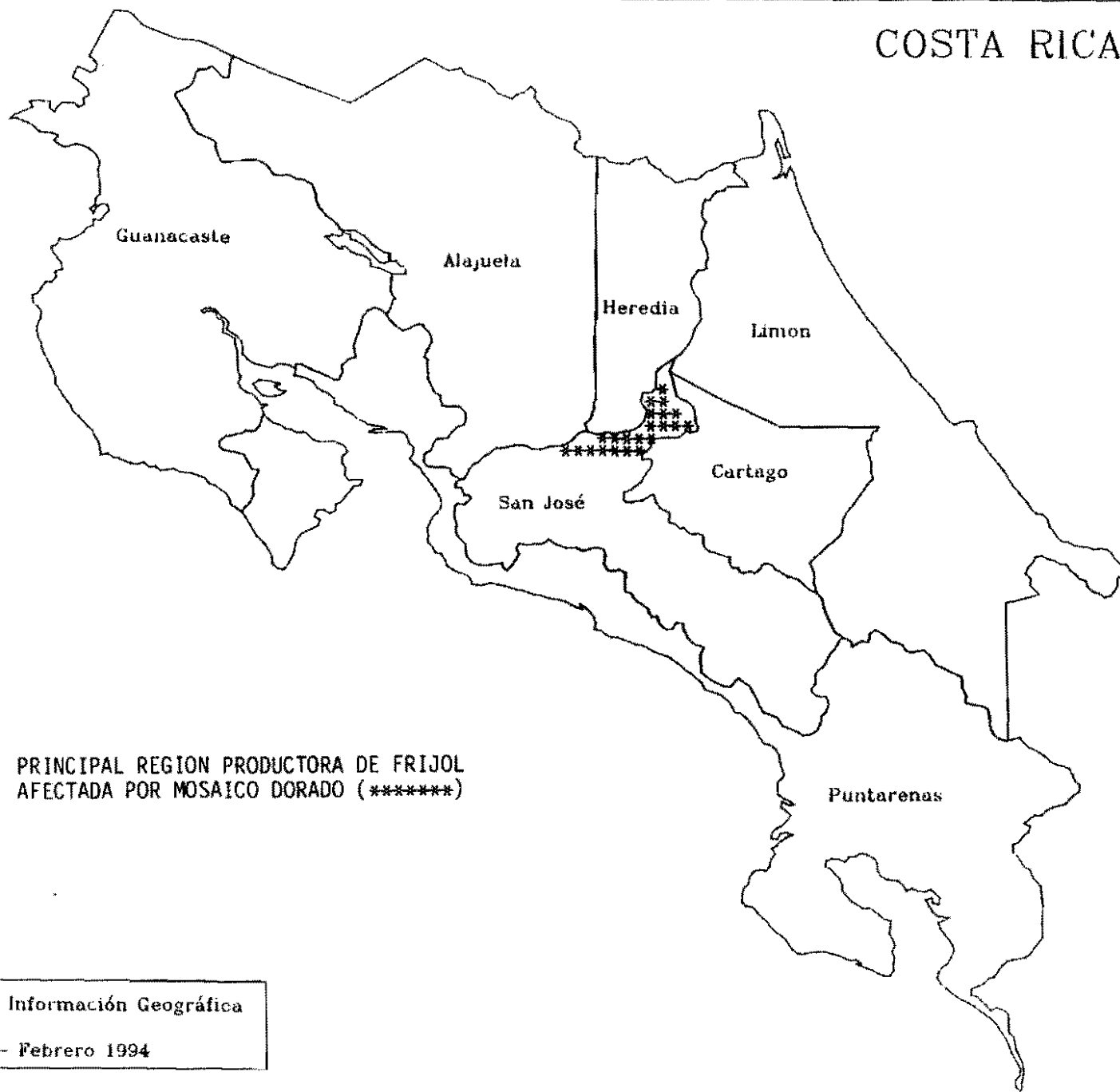
La región Brunca, ubicada en la parte sur de Costa Rica fue hasta 1985 la región que más producía frijol (45% promedio), la mayoría de esta producción (60%) se obtenía de siembras efectuadas bajo el sistema "tapado".

La región Huetar Norte pasó de producir menos del 9% durante el período 1986-1987, a 48.4% en el período 1991-1992 debido principalmente al aumento de las siembras tecnificadas. En este mismo período la Región Brunca sólo produjo el 28% de la producción nacional. Lo más importante de esta variación fue la poca diferencia en cuanto a hectáreas cultivadas en cada región: 32.5% en la Región Brunca, 37.7% en la Región Huetar Norte. La mayor producción proviene de una mayor productividad por hectarea, 738 kg/ha en la región Huetar Norte contra sólo 364 kg/ha en la Región Brunca. En el cuadro 1 se presenta el área sembrada y productividad de las regiones frijoleras de Costa Rica. Se adjunta un mapa de Costa Rica mostrando la distribución geográfica de las zonas productoras de frijol.

Cuadro No. 1. Regiones frijoleras de Costa Rica, área sembrada y productividad en el período 1991-1992.

Regiones Frijoleras	Area (ha)	Producción (t)	Rendimiento (kg/ha)
Central	5810	2591	446
Pacífico Central	4930	852	173
Chorotega	9625	4344	451
Brunca	26250	9584	365
Huetar Norte	22625	16687	738
Huetar Atlantica	340	209	615
Total País	69580	34267	492

COSTA RICA



PRINCIPAL REGION PRODUCTORA DE FRIJOL
AFECTADA POR MOSAICO DORADO (*****)

Sistemas de Información Geográfica

CIAT - Febrero 1994

Epocas de siembra, sistemas y problemas de producción

Las principales épocas de siembra en Costa Rica son:

Primer Epoca de Siembra. Región Central (Meseta Central): 1 de Mayo al 30 de Mayo. Región Brunca (Osa, San Isidro, Buenos Aires): 15 de Abril al 22 de Mayo. Región Pacífico Central (Puriscal): 15 de abril al 15 de mayo.

Segunda Epoca de Siembra. Región Central (Meseta Central): 15 de septiembre al 22 de octubre. Región Pacífico Central (Parrita, Quepos, Puriscal): 10 de octubre al 30 de octubre. Región Brunca (Perez Zeledón, Buenos Aires, San Vito, Puerto Jiménez, Ciudad Neilly y Osa): 1 de octubre al 30 de octubre. Región Chorotega (Cañas, Nicoya): 1 de septiembre al 30 de septiembre.

Tercera Epoca de Siembra. Región Chorotega (Aguas Claras, San Dimas, Santa Cecilia): 1 de diciembre al 30 de diciembre. Región Huetar Norte (San Carlos, Santa Rosa, Los Chiles, Upala): 1 de diciembre al 30 de diciembre. Región Huetar Atlántica: no se recomienda la siembra de frijol.

En la principal zona productora de frijol (Zona Huetar Norte) ubicada entre los 10° y 11° latitud norte y los 84° - 85°30' longitud oeste, los problemas bióticos están relacionados con la incidencia de patógenos: Mustia hilachosa principalmente. Esta zona solo permite una época de siembra al año debido a la elevada cantidad de lluvia anual (mm/año) y reducida época seca. Recientemente se ha observado un aumento en la incidencia de cucumovirus (grupo del virus del mosaico de pepino). En la actualidad los cultivos más importantes de esta zona son los cítricos (aproximadamente 20.000 hectáreas), seguidos de la caña de azúcar. El frijol en esta zona se tecnifica en mas del 50% y es posible observar plantaciones de hasta 125 hectáreas.

La segunda zona en producción es la Brunca ubicada entre los 9°30' y 8°24' latitud norte y entre los 84° y 83°18' longitud oeste. Esta es una zona tradicional de siembra de frijol (cerca de 70 años). En ella predomina el sistema tapado que utiliza en su mayoría semilla de variedades criollas. Esta zona tiene un período lluvioso y uno seco bien definidos. Se puede sembrar en dos épocas durante el período lluvioso mayo-agosto y septiembre-diciembre, per la principal es la época postrera. El principal problema biótico esta relacionado con la incidencia de hongos: Mustia hilachosa principalmente y en menor grado la antracnosis. Uno de los cultivos de más desarrollo en esta zona es la piña con cerca de 10.000 hectáreas, adaptada a los suelos que predominan en esta región, son los ultisoles. Otros cultivos importantes son el tabaco, maíz y arroz.

Variedades Cultivadas

En el cuadro 2 se presentan las principales variedades comerciales de frijol.

Cuadro No. 2. Variedades de frijol

Variedades o Cultivares	Sistema espeque	Ciclo días	Rend. tm/ha	Adaptación	Sistema de siembra
Grano pequeño color negro					
Talamanca	50x30 cm	70	1.6	Todo el país Zonas altas	Tapado, espeque Semi-mecanizado, mecanizado
Brunca	50x30 cm	70	1.7	Todo el país se comporta bien en Cartago	Tapado, espeque relevo, mecani- zado.
Huasteco	60x25 cm	80	1.7	Todo el país	Tapado, espeque semimecanizado
Grano pequeño color rojo					
México 80	50x30 cm	70	1.4	Meseta Central, Reg. Brunca Reg. Huetar Upala	Semi-mecanizado espeque, relevo mecanizado
Huetar	50x30 cm	70	1.5	Meseta Central Reg. Brunca Reg. Huetar Upala	Mecanizado Semi-mecanizado espeque, café, caña, yuca.
Chorogega	50x30 cm	75	1.7	Todo el país Se comporta bien Cartago	Semi-mecanizado espeque

Importancia del Mosaico Dorado

El virus del mosaico dorado (BGMV) fue descrito por primera vez en Costa Rica en la década de 1960 (Gámez, 1970), pero nunca se informó de altas incidencias y efectos negativos en la producción de frijol en este país.

La sintomatología del mosaico dorado se observa esporádicamente y en pocas plantas de cultivos comerciales de frijol ubicados en la Regiones Brunca, Central, Pacífico Central y Chorotega; principales zonas frijoleras de Costa Rica (MAG, 1983). En el último plan de trabajo del Programa Nacional de Frijol, elaborado en 19879 no se consideró el mosaico dorado como enfermedad potencialmente importante.

En la zona occidental del Valle Central de Costa Rica comienza a darse una mayor incidencia del BGMV a partir de 1987. Durante 1988 se observaron varias parcelas comerciales de la variedad Huetar, hasta con un 40% de plantas afectadas. En 1991, el 35% de lotes comerciales están afectados y en 1992 se nota la preocupación entre los agricultores por la "nueva enfermedad" y su interés en sustituir sus actuales variedades criollas o mejoradas. Esto provocó un 400% de incremento en la demanda de semilla de la variedad DOR 364, variedad que ya fue autorizada (octubre 1992) para ser distribuida comercialmente.

El Programa Nacional de Frijol, debido al constante aumento de esta enfermedad viral decide considerarla dentro del plan de mejoramiento de variedades para uso comercial, a partir de 1993.

En la Estación Experimental Fabio Baudrit Moreno, la incidencia de mosaico dorado, aunque no se da en los niveles que presenta Guatemala, El Salvador u Honduras, permitió a partir del primer semestre de 1992 eliminar materiales susceptibles a este virus. Una de estas líneas fue la MUS 116, muy promisorias por su tipo y color de grano, alta resistencia a Mustia y buen rendimiento, pero susceptible al BGMV, lo que justificó su exclusión del programa de validación en fincas.

En casi todas las zonas frijoleras de Costa Rica hay siembra de solanáceas (tomate, chile dulce, melón) o tabaco, lo que indica el gran potencial de expansión de los vectores (*B. tabaci*) de estos virus en los próximos años. La zona donde se inició el mosaico dorado está ubicada entre los 9° 50' y 10° 10' latitud norte y entre los 84° 10' y 84° 20' longitud oeste. Es una zona de época seca definida (diciembre a abril) y con una precipitación de 1600 mm de mayo a noviembre. Los principales cultivos son hortícolas: tomate, chile dulce, pepino, cebolla, habichuela, etc. Todas las variedades liberadas por el Programa de Frijol son susceptibles al virus del mosaico dorado, con grados diferentes de reacción donde las rojas Huetar y México 80 son altamente susceptibles, las variedades Negro Huasteco, Brunca y Talamanca presentan una incidencia del virus menor que las rojas, pero que serían calificadas también como susceptibles.

Control

La única medida de control que se adoptó fue distribuir, entre los agricultores de la zona de mayor incidencia de virus, la variedad DOR 364. A partir de mayor de 1993 se iniciará un proyecto de hibridación, para incorporar resistencia múltiple; mosaico dorado, antracnosis, mustia hilachosa, a las futuras variedades de frijol de uso comercial.

La Mosca Blanca

Antes de 1987, la mayor incidencia de mosca blanca se observaba durante la época seca en las siembras bajo riego. A partir de 1987 se detectó incidencia de virus en las siembras de postrema (septiembre-diciembre) y a partir de 1990 se detecta la incidencia del virus del mosaico dorado durante todo el año.

El problema sigue aumentando año con año. En 1992 se detectaron pequeñas siembras comerciales de frijol con pérdidas casi totales debidas a ese virus. Estos campos estaban sembrados con variedades criollas o con Huetar.

La incidencia de mosca blanca ha aumentado a tal nivel que muchos de los cultivos hortícolas están siendo muy afectados, y se está investigando su combate en cultivos como tomate y chile dulce.

Debido al elevado empleo de agroquímicos en las hortalizas se supone que estas altas poblaciones de mosca blanca son el producto de una mayor resistencia a estos agroquímicos y a la eliminación de enemigos naturales, pero la investigación al respecto no se ha efectuado. La unidad de biología molecular y celular de la Universidad de Costa Rica, iniciará en mayo próximo (1993) un estudio de los principales cultivos que se siembran donde se cultiva frijol en la parte occidental del Valle Central, así como de la identificación de malezas que pueden estar actuando como hospederas.

SITUACION ACTUAL DEL MOSAICO DORADO DEL FRIJOL EN EL CARIBE

REPUBLICA DOMINICANA

Revisión por **Francisco J. Morales** basada en
Informes de **Ing. Freddy Saladin**
Blol. Aridla Figueroa
Ing. Alfonsina Sánchez

Importancia del Frijol en Republica Dominicana

Area cultivada

La República Dominicana cultivaba unas 67.000 hectáreas de frijol común (conocido como 'habichuela') según datos de 1990.

Distribución geográfica

Las principales zonas de producción de frijol son: San Juan de la Maguana, la mayor productora; Valle del Cibao (Moca, La Vega) y Constanza, en orden decreciente de área sembrada.

Epocas de siembra

Las épocas de siembra en San Juan de La Maguana, la zona productora de mayor incidencia de mosaico dorado, son abril y mayo, con temperatura moderada (ca. 22 C) debido a que siembra en las laderas (900-1.200 m.s.n.m). La segunda época es septiembre-octubre, donde ocurren las siembras comerciales y las lluvias; y la tercera época es la de diciembre-enero, época seca para producción de semilla.

Variedades cultivadas

El tipo de grano preferido es el rojo moteado, conocido como 'Pompadour' ('Checa' y 'Mocana'). Otros granos rojos, como 'Constanza', negros y 'pintos' pueden también encontrarse en producción.

Principales problemas de producción

El principal problema biótico del suroeste es el mosaico dorado, seguido por la bacteriosis, el mosaico común y la roya. En áreas más frescas, como Constanza, la mancha angular y la antracnosis son también problema. Entre las limitantes abióticas, podemos mencionar la sequía y baja fertilidad. Las plagas, como la mosca blanca, son importantes.

Otros cultivos importantes en las regiones productoras de frijol

Los otros cultivos importantes son: las hortalizas, y en especial el tomate, el maíz, sorgo, arroz y caña de azúcar.

Importancia del Mosaico Dorado

Aparición de la enfermedad

El amarillamiento del frijol se observó por primera vez en 1970 (Schieber, 1970) pero se atribuyó al virus del mosaico amarillo. En 1977, Agudelo relaciona el problema con la presencia de la mosca blanca *B. tabaci*. Un año mas tarde Abreu, describe la presencia del mosaico dorado del frijol en la República Dominicana.

Areas afectadas

El mosaico dorado se presenta en casi todas las zonas productoras de frijol, pero con una alta incidencia solo en el suroeste del país (ver mapa).

Evolución de la enfermedad en el país.

El mosaico dorado continua alcanzando su mas alta incidencia en el sur-oeste del país (San Juan de La Maguana) pero demostró su potencial epidemiológico cuando se trató de ampliar el área agrícola en esa región, como ocurrió en Azua.

Incidencia por áreas y épocas

La mayor incidencia se presenta en San Juan de La Maguana durante la época de diciembre-febrero, que corresponde a la época de menor precipitación.

Malezas asociadas al problema de mosaico dorado

Malezas como el *Macroptilium*, *Rhynchosia* y *Sida* spp., han sido asociadas al problema de mosaico dorado, pero sin confirmación experimental. El *Phaseolus lunatus* es una hospedera confirmada.

Efecto de la enfermedad en las diversas variedades de frijol

Las variedades tipo 'Pompadour' son afectadas en su mayoría por el virus. Sin embargo, existen algunos genotipos 'Pompadour' que poseen grados significativos de resistencia de campo. Las variedades tipo pinto y negro son mas tolerantes.

Epoca de incidencia con relación al desarrollo del cultivo. En siembras tardías con relación a diciembre el ataque del virus es mayor.

Control

Se han implementado medidas de control químico con relativa efectividad. El mejoramiento genético por este carácter es una actividad que comienza a ser promisoría. La mejor medida de control ha sido la legislación sobre áreas y épocas de siembra.

Épocas de siembra, zoneamiento, control cultural, químico, variedades resistentes

Ver el informe sobre el tema incluido en la sección de Control al final de esta publicación.

La Mosca Blanca

Poblaciones en diversas épocas de cultivo

Las poblaciones de la mosca blanca *B. tabaci* son más altas hacia mediados de septiembre.

Hospederos

La *B. tabaci* parece criarse en leguminosas, cucurbitáceas y solanáceas, más que en malezas, en las regiones de San Juan de La Maguana y Azua.

Evolución del problema

Las poblaciones de mosca blanca han disminuido considerablemente en los últimos años como resultado de medidas legislativas y fenómenos climáticos adversos.

Referencias

- Schieber, E. 1970. Enfermedades del frijol (*Phaseolus vulgaris*) en la República Dominicana. Turrialba 20: 20-23.
- Abreu-R, A. 1978. Identificación del mosaico dorado de la habichuela (*Phaseolus vulgaris* L.) en República Dominicana. Investigación 6: 21-24.
- 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 6: 43-46.

HAITI

Emmanuel Prophete
Programa de Frijol de Haití
PRONATHAR

Importancia del Frijol en Haití

Area cultivada

El frijol es uno de los cultivos básicos más importantes en Haití. Ocupa la cuarta posición en superficie sembrada después del maíz, sorgo y arroz y la octava posición en toneladas producidas después del plátano camote, yuca, banano, maíz, sorgo, arroz y ñame. Es la principal fuente de proteínas vegetales de la población y su consumo per capita se estima a unos 19 kg por año.

Distribución geográfica

El frijol se siembra en los nuevo departamentos geográficos del país, que antes eran agrupados en cuarta regiones administrativas. La situación en 1979 era la siguiente:

Cuadro No. 1. Zonas frijoleras de Haití y su producción

Región	Superficie Has	Producción Kg	Rendimiento kg/ha
Norte	16128	11576	718
Transversal	21554	13047	605
Oeste	28460	16885	593
Sur	23536	11190	475
Total	89678	52695	588

Fuente Régions et Stratégies de Développement
Régional, 1984, DATPE, Ministère du Plan

La cifras (Cuadro 2) siguientes son más recientes pero es difícil compararlas debido a que la distribución administrativa del territorio se modificó, pasando de cuatro regiones a cuatro departamentos.

Departamento	Superficie Has	Producción Kg	Rendimiento Kg/ha
Norte	9620	5002	520
Noreste	1199	611	510
Noroeste	1030	577	560
Artibonite	2894	1505	520
Centro	8597	5760	670
Oeste	1725	1242	720
Sureste	5578	3458	620
Sur	7396	8505	1150
Grand Anse	12353	13094	1060
Total	50752	39754	703

Fuente: ADS-II 1987

Variedades cultivadas

Se siembran cuatro colores principales de frijol en el país:

- Frijol rojo moteado de tipo caribeño
- Frijol negro pequeño y mediano
- Frijol blanco
- Frijol amarillo (Pois Beurra)

Según las cifras de 1987, el frijol rojo domina en el departamento del Norte con 8722 has, 90.7% de la superficie sembrada. El frijol negro es más importante en el Sur y el Departamento de la Grand Anse con 4848 y 12189 has respectivamente. El frijol blanco es el favorito del Noroeste con 423 has. No disponemos de datos preciso para el frijol amarillo pero es popular en el Valle del Artibonite donde se incorpora en una rotación arroz-frijol-maíz,

El área sembrada se ha mantenido estable durante los últimos diez años, después de un incremento de 50.000 has, pasando de 39.000 a 89.000 has y una producción de 39.000 a 53.000 toneladas. Pero el rendimiento bajo de 1013 kg/ha a menos de 600 kg/ha. Posiblemente por eso, hemos tenido que importar frijoles: según la FAO, en 1986, Haití importó 2.000 ton de leguminosas, lo que costo US\$ 400.000.

Se estima que dos de cada tres has sembradas en Haití se encuentran en las montañas, bajo condiciones de pendientes mas o menos severas.

Epocas de siembra y problemas de producción

Zona de llanura (0-400) mts de altura.

Existe una época óptima de producción de frijol en llanura con siembra en noviembre/diciembre y cosecha en marzo. En el Departamento del Sur, los productores han tratado de tener dos siembras en llanura, en noviembre y febrero. Generalmente la siembra de febrero es fuertemente afectada por enfermedades, principalmente el mosaico común y el mosaico dorado.

La producción de frijol en la llanura se hace en ocho de los nueve departamentos geográficos con la excepción del departamento del Centro, donde existe una fuerte sequía durante este período. Se usa en este período riego o siembra con lluvia. El sistema es generalmente de mono-cultivo. Se pueden también observar algunos casos de cultivo asociado de frijol con plátano (Norte y Noroeste), camote o maíz. Los rendimientos oscilan entre 600 - 900 kg por hectárea.

El principal factor limitante en esta época es la sequía, seguido por el mosaico dorado y la fertilización inadecuada. Hay una correlación fuerte entre el período de siembra, las poblaciones de la mosca blanca y los ataques del mosaico dorado. En cuanto más tardía a la siembra, se presenta más ataque de dorado. También en esta época hay fuertes ataques de *Empoasca*, mildew y polvoso. En las zonas de fuerte lluvia hay problemas de roya, mustia hilachosa y bacteriosis (Messiaen, 1980).

Zonas de altura mediana (400-600 msnm).

Son zonas lluviosas donde las siembras se hacen dos o tres veces al año según el régimen de lluvias. Pueden presentarse siembras en febrero, marzo o abril. Otros ciclos comienzan en julio. Puede existir una última siembra en septiembre para producción de frijol tierno o verde.

Los rendimientos son generalmente bajos (menos de 500 kg/ha) aunque con buena precipitación pueden aumentar. Esta situación se debe principalmente a:

- Deficiente disponibilidad de agua.
- Humedad relativa que favorece a veces al desarrollo de enfermedades fungosas como antracnosis, roya, mancha angular, y mustia hilachosa.
- Baja fertilidad de los suelos.
- Sistemas deficientes de manejo de los cultivos: semillas de mala calidad, deficiente control de malezas, enfermedades y plagas.

Zonas de altura alta (600-1.100 msnm).

Los frijoles de esta altura tienen buenos rendimientos y una ecología favorable con lluvias abundantes. Se presentan los usuales problemas de enfermedades pero la disponibilidad de agua es generalmente suficiente. El frijol de esta altura se encuentra solo o asociado.

Principales problemas de producción

Uno de los grandes fracasos de la extensión agrícola nacional ha sido la falta de un sistema de difusión segura y eficiente de variedades mejoradas de frijol. Frente a una falta de interés del sector privado a realizar inversiones en este sector, el Ministerio de Agricultura no ha podido hasta la fecha controlar esta situación.

Al tiempo de la siembra, el campesino compra en el mercado semillas recién cosechadas en otras zonas ecológicas del país. Estas semillas representan poblaciones criollas con mezclas de colores, tamaños y formas. Las diferentes líneas que componen las mezclas tienen características distintas en términos de precocidad, sequía, etc. Esta solución le proporciona al campesino una cierta seguridad frente a condiciones de producción sumamente variables. Esto ha conducido también a una cierta plasticidad y adaptabilidad de las poblaciones criollas que se adaptan igualmente a condiciones de llanura y de montañas. Estas poblaciones son generalmente muy precoces para escapar a la sequía. Su relativo débil desarrollo vegetativo obliga al campesino a sembrar poblaciones muy altas de 400.000 a 600.000 plantas por hectárea.

Tres variedades de frijol importado, ICTA Quetzal y Tamazulapa, y DOR 364 han producido buenos resultados en Haití en los años 80. Esfuerzos para importar grandes cantidades de estos frijoles e iniciar programas de multiplicación de semillas han fracasado varias veces a raíz de problemas políticos, más recientemente en octubre de 1991.

Se ha mencionado ya el problema de la baja fertilidad de los suelos, especialmente debido a la erosión en las montañas y el bajo uso de fertilizantes. El bajo consumo de productos químicos también impiden el control de plagas y enfermedades. Un problema final es que después de haber producido algo, el campesino no recibe el mejor precio por su producto. Problemas de alta humedad en altura y la falta de estructuras de conservación adecuadas hacen que el productor venda de inmediato su cosecha cuando los precios son los más bajos. Los intermediarios con mejores fuentes de financiamiento y estructuras de conservación, se benefician de los esfuerzos del productor.

Importancia del Mosaico Dorado

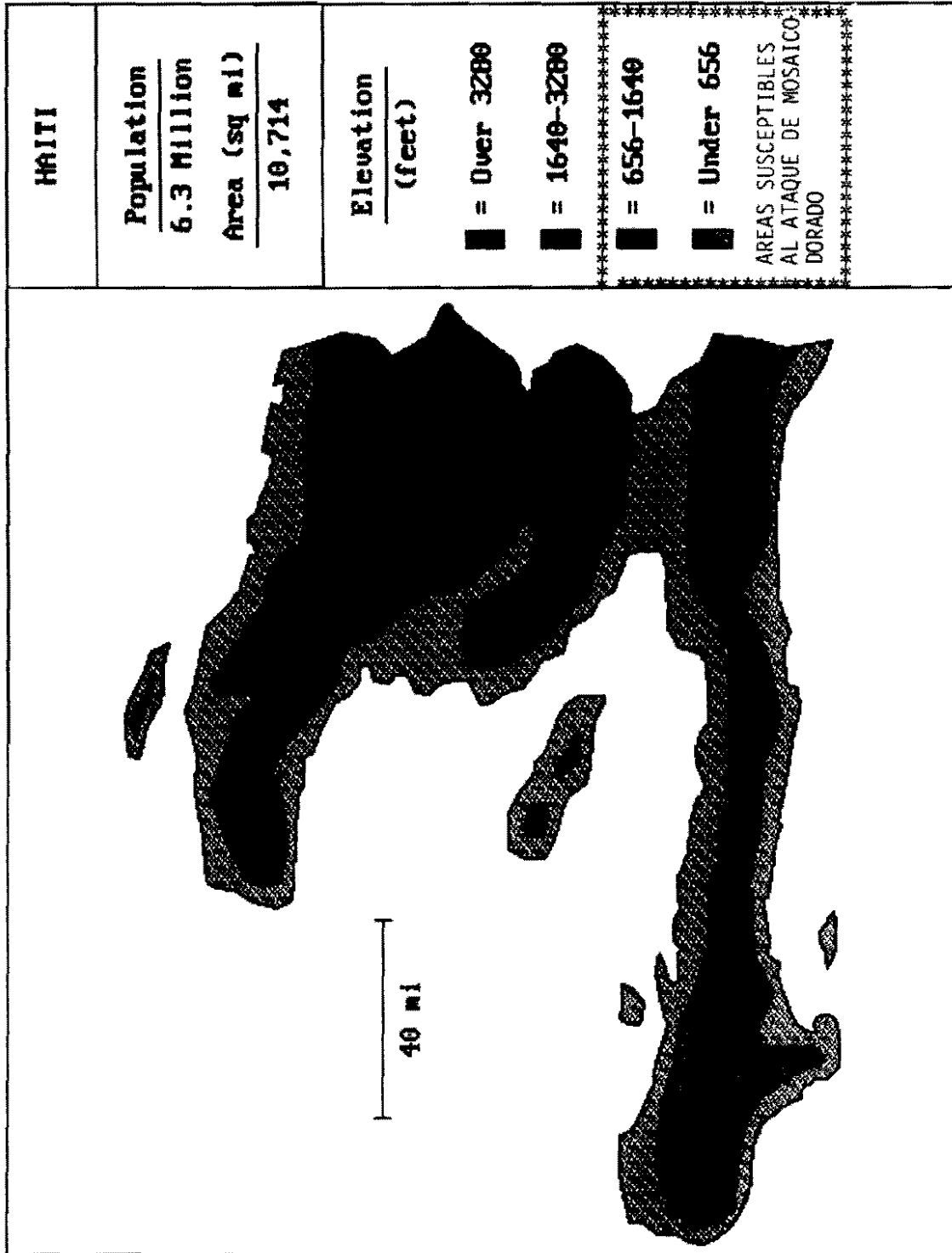
Las primeras referencias publicadas sobre el virus del mosaico dorado en Haití y su vector, *Bemisia tabaci*, fueron los trabajos de Balthazar y Turenne (Balthazar, 1978 - Turenne 1981). Turenne estudio el control químico del vector y Balthazar produjo el primer manual de extensión agrícola sobre las enfermedades causadas por virus del frijol en Haití, incluyendo al virus del mosaico dorado (Turenne, 1981 - Balthazar, 1978). Isaac en 1982 hizo su tesis sobre búsqueda de tolerancia en poblaciones locales de frijol (Isaac, 1982 - Joassaint, 1982). No fue muy exitoso este trabajo, ya que las mejores líneas, 'Salagnac 92' y 'Ti pèmèt' aún eran muy susceptibles.

Lecorps en 1983, describió el manejo de la fecha de siembra como una posible ayuda en el manejo de la enfermedad (Lecorps, 1983). Los estudios realizados antes de esta época no mencionan el mosaico dorado de frijol, pero extensionistas han reportado una enfermedad muy similar en el país desde por lo menos 1972.

Lecorps , 1983 y Previllon Beaudin, 1988 han establecido que la severidad de la enfermedad en campos de llanura en Haití es determinada por la dinámica de población del insecto vector *B. tabaci*. En la mayoría del país, después de dos semanas en el mes de noviembre, cuando se inicia la época seca, las poblaciones de la mosca blanca empiezan a crecer. Plantaciones de frijol sembradas hasta el 15 de diciembre tienen una buena probabilidad de escapar al virus. Después de esta fecha, prácticamente cada día de demora causa una baja de rendimiento. En la mejor parte de las zonas bajas del país, no sirve sembrar después del 25 de diciembre.

Algunos departamentos del país, como el Norte, el Sur, y Grand Anse, se benefician de lluvias en noviembre y diciembre, lo que permite a los campesinos intentar una segunda siembra de frijol en febrero. Generalmente los daños causados por el BGMV en esta época son severos. Fuera del período Noviembre a abril no existe producción de frijol en las llanuras de Haití.

El BGMV en Haití tiene el potencial de afectar uns 50.000 has que corresponden a la superficie sembrada en llanuras, valles, mesetas y colinas con una altura menos de 600 metros sobre el nivel del mar. Aunque se ha observado la enfermedad hasta 800 msnm, no constituye un problema serio a esas alturas.



Control

Debido al bajo nivel tecnológico de la producción del frijol en Haití, fincas pequeñas, poco uso de fertilizantes y otros insumos agrícolas, se determinó que el uso de variedades tolerantes o resistentes es la mejor solución para controlar este problema.

La variedad negra 'ICTA-Tamazulapa', introducida en los años 80, confirmó su tolerancia al mosaico dorado y su ciclo relativamente corto la hizo preferir a la 'ICTA-Quetzal'. El VINAR Haitiano de 1989, sembrado con apoyo de PROFRIJOL en 14 localidades de llanura permitió identificar 8 líneas sobresalientes en términos de tolerancia al mosaico dorado, 4 de grano negro y 4 de grano rojo. Otra vez las variedades 'ICTA-Quetzal' e 'ICTA-Tamazulapa', ocuparon buenas posiciones junto a 'Mochis 84' e 'ICTA CU 85-15'. En los granos rojos arbustivos brillantes, las líneas RAB 39, RAB 310, DOR 364 y RAB 383 sobresalieron (Cuadro 3 y 4)

Cuadro No. 3 Rendimiento promedio de los ensayos uniformes de rendimiento realizados en Haití para frijoles rojos, período 1989-1990. Análisis combinado de 3 localidades para tres repeticiones en kg/ha con 14% de humedad.

Entrada No.	Variedad	RDT Promedio kg/ha	Prueba Duncan 0.01
1	RAB 310	1714	A
4	DOR 364	1650	AB
7	RAB 383	1603	ABC
9	RAB 39	1594	ABC
5	RAB 404	1485	ABCD
6	RAB 50	1402	ABCD
10	Orguloso M5	1395	ABCD
11	Centa Izalco	1349	BCD
8	RAB 205	1325	BCD
3	RAB 204	1298	CD
2	RAB 311	1224	D
12	Esperanza 4	886	E
13	Dark Red Kidney	490	F

Cuadro No. 4. Rendimiento promedio de los ensayos uniformes de rendimiento realizados en Haití para frijoles negros, período 1989-1990. Análisis combina de 3 localidades para tres repeticiones en kg/ha con 14% de humedad.

Entrada No.	Variedad	RDT Promedio kg/ha	Prueba Duncan 0.01
4	Tamazulapa	1430	A
7	ICTA Cu 85-15	1384	AB
8	NAG 15	1312	AB
2	ICTA Quetzal	1273	ABC
10	Mochis 84	1268	ABC
3	Talamanca	1143	ABCD
1	ICTA Ostua	1097	BCDE
6	ICTA Cu 85-14	1003	CDEF
12	ICTA San Martin	981	DEF
5	ICTA Cu 85-12	896	DEF
13	ICTA Quinac Che	853	DEF
11	HT 7719	844	EF

En Diciembre 1990 se realizaron ensayos comparando ICTA Tamazulapa a algunas de las mejores variedades locales: Mersan (frijol Negro), Salagnac 86 y 90 (rojo tipo caribeño), DX 19 y DX 29. Otra vez, ICTA Tamazulapa fue el mejor (Cuadros 5 y 6):

Cuadro No.5 Ensayo en Port-de-Paix con fuerte presión de BGMV.

Variedad	RDT promedio kg/ha	Prueba Dunca 0.01
Tamazulapa	430	A
Mersan	370	AB
Manze Joute	250	BC
Decayette	200	CD
DX 19	190	DE
Local Blanco	70	E
Salagnac 90	40	E
Salagnac 86	30	

Cuadro 6 Ensayo en Petit-Goave con fuerte presión de BGMV.

Variedad	RDT promedio kg/ha	Prueba Dunca 0.01
Tamazulapa	1304	A
Mersan	1281	A
Salagnac 86	930	A
Ti Nana (local)	761	B
Decayette	659	B
Salagnac 90	580	B
Manze Joute	553	C
DX 19	209	C

El último ensayo se hizo con buena fertilización y riego. Lo interesante es que ICTA Tamazulapa sigue siendo el mejor. La población local de color negro, MERSAN, también merece más estudios.

En Julio 1991 se sembró en Les Cayes, Sur de Haití, un VIDAC 90 en condiciones de alta temperatura y presencia del virus. El propósito era seleccionar líneas del VIDAC tolerantes al calor y al BGMV.

Otras Observaciones Pertinentes

Variedades tolerantes y/o resistentes son la mejor solución para Haití en este momento

Es evidente que existen varias líneas con amplia tolerancia al BGMV y buena adaptación a la agricultura Haitiana. El problema principal es ahora la realización de pruebas de validación usando parcelas más grandes, seguido de la liberación de nuevas variedades.

Es necesario iniciar o reforzar estructuras de Producción Artesanal de Semillas en Haití.

La organización de un programa de producción de semillas artesanales (PAS) representa por el momento el sistema más apropiado para llevar estas líneas a los productores campesinos ya que la industria privada no parece ser muy interesada en un programa de semillas de frijol.

El área afectada por el mosaico dorado en Haití sigue incrementándose.

Otras necesidades de Investigación

- Identificación de plantas que sirven como hospederos del virus del mosaico dorado en altura baja cuando no existe el cultivo del frijol y establecer los mecanismos de sobrevivencia del virus en Haití.
- Identificación de algunos sitios donde la presión de la enfermedad es muy fuerte para evaluación de líneas tolerantes y resistentes.
- Seguir buscando variedades tolerantes y/o resistentes.

Referencias

- Balthazar, S. 1978. Les viroses du haricot commun en Haiti. Damien: DARNDR SENASA.
- Beaudin, P.G. 1988 . Breeding beans for resistance to the Bean Golden Mosaic Virus.
- Dardeau, W.S. 1930. La Jaunisse des Pois. Bulletin d'information; vol 1 no. 12 Déc. 1930, pp 45-46.
- Grand Pierre, C. 1976. Zones écologiques de la culture des haricots (*Phaseolus vulgaris* L.) en Haití. Revue d'Agriculture, vol. 2, no. 3 pp. 21-27.
- Herard, M.N. 1985. Effets de la température sur la croissance, le développement et la productivité du Mais (*Zea Mays*, variété la Maquina 7828) et du haricot (*Phaseolus vulgaris*, variété BGMV-51). Damien: FAMV. 54 p. Mémoire.
- Isaac, L. 1982. Essai de contrôle chimique de la mosaïque dorée du haricot. Damien FAMV. 22 p. Mémoire.
- Joassaint, F. 1982. Recherche de tolérance à la mosaïque dorée du haricot sur hit variétés indigènes. Damien: FAMV. 22. p. mémoire.
- Kaiser, W.J.D. 1976. Meladies des haricots (*Phaseolus vulgaris*) rencontrées dans les régions de Fonds Verrettes et Jacmel, Haití. Revue d'Agriculture; vol. 2 no., 2, 1976 pp 31-37.
- Lecorps, G. 1983. La mosaïque dorée du haricot nature et importance des dégâts, conditions de developpement. Damien: FAMV. 14 p. Memoire.
- Turenne, H., 1981. Ensayo de control quimico de la mosca blanca (*Bemisia tabaci*) en frijol común (*Phaseolus vulgaris*). Haití, Ministerio de Agricultura. pp L8-1-L8-9. Es. 9. Ref., IL., Paper presented PCCMCA, 27a., Santo Domingo, República Dominicana, 1981.
- Vakili, Nader. 1973. Bean (*Phaseolus vulgaris*) diseases encountered in haitian lowlands. Port au Prince: IICA, 1973, 9p.

CUBA

Dra. Nilda Blanco

Instituto de Investigaciones Fundamentales
en Agricultura Tropical "Alejandro Humboldt"

Ing. Benito Faure

Instituto de Investigaciones Hortícolas
"Liliana Dimitrova"

Estación Experimental de Granos "El Tomeguín"

Importancia del Frijol en Cuba

El frijol (*Phaseolus vulgaris* L.), ha sido cultivado tradicionalmente en Cuba, encontrándose entre los cultivos económicos más importantes. En la década del setenta, el 80% de la producción nacional estaba concentrada en la provincia de Holguín (Juceplan, 1987); en los años siguientes se realizó un esfuerzo considerable con el fin de incrementar las áreas en otras regiones del país, introduciéndose nuevas variedades con elevados rendimientos potenciales y mediante la aplicación de una agrotecnia más adecuada. Con estas medidas, en 1980 se duplicó la producción de frijol en comparación con 1979, sembrándose más de 6.000 ha, correspondiendo a las provincias occidentales el 60% de esta producción (CEE, 1981), manteniéndose relativamente estable hasta 1988. En el período 1989-92 se produjo una reducción notable de las áreas como consecuencia de la incidencia del mosaico dorado. En la actualidad se está desarrollando un plan de recuperación del cultivo que se pretende supere la 10,000 ha para el próximo año.

Area cultivada y distribución geográfica.

En las provincias occidentales (Pinar del Río y Matanzas) se encuentran las mayores áreas, pertenecientes a empresas estatales, que en el período 1986-90 alcanzaron un promedio de 6,000 ha anuales. En las provincias orientales las áreas más extensas (3,000 ha aproximadamente) se encuentran en la localidad de Velasco, al norte de Holguín.

Tienen importancia local las áreas sembradas en La Habana, Ciego de Avila, Villa Clara, Las Tunas, Guantánamo y Granma (Fig. 1).

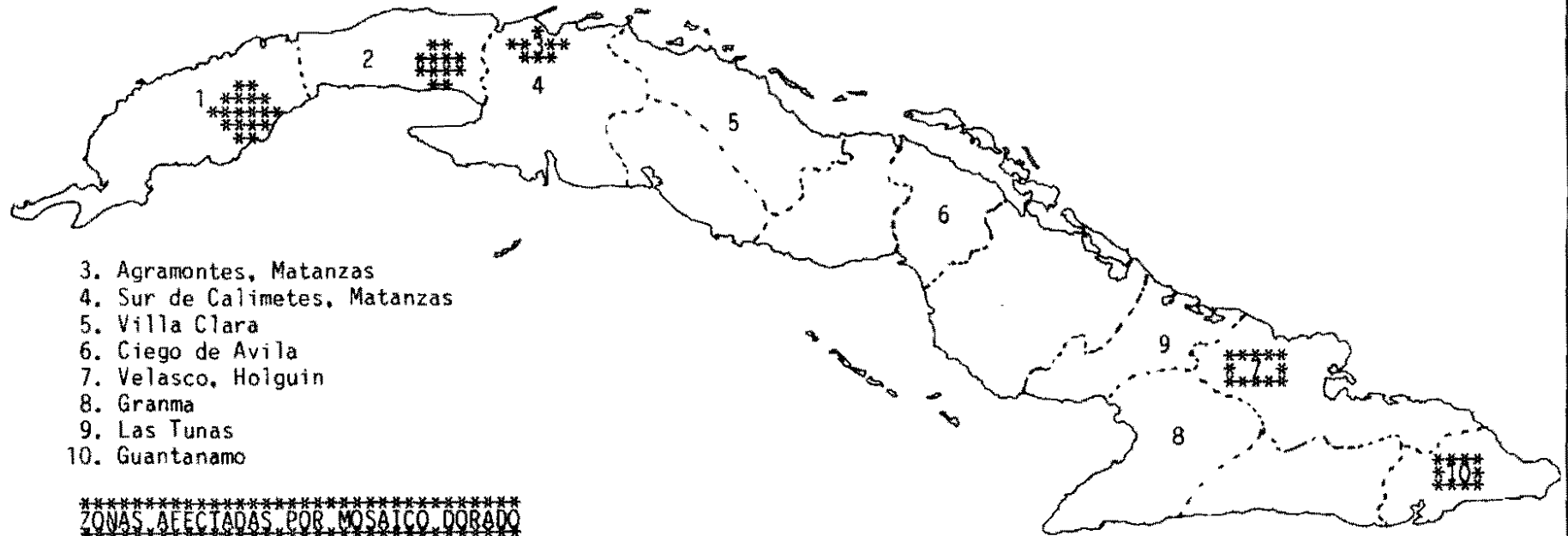
Épocas de siembra

El frijol se cultiva en dos épocas, la denominada 'temprana' (septiembre-diciembre) y la 'tardía' (enero-abril). Se considera época óptima de siembra, noviembre en el occidente y septiembre en la zona oriental, donde el cultivo es fundamentalmente de secano y se aprovechan las tradicionales lluvias de octubre.

CUBA

ZONAS DE CULTIVO DE FRIJOL EN CUBA

1. Los Palacios, Pinar del Rio
2. Guira de Melena, La Habana



3. Agramontes, Matanzas
4. Sur de Calimetes, Matanzas
5. Villa Clara
6. Ciego de Avila
7. Velasco, Holguin
8. Granma
9. Las Tunas
10. Guantanamo

ZONAS AFECTADAS POR MOSAICO DORADO

Aunque Cuba es una isla de tamaño relativamente pequeño presenta condiciones climáticas variables. En la zona occidental, como consecuencia de las masas de aire frío que desciende del norte, las temperaturas son más bien bajas, encontrándose la media en los meses de octubre a marzo entre 18°C y 22°C. Estos frentes fríos vienen precedidos generalmente de lluvias. En su avance hacia las provincias centrales estas masas de aire frío se van disipando, no llegando a producir cambios notables en el clima de las provincias orientales, donde se mantiene las bajas precipitaciones y altas temperaturas.

Variedades cultivadas

Tipos de grano y otras características varietales. Las variedades más comúnmente utilizadas son las de grano negro opaco, de tamaño pequeño, con un 70% del área cultivada y las variedades más extendidas son: cc-25-9, BAT304, y Tozumal (BAT58) y le sigue en orden Bolita 42, Guira 89, Holguin 518 (BAT 518), ICA Pijao y BAT 82.

Las variedades de grano de color rojo se siembran en un 20% del área, agrupándose en variedades de grano de tamaño pequeño cc-25-9-R y Hatuey 24 (BAT24) y de grano de tamaño grande, Velasco largo, Guama 23 (ICAL 23), M-112 y Rosas. Las variedades de grano de color blanco se siembran en un 10% del área que se cultiva con los genotipos Bonita II y Chevere (BAT 482) y Engañador (BAT93) y con buenos resultados en los ensayos de rendimiento las variedades ICTA Ostua, DOR 390, DOR 445 y DOR 446 de semillas de color negro pequeño y DOR 364, DOR 482 y DOR 483 de semillas de color rojo pequeño.

Principales problemas de producción

Los problemas bióticos más importantes se enumeran en el cuadro No. 1 donde se evidencia que los problemas más generalizados son *Empoasca* sp. y *Xanthomonas campestris* pv. *phaseoli*, seguido por la roya, en las siembras tardías. El mosaico dorado, es importante fundamentalmente para el oriente y centro del país, la antracnosis en las provincias occidentales, y el complejo de hongos del suelo con importancia local.

Entre los problemas abióticos, el más importante es el clima, básicamente temperaturas altas y bajas precipitaciones, aspecto este que adquiere carácter de limitante en algunas zonas de las provincias orientales.

Otros cultivos importantes en las regiones productoras de frijol

Por lo general se siembran hortalizas, tabaco y papa en los meses de enero a abril. También existen cultivos de cucurbitáceas y soya en las regiones de Pinar, Habana y Matanzas.

Cuadro No. 1 Enfermedades y plagas mas importantes del frijol

	Roya	Antracnosis	Hongos suelo	Bacteriosis común	BCMV	BGMV	Mosca Blanca	Empoasca	Crisomelidos
Los Palacios (Pinar del Rio)	+ (1)	+	+	+		+ (4)	+ (4)	+	+
Güira de Melena (La Habana)	+ (1)	+		+	+ (3)	+	+	+	+
Agramontes (Matanzas)	+ (1)	+		+		+	+	+	+
Sur de Calimete (Matanzas)	+ (1)	+	+	+				+	+
Villa Clara	+ (1)	+		+		+	+	+	+
Ciego de Avila	+ (2)			+		+	+	+	+
Las Tunas	+ (2)			+	+ (3)	+	+	+	+
Velasco (Holguín)	+ (2)		+	+	+ (3)	+	+	+	+
Granma	+ (2)			+	+ (3)	+	+	+	+
Guantánamo	+ (2)			+	+ (3)	+	+	+	+

Observaciones: (1) A partir de enero; (2) A partir de diciembre; (3) Variedades de grano rojo; (4) Solo en areas de pequeño agricultores

Importancia del Mosaico Dorado

El mosaico dorado comenzó a manifestarse como una enfermedad importante del frijol en los primeros años de la década del setenta, en la zona de Velasco, Holguín, donde los campesinos la describían como 'amachamiento', por la característica que observan de que las plantas afectadas no producían vainas. Ya en esa época se observaron allí campos con más del 90% de las plantas afectadas por esta virosis. En el resto del país solo se observan plantas enfermas aisladas. El mosaico dorado se mantuvo como una enfermedad de importancia local hasta finales de los años ochenta, cuando se incrementaron las poblaciones de *Bemisia tabaci*. Como consecuencia, el mosaico dorado alcanzó una incidencia nunca antes observada.

Regiones afectadas

En las provincias orientales las mayores incidencias de mosaico dorado se presentan en las siembras de noviembre, mientras que en las provincias occidentales esto ocurre en las siembras de septiembre y octubre.

Es importante destacar que ambas zonas difieren, entre otros aspectos, en que los campos de la zona occidental están unidos en grandes extensiones, mientras que en las provincias orientales, fundamentalmente Holguín, el área cultivada corresponde a la sumatoria de infinidad de pequeñas fincas privadas. En las restantes provincias también se siembra frijol, pero la importancia de estas áreas es local y las extensiones cultivadas son muy variables.

Evolución de la enfermedad en el país

En todas las zonas donde se cultiva el frijol se encuentra presente el mosaico dorado correspondiendo a la zona oriental los porcentajes de incidencia más altos. En la provincia de Holguín, se reportaron entre 1979-82 valores de incidencia entre 0.3% y 41.3% para los cooperativizados y agricultores privados, respectivamente. En ese mismo período, en las provincias de Pinar del Río y Matanzas, en el occidente del país, las incidencias fueron de 0% y 0.8% en áreas de más de 3,000 ha pertenecientes al sector estatal (Blanco *et al.*, 1984). En los años posteriores se mantuvo esta tendencia hasta el período 1986-90, cuando con motivo de las altas poblaciones de la mosca blanca (*B. tabaci* Genn.) se incrementó de forma extraordinaria el virus del mosaico dorado.

Se reportó en 1989 la pérdida total del rendimiento en diferentes variedades que fueron sembradas en la localidad de Velasco, Holguín. En las campañas 1989-90 y 1990-91 los porcentajes de infección alcanzaron el 100%, siendo necesario destruir más de 1.000 ha con la consiguiente pérdida de ambas cosechas. En ese mismo período se observó un incremento de la enfermedad en las provincias centrales, mientras las occidentales mantuvieron niveles de infección más bajos. Situación semejante se presentó en la campaña 1991-92.

Epocas de mayor incidencia

Las áreas de mayor incidencia se encuentran en Velasco (Holguín), Las Tunas, Guantánamo y en Gūira de Melena (La Habana). A excepción de la última, que presenta sus mayores niveles de incidencia en abril-mayo, los restantes presentan su mayor incidencia en los meses de noviembre-diciembre. Las provincias de Pinar del Río y Matanzas presentan los mayores niveles de mosaico dorado en las siembras de octubre, aunque en estas provincias por lo general se siembra en la fecha óptima (1ra. quincena de noviembre).

En Gūira de Melena, que cuenta con un microclima excepcionalmente adecuado para el desarrollo de *B. tabaci* y por consiguiente del mosaico dorado, se encuentran localizadas la Estación de Granos "El Tomeguin" y la Estación "Vavilov" del INIFAT. En Holguín se encuentra la Estación de Granos de Velasco. Estas Estaciones reúnen las características básicas fundamentales para realizar las investigaciones con mosaico dorado.

Malezas asociadas al problema

No se ha encontrado hasta el presente una relación estrecha entre las malezas y la enfermedad por lo que se orienta en general su eliminación, tanto para las que son reservorio de *B. tabaci* como para las que pudieran serlo del virus.

Efecto de la enfermedad en las variedades de frijol cultivadas

Hasta el presente las variedades que se cultivan extensamente no dan solución al problema y los nuevos cultivares que se consideran tolerantes, no tienen un nivel de introducción que repercuta económicamente en el cultivo.

Epoca de incidencia con relación al desarrollo del cultivo

En relación con el desarrollo del cultivo, el ataque es temprano, siendo las variedades de grano blanco y rojo las más afectadas.

Control

Con vistas a reducir las poblaciones de mosca blanca en el frijol y consecuentemente el mosaico dorado, se han orientado una serie de medidas que son:

- Mantener los campos libres de malezas dentro y fuera del mismo, incluyendo las calles y guardarrayas.
- Evitar las siembras escalonadas y colindantes.
- Sembrar en la fecha óptima recomendada para cada zona de cultivo.

- Realizar la primera aplicación con un insecticida sistémico de forma programada, entre los siete y diez días después de la siembra, en hojas sencillas, momento de mayor afluencia de la mosca blanca al cultivo y de mayor susceptibilidad de la planta.
- Las aplicaciones siguientes se darán por señal, cuando la población sea de 0.5 moscas/planta, según la metodología de señalización establecida.

Estas medidas han sido exitosas en las provincias occidentales (P. del Río y Matanzas).

En las centrales y orientales donde las fincas son pequeñas y numerosas no se han podido establecer de conjunto.

La Mosca Blanca

Poblaciones en diversas épocas de cultivo

En general, las mayores poblaciones de *B. tabaci* se presentan entre abril y octubre, meses de temperaturas más altas, sin embargo en las provincias orientales, que prácticamente no tienen época invernal, se pueden observar todo el año y solamente se reducen a finales de septiembre y octubre por la ocurrencia de altas precipitaciones. Las provincias occidentales, favorecidas con la entrada de masas de aire frío procedentes del norte, presentan poblaciones muy bajas de mosca blanca.

Además, se ha observado que *B. tabaci* tiene una marcada preferencia por las hojas primarias o cotiledonares (Blanco y Bencomo, 1979), aspecto éste que trae como consecuencia que su función como vector sea altamente eficiente, no solo por la cantidad de plantas que puede inocular sino por el estadio del desarrollo de la planta en que lo hace.

Hospederos

Siendo *B. tabaci* un insecto polífago, es un tanto difícil establecer donde se cría. Sin embargo, en Cuba, los cultivos de tomate y pepino pueden ser hospedantes alternativos de importancia así como las malváceas.

Evolución del problema

El problema de las altas poblaciones de *B. tabaci* que permaneció constante durante varios años (1989-91) a nuestro criterio, tiende a disminuir. En la última campaña (1992-93) se ha observado una reducción notable de las mismas.

Medidas de control de mosca blanca

Las medidas enumeradas anteriormente en el acápite; de "Control" incluyendo además un cuidado especial a la rotación de cultivos.

Aplicar la señalización a fin de reducir las aplicaciones químicas y utilización de biopreparados, fundamentalmente a base de *Verticillium leccanii*, a fin de proteger los enemigos naturales. Aplicar siempre que sea posible el riego por aspersión, ya que actúa como un regulador igual que las lluvias intensas.

Referencias

- Blanco, N. e I. Bencomo (1978): Afluencia de la mosca blanca (*Bemisia tabaci*) vector del virus del mosaico dorado en plantaciones de frijol. *Ciencias de la Agricultura* 2:39-46.
- Blanco, N., N. Lastres e I. Bencomo (1984): Incidencia de las enfermedades virosas del frijol en Cuba. *Ciencias de la Agric.* 19:21-32.
- CEE (Comité Estatal de Estadística) (1981): Anuario Estadístico de Cuba, La Habana, 342 pp.
- JUCEPLAN (Junta Central de Planificación) (1975): Anuario Estadístico de Cuba, La Habana, 493 pp.

SITUACION DEL MOSAICO DORADO DEL FRIJOL EN LA AMERICA DEL SUR

BRASIL

Copilado por
Dr. Francisco J. Morales
Unidad de Virología - CIAT

Importancia del Frijol en el Brasil

Area cultivada

Brasil es el primer productor mundial de frijol común, cultivo que ocupa un área aproximada de cinco millones de hectáreas en este país.

Distribución geográfica

El frijol es producido en todos los Estados del Brasil, pero los 10 principales Estados productores de frijol son: Paraná, São Paulo, Minas Gerais, Santa Catarina, Rio Grande do Sul, Pernambuco, Bahía, Espirito Santo y Goiás, con un 90% de la producción nacional.

Epocas de siembra

Existen dos épocas principales de siembra: la llamada 'de las aguas' durante el invierno y la primavera (meses de agosto y noviembre), y la 'seca' de enero a mayo. Estas fechas pueden cambiar según la región, y puede existir también una siembra de 'invierno', con irrigación, de mayo a agosto.

Variedades cultivadas

Existen unas 36 variedades locales y 50 mejoradas en Brasil. 'Carioca' es el tipo más cultivado, seguido por 'Rio Tibagi' y 'Carioca 80'. En tipos de grano, el negro, carioca y mulatinho predominan, seguidos por los 'roxos' y 'rosinha'.

Principales problemas de producción

La producción de frijol común en Brasil es afectada por la mayoría de los problemas bióticos y abióticos del cultivo, según la región y la época. El mosaico dorado es actualmente la limitante más importante de producción.

Otros cultivos importantes en las regiones productoras de frijol

Dado el tamaño del Brasil, la diversidad de cultivos en los diversos Estados productores de frijol es apreciable. Sin embargo, el cultivo más dinámico ha sido la soya. Brasil es uno de los mayores productores de soya del mundo.

Importancia del Mosaico Dorado

Aparición de la enfermedad

El mosaico dorado del frijol fue descrito por primera vez en 1965, por el Dr. A.S. Costa.

Áreas afectadas

La enfermedad se presenta ya en todos los Estados productores de frijol del Brasil. En el mapa adjunto se pueden apreciar las principales regiones productoras afectadas.

Evolución de la enfermedad en el país

El mosaico dorado viene avanzando desde la década de los 60 de los Estados de São Paulo y Paraná hacia el norte y hacia el sur. El avance del virus hacia el norte ha sido más acelerado debido a las condiciones favorables que encuentra el vector a medida que se acerca a la línea ecuatorial. A diferencia, el avance de la enfermedad hacia el sur ha sido limitado por las bajas temperaturas que reducen las poblaciones de mosca blanca.

Incidencia por áreas y épocas

El mosaico dorado es más prevalente en la época de 'seca' (enero-a marzo) cuando las temperaturas son altas y las precipitaciones escasas.

Malezas asociadas al problema de mosaico dorado

Varias malezas han sido asociadas al mosaico dorado del frijol en Brasil. Entre las leguminosas tenemos la *Canavalia ensiformis*, *Cyamopsis tetragonolobus*, *Desmodium acuneatum*, *Galactia striata*, *Glycine hispida*, *Macroptilium erythroloma*, *Phaseolus spp.* y *Teramnus uncinatus*. Otras malezas incluyen *Malva parviflora* y *Nicandra physaloides*.

Efecto de la enfermedad en las variedades de frijol cultivadas

Como en otros países, las variedades de grano negro han sido las más tolerantes, mientras que los otros colores de grano están asociados a pérdidas de rendimiento significativas por causa del virus.

Epoca de incidencia con relación al desarrollo del cultivo.

Dependiendo de la época de siembra y condiciones climáticas, el ataque puede ser temprano o tardío. En la mayoría de las regiones, el problema se presenta desde el inicio del cultivo.

Control

Medidas de control que se han tomado

En Brasil, se han adoptado varias medidas tales como la protección química, la resistencia genética, prácticas culturales, zoneamiento, épocas de siembra y control biológico.

Epocas de siembra, zoneamiento, control cultural, químico, variedades resistentes

La época de siembra más crítica es la de 'seca' o de baja precipitación, en la cual no se siembra frijol en las áreas más afectadas por el mosaico dorado. El zoneamiento fue iniciado con éxito en el Estado de São Paulo e implementado posteriormente en Paraná. En cuando al control químico, fuera de los pesticidas comerciales, se han utilizado diversos productos naturales como 'viricidas' con resultados aun por confirmar. Las primeras variedades tolerantes al virus fueron lanzadas a partir de selecciones individuales realizadas en poblaciones susceptibles (Aeté 1/37, 1/38, 1/40,; Rosihna G2/69 y Preto 143/106). Posteriormente se creó un mutante por radiación TMD-1 de baja productividad. También se introdujeron genotipos Centroamericanos, como 'Porrillo Sintético' como fuentes de resistencia, los cuales han sido utilizados para generar líneas con buenos niveles de tolerancia al virus. Un ejemplo de estas líneas tolerantes es la IAPAR 57, tipo carioca, lanzada recientemente en Paraná.

La Mosca Blanca

Poblaciones en diversas épocas de cultivo

Las poblaciones más altas de *B. tabaci* ocurren durante la época de sequía (enero-marzo). Sin embargo, este insecto vector mantiene poblaciones apreciables en otras épocas también.

Hospederos

La alta incidencia de mosca blanca en Brasil está íntimamente relacionada a la expansión del cultivo de la soya en las áreas productoras de frijol.

Evolución del problema

La incidencia y distribución del mosaico dorado continua en aumento debido a la expansión de la soya en Brasil, a partir de la década del 70.

Medidas de control de mosca blanca

Se han implementado practicas de control químico y recientemente, existen varios proyectos de control biológico.

Referencias

- Alexandre, M.A.V., Noronha, A.B., y Vicente, M. 1987. Ação de inibidores naturais sobre duas viroses do feijoeiro: mosaico dourado e mosaico do fumo 'strain' adaptado às leguminosas. *Fitopatol. Bras.* 12:202-205.
- Bianchini, A., Hohmann, C.L. y Alberini, J.L. 1981. Distribuição geográfica e orientações técnicas para prevenção do mosaico dourado do feijoeiro no Estado Parana. IAPAR. Informe da Pesquisa No. 42.
- Costa, A.S. 1965. Three whitefly-transmitted virus diseases of beans in São Paulo, Brazil. *FAO Plant Prot. Bull.* 13: 1-12.
- Costa, A.S. Costa, C.L. y Sauer, H.F. 1973. Surto de mosca-branca em culturas do Paraná e São Paulo. *An. Soc. Entomol. Bras.* 2: 20-30.
- Costa, A.S. 1975. Increase in the populational density of *Bemisia tabaci*, a threat of widespread virus infection of legume crops in Brazil. In: Bird, J. y Maramorosch, K., eds. 'Tropical Disease of Legumes'. N.Y. Academic Press. p. 27-49.
- Costa, A.S. 1976. Comparação de machos e fêmeas de *Bemisia tabaci* na transmissão do mosaico dourado do feijoeiro. *Fitopatol. Bras.* 1: 99-101.
- Chagas, C.M., Barradas, M.M., y Vicente, M. 1981. Espécies hospedeiras do virus do mosaico dourado do feijoeiro (VMDF). *Arq. Inst. Biol. São Paulo* 48: 123-127.
- D'Artagnan, L., Alves, J.C., Ronzelli, P., y Costa, A.S. 1984. Avaliação de perdas causadas pelo mosaico dourado do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris*) em condições de campo. *Fitopatol. Bras.* 213-219.
- De Fazio, G. 1985. O mosaico dourado no Brasil. *Fitopatol. Bras.* 10: 41-48.

- Farias, J.C., y Zimmerman, M.J. 1988. Controle do mosaico dourado do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris*) pela resistencia varietal e inseticidas. Fitopatol. Bras. 13: 173-176.
- Figueira, A.R., Batista, E.A., y Costa, A.S. 1980. A não transmissibilidade mecânica do virus do mosaico dourado do feijoeiro de várias regiões do Estado de São Paulo e Paraná. Em: Congresso Paulista de Fitopatologia, 3, Jaboticabal. Resumo: p. 54.
- Issa, E., y Watanabe, K. 1982. Influência da intensidade de sintomas induzidos pelo mosaico dorado na productividade de cultivares de feijoeiro. Biológico, São Paulo, 48: 273-279.
- Menten, J.O. y Roston, A.J. 1980. Mosaico dourado e a necessidade la regionalização da cultura do feijoeiro no Estado de São Paulo. Rev. da Agricultura LV: 283-300.
- Mente, J.O., Tulmann Neto, A., y Ando, A. 1980. Avaliação de danos causados pelo virus do mosaico dourado do feijoeiro. Turrialba 30: 173-176.
- Pompeu, A.S., y Kranz, W.M. 1977. Linhagens de feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) resistentes ao virus do mosaico dourado. Summa Phytopathologica 3: 162-163.
- Westphalen, S.L., Nunes, J.C., Y Bergamaschi, H. 1980. Ocorrencia de mosaico dourado do feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) no Rio Grande do Su. Agron. Sulriordense 16: 155-160.
- Yuki, V.A., Costa, A.S., E.A., y De Nardo, E.A.B. 1989. Redução da incidencia precoce do mosaico dourado do feijoeiro através do controle da mosca branca vetora por meio de inseticidas. Summa Phytopathologica 15: 139-144.

ARGENTINA

Dr. Marcelo Salgado
Instituto Nacional de Tecnología
Agropecuaria (INTA)
Salta, Argentina

Importancia del Frijol en Argentina

Area cultivada

El área cultivada de frijol en Argentina está concentrada en la región Noroeste que abarca las provincias de Salta, Jujuy y Tucumán con una superficie promedio de cultivo en los últimos cinco años de 160.000 has. El rendimiento promedio aproximado es de 1.000 kg/ha y el 90% de la producción es destinado a la exportación.

Distribución geográfica

Geograficamente, el área de producción de frijol está ubicada al oeste de la isohieta de 600 mm anuales que separa la región semiárida chaqueña de la denominada 'umbral del chaco'. Esta última franja se extiende desde Bolivia hasta el sur de la provincia de Tucumán con un aumento en precipitaciones por su proximidad con las sierras subandinas (A. Bianchi, comunicación personal).

Epocas de siembra

Básicamente y en función de las épocas de siembra, la región de producción de frijol se puede agrupar en tres áreas de producción (ver mapa).

Area tradicional de producción. (Sur de las provincias de Salta y norte de Tucumán, definida como I en el mapa), con fecha de siembra en la segunda quincena de enero y temperaturas promedio y precipitaciones totales durante el ciclo de cultivo de 22.3 C y 467 mm, respectivamente (Prosina-INTA). Problemas de erosión, fertilidad de suelo y enfermedades principalmente mosaico común (BCMV), bacteriosis común (*Xantomonas campentris* pv. *phaseoli*), mancha angular (*Phaeoisariopsis griseola*) antracnosis (*Collectotrichum lindemuthianum*) y roya (*Uromyces appendiculatus* var. *appendiculatus*) limitaron la producción de frijol en esta área desplazando la zona núcleo de producción a fines de la década del 70 hacia el este de las provincias de Salta y Tucumán.

Area este de producción. (Este de las provincias de Salta y Tucumán, definida como II en el mapa) la fecha de siembra es la segunda quincena de febrero con temperaturas promedio y precipitaciones totales durante el ciclo de cultivo de 21.6 C y 400 mm, respectivamente (Prosina-INTA). Problemas de mosca blanca (*Bemisia tabaci*), empoasca

(*Empoasca kraemeri*) y enfermedades como bacteriosis común, mustia hilachosa (*Thanatephorus cucumeris*) y principalmente una alta incidencia de mosaico enano (BDMV) y mosaico dorado (BGMV) forzaron nuevamente un desplazamiento del área de producción a mediados de la década de los 80 hacia la zona norte de la provincia de Salta.

Area Norte de producción. (Norte de la provincia de Salta, definida como III en el mapa) la fecha de siembra es en la primera quincena de marzo con temperaturas promedios y precipitaciones totales durante el ciclo de cultivo de 19.07 C y 400 mm, respectivamente (Prosima-INTA). En esta área la mayor limitante económica son las heladas tempranas y enfermedades como moho blanco (*Sclerotinia sclerotiorum*) y bacteriosis común. Sin embargo en siembras más tempranas se observa usualmente en esta área una alta incidencia de mosaico enano y dorado.

Variedades cultivadas

Entre los cultivares liberados en Argentina con resistencia tolerancia a BDMV y BGMV se puede citar en tipo de grano negro: BAT 304¹, DOR 41¹, DOR 157¹, XAN 112² y NAG 12²; grano colorado: PVA 1111¹, TUC 180¹ y grano blanco: ABA 2² y Canela². Sin embargo, el cultivar Alubia-INTA de grano blanco grande que aún abarca el 65% del total del área cultivada es altamente susceptible a esta virosis. A excepción del cultivar XAN 112, todas las variedades poseen un grado variable de susceptibilidad a *X.c. pv phaseoli*. En el programa de mejoramiento de INTA se ha identificado recientemente frijol negro con alta tolerancia/resistencia a BDMV y BGMV en el germoplasma ICTA 81-64, ICTA OSTUA, NAG 249, EMP 217 y MOCHE 83 (Programa Legumbres Secas de INTA).

Importancia de las virosis transmitidas por mosca blanca

La ocurrencia de BDMV en el norte de Argentina fue descrita por F. Morales en 1981 donde se observaron pérdidas del 100% en 40.000 has del cultivar Alubia sembradas en el área Este de producción. Esta alta incidencia de mosaico enano fue coincidente con la incorporación del cultivo de soja en la región y un consecuente incremento de poblaciones virulíferas de mosca blanca. El desarrollo de germoplasma de frijol resistente en los programas nacionales, principalmente introducciones de CIAT, fue en los últimos 10 años altamente exitoso logrando incorporar en la mayoría de los tipos comerciales un alto grado de resistencia e inclusive inmunidad al BDMV.

El mosaico dorado fue descrito en esta región por F. Morales en 1984 en cultivos de frijol en el área Este de producción. A diferencia de lo que ocurrió con BDMV, el desarrollo de germoplasma se basa más en niveles de tolerancia a BGMV ya que en el material evaluado no se ha observado una correlación entre severidad de síntomas y rendimiento (O. Vizgarra, com. personal). En general, se observa a campo síntomas posiblemente relacionados con infecciones mixtas de ambos virus, donde la expresión de síntoma de enanismo en estado de plántulas precede al síntoma de mosaico dorado.

ARGENTINA

AREAS DE PRODUCCION DE FRIJOL (----) Y REGIONES AFECTADAS POR EL VIRUS DEL MOSAICO DORADO DEL FRIJOL (****) EN EL N.O. ARGENTINO.



Evolución del problema

La evolución de la problemática de virus transmitidos por mosca blanca se amplifica con el reemplazo casi total del área este de producción con más de 50.000 ha cultivadas de frijol a principios de la década del 80, por el cultivo de soja en los 90. Con la difusión importante del cultivo de soja en el área norte de producción en el año 1993 surge la posibilidad de una evolución similar del mosaico dorado en esta área de producción (Programas Legumbres secas de INTA). En el mapa adjunto se puede apreciar las regiones productoras afectadas por mosaico dorado.

Control

El uso de prácticas de control de ambas enfermedades virales como complemento de resistencia genética se basa principalmente en fechas de siembra tardías para escape de una alta presión de poblaciones virulíferas de mosca blanca (usualmente coinciden con el período de maduración de la soja) y control químico del vector. Esta última práctica consiste básicamente en el uso de Aldicarb granulado al momento de la siembra en dosis de 500-800 g i.a.ha⁻¹, y aplicaciones complementarias al follaje, bordes del cultivo y montes periféricos al cultivo con insecticidas como Monocrotofós. Dimetoato, a una dosis de 200 g i. a.ha⁻¹ (J.Benavent, comunicación personal). La estrategia de zonificación de los cultivos de frijol y soja no se adoptó. La reciente y amplia difusión del cultivo de algodón en las áreas este y norte de producción de frijol incorpora en la región un nuevo cultivo hospedante de mosca blanca. El control de malezas hospedantes potenciales de mosca blanca es complejo por el amplio rango de especies presentes de la región y que pertenecen por ejemplo a familias como *Euforbiaceae*, *Solanaceae* y *Malvaceae* (J. Benavent. comunicación personal). La maleza *Sida rhombifolia* está ampliamente difundida y se la considera como un hospedante de geminivirus.

Referencias

- García Medina, S., Failde, V., Panadero, C., De Simone, M., Benavent, J. and Ibarguren, R. (1992). Tecnología, Producción y Comercialización de Porotos Secos. Región Noroeste Argentino, INTA Salta, Argentina.
- Morales, F.J. and Niessen, A.I. (1988). Comparative responses of selected *Phaseolus vulgaris* germplasm inoculated artificially and naturally with bean mosaic virus. *Plant Diseases* 72, 1020-1023.
- Morales, F.J. and Niessen, A.I., Ramirez, B. and Castaño, M. (1990). Isolation and partial characterization of a geminivirus causing bean dwarf mosaic. *Phytopathology* 90, 96-101.

Current Situation of Bean Golden Mosaic in Latin America

South America

Brazil

Bean golden mosaic continues to spread in Brazil, particularly in the northeast, due to the continuous expansion of soybean cultivation into the northern states. Soybean is the main breeding host of *B. tabaci* in Brazil. As a result, it is estimated that ca. a million hectares traditionally planted to beans have been put out of production by BGMV, particularly during the dry season (January-April). The release of BGMV-resistant varieties has not kept pace with the rapid spread of the disease. In the absence of highly tolerant or resistant bean cultivars, the avoidance of certain planting dates and zoning have successfully been implemented in some States, such as Paraná and São Paulo. The main States affected by the disease are São Paulo, Paraná, Minas Gerais, and Goiás.

Argentina

Bean golden mosaic is a major constraint to bean cultivation in the main bean-growing Provinces of N.W. Argentina, as a result of the expansion of soybean production in the region. However, since bean production was severely affected in the late 70's by another whitefly-transmitted bean geminivirus, bean dwarf mosaic virus, there was an early introduction of bean geminivirus-resistant cultivars in N.W. Argentina. The use of these and other improved bean cultivars, including some DOR lines (BGMV-resistant lines) bred in Central America, has sustained bean production in N.W. Argentina to date.

The Caribbean Region

Dominican Republic

Bean golden mosaic continues to be prevalent in the southwestern lowlands regions of the country, particularly in the valley of San Juan de la Maguana. The disease expanded further in previous years affecting the nearby region of Azua, where a number of crops, such as cucurbits and solanaceous species, were being intensively cultivated mainly for export. However, the high incidence of BGMV in the region, led the government to pass legislation regulating the crops and seasons that could be planted in the region. AS a result, whitefly populations and the BGMV incidence have decreased considerably.

Cuba

Bean golden mosaic made its appearance in the region of Velasco, Holguin, in the 70's. However, for many years its incidence was erratic, till the late 80's when *B.tabaci* populations increased, reportedly, in cucurbits and solanaceous hosts, bringing about outbreaks of BGMV. In recent years, the population of *B. tabaci* has decreased, probably due to adverse climatic conditions.

Haiti

The presence of bean golden mosaic was recorded in Haiti in 1978 but the disease was apparently observed earlier in the lowland plains. Since the local cultivars were susceptible to the virus, some DOR lines developed in Guatemala, such as ICTA Quetzal and ICTA Tamazulapa, were successfully introduced to control the virus.

Central America

Guatemala

Guatemala has been the center of BGMV research, where most of the BGMV-resistant bean lines have been bred and selected. The virus has been localized in the south-eastern bean-producing regions of Guatemala since the mid 70's. Whitefly populations build up in this region as a result of cultivated breeding hosts, such as tobacco, tomato and cucurbits. In the late 80's, the virus moved to the coastal areas of southern Guatemala. This region is currently being used as a BGMV evaluation site since beans are not traditionally cultivated in this region. Three generations of BGMV-resistant cultivars have been produced in Guatemala for distribution in the main BGMV-affected areas of Latin America; and a new generation of lines possessing higher levels of resistance is currently under evaluation.

El Salvador

BGMV has been present in El Salvador since 1966, affecting bean plantings in the coastal areas, particularly in the Departments of San Vicente, La Libertad, Usulután and La Paz. The disease has continued to spread in the valleys of La Libertad and Ahuachapán. The highest incidence has been recorded during the dry season (November plantings). The main hosts of the whitefly are tomato, tobacco, soybean and other cultivated and wild plants. The control of the virus has been achieved through a combination of insecticide applications and the use of BGMV-tolerant bean cultivars. DOR 364 'CENTA-CUZCATLECO' is one of the recent varietal releases.

Honduras

Bean golden mosaic was detected in Honduras around 1985 but it was not till 1989 that this disease was declared a serious bean production constraint. In that year, yield losses in the main bean production regions of Honduras ranged from 10 to 100%. The highest incidence of BGMV has been observed in the Central and Southern regions of November-December permit a build-up of *B. tabaci*. The incidence of BGMV has diminished in the past three years, probably, as a result of the normalization of the precipitation following unusually dry years and high *B. tabaci* populations prior to 1990.

Nicaragua

BGMV was observed in Nicaragua as early as 1971, however, it did not become a limiting bean production problem till this decade, particularly in Esteli, Telica, San Jacinto, and Santa Lucía. The cultivation of cotton and tomato in Nicaragua, has been associated with the presence of the whitefly vector of BGMV, *Bemisia tabaci*.

Costa Rica

Although bean golden mosaic was reported in Costa Rica as early as 1960, it has been a sporadic disease of beans in Costa Rica, particularly in the Central and the Central Pacific, Brunca and Chorotega bean production regions. However, bean golden mosaic has shown its destructive potential as it occurred in the Central Valley in 1987 and in 1991-1992, when virus a incidence above 35% was registered. This situation has prompted bean farmers to adopt BGMV-resistant cultivars, such as DOR 364.

Mexico

Northern Mexico

The Northwestern States of Sinaloa and Nayarit in Mexico are important bean-growing regions in Mexico. A 'yellow' mosaic of beans was observed in 1974 and was later referred to as 'golden mosaic' in 1978. The disease reaches a high incidence (generally 100%) particularly in the winter-spring planting season (January-June) when the high temperatures and dry conditions favor a build-up of *B. tabaci* populations. Yield losses in this season typically range from 50 to 90%, depending on the level of chemical control of the whitefly vector.

An intensive breeding-for-golden-mosaic-resistance project has been conducted since the late 70's and several BGMV-tolerant/resistant lines have been identified. Recent investigations have demonstrated an epidemiological connection between the geminiviruses that attack horticultural crops in Southern California and the geminiviruses found in the N.W. States of Mexico affecting bean production.

Southern Mexico

Bean golden mosaic has been a sporadic and yet severe disease of beans in the southern states of Tamaulipas, Veracruz, and Chiapas. The disease was reported in 1977, and it has caused outbreaks in 1979 and 1980-81. Yield losses have been estimated at 30-95%, particularly following the fall-winter planting season (September-October). The disease has been controlled by means of pesticides and the adoption of BGMV-tolerant varieties generated in Central America, such as Negro-Huasteco and DOR 364.

Caracterización Molecular de los Virus que Causan el Mosaico Dorado del Frijol

Introducción

Hace siete años, se reunió en Guatemala un grupo de científicos interesados en virus transmitidos por la mosca blanca *Bemisia tabaci*, para discutir la situación del mosaico dorado del frijol en la América Latina. Esta reunión, organizada por el proyecto Centroamericano del PROFRIJOL liderado por el Dr. Guillermo Gálvez, atrajo investigadores de la América del Sur, América Central, El Caribe, México, y los Estados Unidos. Los representantes norteamericanos fueron los Drs. 'Chuck' Niblett y Douglas P. Maxwell, jefes de los departamentos de Fitopatología de las universidades de Florida y Wisconsin, respectivamente.

Una de las conclusiones de la reunión fue que, a pesar del avance significativo en el control genético de la enfermedad, se conocía muy poco sobre el virus o los virus que la causaban en las diferentes regiones productiva de frijol en América Latina. Por ejemplo, ¿por qué los aislamientos suramericanos del virus del mosaico dorado del frijol (BGMV) no son transmitidos mecánicamente, mientras que los aislamientos centroamericanos y del Caribe sí lo son? Existen diferencias en estos virus, ¿que puedan inducir reacciones diferenciales en variedades de frijol según se cultiven en América Central o en la América del Sur? Estas preguntas eran críticas para el desarrollo y evaluación de variedades de frijol resistentes al BGMV, y permanecían sin respuesta en 1987.

De aquella reunión internacional nacieron proyectos de investigación avanzada sobre la caracterización molecular de los principales aislamientos del BGMV representativos de los países o áreas más afectadas por el mosaico dorado del frijol. Así, con la coordinación de la Unidad de Virología del CIAT, la financiación de U.S.A.I.D. y la tecnología y liderazgo del Dr. Douglas Maxwell y, posteriormente del Dr. Ernest Hiebert (Universidad de Florida), se inició uno de los mayores proyectos de caracterización molecular de un fitovirus en la historia de la fitopatología. Los trabajos sobre el BGMV, que se presentan a continuación constituyen la síntesis de un proceso de investigación que aún continúa. Es necesario, también mencionar la participación del Dr. Paul G. Ahlquist (Instituto de Virología Molecular, Madison WI) en todas las investigaciones de la caracterización molecular del BGMV.

Molecular Characterization of the Viruses that Cause Bean Golden Mosaic

Introduction

The following contributions represent a series of investigations on the molecular characterization of selected Latinoamerican BGMV isolates/strains and the genome organization of BGMV. This research has been conducted for the most part at the Department of Plant Pathology, University of Wisconsin, Madison, under the leadership of Dr. Douglas Maxwell, Dr. Paul G. Ahlquist of the Institute for Molecular Virology, Madison, WI, also played a major role in implementing the molecular techniques needed to characterize the selected BGMV isolates. last but not least, Dr. Ernest Hiebert, Department of Plant Pathology, University of Florida, Gainesville, FL., made possible the production of monoclonal antibodies to BGMV.

Utilización de técnicas de hibridación de ácidos nucleicos (ADN) y de amplificación mediante polimerasa (PCR) para la detección de geminivirus transmitidos por mosca blanca.

Douglas Maxwell, María R. Rojas y Robert Gilbertson. Departamento de Fitopatología, Universidad de Wisconsin, Madison, WI 53706 USA.

Los geminivirus son un grupo de virus de plantas importante económicamente, caracterizados por sus partículas pareadas y genoma de ADN de cadena sencilla. Su importancia como patógenos de plantas cultivadas ha crecido considerablemente en la última década (Brown y Bird, 1992). La evidencia científica reciente indica que existe variación genética entre los geminivirus que infectan el frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) y que esta variabilidad constituye una característica importante para considerar en la implementación de métodos de control de geminivirus. Para comprender la diversidad genética de estos virus, se requiere de técnicas especiales para caracterizar el genoma viral. Dos técnicas apropiadas son la **hibridación de ácidos nucleicos** y la **amplificación de ácidos nucleicos mediante polimerasa (PCR)**.

Métodos de hibridación de ADN. Los métodos de fijación de muestras a membranas absorbentes para su posterior hibridación con ADN complementario, requieren una preparación de muestra sencilla. Para la aplicación de una gota de la muestra a una membrana absorbente (dot blot), el tejido vegetal, (preferiblemente hojas jóvenes), es macerado en agua o solución amortiguadora, aplicando un pequeño volumen (5-10 μ l) sobre la membrana de nylon; y para la aplicación del tejido es la de macerar la muestra directamente sobre la membrana de nylon (squash blot), usando discos cortados de hojas (4 mm de diámetro). El tejido no absorbido es retirado antes de procesar la membrana tratada. Estas membranas pueden ser almacenadas por meses a temperatura ambiente o enviadas por correo. Las membranas tratadas son procesadas para realizar la hibridación en condiciones de baja o alta 'astringencia' [(condiciones físico-químicas que permiten la hibridación de ácidos nucleicos mediana (baja astringencia) o altamente relacionados (alta astringencia)] usando sondas de ADN 'generales' (que hibridizan con secuencias similares de ADN viral) o 'específicas' (que solo hibridizan con secuencias de ADN viral casi idénticas), respectivamente (Gilbertson *et al.*, 1991; Polston *et al.*, 1989). Por lo regular, se utilizan sondas radiactivas marcadas con 32 P. Sin embargo, se pueden usar métodos no radiactivos, tales como el uso de 'digoxigenina' (Genius Kit, Boehringer Mannheim) y 'biotina' (Photo Gene Nucleic Acid Detection Systems, Gibco BRL).

Las sondas 'generales' consisten en un mezcla de moléculas 'A' del ADN de diversos geminivirus representativos de la diversidad existente en el hemisferio occidental, por ejemplo, aislamientos del BGMV de America Central y del Sur, otros geminivirus de frijol, como el del mosaico enano y del 'calico'. Estos virus, sin embargo, pueden ser detectados específicamente por sondas preparadas a partir del componente 'B' del

genoma viral (el cual posee secuencias menos conservadas que el componente ADN-A de los geminivirus), en condiciones de alta astringencia (Gilbertson *et al.*, 1991).

Mediante el uso de sondas generales y específicas, Gilbertson *et al.* (1991) demostraron que varias malezas previamente relacionadas con el mosaico dorado del frijol en la República Dominicana, no eran hospederas del virus causal. Estas malezas incluían el *Croton lobatus*, *Urena lobata* y *Bastardia bivalvis*. Sorpresivamente, la especie *Rhynchosia minima* hibridizó con sondas específicas para los aislamientos tanto de Centro America como de la America del Sur, así como para otro geminivirus del frijol (mosaico enano). Se desconoce si la *R. minima* puede estar infectada con estos tres tipos de geminivirus o con un geminivirus relacionado a los tres tipos de geminivirus del frijol mencionados.

La concentración de un virus puede ser estimada también usando sondas de ADN, lo cual ha permitido establecer una relación entre grados intermedios de resistencia genética y títulos bajos del virus (Gilbertson *et al.*, 1991).

El Uso de iniciadores degenerados en PCR. La especificidad de la técnica de PCR esta basada en el uso de oligo-nucleotidos iniciadores (primers) complementarios a las regiones que flanquean la secuencia de ADN que se quiere amplificar. Los iniciadores degenerados han sido diseñados para amplificar tanto fragmentos del ADN-A como del ADN-B, aun cuando no hayan sido caracterizados previamente (Rojas *et al.*, 1993). Estos iniciadores han amplificado fragmentos de geminivirus de diversas plantas provenientes del hemisferio occidental, Africa, India, Taiwan, y Tailandia. Los fragmentos virales amplificados pueden ser detectados en geles de agarosa. Más aún, los fragmentos pueden ser clonados para ser usados como sondas de ADN específicas o, también, pueden ser secuenciados. La aplicación de esta tecnología ha permitido ampliar nuestro conocimiento sobre la diversidad genética de los geminivirus. Hasta el momento, siete geminivirus diferentes han sido secuenciados de tomate en el hemisferio occidental. La técnica del PCR ha sido usada también para amplificar ADN viral de mosca blanca vectoras, utilizando iniciadores específicos para el virus del enrollamiento y amarillamiento foliar del tomate (Navot *et al.*, 1992.).

Traducción: Francisco J. Morales, CIAT

Referencias

- Brown, J.K., and Bird, J. 1992. Whitefly-transmitted geminiviruses and associated disorders in the Americas and the Caribbean Basin. *Plant Dis.* 76:220-225.
- Gilbertson, R.L., Hidayat, S.H., Martinez, R.T., Leong, S.A., Faria, J.C., Morales, F., and Maxwell, D.P. 1991. Differentiation of bean-infecting geminiviruses by nucleic acid hybridization probes and aspects of bean golden mosaic in Brazil. *Plant Dis.* 75:336-342.
- Navot, N., Zeidan, M., Pichersky, E., Zamir, D., and Czosnek, H. 1992. Use of the polymerase chain reaction to amplify tomato yellow leaf curl virus DNA infected plants and viruliferous whiteflies. *Phytopathology* 82:1199-1202.
- Polston, J.E., Dodds, J.A., and Perring, T.M. 1989. Nucleic acid probes for detection and strain discrimination of cucurbit geminiviruses. *Phytopathology* 79:1123-1127.
- Rojas, M.R., Gilbertson, R.L., Russell, D.R. and Maxwell, D.P. 1993. Use of degenerated primers in the polymerase chain reaction to detect whitefly-transmitted geminiviruses. *Plant Dis.* 77:340-347.

English Summary*

DNA Hybridization and Polymerase Chain Reaction Methods for Detection of Whitefly-transmitted Geminiviruses.

Geminiviruses are an economically important group of plant viruses characterized by their twinned virions and circular single stranded DNA genomes. Recent evidence indicates that genetic variation exists among geminiviruses infecting beans (*Phaseolus vulgaris*). Geminiviruses are well suited to detection and identification by DNA based technologies such as DNA hybridizations and polymerase chain reactions (PCR).

DNA Hybridization Methods. Dot and squash blot DNA hybridization methods involve simple sample preparation. For dot blots, leaf tissue is ground in water or a buffer and applied to nylon membranes.

General probes for detection of all known whitefly-transmitted bean-infecting geminiviruses are available. These probes are a mixture of DNA-A's of selected bean-infecting geminiviruses.

Specific probes (DNA-B's) for each of the bean-infecting geminiviruses are known and can be used to detect only isolates of BGMV type I, BGMV type II, BDMV or BCMoV, and these specific probes do not cross-hybridize.

* Prepared by F.J. Morales

Producción de anticuerpos monoclonales con aislamiento seleccionados del virus del mosaico dorado de frijol

²Cancino, M., ¹Abouzid, A.M. ²Morales, F.J., ¹Purcifull D.E., y ¹E. Hiebert. ¹Department of Plant Pathology, University of Florida, Gainesville, and ²Virology Research Unit, CIAT.

El virus del mosaico dorado (BGMV) es uno de los patógenos que más limitan la producción de frijol en la América Latina. La variabilidad genética del BGMV ha sido demostrada mediante el uso de sondas de ADN específicas y por secuenciación (Gilbertson, *et al.* 1991). Las técnicas de hibridación de ácidos nucleicos, sin embargo, no están disponibles para la mayoría de los técnicos que trabajan con el mosaico dorado del frijol en la América Latina. Otra técnica que puede ser utilizada para caracterizar o diferenciar cepas del geminivirus transmitidas por mosca blanca es la de producir anticuerpos monoclonales (Thomas *et al.*, 1986). La posibilidad de distinguir cepas de geminivirus estrechamente relacionadas, transmitidos por mosca blanca es un método alternativo y rápido para el diagnóstico de estos patógenos. El único requisito es producir y seleccionar los anticuerpos monoclonales en un laboratorio especializado. Este trabajo puede ser contratado, por lo que no hay necesidad de mantener instalaciones costosas en países en desarrollo.

En esta investigación se produjeron dos anticuerpos monoclonales contra los aislamientos del BGMV de Guatemala (GA) y de la República Dominicana (DR), y un monoclonal contra un aislamiento del BGMV proveniente de Brasil (BZ). De este último aislamiento se inyectó únicamente la proteína de su cubierta proteica, expresada en *E. coli*. Uno de los anticuerpos monoclonales producidos reaccionó en ensayos de ELISA con 12 geminivirus diferentes transmitidos por *B. tabaci* (Abutilon mosaic virus, BGMV de Puerto Rico, Florida, Brasil, República Dominicana y Guatemala, Euphorbia mosaic virus, Rhyrachnosa mosaic virus, squash leaf curl virus, soybean yellow mosaic virus, Macroptilium mosaic virus, and tomato mottle geminivirus). Este resultado demuestra que se puede producir un monoclonal de amplio espectro. Otro monoclonal, reaccionó específicamente con los aislamientos BGMV-DR y BGMV-GA provenientes de una región común (Centro América - Caribe). Un tercer anticuerpo monoclonal reaccionó solamente con el aislamiento BGMV-BZ.

La reacción no específica de un monoclonal con varios geminivirus transmitidos por *B. tabaci* no es sorprendente, considerando que la proteína de la capsida de estos geminivirus posee una composición de aminoácidos muy similar. Igualmente, la composición de la cubierta proteica de los aislamientos BGMV-DR y -GA solo difiere en tres aminoácidos. Este monoclonal no reconoció los otros geminivirus mencionados anteriormente con excepción del aislamiento del BGMV de Puerto Rico, el cual también pertenece a la misma región geográfica. Este es, pues, un anticuerpo monoclonal de especificidad intermedia.

La expresión de la proteína de la capsida del BGMV-BZ en *E. coli*, permitió la producción de un anticuerpo monoclonal de alta especificidad. Este procedimiento obvia la dificultad de producir el BGMV-BZ en plantas infectadas por el vector y, más aún, producir suficiente cantidad del virus puro para inmunización.

En ensayos recientes de laboratorios realizados en el CIAT, se ha demostrado que los monoclonales de especificidad intermedia y alta pueden distinguir entre aislamientos del BGMV estrechamente relacionados, más eficientemente que las sondas de ADN disponibles hasta el momento.

Traducción: Francisco J. Morales - Unidad de Virología - CIAT

Referencias

- Gilbertson, R. L., Hidayat, S. H., Martinez, R. T., Leong, S. A., Fona, J. C., Morales, F., and Maxwell, D. P. 1991. Differentiation of bean infecting geminivirus by nucleic acid hybridization probes and aspects of bean golden mosaic in Brazil. *Plant Disease* 75, 336-342.
- Thomas, J. E., Massalski, P. R., and Harrison, B. D. 1986. Production of monoclonal antibodies to African Cassava mosaic virus and differences in their reactivities with other whitefly-transmitted geminiviruses. *J. Gen. Virology* 67, 2739-2748.

English Summary

Characterization of three monoclonal antibodies prepared to bean golden mosaic virus (BGMV) which are useful in detecting and distinguishing BGMV isolates.

M. Cancino^{1,2}, A. M. Abouzid¹, F. J. Morales², D. E. Purcifull¹, J. E. Polston³ and E. Hiebert¹. Dept. of Plant Pathology, Univ. of Florida, Gainesville¹, FL 32611 and Bradenton³, FL 34203; Virus Research Unit², CIAT, Cali, Colombia.

Two monoclonal antibodies prepared to purified virions of bean golden mosaic virus (BGMV) isolates from Guatemala (GA) and Dominican Republic (DR) and one monoclonal prepared to the coat protein of a BGMV isolate from Brazil (-BZ) expressed in *E. coli*, were identified as being useful serological probes on the basis of their differential reactivity to various geminiviruses. They were tested against the following geminiviruses: abutilon mosaic, BGMV isolates from Puerto Rico (-PR), and Homestead, Florida (-H), BGMV-BZ, -DR, and -GA isolates, euphorbia mosaic, rhynchosia mosaic, squash leaf curl, soybean yellow mosaic, an isolate from macroptilium in Florida (BGMV-FL), a new virus infecting cabbage (*Brassicassae*) in Florida (CGV), and tomato mottle. One monoclonal antibody reacted efficiently in Western blot and ELISA with all tested geminiviruses with the exception of CGV, indicating this monoclonal antibody has a broad spectrum of reactivity. Another monoclonal antibody reacted only with BGMV-DR, -GA, and -PR isolates. A third monoclonal reacted only with BGMV-BZ.

Diversidad genética en los geminivirus del frijol transmitidos por mosca blanca

Douglas, P. Maxwell¹, Robert L. Gilbertson², Stephen F. Hanson¹, Josias C. de Faria³, Paul Ahlquist¹, Wayne McLaughlin⁴ y Francisco Morales⁵. ¹Universidad de Wisconsin-Madison, ²Universidad de California, Davis; ³CNPAF, Goiania, Brazil; ⁴Universidad de las Indias Occidentales, Jamaica; ⁵CIAT, Cali, Colombia.

La diversidad de los geminivirus que infectan el frijol común, esta plasmada en las diversas propiedades biológicas de estos virus. Por ejemplo, el virus del mosaico dorado del frijol (BGMV) del Brasil, no ha podido ser transmitido mecánicamente (Figueira, 1980; Gilbertson *et al.*, 1991b), mientras que los aislamientos de Centro America, México y del Caribe han sido transmitidos manualmente (Bird *et al.*, 1977; Morales y Niessen, 1988). El virus del mosaico enano del frijol (BDMV) causa síntomas de enanismo y deformación diferentes a los inducidos por BGMV en frijol (Morales, *et al.*, 1990). Los virus transmitidos mecánicamente en el norte de México causan síntomas diferentes (clorosis intensa) al mosaico dorado, por lo que se le ha llamado mosaico 'calico' (Brown *et al.*, 1990).

El BGMV de Puerto Rico fue usado para demostrar que el genoma de este virus era ADN de cadena sencilla (Goodman, 1977). La secuencia de nucleótidos de los dos componentes virales (A y B) de este virus, mostró que tenía seis genes que codifican proteínas de peso mayor que 10 kDa (Howarth, *et al.*, 1985; Morinaga *et al.*, 1987). Entre los componentes A y B existe una 'región común' de aproximadamente 200 nucleótidos, que funciona como el origen de la replicación (Lazarowitz *et al.*, 1992).

Recientemente, tres aislamientos adicionales del BGMV, fuera del de Puerto Rico, han sido secuenciados (Faria *et al.*, 1994; Gilbertson *et al.*, 1991a; Gilbertson *et al.*, 1993): los aislamientos de Guatemala (GA) y de la República Dominicana (DR) transmisibles mecánicamente; y un aislamiento de Brasil (BZ) no transmisible por medios mecánicos. Estos aislamientos tienen genomas bipartitas y una organización genómica similar a la del BGMV-P.Rico.

Un estudio comparativo de las secuencias de estos aislamientos, mostró que el BGMV-BZ era distinto de los aislamientos BGMV-DR y GA, los cuales eran casi iguales entre si y con relación al BGMV-PR. La comparación de la secuencia de la 'región común' entre BGMV-PR y BZ arrojó solo un 57% de identidad (Gilbertson *et al.*, 1993), mientras que la misma comparación entre los aislamientos PR, DR, y GA del BGMV, demostró una similitud mayor de 90% entre estos (Faria *et al.*, 1994). El otro geminivirus aislado del frijol, el del mosaico 'calico' (BCMoV), también tiene un genoma bipartita y su secuencia es más parecida a la reportada para el geminivirus del enrollamiento foliar de la calabaza (SqLCV) (Loniello *et al.*, 1992). La comparación de la secuencia de la región común del BCMoV en relación a las de los otros aislamientos del BGMV produjo un porcentaje de identidad menor del 60% (ver figura 1 del siguiente artículo, Loniello *et al.*, donde se muestra la posición de estos aislamientos en el árbol filogenético).

En cuanto a la relación filogenética entre los geminivirus del frijol tratados aquí, se demostró que estos geminivirus pertenecían a cuatro ramas filogenéticas diferentes. Los aislamientos del Caribe (PR y DR) y Guatemala (GA) pertenecen a una rama distinta de la del BGMV-BZ, la cual forma parte de un grupo divergente de geminivirus originarios del la America del Sur, incluyendo el virus del mosaico dorado del tomate. El BDMV está en una rama que incluye el geminivirus del moteado del tomate de Florida, y el geminivirus del mosaico del Abutilon de las Indias Occidentales. El BCMoV, como se explicó ya, pertenece a una rama donde se encuentra el geminivirus del enrollamiento foliar de la calabaza. Los geminivirus en esta rama poseen una secuencia característica.

Los aislamientos o cepas del BGMV han sido divididas en dos tipos según sus propiedades biológicas y secuencia. Así, el BGMV-BZ ha sido designado como Tipo I, y los aislamientos relacionados al BGMV-PR (GA y DR) son Tipo II (Gilbertson *et al.*, 1993).

Adicionalmente, los estudios de diversidad genética del BGMV han sido realizados mediante la técnica de amplificación del ADN con polimerasa (PCR). Para este efecto, se obtuvo la secuencia de la región más variable del genoma (la región intergénica en el componente B) para cinco aislamientos de campo del Occidente de la República Dominicana. Los resultados indicaron que existía más del 95% de identidad entre estos aislamientos y el aislamiento patrón (BGMV-DR). Mas aún, se recogieron aislamientos de Puerto Rico, Jamaica, Costa Rica, Nicaragua, y Guatemala, resultando todos los aislamientos como tipo II, estrechamente relacionados a los aislamientos secuenciados aquí como tipo II (BGMV-PR, GA y DR). Se concluye que los aislamientos del tipo II del BGMV predominan en la America Central y en El Caribe.

Una investigación final sobre la variabilidad genética a través del tiempo, demostró que un aislamiento del BGMV-PR tomado en 1973, aún poseía 98% de homología con otro aislamiento del BGMV-PR colectado en 1992 (secuencia tomada para la región común y la intergénica del ADN-A).

Traducción: Francisco J. Morales - Unidad de Virología - CIAT

Referencias

- Bird, J., R.L. Rodriguez, A. Cortes-Monllor and J. Sanchez. 1977. Transmission del mosaico dorado de la habichuela (*Phaseolus vulgaris*) en Puerto Rico por medios mecánicos. *Fitopatología* 12: 28-30.
- Brown, J.K. Chapman, M.A., and Nelson, M.R. 1990. Bean calico mosaic, a new disease of common bean caused by a whitefly-transmitted geminivirus. *Plant Dis.* 74:81.

- Faria, J.C., Gilbertson, R.L., Hanson, S.F., Morales, F.J., Ahlquist, P., Loniello, A. O., and Maxwell, D.P. 1993. Bean Golden mosaic geminivirus type II isolates from the Dominican Republic and Guatemala: Nucleotide sequence, infectious pseudo recombinants, and phylogenetic relation ships. *Phytopathology* 83: (Accepted).
- Figueira, A.R. 1980. Estudos realizados com o vírus do mosaico dourado do feijoeiro do Brasil, visando sua transmissão por métodos mecânicos. Tese de Mestrado. UNICAMP. Campinas, S.P. Brasil. 60 pp.
- Gilbertson, R.L., Faria, J.C., Ahlquist, P., and Maxwell, D.P. 1993. Genetic diversity in geminiviruses causing bean golden mosaic disease: The nucleotide sequence of the infectious cloned DNA components of a Brazilian isolate of bean golden mosaic geminivirus. *Phytopathology* 83: 709-715.
- Gilbertson, R.L., Faria, J.C., Hanson, S.F., Morales F.J., Ahlquist, P. Maxwell, D.P., and Russell, D.R. 1991a. Cloning of the complete DNA genomes of four bean-infecting geminiviruses and determining their infectivity by electric discharge particle acceleration. *Phytopathology* 81: 980-985.
- Gilbertson, R.L., Hidayat, S.H., Martinez, R.T., Leong, S.A., Faria, J.C., Morales, F., and Maxwell, D.P. 1991b. Differentiation of bean-infecting geminiviruses by nucleic acid hybridization probes and aspects of bean golden mosaic in Brazil. *Plant Dis.* 75:336-342.
- Gilbertson R.L., Rojas, M.R., Russell, D.R., and Maxwell, D.P. 1991c. Use of the asymmetric polymerase chain reaction and DNA sequencing to determine genetic variability of bean golden mosaic geminivirus in the Dominican Republic. *J. Gen. Virol.* 72:2843-2848.
- Goodman, R.M. 1977. Single-stranded DNA genome in a whitefly-transmitted plant virus. *Virology* 83:171-179.
- Hidayat, S.H., Gilbertson, R.L., Hanson, S.F., Morales, F.J., Ahlquist, P., Russell, D.R., and Maxwell, D.P. 1993. Complete nucleotide sequences of the infectious cloned DNAs of bean dwarf mosaic geminiviruses. *Phytopathology* 83:181-187.
- Lazarowitz, S.G., Wu, L.C., Rogers, S.G., and Elmer, J.S. 1992. Sequence-specific interaction with the viral AL1 protein identifies a geminivirus DNA replication origin. *Plant Cell* 4: 799-809.
- Loniello, A.O., R.T. Martinez, M.R. Rojas, R.L. Gilbertson, J.K. Brown, and D.P. Maxwell. 1992. Molecular characterization of bean calico mosaic geminivirus (Abstr.).

- Morales, F.J., and Niessen, A.I. 1988. Comparative responses of selected *Phaseolus vulgaris* germplasm inoculated artificially and naturally with bean golden mosaic virus. *Plant Dis.* 72:1020-1023.
- Morales, F., Niessen, A.I., Ramirez, B.C. and Castaño, M. 1990. Isolation and partial characterization of a geminivirus causing bean dwarf mosaic. *Phytopathology* 80:96-101.
- Morinaga, T., Ikegami, M., Shimotohno, K., and Miura, K. 1987, Total nucleotide sequences of the infectious cloned DNAs of bean golden mosaic virus. *Microbiol. Immunol.* 31. 147-154.
- McLaughlin, W., Azzam, O., Rojas, M.R., Nakhla, M.K., Frazer, J.R., Hidayat, S.H., Anderson, P., Rojas, A., Beaver, J.S., and Maxwell, D.P. 1994. Distribution of type II isolates of bean golden mosaic virus in Central America and the Caribbean Basin. *Plant Dis.* (In press).

English Summary

Genetic Diversity of Bean-Infecting Whitefly-Transmitted Geminiviruses

Douglas, P. Maxwell¹, Robert L. Gilbertson², Stephen F. Hanson¹, Josias C. de Faria³, Paul Ahlquist¹, Wayne McLaughlin⁴ and Francisco Morales⁵. ¹University of Wisconsin-Madison, ²University of California, Davis; ³CNPAF, Goiania, Brazil; ⁴Universidad de las Indias Occidentales, Jamaica; ⁵CIAT, Cali, Colombia.

Diversity of bean-infecting geminiviruses is indicated by differences in biological properties between the geminiviruses found in different regions. The sequence analysis of the two components (DNA-A and DNA-B) of bean golden mosaic virus (BGMV)-Puerto Rican isolate, showed that it had six open reading frames (genes) coding for proteins over 10 kDa. The only sequence similar between these two components was a 200 nucleotide (nt) region (common region).

Three other isolates of BGMV besides the one from Puerto Rico have been sequenced: two sap transmissible isolates [one from Dominican Republic (DR) and an other from Guatemala (GA)] and a nonsap transmissible isolate from Brazil (BZ). These three isolates had bipartite genomes and had a similar genome organization to that of BGMV from Puerto Rico (PR). Sequence comparisons indicated that BGMV-BZ was distinct from the other two isolates which were nearly identical to BGMV-PR. The comparison of common region sequence between BGMV-PR and BGMV-BZ gave 57% identity, whereas, comparisons among the isolates BGMV-PR, BGMV-DR and BGMV-GA gave >90% identities.

The other golden mosaic causing geminivirus, BCMoV, also has a bipartite genome and sequence analysis indicates that this virus is most closely related to squash leaf curl geminivirus. Comparisons of the common region sequence of BCMoV with those of the other BGMV isolates gave nt identities <60%. BDMV is distinct from other bean-infecting geminiviruses producing golden mosaic symptoms.

Studies of the phylogenetic relationships among the four types of bean-infecting geminiviruses clearly showed that they belong to four distinct phylogenetic clusters (branches). The BGMV isolates from the Caribbean and Guatemala are a cluster different from BGMV-BZ, which is part of a more divergent group. The BDMV isolate from Colombia is in a cluster of geminivirus which includes tomato mottle virus from Florida and Abutilon mosaic virus from the West Indies. BCMoV is part of the squash leaf curl virus cluster. Thus, these bean-infecting geminivirus had four different evolutionary origins.

The BGMV isolates have been divided into two types based on biological properties and sequence differences. The BGMV-BZ isolate is designated type I and isolates closely related to BGMV-PR are type II. Type II isolates would include BGMV-GA and BGMV-DR.

Los geminivirus que atacan al frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) en el noroeste de México

Amy Loniello, Teresa Martínez, María Rojas, Robert Gilbertson, Judith Brown y Douglas Maxwell. Department of Plant Pathology. University of Wisconsin-Madison y (J. Brown) University of Arizona.

El mosaico dorado ha sido observado en el Estado de Sinaloa desde la década de los 70. En 1981, Morales confirmó la presencia del mosaico dorado en el Estado pero como parte de un complejo viral. En 1990, Brown *et al.*, describieron un virus que causaba mosaico intenso y enanismo del frijol. A esta enfermedad se le dio el nombre de 'mosaico calico' y al virus bean calico mosaic (BCMoV). Plantas afectadas tenían partículas virales geminadas, y el ADN hibridizó con sondas preparadas para el virus del mosaico dorado de Puerto Rico (PR) (Brown *et al.*, 1990). El propósito de este trabajo es el de conocer si el BCMoV pertenece al grupo I o II del BGMV o si es un geminivirus diferente.

Seguidamente se secuenciaron las regiones comunes del ADN-A y ADN-B del BCMoV, encontrándose que eran 91% idénticas y que, por lo tanto pertenecían al mismo virus. Las secuencias del gen AC1 (replicación?) y de la región común del BCMoV resultaron más similares a la secuencia del geminivirus del enrollamiento foliar de la calabaza descrito en California (SqLCV), (Lazarowitz y Lazdins, 1991) y de un geminivirus que ataca el tomate en Guatemala (M.K. Nakhla *et al.*, unpublished). El BCMoV es distinto del BGMV tipo I y II (Gilbertson *et al.*, 1993) y del BDMV de Colombia (Hydayat *et al.*, 1993).

Se construyó un árbol filogenético con la secuencia de la región común de ocho geminivirus que representa cuatro grupos de geminivirus del hemisferio occidental (Fig. 1). Este árbol presenta al BCMoV y al SqLCV juntos en un grupo diferente del correspondiente al tipo I y II del BGMV, y del virus del mosaico del Abutilon (que contiene al BDMV) (Faria *et al.*, 1994).

En conclusión, es aparente que el frijol común en el noroeste mexicano es atacado por geminivirus diferentes al BGMV.

Traducción: Francisco J. Morales - Unidad de Virología - CIAT

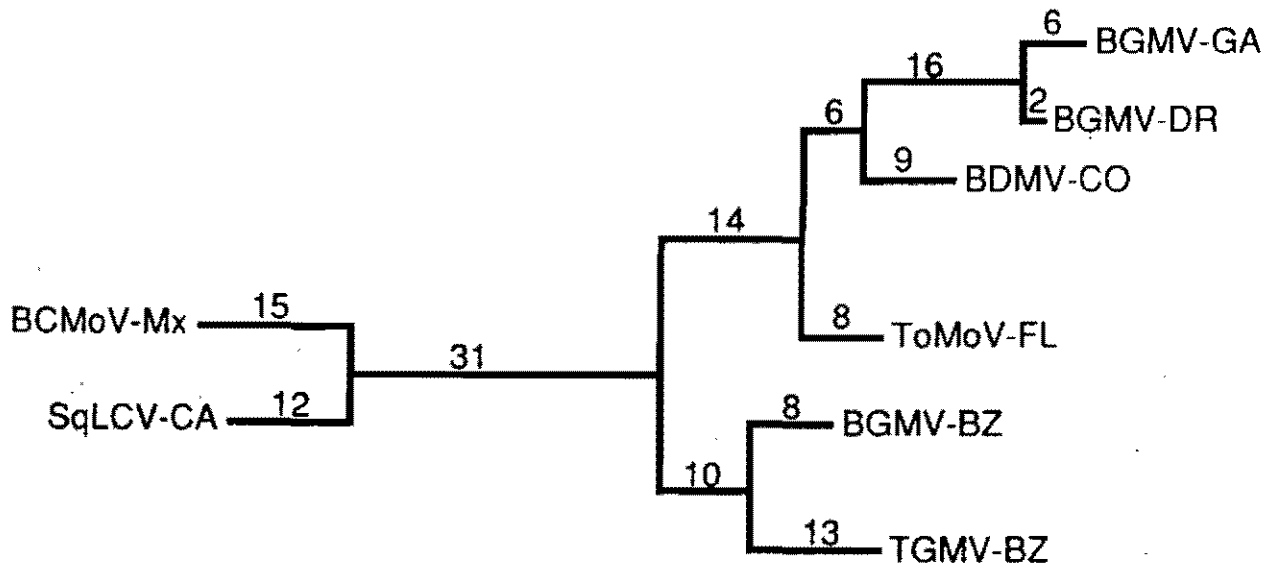


Fig. 1. A phylogenetic tree was constructed using the PAUP program to compare the Common Regions of the same eight geminiviruses used to construct the AL1 ORF phylogenetic tree (Fig. The number of nucleotide differences between the different geminiviruses is shown above each branch of the tree. BCMoV and SqLVCV are more closely related to each other than to any of the other geminiviruses.

Fig. 1 Este árbol filogenético se construyó según el programa para computador PAUP, para comparar la región común de ocho geminivirus: el virus del mosaico dorado del frijol (BGMV) de Guatemala (GA), República Dominicana (DR) y Brasil (BZ); el virus del mosaico enano del frijol (BDMV) de Colombia; el del moteado del tomate de Florida (ToMoV-FL); el del mosaico dorado del tomate de Brasil (TGMV-BZ); el del mosaico cálico del frijol de México (BCMoV-Mx); y el geminivirus del enrollamiento foliar de la calabaza (SqLVCV-CA) de California, USA. El número de diferencias en los nucleótidos de los geminivirus analizados, se encuentra sobre cada 'rama' del árbol filogenético.

Referencias

- Brown, J.K., Chapman, M.A., and Nelson, M.R. 1990. Bean calico mosaic, a new disease of common bean caused by a whitefly-transmitted geminivirus. *Plant Dis.* 74:81.
- Faria, J.C., Gilbertson, R.L., Hanson, S.F., Morales, F.J., Ahlquist, P., Loniello, A.O., and Maxwell. 1993. Bean golden mosaic geminivirus type II isolates from the Dominican Republic and Guatemala: Nucleotide sequence, infectious pseudorecombinants, and phylogenetic relationships. *Phytopathology* 83: (accepted).
- Galvez. 1980. INAI, Programa Nacional de Frijol: Informe 1978. p. 12-17.
- Gilbertson, R.L., Faria, J.C., Ahlquist, P., and Maxwell, D.P. 1993. Genetic diversity in geminiviruses causing bean golden mosaic disease: The nucleotide sequence of the infectious cloned DNA components of a Brazilian isolate of bean golden mosaic geminivirus. *Phytopathology* 83: 709-715.
- Gilbertson, R.L., Faria, J.C., Hanson, S.F., Morales F.J., Ahlquist, P. Maxwell, D.P., and Russell, D.R. 1991a. Cloning of the complete DNA genomes of four bean-infecting geminiviruses and determining their infectivity by electric discharge particle acceleration. *Phytopathology* 81: 980-985.
- Hidayat, S.H., Gilbertson, R.L., Hanson, S.F., Morales, F.J., Ahlquist, P., Russell, D.R., and Maxwell, D.P. 1993. Complete nucleotide sequences of the infectious cloned DNAs of bean dwarf mosaic geminiviruses. *Phytopathology* 83:181-187.
- Lazarowitz, S.G., and Lazdins, I.B. 1991. Infectivity and complete nucleotide sequence of the cloned genomic components of a bipartite squash leaf curl geminivirus with a broad host range phenotype. *Virology* 180:58-69.
- Rojas, M.R., Gilbertson, R.L., Russell, D.R. and Maxwell, D.P. 1993. Use of degenerated primers in the polymerase chain reaction to detect whitefly-transmitted geminiviruses. *Plant Dis.* 77:340-347.

English Summary

Bean-Infecting Geminiviruses from Northern Mexico

A.O. Loniello, R.T. Martínez, M.R. Rojas, R.L. Gilbertson, y D.P. Maxwell. Department of Plant Pathology, University of Wisconsin-Madison y J.K. Brown University of Arizona.

Bean plants exhibiting golden mosaic symptoms typical of a geminivirus were observed by Galvez in January 1979 in the state of Sinaloa, N.W. Mexico. Brown *et al.*, (1990)

described a whitefly-transmitted geminivirus causing both bright mosaic and stunting symptoms in beans in the neighboring state of Sonora, Mexico, and tentatively named the virus "bean calico mosaic virus" (BCMoV). DNA extracted from calico-affected beans hybridized with viral probes from bean golden mosaic geminivirus.

The double-stranded replicative form of BCMoV was extracted from infected beans and cloned. The common regions of the cloned DNA-A fragment and cloned DNA-B were sequenced and compared with each other. The common regions were found to be 91% identical, indicating that the DNA-A and DNA-B clones are from the same virus. Sequences of BCMoV were most similar to that of squash leaf curl geminivirus from California and a tomato-infecting geminivirus from Guatemala and distinct from BGMV type I and type II and bean dwarf mosaic geminivirus from Colombia.

In a subsequent investigation in the Valle del Fuerte, Sinaloa, Mexico, two bean-infecting geminiviruses were found. Different DNA-B sizes amplified from different bean plants indicated that two geminiviruses were present. The DNA-A fragment amplified from bean 31 has 94% DNA sequence identity to BCMoV AC1, and the DNA-A fragment amplified from bean 36 has 95% DNA sequence identity to tomato leaf crumple virus AC1.

Preliminary results suggest that BCMoV occurs in at least two places in Mexico and that another geminivirus similar to TLCrV may also present in beans in Sinaloa, Mexico.

La organización y función del genoma del virus del mosaico dorado del frijol

Douglas P. Maxwell, Stephen F. Hanson, Rebecca, A. Hoogstraten, Paul Ahlquist, James S. Beaver¹, Ossmat Azzam, and James Karkashian. Department of Plant Pathology, University of Wisconsin, Madison, WI 53706; ¹University of Puerto Rico, Mayagüez, Puerto Rico.

La biología molecular explora la posibilidad de solucionar problemas genéticos que no han sido resueltos mediante la aplicación de técnicas convencionales de mejoramiento. Por ejemplo, se han producido plantas con resistencia a virus que poseen ARN, utilizando métodos de ADN recombinantes (Fitchen y Beaver, 1993; Wilson, 1993). Estos resultados promisorios, demuestran el valor de estudiar la organización y la función del genoma de los patógenos virales con el fin de desarrollar plantas transgénicas resistentes a los geminivirus.

El virus del mosaico dorado del frijol (BGMV) es un miembro de los geminivirus transmitidos por mosca blanca. La mayor parte del conocimiento que se posee sobre estos geminivirus viene de estudios realizados con otros virus del grupo, como el virus del mosaico dorado del tomate (TGMV) y el del mosaico africano de la yuca (ACMV) (Lazarowitz, 1992).

El genoma del BGMV consiste de dos moléculas covalentemente cerradas y circulares de ADN de cadena sencilla, cada una de aproximadamente 2,650 nucleótidos (Faría *et al.*, 1994; Gilbertson *et al.*, 1993a; Howarth *et al.*, 1985; Morinaga *et al.*, 1987). Estas dos moléculas son designadas ADN-A y ADN-B (Fig. 1) y están encapsidadas en partículas diferentes pero unidas en parejas. Estas dos moléculas tienen una secuencia de nucleótidos diferente con excepción de una 'región común' que posee una secuencia de aproximadamente 200 nucleótidos, casi idéntica en las dos moléculas. Análisis por computador del genoma, para identificar genes capaces de codificar proteínas de peso molecular mayor de 10kDa, han revelado la existencia de cuatro secuencias traducibles en el ADN-A y dos en el ADN-B. Para los dos ADNs, los genes son traducidos tanto de la secuencia viral como de la complementaria que se encuentra en la forma replicativa de doble cadena.

Los estudios del funcionamiento de los genes del BGMV han sido facilitados por la adaptación de un método de inoculación de clones de ADN. Estos clones son disparados con un acelerador a semillas de frijol germinadas, utilizando formas monoméricas cortadas del ADN-A y ADN-B, colocadas sobre micropartículas de oro. Ambos ADNs son necesarios para causar una infección sistémica y para el desarrollo de síntomas (Gilbertson *et al.*, 1991); sin embargo, solo el ADN-A puede replicarse en suspensiones de células vegetales. Por consiguiente, el gen o genes requeridos para la replicación esta(n) asociados(s) con el ADN-A. Análisis por mutación, han mostrado que el gen AC1 y no el AV1 (que codifica por la cápside o cubierta proteica del virus) es necesario para que ocurra la replicación del virus. Por ejemplo, sustituciones de ciertos

aminoácidos en regiones funcionales del AC1 detienen los procesos de replicación e infectividad, mientras que mutantes con modificaciones considerables en el gen AV1 permanecen infectivos y causan síntomas en plantas de frijol inoculadas. Fuera de su papel en la cobertura del ácido nucleico viral, el gen de la cápside proteica (AV1), es necesario para la transmisión biológica del BGMV por *Bemisia tabaci*. Por analogía con el TGMV, otras funciones asociadas al ADN-1 incluyen la regulación de la expresión genética del gen de la capsida y de uno de los genes del ADN-B, el BV1 (Sunter y Bisaro, 1992).

Las funciones de la proteína del ADN-B han sido asociadas con la expresión de síntomas en el caso del TGMV (von Arnim y Stanley, 1992) y con la determinación del rango de hospederas, en el caso del virus del enrollamiento foliar de la calabaza (SqLCV) (Ingham y Lazarowitz, 1993). Para el BGMV, algunos mutantes en el BC1 (Smith y Maxwell, 1994) y en el BV1 no son infecciosos y otros causan atenuación de síntomas. Todos los mutantes del ADN-B sugieren que las proteínas codificadas por este componente, son responsables por el movimiento del ADN viral dentro de la planta (Lazarowitz, 1992).

La replicación de los geminivirus involucra una interacción específica de la proteína AC1 y la región común (Fontes *et al.*, 1992). Lazarowitz *et al.* (1992) sugirieron que la región común funciona como el origen de la replicación del ADN viral. La importancia de esta interacción se demostró por la falta de infectividad después de que las plantas de frijol fueron co-inoculadas con el ADN-A del aislamiento guatemalteco del BGMV (tipo II) y el ADN-B de aislamiento brasileño del BGMV (tipo I).

Estos dos tipos del BGMV están asociados con ramas filogenéticas diferentes debido a que existen diferencias significativas en la secuencia de nucleótidos de sus regiones comunes (Faria *et al.*, 1994). Cuando dos geminivirus están colocados en la misma rama filogenética, la inoculación de mezclas del ADN-A y ADN-B son infecciosas, por ejemplo, los aislamientos tipo II del BGMV de Guatemala y la República Dominicana (Faria *et al.*, 1994) o el virus del mosaico enano del frijol y el virus del moteado del tomate (Gilbertson *et al.*, 1993b).

Estos estudios indican que las estrategias anti-virales que buscan impedir la replicación viral o el movimiento del virus, serían dignas de atención. Para el TGMV, un esquema anti-sentido ha sido propuesto para reducir el nivel de la proteína asociada a la replicación en plantas transgénicas de tabaco (Day *et al.*, 1991). De igual manera, la posibilidad de interferir con el movimiento del ADN viral, ha sido sugerida para producir plantas transgénicas de tabaco con secuencias del ADN-B del virus del mosaico africano de la yuca (Frischmuth y Stanley, 1993). Ninguno de estos dos casos ha sido evaluado usando *B. tabaci* como la fuente de inóculo o el huésped natural del virus.

Traducción: Francisco J. Morales - Unidad de Virología - CIAT

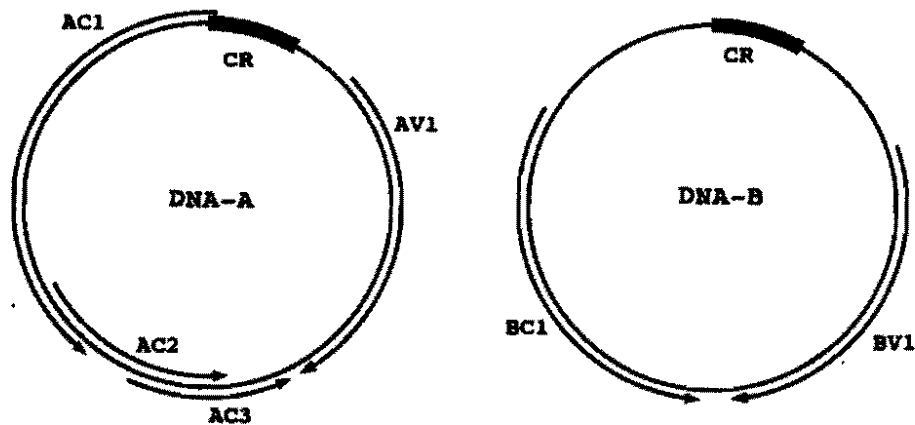


Fig. 1. Genome of bean golden mosaic geminivirus from Guatemala. Open reading (ORFs) are designated A or B (DNA-A or DNA-B component), V or C (viral or complementary sense polarity), and 1, 2, or 3 (position of ORF relative to the common region). The common region (CR) is represented by the wide bar.

Fig. 1. Organización genómica del virus del mosaico dorado del frijol, aislamiento de Guatemala. Los genes (ORFs) se designan como A o B, según el componente genómico al cual pertenecen; V o C, según la polaridad del ácido nucleico viral o complementario, respectivamente; y como 1, 2, o 3, según la posición del ORF relativo a la región común (CR, representada por una línea gruesa).

Referencias

- Day, A.G., Bejarano, E.R., Buck, K.W., Burrell, M., and Lichtenstein, C.P. 1991. Expression of an antisense viral gene in transgenic tobacco confers resistance to the DNA virus tomato golden mosaic virus. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA* 88:6721-6725.
- Faria, J.C., Gilbertson, R.L., Hanson, S.F., Morales, F.J., Ahlquist, P., Loniello, A.O., and Maxwell, D.P. 1994. Bean golden mosaic geminivirus type II isolates from the Dominican Republic and Guatemala: Nucleotide sequence, infectious pseudorecombinants, and phylogenetic relationships. *Phytopathology* 83: ____ - _____. (Accepted).
- Fitchen, J.H., and Beachy, R.N. 1993. Genetically engineered protection against viruses in transgenic plants. *Annu. Rev. Microbiol.* 47:739-763.
- Frischmuth, T., and Stanley, J. 1993. Strategies for the control of geminivirus diseases. *Sem. Virol.* 4: 329-337.
- Gilbertson, R.L. Faria, J.C., Hanson, S.F., Morales, F.J., Ahlquist, P., Maxwell, D.P., and Russell, D.R. 1991. Cloning of the complete DNA genomes of four bean-infecting geminiviruses and determining their infectivity by electric discharge particle acceleration. *Phytopathology* 81: 980-985.
- Gilbertson, R.L., Faria, J.C., Ahlquist, P., and Maxwell, D.P. 1993. Genetic diversity in geminiviruses causing bean golden mosaic disease: The nucleotide sequence of the infectious cloned DNA components of a Brazilian isolate of bean golden mosaic geminivirus. *Phytopathology* 83: 709-715.
- Gilbertson, R.L., Hidayat, S.H., Paplomatas, E.J., Rojas, M.R., Hou, Y.-M., and Maxwell, D.P. 1993b. Pseudorecombination between the infectious cloned DNA components of tomato mottle and bean dwarf mosaic geminiviruses. *J. Gen. Virol.* 74:23-31.
- Howarth, A.J., Caton, J., Bossert, M., and Goodman, R.M. 1985. Nucleotide sequence of bean golden mosaic virus and a model for gene regulation in geminiviruses. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA* . 82:3572-3576.
- Ingham, D.I., and Lazarowitz, S.G. 1993. A single missense mutation in the BR1 movement protein alters the host range of the squash leaf curl geminivirus. *Virology* 196:694-702.
- Lazarowitz, S.G. 1992. Geminiviruses: Genome Structure and Gene Function. *CRC Crit. Rev. Plant Dis.* 11:327-349.

- Morinaga, T., Ikegami, M., Shimotohno, K., and Miura, K. 1987. Total nucleotide sequences of the infectious cloned DNAs of bean golden mosaic virus. *Microbiol. Immunol.* 31. 147-154.
- Smith, D.R., and Maxwell, D.P. 1994. Requirement of the common region of DNA-B and the BL1 ORF of bean golden mosaic geminivirus for infectivity and symptom development. *Phytopathology* 84:(In press).
- Von Arnim, A., and Stanley, J. 1992. Determinants of tomato golden mosaic virus symptom development located on DNA-B. *Virology* 186:286-293.
- Wilson, T.M.A. 1993. Strategies to protect crop plants against viruses: Pathogen-derived resistance blossoms. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA* 90:3134-3141.

English Summary

Genome organization and functions of bean golden mosaic geminivirus

Douglas P. Maxwell, Stephen F. Hanson, Rebecca, A. Hoogstraten, Paul Ahlquist, James S. Beaver¹, Osmmat Azzam, and James Karkashian. Department of Plant Pathology, University of Wisconsin, Madison, WI 53706; ¹University of Puerto Rico, Mayagüez, Puerto Rico.

Molecular approaches are providing solutions to crop improvement problems that have not been solved by more traditional methods. Plants with resistance to RNA viruses have been engineered by recombinant DNA methods (Fitchen and Beachy, 1993; Wilson, 1993). These promising results indicate the value of studying virus-derived schemes for the development of transgenic plants resistant to geminivirus.

Most of what is known about gene function of geminiviruses comes from studies with two other members of this group, tomato golden mosaic virus (TGMV) from Brazil, and African cassava mosaic virus (ACMV) (Lazarowitz, 1992). The viral genome of BGMV is composed of two covalently-closed, circular, single-stranded DNAs of about 2.650 nucleotides each (Farfa *et al.*, 1994; Gilbertson *et al.*, 1993a; Howarth *et al.*, 1985; Morinaga *et al.*, 1987). These DNAs are currently designated DNA-A and DNA-B and are encapsidated into separate twinned particles. The only region with a nearly identical DNA sequence shared by these two molecules is an ~200 nucleotide intergenic region called the common region. Computer analysis of the genome for genes which code for a protein greater than 10 kDa, has shown that four open reading frames (genes) occur on DNA-A and two on DNA-B. For both DNAs, genes are transcribed from the viral strand and the complementary strand of the double-stranded replicative form.

Both DNAs are required for systemic infection and symptom development (Gilbertson, *et al.*, 1991); however DNA-A, but not DNA-B, can replicate in plant suspension cells. Thus,

the gene(s) required for replication is associated with DNA-A. Mutational analyses showed that the AC1 gene was necessary for replication. Individual amino acid substitutions in conserved functional regions of AC1 completely abolished replication, whereas mutants with large deletions in the AV1 gene are infectious and cause symptoms on beans. Besides the involvement of the coat protein gene in encapsidation, it is essential for the whitefly transmission of BGMV. When *Bemisia tabaci* was fed on beans infected with coat protein deletion mutants, BGMV was not transmitted. Other functions associated DNA-A are likely to involve regulations of gene expression for the coat protein gene and one of the DNA-B genes, BV1 (Sunter and Bisaro, 1992).

The functions of proteins from DNA-B are associated with symptom expression for TGMV (von Arnim and Stanley, 1992) and host range determinants in the bipartite, whitefly-transmitted geminivirus, squash leaf curl virus (Ingham and Lazarowitz, 1993). For BGMV, some mutants in BC1 (Smith and Maxwell, 1994) and BV1 are not infectious and others cause attenuation of symptoms. All mutants of DNA-B are consistent with the involvement of DNA-B proteins in the movement of the viral DNA within the plant (Lazarowitz, 1992).

The replication of geminiviruses involves the specific interaction of the AC1 protein and the common region (Fontes *et al.*, 1992). This specific interaction for bean-infecting geminiviruses was shown by the lack of infection when beans were coinoculated with the DNA-A of a BGMV isolate from Guatemala (type II) and DNA-B of BGMV from Brazil (type I). When two geminiviruses have similar common regions, coinoculation with mixtures of DNA-A and DNA-B are infectious, e.g., the type II BGMVs from Guatemala and the Dominican Republic (Faria *et al.*, 1994). These studies of genome function indicate that antiviral strategies which disrupt viral replication of movement would be worthy of experimentation.

EL INSECTO VECTOR: *Bemisia* Sp.

La Mosca Blanca *Bemisia tabaci* (Gennadius) Como Vector del Virus del Mosaico Dorado del Frijol (BGMV)

Dr. Pamela Anderson
Universidad Nacional Agraria
Managua, Nicaragua

Introducción

La contribución de los entomólogos a la elucidación y resolución del problema de *Bemisia tabaci* (Gennadius) como vector del virus del mosaico dorado del frijol (BGMV), es decir a la generación de conocimientos básicos y a su aplicación para lograr el control de esta grave enfermedad, ha sido bastante limitado. El programa de frijol del CIAT y los programas nacionales han definido su contribución principal para la protección del cultivo como el desarrollo de variedades resistentes al BGMV. Por lo tanto, el área de entomología no ha recibido ni presión ni estímulo para definir estrategias y desarrollar tácticas para proteger el frijol contra *Bemisia tabaci*, el insecto vector del BGMV. Así, se perpetúa la estrategia convencional de bajar poblaciones de mosca blanca en el campo utilizando pesticidas.

Actualmente, a través de los esfuerzos de mejoramiento, se han logrado materiales (como las líneas DOR) con resistencia al BGMV y alta productividad. Sin embargo, estos genotipos no perduran si la presión de inóculo, i.e. muchas moscas blancas virulíferas, es alta. Hoy en día, se reconoce que para proteger el germoplasma mejorado y prolongar su vida productiva es necesario definir e implementar estrategias complementarias para manejar las poblaciones de vectores. En el corto plazo esto resultará en menos daño para los productores y en el mediano a largo plazo menos presión sobre el germoplasma mejorado.

El uso de los pesticidas para manejar *Bemisia tabaci* es problemático. La mayoría de insecticidas utilizados ya no son efectivos debido a que *B. tabaci* ha desarrollado resistencia a ellos. Los productos que sí sirven son insecticidas caros y altamente tóxicos al ser humano y al ambiente. Además, el uso de insecticidas no necesariamente evita la transmisión de virus. En un estudio clásico, Nene (1973) demostró que de 20 tratamientos de insecticidas ninguno logró matar a *Bemisia tabaci* con suficiente rapidez para evitar la transmisión del virus.

Una de las limitantes más serias para que la entomología no haya hecho más impacto en el manejo de *Bemisia tabaci* como vector es el tratar a *Bemisia tabaci* como plaga en vez de vector. Para el trabajo de insectos vectores es necesario generar conocimientos básicos que sean epidemiológicamente relevantes e importantes. Este documento es

una compilación y revisión del estado de conocimiento de *Bemisia tabaci* como vector del BGMV basado en las contribuciones del Taller de Mosaico Dorado y la literatura publicado, así como en un análisis de esta información dentro del marco conceptual de la epidemiología.

Taxonomía

Moscas blancas en frijol. Hasta la fecha, se han descrito 1,156 especies de moscas blancas que pertenecen a la familia Aleyrodidae (Mound & Halsey, 1978). Russell (1975) reportó 5 especies de Aleyrodidae identificadas en leguminosas en las Américas: *Bemisia tabaci* (Gennadius), *Bemisia tuberculata* (Haldeman), *Tetraleurodes acaciae* (Quaintance), *Trialeurodes abutilonea* (Haldeman) y *Trialeurodes vaporariorum* (Westwood).

En Centro America se han identificado *Bemisia tabaci* en frijol en Guatemala, Honduras, El Salvador y Nicaragua. Además, en Guatemala se han identificado *Tetraleurodes acaciae* y *Trialeurodes vaporariorum* del frijol (P.K. Anderson, 1991, basado en el United States National Museum Collection; R. Caballero, datos no-publicados, 1992).

Solamente *Bemisia tabaci* es reconocida como vector del BGMV. En Centro America, Gámez (1971) confirmó la transmisión del BGMV por *Bemisia tabaci*.

Identificación de moscas blancas. Históricamente, los taxónomos de Aleyrodidae han creído que existen pocas características morfológicas que permiten distinguir entre especímenes adultos. Así, las identificaciones se han basado en el 4to estadio inmaduro llamado pupa, y su identificación por microscopia. El proceso de montaje es relativamente tedioso, las características morfológicas son complejas y hay una escasez de claves taxonómicas.

Como resultado, el conocimiento de las especies existentes en Centro America es inadecuado. Recientemente, en un trabajo donde se hicieron colecciones sistemáticas por toda la región Centroamericana, Caballero (1992) identificó 30 especies de moscas blancas, comúnmente encontradas en los cultivos de importancia en la región. Además, desarrolló claves taxonómicas para estas especies, no solamente para los inmaduros montados en porta-objetos sino también para los inmaduros y adultos vivos en el campo. Ahora, con esta base se considera que será posible la identificación de *Bemisia tabaci* y otras especies de mosca blanca. También, en CIAT el uso del microscopio electrónico de barrido (SEM) permite la identificación de adultos de *Bemisia tabaci* a través de las características de los ojos (omnitidias).

El debate sobre los biotipos. Desde los años 50, Julio Bird en Puerto Rico ha argumentado que existen "razas" de *Bemisia tabaci*. El ha basado este argumento en trabajos experimentales donde *B. tabaci* criada sobre la malvacea *Sida rhombifolia* no podía sobrevivir, alimentarse o transmitir virus a la euforbiacea *Jatropha gossypifolia*, y vice versa (Bird 1957). Russell (1975) opinó que estas razas representaba biotipos de

Bemisia tabaci. El termino biotipo, aplicado a los insectos, se usa para distinguir entre 2 o más grupos taxonómicos morfológicamente similares o indistinguibles pero que difieren entre ellos en cuanto a la preferencia de hospedante, tiempo de desarrollo u otras características de importancia biológica o ecológica (Bush 1994). El debate sobre la existencia de biotipos de *Bemisia tabaci* ha resurgido en los Estados Unidos en los últimos años. En 1986, se encontró una nueva forma de *Bemisia tabaci* en invernaderos de poinsetia (*Euphorbia pulcherrima* Willd.) en Florida. Esta nueva forma, llamada biotipo "poinsetia" o biotipo B, se introdujo al suroeste de los Estados Unidos, rapidamente remplazando la forma original, el biotipo "algodón" o biotipo A. Para 1991, el biotipo B había causado millones de dolares de pérdidas en los cultivos de California y Arizona.

En 1993, basado en datos experimentales biológicos y genéticos, Perring *et al.* concluyeron que los biotipos A y B son actualmente especies distintas de *Bemisia*. Aunque esta conclusion esta todavía bajo discusión y debate (Campbell *et al.*, 1993; Bartlett & Gawal, 1993), Bush (1994) revisando los datos biológicos y genéticos disponibles apoyó la conclusión que los biotipos A y B en los Estados Unidos llenan todos los requisitos para ser considerado como especies distintas que no se crucen.

Basado en datos de electroforesis, Brown (1993) ha reportado que en Centro America y la cuenca del Caribe no solamente existen los biotipos A y B sino también los biotipos C, D y G. Estas conclusiones son prematuras dado que están basadas en patrones de bandas electrofereticas con esterases como marcadores. La variación observada a base de una sola enzima no es suficiente para concluir la presencia de un biotipo nuevo; en particular, porque el uso de esterases son problematicas debido a que las esterases en un insecto estan sujetas a cambios rapidos debido a condiciones ambientales o aplicaciones de pesticidas.

Implicaciones de la existencia de biotipos para la epidemiología del BGMV. Es necesario dar seguimiento a esta línea de investigación dada la implicación epidemiológica de tener varios biotipos del vector. Un estudio sobre la transmisión de un geminivirus del tomate demostró que no hay diferencias significativas entre la eficiencia de transmission por el biotipo A (29%) y el biotipo B (34%) (Brown, 1993). Sin embargo, Bird (1957) encontró que ninguna de las dos "razas" de *B. tabaci* podía transmitir todos los cinco geminivirus descritos en Puerto Rico.

Además, hay otras diferencias importantes entre los biotipos. El biotipo B tiene un rango más amplio de plantas hospedantes (Brown, 1993) y una fecundidad mayor que la del biotipo A (Bethke *et al.*, 1991). Es decir, en general, la capacidad reproductiva del biotipo B es más alta que la de biotipo A. Esto podía resultar en poblaciones más altas con mayor inmigración al cultivo de interés. Por lo tanto, será importante determinar la estructura genética de *Bemisia tabaci* en America Latina y las características biológicas y ecológicas de los diferentes biotipos y/o especies en el complejo *Bemisia*.

Biología y Ecología

La biología y ecología de *Bemisia tabaci* han sido revisadas por varios autores (Lopez-Avila, 1986; Gerling *et al.*, 1986; van Lenteran & Noldus, 1990; Byrne & Bellows, 1991). Sin embargo, la información que existe sobre la biología y ecología de *B. tabaci* en frijol es limitada.

Ciclo de vida. La siguiente descripción del ciclo de vida de la *B. tabaci* en frijol proviene de Eichelkraut y Cardona (1989). La mosca blanca coloca los huevos en el envés de las hojas, a veces en forma aislada, otras veces en grupos irregulares y ocasionalmente en semicírculo. El huevo es de textura lisa y ovalado con la parte superior terminada en punta y la parte inferior redondeada. Generalmente, el huevo es insertado en posición vertical. Inicialmente, es de color blanco verdoso; a medida que madura se torna amarillo y cuando está próximo a eclosionar es de color café claro.

Del huevo eclosiona el "crawler", nombre con el cual se conoce la ninfa de primer estadio, mientras es móvil. Después de unas horas, la ninfa se fija y se puede hablar de la verdadera ninfa del primer estadio. La ninfa pasa por un segundo y tercer estadio. Después de la tercera muda la ninfa pasa por dos fases, una inicial en la cual se alimenta, y otra en la cual deja de hacerlo y sufre cambios morfológicos para transformarse en pupa. Cuando el adulto está próximo a emerger el insecto rompe el integumento pupal en forma de una "T" invertida. Sale por medio de movimientos de contracción y expansión del cuerpo. El adulto se alimenta minutos después de emerger. Dos a cuatro horas después las hembras vírgenes pueden colocar huevos. Las hembras vírgenes colocan huevos viables de los cuales se desarrollan exclusivamente machos. Pero generalmente ocurre la cópula y las hembras son fertilizadas.

Tiempo de desarrollo, longevidad y oviposición. El tiempo de desarrollo es determinado por la temperatura y la planta hospedante. Eichelkraut y Cardona (1989) encontraron que en el invernadero (26 C, 68% H.R.) y sobre frijol, el huevo duro 5.1 días y los estadios ninfales 4.6 d, 3.7 d, 5.1 d, 5.6 d y 6.2 d, secuencialmente. Como adulto, la longevidad de las hembras fue de 14.1 (rango: 5-27) días y del macho 11.1 d (3-26). Las hembras ovipositaron un promedio de 76 huevos (10-97).

Reproducción en frijol. Tanto los datos de invernadero como los datos de campo sugieren que *P. vulgaris* no permite una alta reproducción de *B. tabaci*. Estudiando la capacidad de 11 hospederos para mantener crías de *B. tabaci*, Eichelkraut y Cardona (1989) calificaron al frijol como un mal hospedero. R. Salinas (este volumen) cuantificó que en el campo, desde 15 sep. 1985 a 15 abril 1986, el número de ninfas por planta de frijol fluctuaba solamente de 1 a 15. M. Zamora, estudiando la mosca blanca en frijol bajo riego (enero-abril, 1988), observó que aunque hubo oviposición activa en los trifolios de las plantas de frijol, las ninfas nunca lograron desarrollar hasta la etapa de pupa. Sin embargo, en algunos países, como la República Dominicana y Brasil, *B. tabaci* reproduce en frijol abundantemente en algunas épocas (F.J. Morales, comunicación personal).

Otros hospedantes reproductivos cultivados. Se conoce que *Bemisia tabaci* es un insecto polífago. La revisión más reciente (Greathead, 1986) cita que *B. tabaci* tiene 506 plantas hospederas en 74 familias de plantas en todo el mundo. Aunque *B. tabaci* utiliza plantas no-cultivadas para reproducirse, por el área extensiva, y su densidad, son las plantas cultivadas que más interesan como fuentes de reproducción para *Bemisia tabaci*.

Colecciones de mosca blanca, utilizando el 4to estadio ninfal (pupa) para su identificación indicaron que en Centro America y la Republica Dominicana, *B. tabaci* puede completar su ciclo de vida en por los menos 14 especies de plantas cultivadas (Cuadro 1, P.K. Anderson, basada en la colección del United States National Museum y Florida State Arthropod Collection, 1991; R. Caballero, datos no-publicadas, 1992). Seguramente esta lista es incompleta. También, es necesario cuantificar la capacidad reproductiva relativa para entender mejor los cultivos que funcionan como criaderos para *B. tabaci* en el campo.

Dinámica poblacional. La *Bemisia tabaci* puede desarrollarse entre los umbrales térmicas de 10.0 C y 32.2 C (Gerling *et al.*, 1986), desarrollandose bien en condiciones calidas y secas. El factor más importante en la dinamica poblacional de *B. tabaci* parece ser la lluvia. Existen datos empíricos en varias partes del mundo que sugieren que la abundancia de moscas blancas tiene una correlación inversa con la lluvia, es decir que altos niveles de lluvia suprimen la *Bemisia tabaci* (Kalifa & El-Khidir, 1965; Anzola & Lastra, 1985; Gill & Rataul, 1988; Rao *et al.*, 1989; Singh, 1990; Singh *et al.* 1990). De igual forma, en frijol en America Latina se han observado que las poblaciones de mosca blanca disminuyen sustancialmente en epocas con alta precipitación (Blanco & Bencomo 1978; Morales, 1986; Eichelkraut & Cardona, 1989).

Epidemiología Matemática

Epidemiología. Epidemiología es la ciencia que estudia las enfermedades en las poblaciones (Vanderplank, 1963). La epidemiología puede además ser calificada de acuerdo a la población hospedante de interés primario, e.g. epidemiología humana, veterinaria o botánica (Zadoks, 1974). En los tres campos hay subcomponentes de patógenos transmitidos por invertebrados, principalmente insectos. Los sistemas de patógenos (patosistemas) que conllevan transmisión por insectos representan una dimensión de complejidad en las que las interacciones de al menos tres poblaciones - hospedante, patógenos e insecto vector - debe ser estudiada e integrada.

La epidemiología se puede dividir en cuatro ramas de investigación: circunstancial, etiológica, ecológica y matemática (Macdonald, 1957; Anderson, 1991). La epidemiología circunstancial describe la enfermedad y las circunstancias en las cuales la enfermedad ocurre. La epidemiología etiológica trata de la identificación del agente causal de la enfermedad, hospedantes alternos y modos de transmisión del patógeno. La epidemiología ecológica genera conocimientos básicos sobre los organismos involucrados en el patosistema - patógenos, vectores y hospedantes - y las relaciones

entre ellos. Aun una gran cantidad de conocimientos detallados sobre los organismos involucrados no conducirán necesariamente a un completo entendimiento de la enfermedad. La epidemiología matemática utiliza herramientas (modelos) matemáticas para integrar los datos en un todo coherente y analizar su impacto.

Dentro de la rama de epidemiología matemática, se desarrolló un modelo matemático general para los patógenos de plantas transmitidos por insectos, en el cual se simula la dispersión del patógeno y el daño al cultivo bajo análisis (R. Levins y P. Anderson, 1991, no-publicado). Este modelo está en proceso de verificación para lo cual se está aplicando al patosistema de mosaico dorado de frijol (BGMV) en Nicaragua. El primer paso para utilizar el modelo es estimar valores para cada uno de los parámetros del modelo para un análisis preliminar.

Estimación de parámetros. Del modelo se definen trece parámetros que deben ser cuantificados: densidad de siembra (número de plantas cultivadas por hectárea); inmigración neta (número de insectos que entran a una hectárea por día); insectos virulíferos (proporción de inmigrantes que son virulíferos); tasa de mortalidad (proporción de insectos que mueren por día); número de plantas cultivadas de las que se alimenta un vector en un día; período promedio de adquisición del virus; período promedio de inoculación del virus; período promedio de incubación extrínseco (número de días que el vector requiere para transmitir el virus); período de incubación intrínseco (número de días que el hospedante requiere para actuar como fuente de inóculo); tiempo de retención del virus en el vector; tiempo de generación del vector; reproducción de vector (número de vectores adultos que resultan en un día como producto de la oviposición de una hembra en un día); y período crítico (número de días hasta que el daño causado por una infección se reduce a nivel aceptable). Datos para la estimación de parámetros proviene primeramente de información publicada en la literatura científica.

La densidad de siembra de frijoles en Nicaragua fluctúa entre 250,000 a 400,000 plantas/hectárea (Tapia y Camacho, 1988). La densidad promedio de siembra se estimó en 300,000 plantas/ha.

No existen datos sobre la inmigración de *Bemisia* dentro de campos de frijol. Las tasas de inmigración son estimadas de datos de abundancia de mosca blanca (Anderson, 1986, no-publicada; Parajon, 1988) durante la primera semana de plantado; antes de que la abundancia pueda ser afectada por la reproducción. Datos sobre el número de *Bemisia*/planta colectado por muestreo de plantas individuales en diferentes campos de frijol varían en un rango de 0 hasta 60 moscas blancas por planta en casos extremos. Sin embargo, basado en un promedio de abundancia de mosca blancas de 0.5 insectos por planta a los 10 días después de germinación, se estimó que un promedio razonable de tasa de inmigración es 15,000 insectos por hectárea por día.

El modelo explora tanto el número de *Bemisia* inmigrando así como la proporción de *Bemisia* que son virulíferos. No existen datos de campo sobre los porcentajes de

insectos virulíferos con BGMV en los campos de frijoles. Sin embargo, se espera que el porcentaje varíe grandemente dependiendo de la presencia y distancia de campos de frijol vecinos afectados (reservorios) y de la abundancia de reservorios no-cultivados en la vecindad que rodea los campos de producción. El porcentaje promedio de inmigrantes infectivos fue arbitrariamente fijado en un 10%.

En poblaciones de *Bemisia tabaci* en frijoles en Colombia, el promedio de expectativa de vida se determinó en 11.1 días en machos y 14.1 días para las hembras (Eichelkraut y Cardona, 1989). Si se toma un promedio de expectativa de vida de 12 días, el promedio diario de mortalidad es de 0.08.

Shivanathan (1983) condujo estudios de campo con *Bemisia tabaci* en chiltoma (*Capsicum* spp.). Durante los períodos cuando la temperatura promedio estaba entre 22-26 C, las moscas blancas se movieron un promedio de 6 veces en un día (600-1600 hr) y gastaron 14-196 minutos visitando plantas con un promedio por visita de 94 minutos. Bird (Goodman y Bird, 1978) reportó que la adquisición e inoculación por adultos de la mosca blanca puede ser realizada en un total de menos de 6 minutos. Sin embargo, Gamez (1971) mostró datos que aún con una adquisición mínima de tiempo de 3 horas, solo 1 en 5 moscas blancas adquiere el BGMV. La transmisión eficiente (100%) requiere unas 6 horas de alimentación (Gamez, 1971). Basado en estos datos es razonable estimar una probabilidad de transmisión de 20% (.02)

No existen datos experimentales para los períodos de incubación extrínsecos de BGMV en *Bemisia tabaci* (Goodman y Bird, 1978; Brunt, 1986). Sin embargo, los períodos de incubación para otros geminivirus varían de 4 a 48 horas (Brunt, 1986). Los períodos de incubación extrínseca para BGMV se estiman en 12 horas. Shock y Goodman (1981) han estudiado las concentraciones de virus con el tiempo, para frijoles inoculados con el BGMV. A una temperatura de 32 C encontraron que la concentración del virus incrementa desde el tiempo cuando las hojas iniciaban el desarrollo de síntomas (5-6 días después de la inoculación) hasta un pico de 8-12 días después de la inoculación y luego decreció rápidamente hasta los bajos niveles iniciales por 16 días después de la inoculación. Morales y Niessen (1988) reportaron que en inoculaciones mecánicas, utilizando hojas 8-10 días después de la inoculación, la infectividad de BGMV fue alta. Así, la incubación intrínseca fue establecida en 10 días.

Gamez (1971) encontró que *Bemisia tabaci* puede retener BGMV por un período tan largo como de 21 días. Un examen más cercano a esos datos, indica que a los 7, 14, y 21 días, el 95%, 54% y 27%, respectivamente, de los insectos inicialmente virulíferos estaban aun transmitiendo el virus. Por tanto, el promedio de retención se fijó en 14 días.

El tiempo de desarrollo promedio (días de huevo a adulto) de *Bemisia tabaci* en frijoles es de 28.3 días a 24 C (70% HR) y 25.3 días a 26.5 C (68% HR) (Eichelkraut y Cardona, 1989). Coudriet *et al.* (1987) trabajando con poblaciones de *B. tabaci* de California, encontraron que a 26.7 C, las moscas blancas tomaron 21.8 días para

desarrollarse en frijoles. Dado que la oviposición usualmente comienza horas después de la eclosión, el tiempo de desarrollo es una aproximación razonable del tiempo de generación. El tiempo de generación promedio fue fijado en 25 días.

La tasa de oviposición, o sea el número de huevos puestos por una hembra por día, fue estimado de datos graficados presentados por Eickelkraut y Cardona (1989) en 6 huevos por día. El único estudio documentando de sobrevivencia en el campo fue llevado a cabo en un estudio de tabla de vida de *Bemisia tabaci* en algodón en Israel (Horowitz *et al.*, 1984). El promedio de sobrevivencia de huevos a adultos se determinó en 15%. Entonces, la reproducción se estimó en 1.0.

El período crítico es el número de días hasta que el daño causado por una infección es reducida a un nivel aceptable. Un nivel de daño aceptable está arbitrariamente definido en 10%. Pierre (1975) evaluó el daño atribuible al BGMV seleccionando y marcando plantas enfermas en el campo entre 17 y 44 días después de plantadas. Cuando la infección se observó en aproximadamente 14, 21, 28, 35 y 42 días, el daño fue de 86.15%, 73.98, 73,52%, 39.57% y 41.02%, respectivamente, comparados con plantas testigos no infectadas. Graficando esos datos y extrapolando la curva de daños, 10% de daño resultarían en infecciones a plantas de frijol de aproximadamente 8 semanas, o 56 días.

Exploración de los parámetros. El método de perturbación fue usado para explorar el patosistema del virus del mosaico dorado del frijol. Después de estimar los valores medios para cada uno de los parámetros, los valores se incrementaron o disminuyeron, con el fin de obtener valores máximos y mínimos; el valor medio fue duplicado o reducido a la mitad. Cuando ello no era biológicamente razonable, la media estimada se incrementó o disminuyó en un orden de magnitud, o hasta sus límites, tal como se reporta en la literatura científica. Los valores mínimos, medios y máximos para el patosistema BGMV aparecen en el Cuadro 2. El mínimo y máximo están referidos a los valores que contribuyen a la diseminación del patógeno, y no al valor numérico en sí mismo.

Resultados. Un análisis (en la computadora), utilizando los valores medios de los parámetros (Cuadro 2), indica que resulta 63.2% de daño a causa del BGMV (Cuadro 3). Las intervenciones en el tiempo generacional, tiempo de retención, reproducción, período de incubación, transmisiones y densidad de siembra tienen poco o ningún impacto sobre el daño, dentro del ámbito de valores explorados. Esto indica que, por lo menos en una primera fase de investigación, no se debería incurrir en gastos de recursos adicionales para cuantificar esos parámetros.

En cambio, las intervenciones en el período crítico, tasa de inmigración y la proporción de inmigrantes infectivos reducen significativamente el daño. Por lo tanto, la investigación entomológica debería priorizar: a) variación en la tasa de inmigración de *B. tabaci* a campos de frijol durante el ciclo de producción, al igual que durante las diferentes fechas

de siembra y las diferentes zonas del país, y b) variación en el porcentaje de insectos inmigrantes que son virulíferos en tales circunstancias.

Protección

Prácticas actuales. Aunque en algunos países como Honduras (F. Rodríguez *et al.*, este volumen) y Costa Rica (R. Araya, este volumen) parece que no se aplica ninguna medida de control contra la mosca blanca en frijol, en la mayoría de los países afectados, el manejo de las poblaciones de *Bemisia tabaci* en frijol se hace a través de agroquímicos. El Cuadro 4 cita los químicos que mencionan de uso actual para *B. tabaci* en frijol. Blanco y Faure (este volumen) especifica que en Cuba su programa consiste en la aplicación de insecticidas sistémicos de forma programada entre los 7 y 10 días después de la siembra, y las aplicaciones siguientes se realizan cuando la población sea de 0.5 moscas/planta. Dardon (1993) reportó que además de la aplicación de pesticida granulado al momento de sembrar, en Guatemala realizan entre 12-15 aplicaciones de pesticidas para *B. tabaci* en frijol hasta la cosecha.

En Nicaragua, debido a: 1) el alto nivel de resistencia de la mosca blanca a los insecticidas sintéticos; 2) el alto precio de los productos todavía efectivos, e.g. bifentrin (Talstar) y fenpropatrina (Herald), y; 3) la promoción del uso de un mínimo de insumos promovido por los programas de extensión como "Campesino a Campesino", muchos pequeños productores de frijol están utilizando insecticidas botánicos y "repelentes" contra *Bemisia tabaci*. Específicamente, están aplicando: a) chile: 4-6 chiles maduros por bomba de 20 litros de agua; b) tabaco: 4 cigarrillos en una lata de agua, se hierve, posteriormente se toma un litro de esta solución y se prepara con 4 litros de agua; c) jabón líquido; d) aceite de cocinar: 1 litro para 4 bombadas de 20 litros de agua; y e) estiércol de vaca: 15 libras en 20 litros de agua, dejándola fermentar durante 15 días, de esa fermentación se usa 1 litro en 4 litros de agua (Anderson *et al.*, 1994).

Además de que el uso de insecticidas sintéticos, en Cuba se mantienen los campos libres de malezas dentro y fuera del campo de frijol, incluyendo las calles y guardarrayas y se evita las siembras escalonadas y colindantes (Blanco y Faure, este volumen). En Argentina se establecen las fechas de siembra para escape de una alta presión de poblaciones de mosca blanca que usualmente coinciden con el periodo de maduración de la soya (M. Salgado, este volumen). Y en la República Dominicana existe legislación sobre áreas y épocas de siembra (F. Saladin *et al.*, este volumen).

Conclusiones

Según el análisis matemático, las intervenciones sobre la tasa de mortalidad reducen el daño al cultivo de forma significativa. La mortalidad no se debe confundir con la reducción del nivel poblacional. En un sentido epidemiológico, la mortalidad significa la eliminación del sistema de los vectores, antes de que éstos tengan oportunidad de

adquirir, incubar e inocular plantas no infectadas. Una tasa de mortalidad de 0.8 representa una esperanza de vida de 1.2 días o, aproximadamente, 24 h. Si el tiempo de incubación extrínseco es de 24 h, entonces una mortalidad de 0.8 implica que los individuos que entran al sistema como no virulíferos y adquieren el virus dentro del campo, mueren antes de inocular plantas sanas. Es decir, el daño debido a inoculaciones secundarias es minimizado; el daño restante refleja las infecciones primarias desde fuera del campo.

Este resultado indica que la mayoría de las tácticas que se están utilizando para proteger el cultivo contra el BGMV, tales como las aplicaciones de insecticidas, se deben reevaluar, para determinar su impacto sobre la mortalidad de *B. tabaci*.

A pesar del conocimiento que el BGMV causa la más devastadora enfermedad viral en los frijoles en Latino América, existe escasez de datos entomológicos publicados, y que sean epidemiológicamente relevantes. En particular, falta confianza sobre las estimaciones de tasas de inmigración de vectores, porcentaje de inmigrantes virulíferos. Dado que esta dinámica parece depender de la lluvia es importante comenzar a coleccionar y correlacionar datos de lluvia con inmigración de *Bemisia tabaci* al campo, incidencia de BGMV y rendimientos.

Referencias

- Anderson, P.K. 1991. Epidemiology of insect-transmitted plant pathogens. Doctoral Thesis. Boston, EE.UU., Harvard University. 304p.
- Anderson, P.K.; Chavarria, A.; Guharray, F. [eds]. 1994. Memoria de Taller Nacional de Mosca Blanca. Managua, Nicaragua, CATIE/OIRSA. 57 pp.
- Anzola, D.; Lastra, R. 1985. Whiteflies population and its impact on the incidence of tomato yellow mosaic virus in Venezuela. *Journal of Phytopathology* 112:363-366.
- Bartlett, A.C.; Gawel, N.J. 1993. Determining whitefly species. *Science* 261:1333-1334.
- Bethke, J.A.; Paine, T.D.; Nuessly, G.S. 1991. Comparative biology, morphometrics and development of two populations of *Bemisia tabaci* (Homoptera:Aleyrodidae) on cotton and poinsettia. *Annals of the Entomological Society of America* 84:407-411.
- Bird, J. 1957. A whitefly-transmitted mosaic of *Jatropha gossypifolia*. Rio Piedras, Puerto Rico, Agricultural Experiment Station (Technical Paper) 22:1-35.
- Blanco, N; Bencomo, I. 1978. Afluencia de la mosca blanca (*Bemisia tabaci*), vector del virus del mosaico dorado, en plantaciones de frijol. *Ciencias de la Agricultura (Cuba)* 2:39-46.

- Brown, J. 1993. Evaluación crítica sobre los biotipos de mosca blanca en América, de 1989 a 1992. *In Las Moscas Blancas (Homoptera: Aleyrodidae) en America Central y el Caribe*. Ed. by L. Hilje, O. Arboleada. Turrialba, Costa Rica, CATIE. pp. 1-9.
- Brunt, A.A. 1986. Transmission of diseases. *In Bemisia tabaci - a literature survey*. Ed. by M.J.W. Cock. Berks, UK, C.A.B. p.43-50.
- Byrne, D.; Bellow, T.S. 1991. Whitefly biology. *Annual Review of Entomology* 36:431-457.
- Bush, G. 1994. *Bemisia tabaci*: biotipo o complejo de especies? *In Las Moscas Blancas (Homoptera: Aleyrodidae) en America Central y el Caribe, II*. Ed. by P.K. Anderson, A. Chavarria, A. Rojas, N. Valle. Managua, Nicaragua, OIRSA. (En preparacion).
- Caballero, R. 1992. Whiteflies (Homoptera: Aleyrodidae) from Central America and Colombia including slide-mounted pupal and field keys for identification, field characteristics, hosts, distribution, natural enemies and economic importance. Tesis M.Sc. Manhattan, Kansas (EE.UU.), Kansas State University. 201 p.
- Campbell, B.C.; Duffus, J.E.; Baumann, P. 1993. Determining whitefly species. *Science* 261:1333.
- Coudriet, D.L.; Prabhaker, N.; Kishaba, A.N.; Meyerdirk, D.E. 1985. Variation in developmental rate on different hosts and overwintering of the sweetpotato whitefly, *Bemisia tabaci* (Homoptera:Aleyrodidae). *Environmental Entomology* 14:516-519.
- Dardon, D.E. 1993. Las moscas blancas en Guatemala. *In Las Moscas Blancas (Homoptera: Aleyrodidae) en America Central y el Caribe*. Ed. by L. Hilje, O. Arboleada. Turrialba, Costa Rica, CATIE. pp. 38-41.
- Eichelkraut, K.; Cardona, C. 1989. Biología, cría masal y aspectos ecológicos de la mosca blanca, *Bemisia tabaci* (Gennadius) (Homoptera:Aleyrodidae), como plaga de frijol común. *Turrialba* 39(1):51-55.
- Gamez, R. 1971. Los virus del frijol en Centroamérica. I. Transmisión por moscas blancas (*Bemisia tabaci* Gen.) y plantas hospedantes del virus del mosaico dorado. *Turrialba* 21(1):22-27.
- Gerling, D.; Horowitz, A.R.; Baumgaertner, J. 1986. Autecology of *Bemisia tabaci*. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 17: 5-19.

- Gill, C.K.; Rataul, H.S. 1988. A note on the incidence estimation of losses and symptomology of yellow mosaic virus on soybean, *Glycine max* L. Indian Journal of Entomology 48:524-526.
- Goodman, R.M.; Bird, J. 1978. Bean golden mosaic virus. CMI/ABB Descriptions of Plant Viruses No. 192.
- Greathead, A.H. 1986. Host plants. In *Bemisia tabaci* a literature survey. Ed. by M.J.W. Cock. Silkwood Park, UK, CAB. pp. 17-26.
- Horowitz, A.R.; Podoler, H.; Gerling, D. 1984. Life table analysis of the tobacco whitefly *Bemisia tabaci* (Gennadius) in cotton fields in Israel. Acta OEcologica/OEcologia Applicata 5(3):221-233.
- Khalifa, A.; El-Khidir, E. 1965. Biological study on *Trialesterodes lubia* and *Bemisia tabaci*. Bulletin de la Societe entomologique d'Egypte 48:115-129.
- Lopez-Avila, A. 1986. Taxonomy and biology. In *Bemisia tabaci*-a literature survey. Ed. by M.J.W. Cock. Silkwood Park, UK, CAB. pp. 3-12.
- MacDonald, G. 1957. The prevention and control of malaria. London, Oxford University Press.
- Morales, F.J. 1986. Epidemiology and integrated control of whitefly-transmitted virus of *Phaseolus vulgaris* L. in Argentina. In Proceedings of the Workshop on Epidemiology of Plant Virus Diseases, August 6-8, 1986, Orlando, FL. pp. III 9-10.
- Morales, F.J.; Niessen, A.I. 1988. Comparative responses of selected *Phaseolus vulgaris* germplasm inoculated artificially and naturally with bean golden mosaic virus. Plant Disease 72:1020-1023.
- Mound, L.A.; Halsey, S.H. 1978. Whitefly of the World. A systematic catalogue of the Aleyrodidae (Homoptera) with host plant and natural enemy data. British Museum (Natural History). 340 p.
- Nene Y.L. 1973. Control of *Bemisia tabaci* Genn., a vector of several plant viruses. Indian Journal of Agricultural Sciences 43:433-436.
- Parajon, B. 1988. Dinámica poblacional de mosca blanca *Bemisia tabaci* (Genn.) en frijol común, *Phaseolus vulgaris* L. con riego en Nicaragua. Tesis Ing. Agr. Managua, Nicaragua, Instituto Superior de Ciencias Agropecuarios. 30 p.
- Perring, T.; Cooper, A.D.; Rodriguez, R.J.; Farrar, C.A.; Bellows, T.S. 1993. Identification of a whitefly species by genomic and behavioral studies. Science 259:74-77.

- Pierre, R.E. 1975. Observations on the golden mosaic of bean (*Phaseolus vulgaris* L.) in Jamaica. *In* Tropical disease of legumes. Ed. by J. Bird, K. Maramorosch. New York, Academic Press. p. 55-59.
- Rao, N.V.; Reddy, A.S.; Rao, K.T. 1989. Natural enemies of cotton whitefly, *Bemisia tabaci* Gennadius in relation to host population and weather factors. *Journal of Biological Control* 3:10-12.
- Russell, L. 1975. Whiteflies on beans in the western hemisphere. *In* Workshop on Bean Production, Cali, Colombia, 1-3 December, 1975. Cali, Colombia, CIAT. 22 p.
- Shivanathan P. 1983. The epidemiology of three diseases caused by whitefly-borne pathogens. *In* Plant virus epidemiology. Ed. by R.T. Plumb, J.M. Thresh. Oxford, Blackwell Scientific Publications. p. 323-330.
- Shock, T.L.; Goodman, R.M. 1981. Time-course studies on virus titre and DNA component ratio in beans infected with bean golden mosaic virus. *Phytopathology* 71:80-82.
- Singh, S.J. 1990. Etiology and epidemiology of whitefly-transmitted virus diseases of okra in India. *Plant Disease Research* 5:64-70.
- Singh, T.V.K.; Singh, K.M.; Singh, R.N. 1990. Groundnut pest complex: III. Incidence of insect pests in relation to agroclimatic conditions as determined by graphical superposition technique. *Indian Journal of Entomology* 52:686-692.
- Tapia, H.; Camacho, A. 1988. Manejo integrado de la producción de frijol basado en labranza cero. Eschborn, Alemania, Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (GTZ). 181p.
- Vanderplank, J.E. 1963. Plant diseases: epidemiology and control. New York, Academic Press.
- Van Lenteren, J.C.; Noldus, L.P.J.J. 1990. Whitefly-plant relationships: behavioral and ecological aspects. *In* Whiteflies: their Bionomics, Pest Status and Management. Ed. by D. Gerling. Andover, UK, Intercept, Ltd. pp. 47-90.
- Zadoks, J.E. 1974. The role of epidemiology in modern phytopathology. *Phytopathology* 64:918-923.

English Summary

The information that exists for *Bemisia tabaci* (Gennadius) as a vector of bean golden mosaic virus (BGMV) is fairly limited. Although 5 species of whiteflies (Homoptera: Aleyrodidae) have been identified from beans in the Americas, only *B. tabaci* is confirmed as a vector of BGMV. There are reports that numerous biotypes of *B. tabaci* (A,B,C,D,G) are present in Central America and the Caribbean basin, but these conclusions are premature. Additional research is needed on biotypes, in general, in Latin American and specifically on the biotype(s) associated with bean plantings.

The only detailed study on the biology of *Bemisia tabaci* in beans comes from research at CIAT. The development time for *B. tabaci* on beans under greenhouse conditions (26 C) was found to be 30.3 days. Average adult longevity was 11 and 14 days for males and females, respectively. And, females laid an average of 76 eggs during their lifetime.

Under field conditions in the Dominican Republic and Brazil, *B. tabaci* reproduces abundantly on beans. However, both CIAT studies and field observations from Mexico and Central America suggest that beans are not a good reproductive host for *B. tabaci*. In these latter cases, it is probably other cultivated host plants that serve as reproductive hosts for the whitefly. In Central America *B. tabaci* can complete its life cycle on, at least, 14 cultivated plants. The crop plants should be studied to determine their relative importance as reproductive sources for *Bemisia*.

Bemisia tabaci develops between 10.0 and 32.2 C, reaching high populations levels under hot, dry conditions. The most important factor in reducing whitefly population levels appears to be rainfall. High levels of rainfall have been linked to low whitefly populations in many crops, world-wide, including bean-producing zones in Latin America.

The contribution of entomologists to the understanding of *Bemisia tabaci* as a vector of bean golden mosaic virus (BGMV) and the development of crop protection strategies to manage the whitefly has been extremely limited. This has been true in part because the principle tactic promoted for BGMV protection has been the deployment of resistant varieties, and because entomologists continue to treat insect vectors as if they were insect pests. Consequently, the conventional strategy of reducing whitefly populations in the bean fields with insecticides has predominated.

Chemical control is the predominant form of vector management in Latin America and the Caribbean with IPM, i.e. insect pest, style economic injury levels established at low population densities (e.g. 0.5 whiteflies/plant in Cuba), and frequent insecticide applications (e.g. 12-14 per growing season in Guatemala).

An alternative approach, based on epidemiological analysis using a mathematical model is presented. This type of epidemiological analysis underlines the need for more basic entomological research on vector immigration into the field and the proportion of

viruliferous insects in the immigrating population. It also indicates that pesticides will only work if they result in extremely high whitefly mortality (e.g. 100% mortality in 24 hours), explaining one of the problems with the insect pest approach to pesticide sprayings. Most importantly, given that the whitefly dynamics, i.e. the immigrating insects, are controlled by rainfall, it is critical to begin collecting rainfall data to correlate with whitefly immigration, BGMV incidence and bean yields as a basis for the development of a disease forecasting system.

Cuadro 1. Plantas hospedantes cultivadas de Bemisia tabaci

Nombre común	Nombre científico	Localidades
aguacate	<i>Persea americana</i> L.	G
algodon	<i>Gossypium hirsutum</i> L.	H, ES, N
berengena	<i>Solanum melongena</i> L.	RD
chile	<i>Capsicum annum</i> L.	B, H
	<i>Capsicum frutescens</i> L.	N
frijol	<i>Phaseolus vulgaris</i> L.	G, ES, H, N
guayaba	<i>Psidium guajava</i> L.	N
melon	<i>Cucumis melo</i> L.	G, B, H
papa	<i>Solanum tuberosum</i> L.	H, N
pepino	<i>Cucumis sativus</i> L.	H, N
sandia	<i>Citrullus lanatus</i> L.	B, H
soya	<i>Glycine max</i> (L.) Merr.	H
tobaco	<i>Nicotiana tabacum</i> L.	N
tomate	<i>Lycopersicon esculentum</i> Mill.	RD, G, B, ES, H, N

RD = Republica Dominicana; G = Guatemala; B = Belice;
 ES = El Salvador; H = Honduras; N = Nicaragua

Cuadro 2. Estimados de parametros para el virus del mosaico dorado del frijol (BGMV).

Parámetro	min ¹	Valor promedio	max ¹
Densidad de siembra	400,000	300,000	200,000
Tasa de inmigración	1,500	15,000	150,000
Insectos virulíferos	0.1	10.0	99.0
Tasa de mortalidad	.8	.08	.008
Tasa de alimentación	1	6	60
Adquisición/Inoculación	.12	.25	.5
Incubación extrínseca	.5	1	2
Incubación intrínseca	20	10	5
Tiempo de retención	7	14	21
Tiempo de generación	50	25	13
Reproducción	.1	1	10
Periodo crítico	28	56	112

1) Los valores mínimos y máximos estan referidos a los valores que contribuyen a la dispersión del patógeno, al valor numérico en si mismo.

Cuadro 3. Daño causado por el virus del mosaico dorado del frijol (BGMV).

Parámetro	Daño con valores de parametros		
	min	promedio	max
Densidad de siembra	57.4	63.2	70.9
Tasa de inmigración	17.2	63.2	100.0
Insectos virulíferos	23.4	63.2	98.0
Tasa de mortalidad	14.0	63.2	69.9
Prob. de transmisión	58.6	63.2	81.2
Tiempo de incubación	50.0	63.2	76.4
Tiempo de retención	63.2	63.2	63.2
Tiempo de generación	63.2	63.2	63.2
Reproducción	57.4	63.2	67.6
Periodo critico	27.1	63.2	100.0

Cuadro 4. Agroquímicos en uso para Bemisia tabaci en frijol

Pais	Agroquímico	Referencia
Mexico	endosulfan (Thiodan) aldicarb (Temik) carbofuran (Furadan) diazinon ometoato (Folimat)	Lopez-Salinas; Salinas Perez; este volumen
Guatemala	aldicarb endosulfan fenpropatrina metamidofós metil-paratión oxidemetón-metilo	Dardon 1993
Nicaragua	bifentrin (Talstar) fenpropatrina (Herald)	Anderson <u>et al.</u> 1994
Argentina	aldicarb monocrotofas dimetoato	Salgado, este volumen

Control del Mosaico Dorado del Frijol

Fuentes de resistencia

Sources of resistance

Reacción de genotipos de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) al virus del mosaico dorado del frijol (BGMV) en condiciones de campo e invernadero.

Francisco J. Morales
CIAT, Cali, Colombia.

Se evaluó un total de 44 genotipos de frijol común por su reacción al BGMV en condiciones naturales de campo (Monjas, Guatemala) y artificiales (inoculación mecánica) de invernadero (CIAT, Colombia). La mayoría de los genotipos reaccionaron de manera similar con excepciones asociadas a la mala adaptación de algunos genotipos evaluados a las condiciones de Monjas, Guatemala. La técnica de inoculación permitió observar diferentes reacciones de los genotipos de frijol, tales como la expresión tardía de síntomas, tolerancia (habilidad de producir a pesar de mostrar síntomas apreciables), y el escape a la infección.

La variedad 'Porrillo Sintético', la fuente de resistencia al BGMV más usada en la América Latina, presenta la tendencia a escapar a medida que se retrasa la inoculación del virus (Cuadro 1) y, aún cuando se inocula tempranamente, tiende a retardar la expresión de síntomas. Otras variedades que presentan tendencia al escape son: Great Northern 31, Pinto 114, y Red Mexican 35, a medida que se retrasa la inoculación.

La habilidad de los genotipos Porrillo Sintético, ICA-Pijao y algunas líneas ICTA (Quetzal, Tamazulapa, Jutiapán) derivadas de estos progenitores, de producir vainas en presencia del virus (infección sistémica), es afectada por condiciones ambientales, en particular altas temperaturas, las cuales resultan en el aborto de flores.

La variedad tipo habichuela, Redlands Greenleaf C, demostró poseer la habilidad de producir vainas con poca deformación a pesar de estar sistémicamente infectada por el BGMV. Otros materiales que presentan una tendencia a producir vainas a pesar de mostrar síntomas visibles de la enfermedad (tolerancia) son Pinto 114 y el Royal Red, de las razas Durango y Nueva Granada, respectivamente.

Una evaluación de las líneas resistentes al BGMV, DOR 303 Y A429, demostró que ninguno de sus progenitores poseían niveles de resistencia al BGMV de la magnitud del exhibido por estas dos líneas, sugiriendo la ocurrencia de segregación transgresiva. La principal fuente de resistencia del A429 es el genotipo 'Garrapato', el cual presenta una reacción de resistencia al amarillamiento foliar (mosaico) inducido por el virus. En el caso de DOR 303, su resistencia parece estar asociada a la combinación de los progenitores Porrillo Sintético, Cacahuete 72 y Red Kloud. Los últimos dos progenitores muestran tendencia hacia la tolerancia al virus.

Varios genotipos de frijol seleccionados como fuentes de resistencia a un geminivirus transmitido por cicadélidos al frijol y otros cultivos, el virus del ápice rizado de la remolacha (BCTV), demostraron no poseer resistencia al BGMV en las condiciones experimentales de esta investigación.

Se concluye en este estudio que existen varios mecanismos de resistencia al BGMV en frijol común, los cuales deben ser combinados tomando en cuenta los diferentes ancestros (razas) de los genotipos de frijol usados como fuentes de genes de resistencia. Esta investigación demuestra también que la inoculaciones mecánicas o artificiales son útiles para predecir el comportamiento de genotipos de frijol en condiciones naturales de campo.

Cuadro 1. Efecto de la edad de plantas de Porrillo Sintético inoculadas con el virus del mosaico dorado del frijol en condiciones artificiales, en la incidencia de infección.

Edad de la Planta ^a	Incidencia del BGMV ^b	
	Ensayo 1	Ensayo 2
7	100	100
8	80	100
9	50	90
10	20	60
11	0	50
12	0	0
13	0	0

^a Edad (a partir de la siembra) al momento de la inoculación artificial.

^b Diez plántulas inoculadas mecánicamente por fecha de siembra.

Referencias

- Bird, J., Rodriguez, R., 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.
- Brakke, M.K., and van Pelt, N. 1970. Linear-log sucrose gradient for estimating sedimentation coefficients of plant viruses and nucleic acids. *Anal. Biochem.* 38:56-64.
- Costa, A.S. 1965. Three whitefly-transmitted virus diseases of beans in Sao Paulo, Brazil. *FAO Plant Prot. Bull.* 13:121-130.

- Derrick, K. S. 1973. Quantitative assay for plant viruses using serologically specific electron microscopy. *Virology* 56:652-653.
- Drijfhout, E. 1978. Genetic interaction between *Phaseolus vulgaris* and bean common mosaic virus with implications for strain identification and breeding for resistance. Agr. Res. Rept., Center for Agr. Publishing and Documentation. Wageningen, 98 pp.
- Drijfhout, E., Silbernagel, M.J., and Burke, D.W. 1978. Differentiation of strains of bean common mosaic virus. *Neth. J. Plant Path.* 84:13-26.
- Galvez, G.E., and Cardenas M.R. 1980. Whitefly transmitted viruses. Pages 263-289 in: *Bean Production Problems*. H.F. Schwartz and G.E. Galvez, eds. Centro Internacional de Agricultura Tropical, Cali, Colombia. 424 p.
- Goodman, R.M., and Bird, J. 1978. Bean golden mosaic virus. *Descriptions of Plant Viruses*. No. 192. Commonw. Mycol. Inst./Assoc. Appl. Biol., Kew Surrey, England.
- Jaramillo, S., and Lastra, R. 1986. Purification and properties of the geminivirus Euphorbia mosaic virus. *J. Phytopathology*. 115:193-203.
- Jayasinghe, U. 1982. Chlorotic mottle of bean (*Phaseolus vulgaris* L.). Ph.D Thesis. Agricultural University, Wageningen, Netherlands. 156p.
- Roberts, I.M., Robinson, D.J., and Harrison, B.D. 1984. Serological relationships and genome homologies among geminiviruses. *J. gen. Virol.* 65:1723-1730.
- Ziemiński, A., and Wood, K.R. 1975. Serological demonstration of virus-specific proteins associated with cucumber mosaic virus infection of cucumber cotyledons. *Physiol. Plant Pathol.* 7:171-177.

English Summary

Comparative responses of selected (*Phaseolus vulgaris*) germplasm inoculated artificially and naturally with bean golden mosaic virus.

F.J. Morales, CIAT, Cali, Colombia.

A total of 44 bean (*Phaseolus vulgaris* L.) genotypes was evaluated for disease reactions to bean golden mosaic virus (BGMV) by mechanical and whitefly inoculation under glasshouse and field conditions, respectively. Most of the genotypes reacted similarly under both screening conditions, with a few discrepancies ascribed to the poor adaptation

of some temperate bean genotypes to the tropical conditions of the field evaluation site (Monjas, Guatemala). The mechanical inoculation technique made possible the observation of different plant responses, namely delayed symptom expression, tolerance, and disease escape in diverse cultivars. However, most of the bean cultivars tested were severely affected when test plants were mechanically inoculated with BGMV at the beginning of the primary leaf stage. The glasshouse evaluation of six parental genotypes used to develop two highly BGMV-resistant lines, DOR 303 and A 429, showed all six parents to be BGMV-susceptible, suggesting the occurrence of transgressive segregation.

The experimental bean lines, NW 59 and 63, selected for their immunity to a leafhopper-transmitted bean geminivirus (beet curly top virus), proved susceptible to BGMV under both field and glasshouse conditions, demonstrating a marked difference in the genetics of resistance to these two geminiviruses in *P. vulgaris*. It is concluded here that, while field evaluations are needed to screen segregating populations, the mechanical inoculation of bean genotypes with BGMV yields valuable information on their response to the virus and potential use as parents for breeding purposes.

La búsqueda de resistencia genética al virus del mosaico dorado en frijol común: historia y perspectivas

Dr. Stephen Beebe
Mejorador Programa de Frijol
CIAT

La historia de los avances en el control genético del virus del mosaico dorado del frijol (BGMV) se puede dividir en cuatro etapas. La primera etapa estuvo caracterizada por la liberación de tres variedades ICTA: Jutiapan, Quetzal y Tamazulapa, en Guatemala. Estas variedades poseían un nivel superior de resistencia al mosaico dorado, por su menor expresión de síntomas y rendimiento superior con relación a las variedades de frijol locales.

La segunda etapa esta representada por la creación de la variedad ICTA-Ostua, la cual poseía atributos similares a los genotipos antes mencionados y, además, precocidad y tolerancia a la sequía. La tercera etapa llega con la liberación del DOR 364 en varios países centroamericanos. Este genotipo fue el primero de grano rojo que representaba el resultado de una acumulación de genes de resistencia al BGMV. Por primera vez, se conseguían niveles de resistencia en grano rojo, superiores a los disponibles previamente en genotipos de grano negro.

El cuarto y último avance de investigación, esta representado por la nueva generación de líneas rojas DOR, tales como la 482, 483, 474, y 476, así como por la línea negra ICTA JU 90-4. Estos genotipos incorporan genes derivados de la línea A429, la cual a su vez, deriva su resistencia del genotipo 'Garrapato' de la raza 'Durango' de México.

Mientras que el avance genético ha sido considerable, es importante que los mejoradores de frijol se den cuenta del número relativamente pequeño de fuentes de resistencia al BGMV utilizadas hasta ahora. Esencialmente, existen tres fuentes de resistencia al BGMV en la genealogía de las líneas de 'dorado'. Primero, 'Porrillo Sintético' y otras selecciones de 'Porrillo' han formado la base genética de todo lo que ha sido seleccionado para este carácter. El 'Porrillo' fue la principal fuente de resistencia utilizada para generar las variedades ICTAS mencionadas aquí, y también aparece en la genealogía de las líneas rojas DOR. La segunda fuente de resistencia utilizada, fue el BAT 1215, una línea con una reacción al BGMV poco usual. BAT 1215 es susceptible en términos de expresión de mosaico dorado (amarillamiento foliar) pero produce vainas. Esta reacción es probablemente derivada de uno de sus progenitores, 'Honduras 46'. DOR 364 combina genes de 'Porrillo' con genes de BAT 1215. La tercera fuente de resistencia al BGMV, ha sido A429, la cual combina al 'Porrillo' con el 'Garrapato'. Tanto la BAT 1215 como la A429 fueron seleccionadas al azar en una evaluación de líneas avanzadas (CIAT's EP), sin selección previa por el BGMV.

Un aspecto difícil del mejoramiento genético para mosaico dorado, ha sido la recombinación de diferentes colores de grano. Las fuentes de resistencia originales, eran

todas de grano negro, así como las primeras variedades mejoradas. La recuperación de granos de diferente color en genotipos resistentes al BGMV, constituyó un motivo de frustración. DOR 364 se obtuvo solo después de dos ciclos completos de cruzamiento y selección pero DOR 364 tiene una coloración de semilla rojo-oscura, la cual no es totalmente comercial. Tonalidades de semilla roja más clara que la del DOR 364, se obtuvieron después de dos ciclos de cruzamiento y selección. Igualmente, la recuperación de tonalidades 'rosinha' (rosado) y 'roxinho' (púrpura), preferidas en el mercado brasileño, llevó otros dos ciclos adicionales de selección. Esta difícil tarea nos sugiere la posibilidad de un ligamiento genético. La evidencia que podría substanciar esta hipótesis, está siendo generada por medio de la técnica de marcadores moleculares (RAPD). Un análisis basado en esta técnica demostró que los genomas de las líneas rojas mejoradas son significativamente diferentes de los genomas de las líneas de grano negro. Esto sucede aún en líneas rojas derivadas de genotipos de grano rojo.

Cuando consideramos el futuro del mejoramiento genético para el control del mosaico dorado, una de las prioridades debe ser la ampliación de la base genética de resistencia. Como se mencionó anteriormente, la raza mexicana D posee genes promisorios para este fin. Hasta el momento se han utilizado unos 15 genotipos de esta raza pero solo cuatro están representados en líneas avanzadas: 'Garrapato', 'Red Mexican 35', 'Blanco INIA' y 'Pinto 114'. El 'Garrapato', a través del A429, ha sido tal vez la fuente más utilizada. Se requiere, por consiguiente, un esfuerzo para evaluar más germoplasma de la raza D, e incorporarlo en el programa de mejoramiento.

También, la raza andina N ha sido poco utilizada a pesar de que algunas han mostrado tolerancia al virus. A pesar de la dificultad de transferir genes de esta raza a las meso-americanas, se debe hacer el esfuerzo. Adicionalmente, se debe tratar de mejorar la raza N con genes meso-americanos.

Traducción: Francisco J. Morales - Unidad de Virología - CIAT

English Summary

Breeding for resistance to bean golden mosaic virus: history and perspectives

Advances in levels of resistance to BGMV can be divided into four stages: The release of three ICTA varieties: Tamazulapa, Quetzal, and Jutiapan; the cultivar ICTA Ostua; the breeding line DOR 364; and the generation of lines such as DORs 482, 483, 474, and 476, as well as ICTA JU 90-4.

While the genetic advance has been considerable, it is extremely important for breeders to appreciate that actually very few distinct sources of resistance have been utilized. Essentially, three important sources figure in the pedigrees of lines. First, Porrillo Sintetico, the most widely used bean genotype in breeding for golden mosaic resistance projects. The second sources of resistance utilized was BAT 1215 (totally susceptible in

foliage but sets pods in spite of the virus). DOR 364 combines genes of Porrillo with genes of BAT 1215. The third important source of resistance has been A 429, which combines in its pedigree the Porrillo source with Garrapato.

One aspect of the practical breeding work which has been especially difficult has been recombining resistance with different colors. Early in the breeding work, the failure to recover red seeded resistant lines was the cause of much frustration. DOR 364 was obtained only after two full cycles of crossing and selection. The great difficulty involved in recombining resistance with different colors suggests to us that linkage of color genes to genes for susceptibility has slowed progress greatly. Evidence supporting this hypothesis has been obtained with RAPD molecular markers. As we consider the future of the breeding work, one of the priorities must still be to broaden the genetic base of resistance. Also, Andean race N has yet been little utilized to improve small-seeded cultivars. Likewise, more effort must be made to improve race N with genes from the Mesoamerican pool.

Interacción genética entre el BGMV y *Phaseolus vulgaris* **Genetic interaction between BGMV and *P. vulgaris***

Genética de la resistencia al virus del mosaico dorado del frijol en *Phaseolus vulgaris*

Francisco J. Morales y Shree P. Singh. CIAT, Cali, Colombia,

Se estudió la genética de resistencia al virus del mosaico dorado del frijol (BGMV) en una cruce dialélica completa (8x8) de frijol *Phaseolus vulgaris* L. Los 28 híbridos F₁, sus recíprocos, y ocho progenitores fueron artificialmente inoculados con el BGMV en condiciones de invernadero. Los datos fueron tomados y analizados por amarillamiento foliar, enanismo de la planta, aborto de flores y formación de vainas, usando un diseño de bloques completos al azar con dos replicaciones (Cuadro 1).

Los resultados obtenidos mostraron que los cuadrados medios de la habilidad combinatoria general (HCG) fueron altamente significativos ($P < 0.01$) y mayores que los valores para la habilidad combinatoria específica para todos los caracteres evaluados (Cuadro 2). Los efectos recíprocos y maternos no fueron significativos estadísticamente. Las variedades 'Royal Red' y 'Alubia Cerrillos', mostraron una HCG negativa y positiva, respectivamente, para todos los caracteres (Cuadro 3). Esto sugiere que todas las poblaciones que tuvieran al 'Alubia Cerrillos' como progenitor, serían más susceptibles al BGMV. 'Porrillo Sintético', por el contrario, también demostró una HCG negativa para todos los caracteres, con excepción del enanismo. Por consiguiente, tanto 'Royal Red' como 'Porrillo Sintético' son fuentes de resistencia al BGMV valiosas, a pesar de pertenecer a razas diferentes (Nueva Granada y Mesoamerica, respectivamente).

A pesar de que no es posible predecir cuanto podría incrementarse el nivel de resistencia en frijol al BGMV, al recombinar mecanismos de resistencia y genotipos de diferentes razas, algunas líneas experimentales como el A429 y el DOR 364, que combinan genes de diferentes razas de frijol, exhiben un mayor nivel de resistencia al BGMV que cualquiera de sus progenitores. En ninguno de los cruzamientos realizados en este estudio se observó incompatibilidad en los híbridos F₁.

Traducción: Francisco J. Morales - Unidad de Virología - CIAT

Cuadro 1. Características agronómicas y promedios de ocho progenitores de frijol usados en una cruz dialélica completa para su evaluación al virus del mosaico dorado.

Identificación	CIAT No.	Hábito ^a	Semilla		Raza ^b	Origen	Reacción al BGMV			
			Peso	Color			Mosalco	Enanismo	Aborto flores	Formación Vainas
Alubia Cerrillos	G 7930	I	49	blanco	N	Argentina	6.9	6.3	8.9	8.9
Redlands Greenleaf C	G 5748	I	34	cafe	N	USA	5.9	3.4	5.5	6.2
Red Mexican 38	G 8385	III	35	rojo	D	USA	3.0	2.4	6.8	6.8
Royal Red	G 6724	I	52	rojo	N	USA	3.2	2.2	5.8	6.3
Pinto UI 114	G 8086	III	37	Pinto	D	USA	2.9	2.7	5.6	5.6
Great Northern 31	G 5710	III	40	blanco	D	USA	4.2	2.6	6.1	5.9
Porrillo Sintetico	G 4495	II	18	negro	M	El Salvador	2.1	1.7	4.5	5.5
PVA 1111	-	I	41	rojo	N	CIAT	3.0	3.4	7.4	7.4
Mean							3.9	2.7	6.3	6.6
LSD (0.05)							2.5	1.5	2.4	2.3

^a I= determinado erecto, II= indeterminado erecto, y III= indeterminado prostrado según Singh, 1982.

^b N= Nueva Granada, D= Durango, and M= Mesoamerica, según Singh *et al.*, 1989.

Cuadro 2. Cuadrados medios de una cruz dialélica (8 x 8) de genotipos de frijol por su resistencia al BGMV

Fuente	d.f.	Mosalco	Enanismo	Aborto flores	Formación vainas
Habilidad combinatoria general	7	8.32**	3.54**	7.35**	7.89**
Habilidad combinatoria específica	28	2.06	1.19**	1.71	2.18*
Efecto recíproco	28	1.42	0.26	0.69	0.63
Efecto maternal	7	2.35	0.43	0.75	0.61
Error	63	1.58	0.54	1.47	1.29

*,** Significativo a nivel de 0.05 y 0.01, respectivamente.

Cuadro 3. Habilidad combinatoria general (HCG) para ocho progenitores de frijol usados en una cruce dialélica para estudiar la resistencia al BGMV.

Identificación	Efecto HCG			
	Mosaico	Enanismo	Aborto flores	Formación vainas
Alubia Cerrillos	0.78**	0.71**	0.91**	1.09**
Redlands Greenleaf C	0.56*	0.15	-0.14	-0.03
Red Mexican 36	-0.48*	-0.08	0.11	-0.01
Royal Red	-0.50*	-0.41*	-0.57*	-0.54*
Pinto UI 114	-0.30	-0.22*	-0.01	-0.11
Great Northern 31	0.30	-0.03	0.23	0.11
Porrillo Sintetico	-0.48*	-0.14	-0.59*	-0.45*
PVA 1111	0.10	0.03	0.05	-0.03
S.E. of GCA	0.31	0.18	0.30	0.28
Promedio	3.95	2.44	6.32	6.57

*,** Significativamente diferente de 0 a $P = 0.05$ y $P = 0.01$, respectivamente.

Referencias

- Gálvez, G. E. & F. J. Morales, 1989. Whitefly-transmitted viruses. pp 379-408. In: H. F. Schwartz & M. A. Pastor Corrales (Eds.), Bean production problems in the tropics. CIAT, Cali, Colombia.
- Gepts, P. & F. A. Bliss, 1985. F₁ hybrid weakness in the common bean. Differential geographic origin suggests two gene pools in cultivated bean germplasm. J. Hered. 76: 447-450.
- Griffing, B., 1956. Concept of general and specific combining ability in relation to diallel crossing system. Aust. J. Biol. Sci. 9:462-493.
- Morales, F. J. & A. I. Niessen, 1988. Comparative responses of selected *Phaseolus vulgaris* germplasm inoculated artificially and naturally with bean golden mosaic virus. Plant Dis. 72:1020-1023.
- Shii, C. T., M. C. Mok, S. R. Temple & D. W. Mok, 1980. Expression of developmental abnormalities in hybrids of *Phaseolus vulgaris* L. J. Hered. 71:218-222.
- Singh, S. P., 1982. A key for identification of different growth habits of *Phaseolus vulgaris* L. Ann. Rept. Bean Improv. Coop. 25: 92-95.
- Singh, S.P., 1989. Patterns of variation in cultivated common bean (*Phaseolus vulgaris*, Fabaceae). Econ. Bot. 43: 39-57.
- Singh, S. P., 1990. Bridging-parents for incompatible crosses between Mesoamerican and Andean common beans. Ann. Rept. Bean Improv. Coop. 33:111.
- Singh, S. P., D. G. Debouck & P. Gepts, 1989. Races of common bean *Phaseolus vulgaris*. pp. 75-89. In: S. Beebe (Ed.), Current topics in breeding of common bean. Working document no.47. CIAT, Cali, Colombia.
- Singh, S. P. & J. A. Gutiérrez, 1984. Geographical distribution of the DI-1 and DI-2 genes causing hybrid dwarfism in *Phaseolus vulgaris* L., their association with seed size, and their significance to breeding. Euphytica 33: 337-345.

English Summary

Genetics of resistance to bean golden mosaic virus In *Phaseolus vulgaris* L.

Francisco J. Morales and Shree P. Singh, Virologist and Plant Breeder, respectively. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Cali, Colombia.

The genetics of resistance to bean golden mosaic virus (BGMV) was studied in an 8x8 complete diallel cross of common bean, *Phaseolus vulgaris* L. The 28 F₁ hybrids, their reciprocals, and eight parents were artificially inoculated with BGMV under glasshouse conditions. Data were recorded and analyzed for foliar yellowing, plant dwarfing, flower abortion, and pod formation, using a randomized complete block design with two replications.

General combining ability (GCA) mean squares were highly significant ($P < 0.01$) and larger than values for specific combining ability for all traits. Reciprocal and maternal effects were nonsignificant. Cultivars Royal Red and Alubia Cerrillos possessed significant negative and positive GCA for all traits, respectively. Porrillo Sintetico also had negative GCA for all traits except plant dwarfing. None of the GCA effects were significant for Great Northern 31 and PVA 1111. Positive associations existed among all traits studied.

Mejoramiento por la resistencia al virus del mosaico dorado del frijol (BGMV) en poblaciones inter-raaciales de *Phaseolus vulgaris* L.

Francisco J. Morales y Shree Singh
CIAT, Cali, Colombia.

Se evaluó un total de 83 líneas F_2 recombinantes homocigotas seleccionadas al azar de una población F_2 del cruzamiento de Pinto 114xICA Pijao, los dos padres, y un control susceptible al BGMV, Topcrop, por su reacción al virus del mosaico dorado del frijol (BGMV) en condiciones de invernadero. Se utilizó para el análisis del experimento, un diseño de bloques completos al azar con dos replicaciones. Se tomaron datos de incidencia de la enfermedad, amarillamiento foliar, número de vainas y semillas, y rendimiento.

Los resultados obtenidos mostraron diferencias significativas ($P < 0.05$) entre las 83 líneas recombinantes para todos los caracteres evaluados (Cuadro 1). De estas líneas recombinantes, 11 no presentaron síntomas, 24 tuvieron una incidencia promedio de 8%; 28 líneas registraron una incidencia de 26.6% y desarrollaron síntomas intermedios de mosaico, y 20 líneas fueron más susceptibles (incidencia mayor del 50% y amarillamiento severo) que cualquiera de los progenitores, los cuales tenían 25% a 38% de incidencia y síntomas moderados. La heredabilidad de la incidencia de enfermedad fue 0.54 ± 0.01 , por el amarillamiento foliar 0.36 ± 0.13 , por vainas por planta 0.69 ± 0.01 , por semillas por planta 0.54 ± 0.09 , y por rendimiento por planta 0.49 ± 0.01 . Las ganancias de selección por estos caracteres fueron de 49.5%, 31.6%, 24%, 0%, y 20%, respectivamente, sobre los valores promedios de todas las líneas recombinantes homocigotas.

Los coeficientes de correlación entre la incidencia de la enfermedad y el amarillamiento foliar así como entre el rendimiento y sus componentes, fueron positivos. La incidencia de la enfermedad y el amarillamiento foliar, mostraron una asociación negativa con el rendimiento y sus componentes (Cuadro 3). Se concluye que es posible aumentar los niveles de resistencia al BGMV mediante la hibridación y selección en poblaciones inter-raaciales de frijol común.

Traducción: Francisco J. Morales - Unidad de Virología - CIAT

Cuadro 1. Cuadrados medios del análisis de varianza por incidencia y mosaico causados por el BGMV, y por rendimiento y sus componentes en líneas recombinantes homocigotas.

Fuente	gl	Incidencia virus	Mosaico	No.de vainas	No.de semillas	Producción semilla
Replicaciones	1	1.610**	76.7**	2.47**	129.8**	5.53**
Tratamientos	85	0.094	11.6*	0.67**	7.58**	0.27**
Error	85	0.043	7.5	0.31	3.48	0.14

*,** Significativo al = 0.05 y P = 0.01, respectivamente.

Cuadro 2. Heredabilidad y ganancia esperada de la selección por resistencia al BGMV en líneas F₂ homocigotas recombinantes de frijol.

Caracter	Heredabilidad	Ganancia de selección*
Incidencia del virus	0.54 ± 0.01	49.5
Mosaico	0.36 ± 0.13	31.6
No. de vainas	0.69 ± 0.01	24.0
No. de semillas	0.54 ± 0.09	0.0
Producción de semilla	0.49 ± 0.01	20.0

* % de los promedios de las líneas homocigotas recombinantes.

Cuadro 3. Coeficientes simples de correlación entre caracteres de resistencia al BGMV y el rendimiento y sus componentes en líneas de frijol homocigotas y recombinantes.

	Mosaico	No. de vainas	No.de semillas	Producción semilla
Incidencia del virus	0.73*	-0.50*	-0.47*	-0.50*
Mosaico	-	-0.39*	-0.41*	-0.46*
No. de vainas	-	-	0.75*	0.71*
No. de semillas	-	-	-	0.89*

* Significativo a P = 0.01.

Referencias

- Frey, K.J. & T. Horner, 1955. Comparison of actual and predicted gains in barley selection experiments. *Agron. J.* 47:186-188.
- Gálvez, G.E & F.J. Morales, 1989. Whitefly-transmitted viruses. pp 379-408. In: H.F. Schwartz & M.A. Pastor Corrales (Eds), *Bean production problems in the tropics*. CIAT, Cali, Colombia.
- Gepts, P. & F.A. Bliss, 1985. F₁ hybrid weakness in the common bean: Differential geographic origin suggests two gene pools in cultivated bean germplasm. *J. Hered.* 76:447-450.
- Goodman, R.M. & J. Bird, 1978. Bean golden mosaic virus. In: *Description of plant viruses*. No. 192. Commonw. Mycol. Inst./Assoc. Appl. Biol., Kew, Surrey, England.
- Gilbertson, R.L., S.H. Hidayat, R.T. Martínez, S.A. Leong, J.C. Faria, F. Morales & D.P. Maxwell, 1991. Differentiation of bean-infecting geminiviruses by nucleic acid hybridization probes and aspects of bean golden mosaic in Brazil. *Plant Dis.* 75:336-342.
- Hauflauer, A.R. & J.B. Miranda, 1981. *Quantitative genetics in maize breeding*. Iowa State University Press, Ames, Iowa.
- Morales, F.J. & A.I. Niessen, 1988. Comparative responses of selected *Phaseolus vulgaris* germplasm inoculated artificially and naturally with bean golden mosaic virus. *Plant Dis.* 72:1020-1023.
- Morales, F.J. & S.P. Singh, 1991. Genetics of resistance to bean golden mosaic virus in *Phaseolus vulgaris* L. *Euphytica* 52:113-117.
- Parker, J.P. & T.E. Michaels, 1986. Simple genetic control of hybrid plant development in interspecific crosses between *Phaseolus vulgaris* L. and *P. acutifolius* A. Gray. *Plant Breed.* 97:315-323.
- Shii, C.T., M.C. Mok, S.R. Temple & D.W. Mok, 1980. Expression of developmental abnormalities in hybrids of *Phaseolus vulgaris* L. *J. Hered.* 71:218-222.
- Singh, S.P., 1982. A key for identification of different growth habits of *Phaseolus vulgaris* L. *Ann. Rept. Bean Improv. Coop.* 25:92-95.
- Singh, S.P., 1990. Bridging-parents for incompatible crosses between Mesoamerican and Andean common beans. *Ann. Rept. Bean Improv. Coop.* 33:111.

- Singh, S.P., P. Gepts & D.G. Debouck, 1991a. Races of common bean (*Phaseolus vulgaris*, Fabaceae). Econ. Bot. 45:39-57.
- Singh, S.P. & J.A. Gutiérrez, 1984. Geographical distribution of the *DI1* and *DI2* genes causing hybrid dwarfism in *Phaseolus vulgaris* L., their association with seed size, and their significance to breeding. Euphytica 33:337-345.
- Singh, S.P., H. Terán, A. Molina & J.A. Gutiérrez, 1991b. Genetics of seed yield and its components in common beans (*Phaseolus vulgaris* L.) of Andean origin. Plant Breed. 107:254-257.
- Vieira, A.L., M.A. Patto Ramalho & J.B. dos Santos, 1989. Crossing incompatibility in some bean cultivars utilized in Brazil. Rev. Brasil. Genet. 12:169-171.

English Summary

Genetics and selection for resistance to bean golden mosaic virus in an interracial population of *Phaseolus vulgaris* L.

Francisco J. Morales & Shree P. Singh

Eighty-three F_2 -derived F_3 recombinant inbred lines (RILs) randomly selected from a population (TY 8419) of two common bean genotypes (Pinto UI 114 x ICA Pijao), the two parents, and a control cultivar (Topcrop) were screened for their reaction to bean golden mosaic virus (BGMV) under glasshouse conditions. A randomized complete block design with two replications was used. Data were recorded for virus incidence, foliar yellowing, number of pods and seeds, and yield.

Significant ($P < 0.05$) differences among the 83 RILs were recorded for all traits. Of these RILs, 11 lines did not develop any symptoms, 24 lines had a mean virus incidence of 8%, 28 lines had a virus incidence of 26.6% and developed intermediate mosaic symptoms, and 20 lines were more susceptible ($> 50\%$ infection and severe yellowing) than either of the parents, which had 25% to 38% infection and moderate symptoms. Heritability for virus incidence was 0.54 ± 0.01 , for foliar yellowing 0.36 ± 0.13 , for pods plant⁻¹ 0.69 ± 0.01 , for seeds plant⁻¹ 0.54 ± 0.09 , and for yield plant⁻¹ 0.49 ± 0.01 . Gains from selection (at 20% selection pressure) for these traits were 49.5%, 31.6%, 24%, 0%, and 20%, respectively, over the mean value of all RILs. Correlation coefficients between virus incidence and foliar yellowing and among yield and its components were positive. Virus incidence and foliar yellowing showed negative associations with yield and its components.

Heritability of Field Resistance to Bean Golden Mosaic Virus in Dry Beans (*Phaseolus vulgaris* L.).

M. W. Blair¹, J. S. Beaver² and J. C. Rosas³. ¹Dep. of Hort. Science, Univ. of Florida, Gainesville, FL 32611, ²Dep. of Agron., Univ. of Puerto Rico, Mayagüez, PR 00681 and ³Dep. of Agron., Escuela Agrícola Panamericana, El Zamorano, Honduras.

The transfer of bean golden mosaic virus (BGMV) resistance requires breeders have an understanding of its heritability. The objective of this study was to estimate the narrow-sense heritability of BGMV-resistance from three breeding lines, A429, DOR303 and DOR364. Eight populations were developed from crosses between resistant and susceptible parents. From 35 to 50 randomly-derived sister lines, developed by single seed descent, were evaluated in the field for BGMV reaction. BGMV reaction was measured by evaluating percent disease at six-day intervals and disease severity based on a 1-9 scale at the R8 growth stage. Heritability estimates on an entry mean basis for percent disease were highest at the R8 growth stage in Dominican Republic and Puerto Rico and at the V4 growth stage in Honduras where a severe BGMV epidemic occurred earlier in the growing season. Heritability estimates were from 58 to 76 % for the populations derived from A429; from 40 to 49% for the populations derived from DOR303; and 59% for the population derived from DOR364. BGMV scores were positively correlated with percent disease. Heritability estimates based on BGMV scores and percent disease were similar. Multiple and single location heritability estimates were similar and positive phenotypic correlation between the reaction of genotypes at the locations was found. Therefore A429, DOR303 and DOR364 can be used effectively to develop improved BGMV-resistant genotypes.

Introduction

Bean golden mosaic virus (BGMV) is the most serious viral disease of common beans (*P. vulgaris* L.) in Latin America (Gálvez and Morales, 1989). More than 10,000 accessions of common beans proved to be susceptible to BGMV. Black-seeded varieties with moderate levels of resistance, such as ~Porillo Sintético~ and ~Turrialba 1~, (both Mesoamerican race) have been identified (Beebe and Pastor-Corrales, 1991). Turrialba has more diffuse mottling but less yield tolerance than Porillo Sintético. These genotypes have been crossed in various combinations to produce improved BGMV-tolerant, black-seeded varieties (~ICA-Pijao~, ~ICTA-Jutiapa~, ~ICTA-Tamazulapa~, ~ICTA-Quetzal~, ~ICTA-Ostua~, ~Negro Huasteco~) and small-red-seeded varieties (~Dorado~/DOR364). These varieties have delayed symptom expression and produce satisfactory yields if infected after the initiation of flowering (Morales and Niessen, 1988). They are grown on hundreds of thousands of hectares in Central America, the Caribbean and South America and have had a major impact in reducing losses to BGMV (Morales and Niessen, 1988). The pinto variety ~Garrapato~ (Durango race) and the breeding line A429 have been used to develop a new generation of genotypes with greater resistance such as ~Turbo III~, ~ICTA-Chapina~, DOR482 and DOR483.

The breeding effort for BGMV-resistance must now incorporate the present sources of resistance into other seed classes. Andean genotypes, including large-seeded kidney, red mottled, azufrado and cranberry seed classes, have been difficult to improve with the best sources of resistance because these are all from the Mesoamerican gene pool and have been more immediately useful to improve other Mesoamerican genotypes (Morales and Singh, 1991). Mesoamerican seed classes other than black or small red, such as pinto, pink and small white also still need BGMV-resistance.

Most BGMV-resistant genotypes have been selected in field nurseries for low disease prevalence or slow disease spread. Field testing is necessary because genotypes respond differently to artificial inoculation than to natural infection (Morales and Niessen, 1988). BGMV epidemics develop differently in different genotypes: susceptible genotypes can have maximum 100% disease incidence, while resistant genotypes remain free of disease throughout the season. Since epidemiological parameters, such as low disease incidence, have been used to select for BGMV resistance, it is important to study resistance in these terms.

Studies of the genetics of BGMV-resistance have found evidence of quantitative inheritance (Kornegay, 1989), significant additive genetic variance (Morales and Singh, 1991) and transgressive segregation (Morales and Niessen, 1988). Dominance variance and maternal effects were not found in a complete diallel of eight resistant genotypes (Morales and Singh, 1991). Estimates of the heritability could determine the best breeding strategies for incorporating BGMV-resistance into new cultivars.

Materials and Methods

Three breeding lines, DOR303 (striped kidney), A429 (pinto) and DOR364 (small red), with durable levels of BGMV resistance, were chosen for the heritability study. Eight populations were developed from crosses between the resistant parents and susceptible breeding lines or commercial varieties of similar seed type. A429 was crossed with four BGMV-susceptible pinto breeding lines, T446, T212, T070 and A330. DOR303 and DOR364 were crossed with ~Catrachita~ (RAB205), a small red variety from Honduras. DOR303 was crossed reciprocally with ~Pompador Checa 50~ (PC50), a red mottled variety from the Dominican Republic.

Each population consisted of 35 to 50 randomly-derived sister lines which were developed by modified single seed descent, from individual F₂ plants. The crosses were made in 1989 and advanced in 1m plant rows. The seed supply of the F₄ to F₆ progeny lines was increased for evaluation in replicated trials. Field trials were planted in three locations during seasons when BGMV epidemics were expected: June 1990 in Isabela, Puerto Rico; September 1990 in El Zamorano, Honduras; and February 1991 in San Juan de la Maguana, Dominican Republic. Randomized complete block designs were used with four replications of the sister lines and the parents of the population. The experimental unit

was a single 2.0 m row plot, with a row spacing of 0.6 m and a seeding rate of 25 seeds plot⁻¹. Natural whitefly infestation and BGMV incidence were the inoculum.

The epidemic was monitored throughout the season by counting the number of plants expressing BGMV symptoms per plot at six-day intervals, beginning 18 days after planting (DAP) until 60 DAP except in Honduras where the number of diseased plants was evaluated only at the third trifoliolate (V4) and pod fill (R8) growth stages. Percentage incidence (y) was calculated based on the number of plants per row at 60 DAP. Plots were rated for severity of BGMV symptoms at 60 DAP on a 1-9 scale (CIAT, 1987).

For combined analyses of variance, genotype and location effects were considered random. Genotype and genotype x location variances were estimated by variance component analysis on entry mean basis using $\sigma_g^2 = (M_g - M_{gl})/rl$ and $e\sigma_{gl}^2 = (M_{gl} - M_e)/r$, respectively, where r and l are number of replicates and locations, and M_g , M_{gl} and M_e are the mean squares for among progeny, progeny x location and experimental error (Fehr, 1987). Narrow-sense heritabilities estimates (h_{ns}^2) were calculated as σ_a^2/σ_p^2 , where phenotypic variance was estimated as $\sigma_p^2 = \sigma_a^2 + (\sigma_e^2/r)$ and additive variance was calculated by dividing the genetic variance with the appropriate coefficient: 7/4, 15/8 and 31/16 for the F4, F5, F6 generations, respectively (Hallauer and Miranda, 1981). These corrections facilitate the comparison of heritability estimates from different generations. The majority of genetic variance among inbred lines is additive or additive x additive, which are useful because they can be fixed in pure lines. Other sources of genetic variance were assumed to be insignificant (Hallauer and Miranda, 1981). Confidence interval ($1-\alpha=90\%$) were estimated according to Knapp *et al.* (1985). Frequency distributions of the sister line means were made and subjected to Shapiro-Wilk (W) test of normality. Phenotypic correlations were performed among entry means of the traits.

Results

A429 Source of Resistance. A429 had very low disease incidence at 60DAP (y_{60}). A429 expressed symptoms later than the susceptible parents, indicating either later infection, delayed symptom expression, or prolonged latent period. The four susceptible parents varied in disease incidence: T212 and T070 were higher than A330 and T446 (Table 1). BGMV scores and disease incidence of the parents were positively correlated ($r=0.91$, $P<0.05$).

The population mean and the mid-parent values were similar for y_{60} and BGMV score in all the populations. The populations developed from T212 and T070, had greater average disease and BGMV scores (Table 1). For all the populations, the range of sister line means was greater than the parental means. Some sister lines had higher disease levels and BGMV scores than their susceptible parent (Table 2,3). The frequency distributions of the y_{60} means of the sister lines for the four populations showed significant non-normality and skewness towards resistance (Table 2). The level of disease pressure was adequate since the susceptible parent averaged over 30% disease for all the

environments at 60 DAP. From 42 to 52 %, of the sister lines in each population had resistance equal to A429. A discrete class of resistant lines was evident and could be discerned from the susceptible lines (Table 2).

The magnitude of heritability increased with each successive date and were highest at 60 DAP (Table 4). Initial disease was low and differences among sister lines and heritability estimates were not significant for early dates since the epidemic was not well established at either location. Significant genotype differences were observed for percent disease later in the growing season (after 42 DAP). By the last date of evaluation, at 60 DAP, heritability estimates were high and similar in range (56.8% to 75.8%) for all the pinto populations in both locations. BGMV scores had similar heritabilities (Table 4).

Average disease incidence and BGMV scores were similar between locations. The susceptible parent had higher y_{∞} and greater BGMV scores in the Dominican Republic than in Puerto Rico, but A429 was resistant at both locations. Although genotype \times location effects were significant, there were positive phenotypic correlations for the reaction of the sister lines in both locations. Phenotypic correlations were lower for BGMV score ($r=0.39$, $P<0.01$ and $r=0.51$, $P<0.01$ for the populations T446 \times A429 and A330 \times A429, respectively) than for disease incidence ($r=0.62$, $P<0.001$ and $r=0.54$, $P<0.01$ for the same populations). Heritability estimates from multi-location testing for disease incidence and BGMV score were similar to estimates from single location testing (Table 4).

DOR303 Source of Resistance. DOR303 had slower disease spread and lower disease incidence (y_{∞}) than RAB205, but not PC50. The BGMV score of DOR303 was lower than the score of both susceptible parents (Table 1). RAB205 is indeterminate and disease incidence continued to increase late in the growing season. PC50 is determinate and early-maturing and was more likely to avoid BGMV, than the indeterminate, late-flowering genotype, DOR303.

Most BGMV spread in Honduras occurred before flowering, so disease severity and yield loss were serious in the population DOR303 \times RAB205. The lines had from 40% to 100% disease at the R8 growth stage. The means of the sister lines were skewed towards high disease incidence (Table 2). For the same population in the Dominican Republic, the sister line means were normally distributed with a wider range from 5 to 100% disease and less than 10% of the lines had disease incidence as low as the resistant parent, DOR303. The average y_{∞} of the sister lines of this population was higher in Honduras (76%) than Dominican Republic (45%), and were the highest of all the populations tested (Table 1). In the reciprocal populations, DOR303 \times PC50 and PC50 \times DOR303, at least half of the lines were as resistant as DOR303 (Table 2) but many lines with a determinate growth habit may have escaped infection. Discrete classes of disease incidence or BGMV score were not evident for any of the populations derived from DOR303.

Heritabilities for disease incidence were low to intermediate at both locations (Table 4). Differences among sister lines in the population DOR303 x RAB205 were more apparent at the earlier evaluation in Honduras and heritability at V4 growth stage was higher (45%) than at R8 growth stage (25%). In the Dominican Republic, on the other hand, heritability was highest (40 to 49%) at the last date of evaluation, y_{∞} , for all three populations derived from DOR303 (Table 4).

DOR364 Source of Resistance. DOR364 had lower disease incidence at 60 DAP than RAB205. However, of the three resistant parents used in these studies, DOR364 had the highest disease incidence, reaching 37% at 60 DAP in the Dominican Republic (Table 1). The sister lines of the population DOR364 x RAB205, had higher average y_{∞} than those of the pinto or red mottled populations. Although DOR364 had higher disease incidence than DOR303, the average incidence of the sister lines for the populations derived from RAB205 crossed with these two genotypes were the same (Table 1). The means of the sister lines were normally distributed and no distinct classes were observed (Table 2). The heritabilities of disease incidence (59%) and BGMV score (55%) were moderately high for this population (Table 4).

Discussion

Useful levels of BGMV resistance exist in breeding lines such as A429, DOR303 and DOR364, which can be exploited in breeding programs. Crosses between the three genotypes could combine the resistance genes of each source into one line. Small red genotypes with improved BGMV resistance (DOR474 through DOR483) are already the result of combining DOR364 and A429. The three sources varied in the level and heritability of resistance. Resistance had moderately high heritability in populations derived from A429 and DOR364 and more intermediate heritability in the populations derived from DOR303. Selection would be possible in all the populations tested since the resistance was heritable.

The resistance from A429 was a qualitative trait. The bimodal distribution and recovery of resistance equal to A429 in half the sister lines of the pinto populations derived from A429 suggested monogenic control of resistance. Monogenic and oligogenic models are far more common than polygenic control or quantitative inheritance of virus resistance in beans (Silbernagel, 1991). The large heritability values for BGMV resistance and consistent reaction of resistant sister lines over environments suggested simple inheritance and indicated that environmental influence was minimal. Inheritance studies of F2 segregation ratios have shown that A429 provides a single, recessive resistance gene proposed as the locus "bg" (Blair and Beaver, 1993). The success of pedigree selection within populations developed by single crosses between A429 and susceptible genotypes (Beebe and Pastor-Corrales, 1991) reflects the importance of this major resistance gene. Qualitative resistance from A429 could be incorporated into a breeding program using the backcross method.

Lower heritability and the lack of discrete segregation classes in the populations derived from DOR303, showed that the resistance from DOR303 involved several genes which were highly influenced by the environment. The deviation of the population mean from the mid-parent value and the skewness towards susceptibility in the distribution of sister line means of the population DOR303 x RAB205, were evidence that several recessive genes were involved. Inheritance studies have shown that DOR303 has two epistatic resistance genes, which determine a dwarfing trait that is correlated with low disease incidence (Blair *et al.*, 1993).

DOR364 was the least BGMV-resistant source, but provided high yield tolerance and reduced levels of disease incidence and spread. The normal distribution of sister line means and the lack of distinct classes in this population indicated that resistance from DOR364 was quantitative. However, the moderately high heritability estimates for resistance from this source show that DOR364 can be used effectively in a breeding program. The best breeding strategy to incorporate resistance from DOR364 would be recurrent selection with testing of late generation families.

High environmental variability was associated with the field evaluation of disease incidence, as indicated by high coefficients of variation, especially at earlier evaluation dates. Variability caused by the uneven timing, distribution and severity of disease contributed to environmental error. The use of closely spaced single-row plots may have increased interplot interference and representational error. Larger plots and more plants per plot would have been useful to limit interaction between neighboring plots and to provide more accurate assessments of percentage disease. However the small plots allowed the rapid evaluation of a large number of genotypes. The environmental error could have been reduced by controlling the level of disease. Although field inoculation of BGMV is impossible because the virus and vector are delicate and difficult to transfer, natural disease pressure and uniformity could have been improved by using earlier-planted spreader rows of dry beans, soybeans (*Glycine max*), or long-lived lima beans (*P. lunatus*). Location of blocks in relationship to the spreader rows, field edges and prevailing wind direction could have reduced within-block variability.

Although BGMV scores were subjective, they were faster to estimate and had more acceptable levels of precision than disease incidence. Several disease evaluations over the growing season were desirable to insure that disease incidence and BGMV scores were determined when maximum variability among lines exists. In severe epidemics such as the one which occurred in Honduras, the most appropriate time to evaluate disease incidence was early in the season before genotype differences were obscured by overwhelming levels of BGMV.

Field selection for BGMV resistance should not be based on unreplicated plots due to the influence of environmental variance and significant G x E interaction, but rather on the evaluation of later-generation lines in replicated trials over one or two locations. Single seed descent to late generations, followed by family evaluation for BGMV traits is an appropriate breeding strategy if selection is to be conducted in the field.

References

- Beebe, S. and M. Pastor-Corrales. 1991. Breeding for disease resistance. Chp. 10. In A. van Schoonhoven and O. Voysest (eds.) Common Beans, Research for Crop Improvement, C.A.B. International, London, United Kingdom.
- Blair, M. W. and J. S. Beaver. 1993. Inheritance of bean golden mosaic resistance from bean genotype A429. B.I.C. v.36: 143.
- Blair, M. W., J. S. Beaver, and C. Adames. 1993. Inheritance of the dwarfing response to bean golden mosaic virus infection in dry beans (*Phaseolus vulgaris*). B.I.C. v.36: 144-145.
- Centro Internacional de Agricultura Tropical. 1987. Standard system for the evaluation of bean germplasm. Cali, Colombia.
- Fehr, W. 1987. Principles of Cultivar Development. Vol. I. Macmillan, New York.
- Gálvez, G. E. and F. J. Morales. 1989. Whitefly-transmitted viruses. Pages 379-406 In H. F. Schwartz and M. A. Pastor-Corrales (eds.). Bean Production Problems in the Tropics, 2nd ed. Centro Internacional de Agricultura Tropical, Cali, Colombia.
- Hallauer, A. R. and J. B. Miranda. 1981. Quantitative genetics in maize breeding. Iowa State University Press. Ames, IA.
- Knapp, S. J., W. W. Stroup and W. M. Ross. 1985. Exact confidence intervals for heritability on a progeny mean basis. Crop Science 25: 192-194.
- Kornegay, J. L. 1989. Basic concepts in quantitative genetics relevant to common bean breeding. In S. Beebe, Current Topics in Breeding of Common Bean. Working Document No. 47. Bean Program CIAT, Cali, Colombia.
- Morales, F. J. and A. I. Niessen. 1988. Comparative responses of selected *Phaseolus vulgaris* germ plasm inoculated artificially and naturally with bean golden mosaic virus. Plant Disease 72: 1020-1023.
- Morales, F. J. and S. Singh. 1991. Genetics of resistance to bean golden mosaic virus in *Phaseolus vulgaris* L. Euphytica 52:113-117.
- Silbernagel, M. J. 1991b. Diseases caused by viruses. In R. Hall (ed.). Compendium of Bean Diseases. American Phytopathological Society Press. St. Paul, MN.

Table 1. Mean BGMV incidence and BGMV score (\pm SE for parents and sister lines of eight populations of dry beans at three locations.

Population	Location	Percentage Incidence			BGMV score (1-9)		
		Res. par.X	Susc. par.X	Sister line X \pm SE	Res. par.X	Susc. par.X	Sister line X \pm SE
A429 source of resistance							
A330 X A429	Puerto Rico	1.6	9.4	16.9 \pm 1.7	1.0	1.8	2.2 \pm 0.1
	Dom. Rep.	0.0	34.9	25.4 \pm 1.2	1.0	4.5	2.7 \pm 0.1
T446 x A429	Puerto Rico	0.0	15.1	15.8 \pm 1.1	1.0	2.8	2.7 \pm 0.1
	Dom. Rep.	1.3	29.3	16.2 \pm 1.0	1.0	5.8	2.4 \pm 0.1
T212 x A429	Puerto Rico	0.0	50.0	18.9 \pm 1.4	1.0	6.3	2.4 \pm 0.1
T070 x A429	Puerto Rico	2.2	42.4	23.4 \pm 1.4	---	---	---
DOR303 source of resistance							
DOR303xRAB205	Honduras	---	64.9	76.2 \pm 1.3	---	---	---
	Dom. Rep.	4.7	87.7	45.4 \pm 1.9	1.0	7.0	4.1 \pm 0.2
PC50 x DOR303	Dom. Rep.	5.0	15.7	24.0 \pm 1.5	1.0	3.0	3.3 \pm 0.1
DOR303 x PC50	Dom. Rep.	7.6	18.1	10.5 \pm 1.0	1.0	2.8	1.9 \pm 0.1
DOR364 source of resistance							
DOR364xRAB205	Dom.Rep.	36.8	45.0	45.0 \pm 1.5	2.3	8.5	3.5 \pm 0.1

Table 2. Frequency distribution, number of lines (n), least significant difference (LSD), coefficient of variation (CV) and Shapiro-Wilk statistic of distribution normality (W) for percentage BGMV incidence at 60 days after planting for eight populations of dry beans.

Population	Location	% BGMV incidence class										n	LSD 0.05	CV	W-val	
		0- 10	to 20	to 30	to 40	to 50	to 60	to 70	to 80	to 90	to 100					
-----# sister lines-----												-%-				
A429 source of resistance																
A330xA429	Pto. Rico	15	3	3	3	2	2					28	26.3	115	0.84***	
	Dom. Rep.	7	9	11	3	3	3	2				48	26.3	86	0.92**	
T446xA429	Pto. Rico	27	3	5	6	4	2	1				48	22.4	103	0.79***	
	Dom. Rep.	28	5	6	5	4	2					48	19.4	86	0.85***	
T212xA429	Pto. Rico	22	4	9	3	5	4			1		48	28.3	106	0.85***	
7070xA429	Pto. Rico	22	3	3	8	3	3	5		1		48	27.6	84	0.84***	
DOR303 source of resistance																
DOR303xRAB205	Honduras					1	3	7	17	14	8	50	26.3	25	0.95*	
	Dom. Rep.	2	6	6	8	7	6	7	3	2	3	50	38.9	61	0.97	
PC50xDOR303	Dom. Rep.	6	10	9	4	4	1	1				35	25.7	76	0.92**	
DOR303xPC50	Dom. Rep.	23	9	1	1	1						35	17.8	120	0.78***	
DOR364 source of resistance																
DOR364xRAB205	Dom. Rep.	1	4	4	12	10	3	5	3	2		44	28.5	45	0.96	

Table 3. Frequency distribution, number of lines (n), least significant difference (LSD), coefficient of variability (CV) and Shapiro-Wilk statistic of distribution normality (W) for BGMV score for seven populations of dry beans.

Population	Location	BGMV score class									n	LSD 0.05	CV	W-val		
		0- 1.5	to 2.5	to 3.5	to 4.5	to 5.5	to 6.5	to 7.5	to 8.5	to 9						
-----# sister lines-----												score %				
A429 source of resistance																
A330xA429	Pto. Rico	15	3	5	2	3					28	2.19	72	0.82***		
	Dom. Rep.	14	9	7	4	3	1				48	1.62	49	0.89***		
T446xA429	Pto. Rico	26	4	8	4	4	1	1			48	1.82	57	0.78***		
	Dom. Rep.	22	14	5	5	2					48	1.55	47	0.89***		
T212xA429	Pto. Rico	21	8	3	8	5			1		48	2.34	68	0.83***		
DOR303 source of resistance																
DOR303xRAB205	Dom. Rep.	6	6	13	8	10	4	3			50	3.15	55	0.97		
PC50xDOR303	Dom. Rep.	6	7	11	5	1	4	1			35	2.19	46	0.93*		
DOR303xPC50	Dom. Rep.	19	11	3	2						35	1.62	59	0.87***		
DOR364 source of resistance																
DOR364xRAB205	Dom. Rep.	4	13	13	7	4	3				44	1.98	35	0.96		

Table 4. Heritability estimates (h^2) and 90% confidence intervals (CI) for percentage BGMV incidence at intervals every six-days after planting (DAP) and for BGMV score for eight populations of dry beans.

Population	Loc. ⁺	Gen ⁺⁺	36 DAP = V4		42 DAP		48 DAP		54 DAP		60 DAP = R6		BGMV score	
			h^2 ¶	CI(90%)§	h^2	CI(90%)	h^2	CI(90%)	h^2	CI(90%)	h^2	CI(90%)	h^2	CI(90%)
A429 source of resistance														
A330x4429	PR	F ₄	ns	—	ns	—	39.8	(62.7-2.8)	51.3	(69.8-21.5)	56.8	(73.2-30.3)	58.0	(74.0-32.3)
	DR	F ₆	ns	—	ns	—	37.4	(58.6-5.3)	48.4	(65.9-21.9)	63.3	(75.7-44.5)	66.9	(78.1-49.9)
	Comb.	—	ns	—	ns	—	16.9	NS	41.7	(63.5-6.7)	57.9	(73.4-32.7)	54.0	(71.3-26.5)
T446x4429	PR	F ₄	ns	—	26.0	NS	34.8	(55.0-5.7)	64.5	(75.4-48.6)	74.2	(82.1-62.6)	74.5	(82.4-63.1)
	DR	F ₆	ns	—	ns	—	40.5	(58.9-13.8)	60.1	(72.4-42.2)	68.4	(78.1-54.2)	59.5	(72.1-41.1)
	Comb.	—	ns	—	41.2	(63.2-6.0)	41.0	(63.2-5.7)	45.0	(65.6-12.1)	65.5	(78.7-45.4)	37.7	(61.0-0.3)
T212x4429	PR	F ₄	ns	—	35.9	(55.7-7.3)	56.0	(69.6-36.6)	60.8	(72.9-43.3)	62.8	(74.3-46.2)	60.8	(72.9-43.3)
T070x4429	PR	F ₄	ns	—	ns	—	29.0	NS	63.8	(75.0-47.7)	75.8	(83.3-64.9)	n.a.	n.a.
DOR303 source of resistance														
DOR303xRAB205	HQ	F ₄	44.5	(61.3-20.4)	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	25.0	NS	n.a.	n.a.
	DR	F ₅	24.9	NS	28.8	NS	46.1	(62.5-22.5)	47.5	(63.5-24.5)	49.1	(64.6-29.9)	40.1	(58.3-13.9)
	Comb.	—	ns	—	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	31.0	NS	n.a.	n.a.
PC50xDOR303	DR	F ₆	ns	—	ns	—	39.5	(60.7-7.0)	41.7	(62.1-10.4)	48.5	(66.5-20.7)	65.2	(77.3-46.4)
DOR303xPC50	DR	F ₆	ns	—	ns	—	ns	—	29.9	NS	40.0	(61.0-7.7)	44.3	(63.8-14.3)
DOR364 source of resistance														
DOR364xRAB205	DR	F ₄	ns	—	ns	—	29.3	NS	55.7	(69.9-34.9)	59.1	(72.2-39.8)	54.8	(69.3-33.5)

⁺ Locations, where DR = Dominican Republic, PR = Puerto Rico, HQ = Honduras and Comb. = combined over the previous locations.

⁺⁺ Generation tested for the population and location specified.

¶ h^2 = Narrow-sense heritabilities on an entry means basis (4 replication.s); (ns) in the column for heritability indicates that genotype effect was not significant analysis of variance; (NS) in the column for confidence interval indicates that heritability was not significantly different from zero.

§ Confidence interval (90%) calculated according to Knapp et al. (1985).

Resumen en Español

Heredabilidad de la resistencia de campo al virus del mosaico del frijol en frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.)

M.W. Blair¹, J.S. Beaver², y J.C. Rosas³. ¹Department of Horticultural Science, University of Florida, Gainesville; ² Department of Agronomy, University of Puerto Rico, Mayaguez; ³Department of Agronomy, Escuela Agrícola Panamericana, El Zamorano, Honduras.

La transferencia de resistencia al virus del mosaico dorado del frijol (BGMV) requiere un conocimiento de la heredabilidad de este carácter. El objeto de este estudio fue el de estimar la heredabilidad en sentido estrecho de la resistencia al BGMV en tres líneas mejoradas, A429, DOR 303, Y DOR 364. Se desarrollaron ocho poblaciones a partir de cruzamientos entre progenitores resistentes y susceptibles. De 35 a 50 líneas hermanas derivadas al azar, desarrolladas por el método de descendencia de semilla única, fueron evaluadas en campo por su reacción al BGMV. Esta fue determinada mediante una evaluación del porcentaje de enfermedad a intervalos de seis días, y de la severidad según una escala de 1 a 9 en la etapa de crecimiento R8 (llenado de vainas).

La heredabilidad en base a un promedio de entrada para el porcentaje de enfermedad llegó a su mayor expresión en la etapa R8 en la República Dominicana y en Puerto Rico, y en la V4 (tercera hoja trifoliada) en Honduras, donde una epidemia de BGMV ocurrió temprano en la época de cultivo. Los estimativos de heredabilidad fluctuaron de 58 a 76% para las poblaciones derivadas de A429; de 40 a 49%; y 59% para la población derivada de DOR 364. Las notas de BGMV estuvieron positivamente correlacionadas con el porcentaje de enfermedad. Los estimativos de heredabilidad basados en las notas del BGMV y el porcentaje de enfermedad fueron similares. Los estimativos de heredabilidad de localidad múltiple y sencilla, fueron similares y se encontró una correlación fenotípica positiva entre la reacción de genotipos en las localidades estudiadas. Por consiguiente, A429, DOR 303 y DOR 364 pueden ser usados para desarrollar genotipos de frijol con resistencia al BGMV.

Traducción: Francisco J. Morales - Unidad de Virología - CIAT

Evaluación y selección de líneas mejoradas

Evaluation and selection of breeding lines

Selección de líneas de frijol común tolerantes al virus del mosaico dorado del frijol en Brasil.

Dr. Michael Thung
Agrónomo y Coordinador
CIAT, Goiania, Brasil

El mejoramiento del frijol común en Brasil, por su resistencia al virus del mosaico dorado (BGMV), ha sido un proceso lento. El problema de mosaico dorado en los principales Estados productores (Paraná, Sao Paulo, Minas Gerais, Goias y Mato Grosso do Sul) se presentaba como un complejo de problemas bióticos que obstaculizaban la evaluación de germoplasma promisorio.

La colaboración entre el CIAT y CNPAF se inició en 1980, a través de poblaciones segregantes y líneas avanzadas. En 1981, se enviaron a Brasil 440 poblaciones segregantes F₂ del proyecto 'dorado' (líneas DR). También en 1982, se introdujeron 50 fuentes de resistencia al BGMV seleccionadas por el CIAT en varios países. Adicionalmente, líneas del Centro Internacional de Investigación en Arroz y Frijol (CNPAF), Goiania, Brasil, y del Instituto Agronómico de Paraná (IAPAR), sirvieron de base para formar el vivero interno de mosaico dorado en 1984. De este vivero se seleccionó la línea LM 30630 por su resistencia al BGMV, a la roya, y en menor grado, a la mancha angular y la bacteriosis. Se espera que esta línea sea liberada como variedad, con el nombre de 'Onix'.

En 1990, se evaluaron en Brasil 16 líneas DOR provenientes de la América Central (Cuadro 1). De estas, se seleccionaron 11, las cuales fueron evaluadas con la LMH 30630 como testigo. Todas estas líneas produjeron bien durante el ciclo de lluvias (noviembre) de 1991, a excepción de DOR 364, 390, 391, y 445, las cuales sucumbieron a la mancha angular, roya y al ataque de ácaros. La incidencia del BGMV en esta época fue mínima. Por el contrario, durante el ciclo de marzo de 1992, con presión del BGMV, las líneas DOR mostraron un buen comportamiento, encontrándose poca diferencia en rendimiento con relación al testigo (1408-1983 kg/ha/rango de las líneas DOR vs 1688 kg/ha para la LM 30630). En inoculaciones artificiales con mosca blanca, realizadas en el CNPAF, las DOR 445, 446, y 448, mostraron los mayores niveles de resistencia al BGMV.

En conclusión, el rendimiento de las líneas DOR fue inferior al de las variedades locales en ausencia del BGMV. Bajo presión del virus, no hubo diferencia significativa entre los genotipos DOR y las variedades locales. Por síntomas visuales, todas las líneas DOR obtuvieron una mejor calificación que las locales, excepto IPAG (Rico 23 x Gordo) y POT51 (A 382 x P. Sintético) viniendo A 382 de una cruce de Rio Tibagi x G 2618

(Guanajuato 31). Esto indicaría que los materiales de dorado producidos en la América Central son igualmente valiosos para controlar genéticamente al BGMV de Brasil.

Traducción: Francisco J. Morales CIAT

Cuadro 1. Rendimiento de líneas tolerantes al BGMV sin (Nov./91) bajo presión (marzo 92) de mosaico dorado en CNAPF, Goiania.

Identificación	Nov. 1991	Marzo 1992	Calificación BGMV (1-9)
DOR 364	1301	1933	5
DOR 390	1050	1861	5
DOR 391	1377	1871	5
DOR 445	1326	1452	5
DOR 446	1412	1592	5
DOR 448	1415	1408	-
DOR 476	1938	1965	6
DOR 481	2097	1961	6
DOR 482	2184	1832	6
DOR 483	2245	1983	7
ICTA TURBO 3	1745	1238	7
Controles			
Carioca	2930	1131	8
Rio Tibagi	2771	1237	8
Líneas mejoradas			
IPA 6	3471	2428	7
POT 51	3878	2065	6
LM 30630	2995	1688	7
LR 720982	2838	1596	8

Referencias

Bianchini, A., and P.D. Faria. 1987. Incidencia do virus de Mosaico Dourados no Feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) e o seu comportamento em diferentes regiões e condições de cultivo do estado do Paraná. *Fitopatologia Brasileira* 12 (1):144.

Costa, A.S. 1965. Three whitefly transmitted virus diseases of bean in Sao Paulo, Brazil, *FAO Plant Protection Bulletin* 13:3-12.

Costa, A.S., and Kitajima, E.W. 1974. Evolução do vírus de plantas para adaptação a diferentes grupos de hospedeiras. VII Reunião Anual Soc. Bras. Fito patol. Bras. DF 2-8 February.

Ferrão, M.A.G. and D. dos S. Martins, 1989. Ocorrência de Mosca Branca *Bemisia thebaica* (Homoptera: Aleyrochidae), Em Cultura de feijão na Região Norte do Estado do Espírito Santo. IN: XII Congresso Brasileiro de Entomologia, II Encontro sobre moscas-das-frutas. 22-27 Janeiro 1989. Minascentro-Belo Horizonte p:114.

Westphalen, S.L. Nunes, J.C., and Bergamaschi, H. 1980. Ocorrência de Mosaico Dourado do Feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) no Rio Grande do Sul. Agronomia Sulriograndense (Porto Alegre).

English Summary

Evaluation of BGMV-tolerant bean germplasm in Brazil

Michael Thung, CIAT, Goiania, Brazil.

Breeding for bean golden mosaic virus (BGMV) resistance in Brazil has been a slow process, which started in 1980 as a CIAT-CNPAF (National Center for Rice and Bean Research, Goiania, Brazil) collaborative project. Following the introduction of several breeding lines from CIAT, the Central American golden mosaic project, and the Agricultural Institute of Paraná (IAPAR) in Brazil, an international bean golden mosaic nursery was evaluated in Brazil in 1984. The best line selected in this nursery was LM 30630, which, besides BGMV resistance, produces under other common biotic stresses. This line is expected to become cultivar 'Onix'.

In 1990, 16 DOR lines developed in Central America (Guatemala) were introduced and evaluated in Brazil. Following a preliminary evaluation, 11 were selected for further evaluation with LM 30630 as the local check. A comparative trial in March 1992 showed that under BGMV pressure the DOR lines yielded (1408-1983 kg/ha) as well or better than the local check LM 30630 (1688 kg/ha). In artificial inoculation tests conducted with whiteflies at CNPAF, DOR 445, 446 and 448 proved to be the most BGMV tolerant lines. These results indicate that the sources of resistance identified in Central America are equally valuable for the improvement of Brazilian bean germplasm for resistance to BGMV.

Control genético del mosaico dorado del frijol en Paraná, Brasil

Anesio Blanchini

Instituto Agronómico de Paraná
IAPAR, Londrina, Brasil.

Desde 1986, en el Estado de Paraná, Brasil, se lograron avances significativos en el mejoramiento de variedades de frijol común por su resistencia al virus del mosaico dorado (BGMV). Este año, se obtuvieron varias líneas con un alto nivel de resistencia al BGMV, destacándose la MD806, MD807, MD808, MD820, MD821 y MD829. Los síntomas de mosaico y deformación foliar presentadas por estas líneas en condiciones de alta incidencia del virus, variaron de 1 a 4 en una escala de 1 a 9 (resistente - susceptible). Los genotipos locales como el 'Carioca' y 'Carnaval' registraron un grado de severidad de 5 a 9. Además de presentar síntomas leves, las líneas MD rindieron de 30 a 183% más que las variedades locales susceptibles. La productividad promedio en cuatro años de evaluación en presencia del BGMV, varió de 727 a 1909 kg/ha en las líneas resistentes, y de 376 a 1301 kg/ha en la variedad 'Carioca'.

La línea MD 806, la cual posee un grano de las características del 'Carioca' (crema con rayas café) y que produjo 1750 kg/ha en condiciones de alta presión del BGMV, fue recomendada como variedad en 1992, con el nombre 'IAPAR 57'. La línea MD820, de grano semejante al 'Carioca' seleccionada de un cruzamiento interespecífico (*P. vulgaris* x *P. coccineus*) y que ha producido hasta 1,909 kg/ha con presión de dorado, podrá ser próximamente recomendada como una variedad. Con el uso de estas líneas resistentes como progenitores en nuevos cruzamientos, se conseguirán mayores avances en el control del BGMV y un mayor potencial de productividad. La siembra de variedades resistentes al BGMV hará posible el cultivo del frijol en las épocas de enero a abril en las regiones afectadas por el mosaico dorado en Paraná.

Copilación y traducción: Francisco J. Morales - CIAT

English Summary

Genetic control of bean golden mosaic virus (BGMV) in the state of Paraná

Several lines, such as MD807, 808, 820 and 829, possessing high levels of bean golden mosaic virus resistance, were obtained in 1986 at IAPAR. The mosaic and foliar malformation symptoms on these lines varied from 1 to 4 in a 1-9 scale (resistant-susceptible) under BGMV pressure. The local varieties 'Carioca' and 'Carnaval' had a severity score of 5-9. Besides being resistant, the MD lines yielded from 30 to 183% more than the local BGMV-susceptible cultivars.

The 'Carioca' line MD 806, which produced 1750 kg/ha under BGMV pressure, was recommended as a cultivar in 1992 under the name 'IAPAR 57'. Line MD 820, similar to the carioca seed-type, and selected from an inter-specific cross between *P. vulgaris* and *P. coccineus*, will be released as another BGMV-resistant cultivar. These lines should prove valuable as sources of resistance to recover the areas abandoned in the months of January-April in the bean-production regions of Parana.

Ingeniería Genética Genetic engineering

Desarrollo de plantas transgénicas frijol por el gen de la cápside del virus del mosaico dorado (BGMV)

O. Azzam¹, D.R. Russell², R.L. Gilbertson³, P. Ahlquist^{1,4}, and D.P. Maxwell. ¹Dept. of Plant Pathology, University of Wisconsin; ²Agracetus Inc., Middleton, WI; ³University of California, Davis; ⁴Institute of Molecular Virology, University of Wisconsin.

Diferentes plantas transgénicas han sido producidas mediante ingeniería genética, para expresar genes de la proteína de la cápside de varios virus vegetales que poseen un genoma de ARN. Estas plantas transgénicas exhiben varios niveles de protección contra virus vegetales (Wilson, 1993). Esta metodología ha sido ya aplicada a 20 virus en 10 grupos taxonómicamente diferentes. Por consiguiente, se intentó seguir esta estrategia para el control del virus del mosaico dorado del frijol (BGMV) tipo II, de gran importancia económica en la América Central y la región del Caribe.

El genoma del aislamiento guatemalteco del BGMV-tipo II ha sido clonado como pGAAZ (ADN-2) y pGAB1 (ADN-B). Los insertos completos extraídos de los plásmidos son infecciosos en plantas de frijol luego de su inoculación mediante técnicas de aceleración de partículas por descarga eléctrica (Gilbertson *et al.*, 1991).

Utilizando 'mutagenesis localizada' mediante la técnica de amplificación de ácido nucleico por polimerasa (PCR), se introdujo un sitio de restricción en el gen de la cápside del virus. El fragmento amplificado fue ligado a otro fragmento del plásmido pGAA2 y clonado en el plásmido pWRG2194. El plásmido resultante contiene el promotor 35S del CaMV, la secuencia iniciadora del gen de la cápside, la secuencia de la cápside viral con 151 bases adicionales en el terminal 3', y un sitio poly A 3' nos. Este plásmido fue linearizado y clonado en el vector pWRG2204, el cual contenía otros dos marcadores, *gus* y *bar* (Russell *et al.*, 1993).

La variedad de frijol tipo Navy (blanco pequeño) 'Seafarer' fue transformada mediante aceleración de partículas cubiertas con el vector según la técnica de descarga eléctrica por Russell *et al.*, (1993). Después de la germinación de las semillas durante una noche, la cáscara, los cotiledones y las hojas primarias fueron removidas. Los meristemos expuestos se transfirieron a un medio rico en hormonas para ser sometidos a dos ciclos de bombardeo por descargas eléctricas. Acto seguido, se cultivaron los meristemas en diferentes medios de cultivo para fomentar el crecimiento del vástago (tallos y hojas). Los vástagos que contenían genes marcadores se transfirieron a medio de enraizamiento. Las plántulas enraizadas (planta Ro) continuaron su crecimiento en invernadero, donde algunas florecieron y produjeron semilla. La semilla de la primera generación de plantas transformadas (R₁) fueron autofecundadas y las semillas R₂ cultivadas para la evaluación de los genes introducidos así como por su resistencia al BGMV-GA. El ADN, mRNA, y

la capsida proteica se analizaron usando análisis de transferencia 'Southern', 'Northern' y 'Western', respectivamente. Las plantas transgenicas fueron inoculadas mecánicamente usando extractos de plantas de 'Topcrop' infectadas por el BGMV-GA.

Las primeras plantas transgénicas de frijol han sido transformadas con los genes *gus* y *bar* (beta-glucoronidasa y resistencia al herbicida Ignite) y con el gen de la cápside viral. Catorce días después de la inoculación mecánica, se registraron los síntomas y todas las plantas fueron examinadas por la proteína de la cápside y por su ARN-m. El cuadro 1 muestra que la reacción de las ocho plantas transgénicas fue variable. La infección varió de 7 a 62% y los síntomas fueron típicos. Seis de las ocho líneas expresaron ARN-m a niveles similares a los detectados en plantas (no-transformadas) infectadas de 'Seafarer'. La proteína de la cápside no fue detectada en las plantas transgénicas. Los resultados indicaron que la línea 42-18 poseía una tasa de infectividad menor que las otras líneas. Sin embargo, todas las líneas transformadas resultaron susceptibles al BGMV transmitido por la mosca blanca *Bemisia tabaci* (Diaz, 1992).

La susceptibilidad de estas líneas al BGMV puede ser atribuida a la no expresión de la proteína de la cápside viral. Trabajos similares anteriores informaron que existe una correlación entre el nivel de expresión de la proteína de la capsida viral y el grado de protección contra el virus homólogo (Hanley-Bowdorn y Hemenway, 1992). Sin embargo, trabajos más recientes con virus de ARN (Kawchuck *et al.*, 1990, Lindbo y Dougherty, 1992) mostraron que no siempre existe una correlación entre la expresión de la cápside proteica y el nivel de protección.

Cuadro 1. Evaluación de líneas transgénicas por actividad del gen *gus*, la cápside del BGMV, producción de ARN-m para el gen AV1, acumulación de la cápside y la reacción a la enfermedad.

	Cápside BGMV			Resultado Inoculación BGMV	
	ADN	ARNm	Proteína	Symp./Inoc.	% Inf.
Control Seafarer	-	-	-	13/19	68
Líneas Transgénicas					
46-2	+	+	-	8/1	62
42-23	+	+	-	6/12	50
46-3	+	+	-	6/14	43
43-3	+	+	-	5/12	42
43-3	+	-	-	6/15	40
43-9	+	-	-	4/13	31
47-1	+	+	-	3/13	23
42-18	+	+	-	1/14	7

Referencias

- Blair, M. 1992. Heritability of Field Resistance to Bean Golden Mosaic Virus and the Sweetpotato Whitefly (*Bemisia tabaci* Genn.) In Dry Bean (*Phaseolus vulgaris* L.). Master of Science Thesis. University of Puerto Rico, Mayaguez Campus.
- Diaz, O. 1992. Evaluación transgenicas de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) por su reacción al virus del mosaico dorado transmitido por *Bemisia tabaci* Genn. Master of Science Thesis. University of Puerto Rico, Mayaguez Campus.
- Galvez, G.E., and Morales, F.J. 1989. Whitefly-transmitted viruses. Pages 379-406. In "Bean Production Problems in the Tropics". Ed by H.F. Schwartz and M.A. Pastor-Corrales. Second edition. Centro Internacional de Agricultura Tropical, Cali, Colombia.
- Gilbertson, R.L., Faria, J.C., Hanson, S.F., Morales, F.J., Ahlquist, P., Maxwell, D. P., and Russell, D.R. 1991. Cloning of the complete DNA genomes of four bean-infecting geminiviruses and determining their infectivity by electric discharge particle acceleration. *Phytopathology* 81: 980-985.
- Hanley-Bowdoin, L., and Hemenway, C. 1992. Expression of plant viral genes in transgenic plants. Chapter 8, In "Genetic Engineering With Plant Viruses". Ed. by Wilson, T.M.A., and Davies, J.W. 1992. CRC Press. USA.
- Kwachuck, L.M., Martin, R.R., and PcPherson, J. 1990. Resistance in transgenic potato expressing the potato leafroll virus coat protein gene. *Molecular Plant-Microbe Interactions* 3:301.
- Lindbo, J.A., and Dougherty, W.G. 1992. Pathogen-derived resistance to a potyvirus: Immune and resistant phenotypes in transgenic tobacco expressing altered forms of a potyvirus coat protein nucleotide sequence. *Molecular Plant-Microbe Interactions* 5:144-153.
- Russell, D.R., Wallace, K.M., Bathe, J.H., Martinell, B.J. and McCabe, D.E. 1993. Stable transformation of *Phaseolus vulgaris* via electric-discharge mediated particle acceleration. *Plant Cell Reports* 12:165-169.
- Sambrook, J., Fritsch, E.F., and Maniatis, T. 1989 " Molecular Cloning: A Laboratory Manual". Second Ed. Cold Spring Harbor Laboratory, Cold Spring Harbor, NY.
- Wilson, T.M.A. 1993. Strategies to protect crop plants against viruses: pathogen-derived resistance blossoms. *Proceedings of National Academy of Science USA* 90:3134-3141.

English Summary

Development of Transgenic Beans with the Coat Protein Gene from BGMV-GA and their Evaluation for Resistance by Sap Inoculation

O. Azzam¹, D.R. Russell², R.L. Gilbertson³, P. Ahlquist^{1,4}, and D.P. Maxwell. ¹Dept. of Plant Pathology, University of Wisconsin; ²Agracetus Inc., Middleton, WI; ³University of California, Davis; ⁴Institute of Molecular Virology, University of Wisconsin.

Different plant species have been engineered to express coat protein genes from several plant viruses and these plants exhibited various levels of protection against the challenging virus (Wilson, 1993).

The genome of a Guatemalan isolate of BGMV-type II has been cloned, pGAA2 (DNA-A) and pGAB1 (DNA-B). Excised full-length inserts from the plasmids are infectious on beans when coinoculated by electric-discharge particle acceleration (Gilbertson *et al.*, 1991).

Using site-directed mutagenesis by polymerase chain reaction (PCR) a restriction site was introduced in the coat protein open reading frame (ORF) initiation codon. The PCR amplified fragment was a fragment of pGAA2 plasmid that was cloned into pWRG2194 plasmid. The resulting plasmid contained CaMV 35S promoter, the coat protein leader sequence, the coat protein coding sequence with an additional 151 bases at the 3' end, and a 3' *nos* poly A site. This plasmid was cloned into the transformation vector pWRG2204 which contained the other two markers genes, *gus* and *bar* (Russell *et al.*, 1993).

Navy beans seeds (Seafarer) were transformed with pWRG2204 by the electric discharge particle acceleration technology as described in Russell *et al.*, (1993). After Seafarer seeds were germinated overnight, the seed coat, the cotyledons, and the primary leaves were removed. The remaining exposed meristems were then transformed onto a hormone rich medium and subjected to 2 particle accelerations. Then the meristems were grown on several different media to allow for shoot growth. Shoots that contained marker genes were transferred to bean rooting media and allowed to form roots. Rooted plantlets (R_0 plants) were then grown in soil in the greenhouse where some flowered, set seeds and matured.

The bean seeds from the first generation transformants (R_1) were selfed and R_2 seeds were planted to be evaluated for the presence of introduced genes and for their resistance to BGMV-GA. DNA, mRNA, and coat protein of AV1 ORF were measured for the BGMV-introduced gene using Southern, Northern and Western blot analyses, respectively.

All bean lines were transformed with the beta-glucuronidase (*gus* reporter gene), Ignite herbicide resistance (*bar* gene), and BGMV coat protein genes. All lines express the *gus* gene and have herbicide resistance. Southern blot analysis showed that all the bean transformants contained the BGMV coat protein gene.

Fourteen days post sap inoculation, symptoms were recorded on transgenic bean lines that were challenge inoculated with BGMV-GA, and all plants were tested for coat protein and coat protein mRNA. Table 1 shows that the reaction of the eight transgenic bean lines was variable among the different lines tested. Infectivity ranged from 7-62%. Symptoms were typical golden mosaic and reduced growth. Six out of the eight lines expressed the mRNA at similar levels to those detected from the BGMV-infected non-transformant Seafarer. Coat protein mRNA was not detected in healthy non-transformant Seafarer. The protein product was easily detected in transgenic bean lines challenge inoculated with BGMV-GA by Western blot analysis, but it was not detected in any of the non-challenged transgenic lines or healthy non-transformed Seafarer. Results indicated that line 42-18 had lower infectivity rate than the other tested lines. 42-18 contain both markers and BGMV-GA coat protein gene. However, when this line and all the remaining seven lines were tested by whitefly transmission (the natural way for BGMV spread in the field), they were found susceptible to BGMV infection (Diaz, 1992).

The susceptibility of all tested lines to BGMV infection can be attributed to the failure of these lines to express the viral coat protein. Earlier reports for plant RNA virus systems indicated that there is a correlation between the level of coat protein expression in transgenic lines and the extent of protection against the homologous virus (Hanley-Bowdoin and Hemenway, 1992). Because most of the transgenic lines expressed the coat mRNA but failed to express the protein product at a detectable level, one may think that a higher BGMV coat protein expression is needed to confer resistance. However, recently, published work for some other RNA viruses (Kawchuck *et al.*, 1990, Lindbo and Dougherty, 1992) showed that there is no correlation between coat protein expression and protection.

Evaluación de plantas transgénicas de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) por su reacción al virus del mosaico dorado transmitido por *Bemisia tabaci* Genn.

Oswaldo Fidel Díaz Arrazola
Universidad de Puerto Rico

En la Universidad de Puerto Rico, recinto de Mayagüez, se desarrolló una metodología para evaluar plantas transgénicas de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) por su reacción al virus del mosaico dorado (BGMV) mediante transmisión con *Bemisia tabaci* (Genn.) en condiciones de cámara de crecimiento. Las plantas fueron transformadas en la Universidad de Wisconsin en colaboración con la compañía Agracetus, mediante la incorporación del gen de la cápside de proteína del BGMV en el genoma de las plantas de frijol de la variedad 'Seafarer'.

Durante el desarrollo de la metodología, se encontró que el cultivo de la soya (*Glycine max* L. Merrill) fue mejor que la calabaza (*Cucurbita moschata* (Dushesne) Poir.) para sostener la colonia de moscas blancas virulíferas bajo condiciones de invernadero. Además, se diseñó una jaula para forzar la alimentación de moscas blancas virulíferas en plantas sembradas en tiestos individuales. Se determinó, que el uso de 12 moscas blancas por planta, con un período de adquisición del virus de 72 horas y un período igual de transmisión, resultó en una alta eficiencia de transmisión del BGMV cuando se inocularon a una edad de 7 o 10 días después de la siembra.

Se encontró que ocho de los nueve grupos de plantas transgénicas inoculadas, desarrollaron síntomas característicos del BGMV después de 15 días de realizada la inoculación. Estos síntomas fueron similares a los observados en el genotipo susceptible no transformado 'Seafarer'. Tres plantas transgénicas mostraron síntomas a los 20, 25 y 30 días después de la inoculación. Este tipo de reacción es el que se observa en los genotipos tolerantes al BGMV como el DOR 364.

Es necesario realizar una prueba de progenies, para determinar si las diferencias observadas en este grupo de plantas transgénicas son controladas por factores genéticos. También se debe hacer una prueba de campo para determinar si las diferencias observadas en la cámara de crecimiento podrían expresarse como resistencia o tolerancia.

Edición: Francisco J. Morales

English Summary

Evaluación of transgenic bean plants for their reaction to BGMV transmitted by *Bemisia tabaci*.

Oswaldo F. Díaz A.
Universidad de Puerto Rico

A methodology was developed at the University of Puerto Rico, Mayagüez Campus, to evaluate the reaction of transgenic beans (*Phaseolus vulgaris* L.) to bean golden mosaic virus (BGMV) transmitted by *Bemisia tabaci* under growth chamber conditions. Transgenic bean plants were produced at the University of Wisconsin in collaboration with the company Agracetus by incorporating the gene for the coat protein of BGMV.

Soybeans (*Glycine max*) were found to be a better host than squash (*Cucurbita moschata*) to maintain a colony of a viruliferous whiteflies under greenhouse conditions. Furthermore, a cage was designed to force viruliferous whiteflies to feed on plants of individual pots. Highly efficient transmission rates were obtained when either 7 or 10 days-old seedlings were inoculated with 12 whiteflies per plant, which were given a 72 hour acquisition period and a 72 hour inoculation period.

Eight of the nine inoculated transgenic plant groups developed characteristic BGMV symptoms within 15 days after inoculation period.

Eight of the nine inoculated transgenic plant groups developed characteristic BGMV symptoms within 15 days after inoculation. These symptoms were similar to those observed in the susceptible, untransformed genotype 'Seafarer'. Three plants in the remaining group of transgenic plants showed symptoms at 20, 25 and 30 days after inoculation. This type of reaction is similar to the reaction observed in BGMV-tolerant genotypes such as DOR 364.

Progeny testing is necessary to determine if the differences observed in these transgenic plants are controlled by genetic factors. These transgenic beans should also be field tested to determine if the differences observed in the growth chamber could be expressed as tolerance or resistance.

Alternativas de control

Other control measures

Alternativa para el manejo integrado en el control del virus del mosaico dorado del frijol en República Dominicana

Ing. Agron. Freddy Saladin, Lic. MS. Rosa María Méndez Bautista, Ing. Agron. Julio Cesar Nin, Ing. Agron. MS. Rosendo Angeles, Ing. Agron. Miguel Herrera, Ing. Agron. MS. Teresa Martinez. CESDA - Rep. Dominicana.

Introducción

Las medidas cuarentenarias de prohibición de siembra de cultivos hospederos del insecto vector *Bemisia tabaci* Genn. por medio de las cuales se evitaba la siembra de especies vegetales de las familias cucurbitáceas, solanáceas y leguminosas en la zona agrícola de Azua y la prohibición de la siembra de la habichuela roja, durante el ciclo de otoño (finales de agosto-septiembre), así como la concentración de siembra de solanáceas y cucurbitáceas a partir del 15 de noviembre en el Valle de San Juan de la Maguana y la aplicación del paquete tecnológico desarrollado por el Programa Nacional de Investigación en Leguminosas Alimenticias - DIA- SEA ha permitido reducir la infección del VMDF en esta importante regional agropecuaria que aporta entre el 45%-50% de la producción nacional de habichuela roja a niveles por debajo de los existentes en el período 1980-84 a tal punto que durante dos épocas consecutivas de siembra de invierno (noviembre-diciembre 1991-92) la aparición de la enfermedad ha sido prácticamente nula.

De igual modo ha sido notoria la disminución de los niveles de población adulta de la mosca blanca en las plantaciones comerciales de habichuela roja lo cual está asociado con la ruptura del ciclo de siembra en el sistema de producción intensiva de monocultivo de cucurbitáceas y solanáceas en la planicie de Azua y la limitación de siembra de cultivo de papa y tomate de ensalada en el Valle de San Juan de la Maguana.

En la línea Noroeste-Dirección Regional Noroeste, se observa una situación parecida a la Regional Suroeste en cuanto a la baja incidencia del VDMf y población de mosca blanca en las zonas de producción de habichuela roja, el factor más determinante en esta región ha sido la aplicación del paquete tecnológico desarrollado en cuanto a:

- Siembra temprana.
- Eliminación de malezas con síntomas de amarillamiento por geminivirus del campo de producción y de los bordes de la parcela.
- Eliminación de plantas de frijol enfermas del campo de producción.
- Aplicaciones preventivas de insecticidas a base de Monocrotophos. En dosis de 1.5 cc por litro de agua a los 14-21 días a partir de la siembra.

La validación de este paquete tecnológico en el Valle de San Juan de la Maguana permite incrementar el rendimiento entre un 26% - 59% dependiendo de la presión de la enfermedad.

En el Valle del Cibao Central, Dirección Regional Norcentral, se ha notado un incremento en la incidencia del VDMF en la zona de Villa Tapia - Salcedo, en las áreas de la Cuarenta y toro cenizo, en los cuales la enfermedad aparece asociada con la mustia hilachosa, enfermedad de origen fungosica de importancia económica para la región.

Evaluación de la superficie de siembra de los principales cultivos regulados por las medidas cuarentenarias de la Secretaría de Estado de Agricultura

Las regulaciones contempladas en las resoluciones No. 17/89; 23/90 bis, 44/90 y 20/92 de fechas 2/2/1989; 12/10/90; 29/3/90 y 17/2/92 respectivamente, ha permitido controlar la expansión en el tiempo a los cultivos hospederos de la mosca blanca de una eficiente.

En el cuadro 1, se presenta la evolución del área de siembra de los cultivos de solanáceas, cucurbitáceas y leguminosas a nivel de la Dirección Regional Agropecuaria Suroeste.

Cuadro 1 Evolución del área sembrada de cultivos hospederos de *Bemisia tabaci* Gem. en la Regional Suroeste. Período 1987-1992. Miles de Tareas.

Cultivos/Años	1987	1988	1989	1990	1991*	1992
Tomate Ens.	2.75	2.76	12.30	16.51	11.35	10.52
Tomate Ind.	39.54	82.58	50.55	14.05	32.82	9.27
Ajies	5.90	9.25	2.38	2.24	1.53	1.44
Melón	6.39	7.97	3.62	1.91	6.11	0.00
Berenjena	4.36	8.05	4.28	1.60	3.76	2.10
Papa	0.00	1.10	13.02	2.13	0.55	0.82
Auyama	2.30	2.08	0.80	0.28	1.12	0.43
Pepino	0.54	0.88	0.26	0.20	0.90	0.24
Batata	37.33	24.82	28.00	10.24	14.15	13.24
Haba Roja	339.15	395.67	363.70	213.01	273.01	236.87
Frijol Negro	33.68	42.66	35.69	10.89	20.05	28.72
Frijol Blanco	---	0.42	0.75	1.48	2.90	2.18
Total Anual	471.94	578.24	515.35	275.16	368.25	305.83

* Para 1991 no se computó el área de siembra de los diferentes cultivos en el cuatrimestre abril-julio.

Fuente: Subsecretaría de Planificación Sectorial - SEA; Centro de Cómputos - Informes Anuales 1987-92.

Se hizo un estimado del área sembrada de habichuela roja y frijol negro en base al promedio de siembra 1988-1992, considerando además la tendencia de reducción del área de siembra. Tomando como referencia el año 1989, los cultivos hospederos de mosca blanca (*B. tabaci*) han experimentado una reducción en la superficie anual de siembra de 201.000 tareas en el período 1990-92. Para el caso anual de siembra es de un 34.0% equivalente a 123,660 tareas con un estimado de producción de 133.553 QQS y un valor de RD\$ 113.520.000/año en base a RD\$850/100 libras.

En resumen, podemos afirmar que por causa del problema de la mosca blanca y del virus del mosaico dorado del frijol que transmite al cultivo de habichuela roja la reducción del área de siembra y de la producción de esta leguminosa de grano, ha ocasionado pérdidas en el sector agrícola de la Región Suroeste en el orden de los RD\$340.56 millones en el período 1990-1992.

Seguimiento de la población de adultos de mosca blanca e incidencia del virus del mosaico dorado del frijol (BGMV)

El programa Nacional de Investigación en Leguminosas Alimenticias a través de los proyectos Título XII y PROFRIJOL han llevado a cabo el estudio de la población de adultos del insecto vector del BGMV mediante ensayos establecidos en la Estación Experimental de Arroyo Loro-SJM y en el Centro de Investigaciones Aplicadas a Zonas Áridas-CIAZA, durante los ciclos de siembra de otoño e invierno, 1991-1993.

Para las evaluaciones se utilizaron los materiales con tolerancia a la enfermedad (Pompadour J y Pompadour G) y dos materiales susceptibles (PM-18-SM y PR-JB-569) en lotes de 200 m²/material y conteo del insecto mediante uso de trampa plástica y conteo de plantas con síntomas del virus.

En los cuadros 2 y 3 se indican los datos sobre la población de adultos de *B. tabaci*; incidencia del BGMV y rendimiento obtenido en dos zonas de producción en el período 1991-1993.

Cuadro 2. Evaluación de población de adultos de *B. tabaci* sobre materiales tolerantes y susceptibles al BGMV en el Valle de San Juan de la Maguana-EEAL. Período diciembre 1991 - marzo 1993.

Ciclo Invierno	Siembra temprana: 23-24/12/91			Siembra tardía: 14/1/92		
Tipo Material	M.B./ planta	Plantas BGMV	Rend.Obt. QQ/ta	M.B. Planta	Plantas BGMV	Rend.Obt. QQ/ta
Tolerantes	0.18	21.0	1.36	1.50	9.0	---
Susceptibles	0.22	81.0	1.55	2.10	378.00	---

Ciclo Otoño	Siembra Normal: 5/9/92		
Tipo Material	M.B./ Planta	Planta con BGMV	Rend. Obt. QQ/ta
Tolerantes	0.90	0.0	0.90
Suceptibles	1.13	16	0.98

Ciclo Invierno	Siembra Tardía: 30/1/93		
Tipo Material	M.B./ Planta	Planta con BGMV	Rend. Obt. QQ/ta
Tolerantes	0.56	2.0	---
Suceptibles	0.75	27.0	---

Fuente: Programa Nacional de Investigación en Leguminosas Alimenticias -DIA-SEA. Proyectos Título XII y PROFRIJOL. Evaluación de adultos de *B. tabaci* en 4 genotipos de frijol. 1991-93.

Nota: El número de mosca blanca/planta corresponde al promedio de las evaluaciones realizadas durante las fases de primera trifoliada, floración, formación de vainas y maduración en los genotipos tolerantes y Pompadour J y Pompadour J y Pompadour G y en los Sustituibles PM-185-M y PR-JB-569.

Cuadro 3 Evaluación de población de adultos de *B. tabaci* sobre materiales tolerantes y susceptibles al BGMV en Azua-CIAZA. Período diciembre 1992 - marzo 1993.

Tipo Material	M.B. por planta	Plantas con BGMV	Rend. Obtenido QQ/ta
Tolerantes	0.31	0.0	1.19
Susceptibles	0.67	5.0	1.01
Frijol Negro	1.01	96.0	1.50

Fuente: Programa Nacional de Investigación en Leguminosa Alimenticias DIA-SEA.

Evaluación de la población de adultos de mosca blanca en lotes semi-comerciales de materiales tolerantes y susceptibles. Marzo de 1993.

Evaluación de las malezas como fuentes de inóculo del BGMV

En coordinación con la Universidad de Wisconsin y el Centro de Agricultura Tropical (CIAT) se continua con la recolección de las diferentes malezas con síntomas de geminivirus, posibles fuentes de inóculo del virus para su confirmación mediante una metodología de hibridación de porciones del DNA y su comparación con sonda específica del BGMV en plantas de frijol. Hasta el momento actual se han evaluado las siguientes malezas:

Phaseolus lunatus, *Lagacea mollis*, *Euphorbia hyssopifolia*, *Eclipta alba*, *Euphorbia heterophylla*, *Alcalypha hananeusis*, *Cassia tora*, *Jatropha gossypifolia*, *Ipomoea* sp., *Rhynchosia minima*, *Euphorbia hirta*, *Malva* sp., *Sida* spp., *Croton lobatus*, *Siratro* spp., *Dalechampia scandens*, *Acanthospermum hispidum*.

De todos estos materiales ha resultado positiva la muestra de *Phaseolus lunatus*, considerándose que no se corresponde con el BGMV las demás especies de malezas.

Esto se hace suponer que la metodología utilizada debe ser revisada, ya que es un hecho evidente que la eliminación de estas malezas hospederas del insecto vector en los campos de producción comerciales y de los bordes de las parcelas contribuye a reducir la incidencia de la enfermedad.

Conclusiones

1. La reducción del área de siembra anual y de producción para el cultivo de habichuela roja, acumulada en el período 1990-92, por el problema que representa el complejo mosca blanca-virus mosaico dorado en la Dirección

Regional Suroeste, es de 370.980 tareas con un volumen de producción de 400.659 QQ y un valor estimado de RD\$340.561.000.00

2. La aplicación del paquete tecnológico para el control del virus del mosaico dorado del frijol y de las medidas cuarentenarias de limitación en el tiempo y espacio de los cultivos hospederos de mosca blanca, han permitido mantener bajo control la incidencia y severidad del BGMV y a su vector *B.tabaci*.
3. El estudio de la dinámica de población de *B. tabaci* mediante monitoreo semanales en lotes de producción de habichuela roja durante los ciclos de siembra de invierno (1991-92 y 1992-93) y en otoño de 1992 en el Valle de San Juan de la Maguana arrojan datos de reducción de la población del insecto vector que permite bajo condiciones controladas la producción de habichuela en el ciclo de otoño para el Valle de San Juan y en el invierno en la planicie de Azua.
4. Se deben realizar estudios más a fondo sobre los factores climáticos (temperatura, pluviometría y humedad relativa) y del patrón 1989-92 para correlacionarlo con la población de mosca blanca en los momentos actuales.
5. Se hace necesario llevar a cabo estudios sobre transmisión mecánica y/o biológica de los amarillamientos debido a geminivirus que presentan las malezas mas comunes en las zonas de producción con problemas del BGMV para definir el papel de las mismas como reservorio natural del complejo viral.

Referencias

- Morales, F.J. Comunicación personal sobre resultados de análisis de malezas colectadas en República Dominicana en el mes de febrero de 1993. Centro Internacional de Agricultura Tropical, CIAT, Cali, Colombia.
- Saladin G. Freddy *et al.*, Alternativa para el manejo integrado en el control del virus del mosaico dorado del frijol en República Dominicana. Trabajo presentado en el Taller Regional sobre Mosaico Dorado, celebrado en Guatemala, Guatemala. Noviembre 1992. pp:14.

English Summary

Alternatives for the Integrated Control of Bean Golden Mosaic Virus in the Dominican Republic

Quarantine measures prohibiting the cultivation of cucurbits, legumes and solanaceous plants, which act as reproductive hosts for the whitefly *Bemisia tabaci* were implemented in the agricultural region of Azua. Also, a ban on the cultivation of beans during the fall period (end of august till september); the cultivation of cucurbits and solanaceous crops only in the valley of San Juan de la Maguana, and the implementation of a technological package (DIA-SEA) has resulted in the incidence of BGMV in this region. This is an important step considering that this region produces between 45-50% of the national production of red beans.

Equally important, the whitefly populations in bean-producing regions have drastically diminished, apparently, due to a break in the intensive monoculture of cucurbit and solanaceous crops previously grown in the Azua plains, and the ban on the cultivation of potatoes and tomatoes in the valley of San Juan de la Maguana.

In the northwest, a notable reduction in BGMV incidence and *B. tabaci* populations in bean-growing regions has also been observed. In this region, the application of the technological package consisting of: early planting dates; elimination of geminivirus-affected weeds, rouging of mosaic-affected bean plants, and the use of pesticides (monocrotophos) two to six weeks after planting, has been considered as the most successful control measure. The implementation of this technological package in the valley of San Juan de la Maguana, has resulted in bean yield increases in the order of 26-59% depending on the BGMV incidence.

Traducción: Francisco J. Morales

El Futuro de la Investigación Sobre el Mosaico Dorado del Frijol

Como se puede concluir, el progreso logrado en el control del mosaico dorado del frijol y en la caracterización del virus y su insecto vector, es considerable.

Sin embargo, el mosaico dorado continua su expansión en regiones productoras de frijol en toda la América tropical con excepción de las regiones andinas y tierras altas y frías donde el insecto vector no puede sobrevivir. La diseminación de la enfermedad es el resultado de las políticas de producción de cultivos de exportación, tales como la soya y las hortalizas, los cuales han actuado como hospederos reproductivos de la mosca blanca *Bemisia tabaci*, causando aumentos significativos en sus poblaciones.

El uso intensivo de pesticidas para el control de *B. tabaci* es una práctica que se torna más ineficaz e indeseable cada día. La mosca blanca adquiere resistencia a los insecticidas; el costo de las aplicaciones encarece el producto; y su uso perjudica el medio ambiente.

El control genético del BGMV ha sido la estrategia más viable e inocua para el medio ambiente. Este esfuerzo debe continuar a pesar de los cambios bruscos que se han introducido en la política agraria Latinoamericana buscando preservar el medio ambiente, desafortunadamente, mediante un desvío significativo de los recursos destinados a la investigación y producción de cultivos alimenticios, a la investigación en recursos naturales. Como consecuencia de estas políticas, tanto los Programas Nacionales como los Centros Internacionales, han visto drásticamente reducida su capacidad de continuar el trabajo de mejoramiento genético. Este trabajo debe entenderse como un proceso continuo y dinámico ya que la adaptación de los geminivirus del frijol a las variedades tolerantes al BGMV liberadas en el pasado, es evidente. Los primeros genotipos resistentes al BGMV producidos en 1978, tales como el ICTA-Quetzal, presentan hoy en día un grado de severidad apreciablemente mayor. Aún las nuevas variedades, como DOR 364, presentan ya síntomas inequívocos de mayores niveles de susceptibilidad. En cuanto a las nuevas líneas DOR que combinan diversas fuentes de resistencia al BGMV, presentan una reacción de resistencia superior a las observadas anteriormente. Consecuentemente, es necesario coordinar esfuerzos en el área de mejoramiento con el fin de aprovechar los recursos limitados disponibles para esta actividad en la América Latina.

La ingeniería genética ofrece otra posibilidad de control del BGMV. Por lo tanto, es necesario proseguir este trabajo utilizando nuevas estrategias moleculares.

Los trabajos de control cultural y legislativo implementados en Brasil y la República Dominicana son un ejemplo exitoso que debería ser seguido en otros países.

Un área complementaria y necesaria para implementar estrategias de control integrado, es la epidemiología. Los primeros pasos para realizar investigaciones en esta disciplina fueron dados en el pasado Taller. De esta iniciativa nacieron proyectos que aún no encuentran financiación debido a la complejidad de la situación, al tamaño del área afectada, y a la menor disponibilidad de recursos de ayuda externa para la América Latina. Sin embargo, se trabaja intensivamente en la consecución de fondos.

La investigación sobre *Bemisia tabaci* continúa siendo activamente realizada por un grupo numeroso de entomólogos, pero como insecto plaga y no como insecto vector. También, la investigación sobre *B. tabaci* ha sido enfocada a su importancia como plaga e insecto vector en cultivos hortícolas de exportación. La existencia de biotipos o nuevas especies de *Bemisia* agrava la situación pero no modifica notablemente las estrategias de control genético. Tal vez la línea de investigación más aconsejable a seguir, sería el estudio de la dinámica de población de *B. tabaci* en regiones productoras de frijol, y los factores ambientales que influyen en el desarrollo de poblaciones.

Finalmente, es aparente que la enfermedad que conocemos como "mosaico dorado" es causada por diversos geminivirus que atacan al frijol. Gracias a las investigaciones realizadas hasta el momento, sabemos que el geminivirus que ataca el frijol en los principales Estados productores de Brasil (tipo I), no es el mismo que ataca el frijol en América Central y El Caribe (tipo II). Esto explicaría la no transmisión mecánica del aislamiento brasileño. Afortunadamente, los mecanismos de resistencia identificados en *P. vulgaris* parecen actuar efectivamente contra geminivirus del frijol en general. El caso de México Norte parece más complejo, considerando los resultados recientes que indican que algunos de los geminivirus que causan 'mosaico dorado' en el noroeste de México, provienen del Sur de California, Estados Unidos, y están relacionados a geminivirus de cucurbitáceas. Esta evidencia justificaría el cambiar el nombre de 'mosaico dorado' por el de 'mosaico calico' para indicar que esta enfermedad no es causado por un geminivirus del frijol sino de cucurbitáceas. Sin embargo, se requiere un muestreo más amplio para determinar la variabilidad existente y las relaciones entre los geminivirus que afectan al frijol en la América Latina. Esta investigación nos permitiría adquirir un mejor conocimiento de las fuentes naturales del BGMV y otros geminivirus del frijol en las regiones productoras, lo cual constituye uno de los vacíos de conocimiento epidemiológico del mosaico dorado del frijol.

Esperamos que esta publicación sea de interés y utilidad científica y concluimos este esfuerzo agradeciendo a todos los que han contribuido a su realización y al control de una de las enfermedades de plantas más limitantes de la producción de alimentos. Un agradecimiento especial para la Srta. Gloria López por la preparación de esta publicación.

Future Research on Bean Golden Mosaic

It is quite evident from the information compiled in this publication, that considerable progress has been made in the understanding and control of bean golden mosaic. However, the disease continues to spread in Latin America as a result of the changing agricultural environment, where export crops displace traditional food crops and favor the unrestricted multiplication of the whitefly vector of BGMV, *Bemisia tabaci*.

In a world concerned with the negative effects of pesticides to the environment, chemical control of *B. tabaci* has to be de-emphasized. Other considerations, such as the appearance of pesticide-resistant forms of *B. tabaci*, and high production costs, support the trend to diminish pesticide applications.

Genetic control has been the most viable and environmentally-friendly BGMV-control strategy pursued so far. These efforts must continue despite the dwindling funds allocated to national programs and international centers for genetic improvement. Breeding for BGMV resistance must be a dynamic process; the increased susceptibility of the early DOR lines, such as DOR 41 (ICTA-Quetzal), to BGMV, support this recommendation.

Genetic engineering has been shown to be an alternative way of achieving durable genetic resistance to BGMV in *P. vulgaris*. The search for funds to continue this work should be a priority as well.

The successful implementation of legislation and adoption of cultural practices to decrease the incidence of BGMV in countries, such as Brazil and the Dominican Republic, sets an example for other Latin American nations to follow.

The urgency to initiate epidemiological studies on BGMV in order to implement integrated disease control strategies, was born in this last workshop. The difficulty in conducting this research lies in the need to obtain external funding and raise consciousness on the critical role of epidemiology in plant protection.

Research on *Bemisia tabaci* has dramatically increased but is still carried out in relation to its importance as a pest rather than a vector of viruses. The existence of biotypes or new species of *Bemisia* adds further complexity to the problem but, fortunately, it does not greatly modify the genetic control strategy followed for BGMV. Perhaps, the best line of research on *B. tabaci* would be to study its population dynamics in bean-growing regions, and how these populations are affected by cropping systems and environmental conditions.

Finally, it is evident that the disease we know as 'golden mosaic' of beans, is caused by different geminiviruses. We should try to maintain the name of the disease, bean golden mosaic, while we deal with the taxonomical placement of these geminiviruses. The

exception to this recommendation would be the case of northwestern Mexico, where the predominant geminivirus is related to a cucurbit geminivirus, squash leaf curl virus, which probably originated in Southern California. The name bean 'calico mosaic', then, is probably appropriate to reflect the different origin of the causal geminivirus. Nevertheless, the characterization of bean geminiviruses in Latin America must continue, in order to obtain a better picture of the existing diversity, evolution and epidemiology of bean geminiviruses. This investigations will expedite the identification of the natural reservoirs of BGMV, a nebulous area of knowledge in our understanding of BGMV epidemics.

We hope that this publication will be of interest to the scientific community, and we wish to express our gratitude to all the contributors and supporters of this effort to control one of the most devastating diseases on an important food crop. Last but not least we are grateful to Miss Gloria Lopez for the production of this publication.

