

**EL MOSAICO DORADO Y OTRAS  
ENFERMEDADES DEL FRIJOL COMUN  
CAUSADAS POR GEMINIVIRUS  
TRANSMITIDOS POR MOSCA BLANCA  
EN LA AMERICA LATINA**

**BEAN GOLDEN MOSAIC AND OTHER DISEASES OF COMMON BEAN CAUSED BY  
WHITEFLY-TRANSMITTED GEMINIVIRUSES IN LATIN AMERICA**



**Francisco José Morales Garzón**

**Editor**

**Impreso en el Centro Internacional de Agricultura Tropical  
(CIAT), Palmira (Valle), Colombia**

**2000 A. D.**

# CONTENIDO

	<b>Página</b>
<i>In Memoriam</i>	
<b>Freddy Saladín García</b>	<b>I</b>
<b>Alvaro Santos Costa</b>	<b>II</b>
<b>Prefacio</b>	<b>III</b>
<b>Prólogo del editor</b>	<b>IV</b>
<b>Introducción</b>	<b>1</b>
<b>Importancia socio-económica del frijol en la América Latina</b>	<b>1</b>
<b>Enfermedades del frijol causadas por geminivirus en la América Latina</b>	<b>2</b>
<b>El mosaico dorado</b>	<b>2</b>
<b>El mosaico dorado amarillo</b>	<b>4</b>
<b>El mosaico enano</b>	<b>6</b>
<b>El mosaico cálico</b>	<b>7</b>
<b>Otras enfermedades</b>	<b>8</b>
<b>Historia y situación actual del cultivo del frijol en los países latinoamericanos afectados por geminivirus transmitidos por mosca blanca</b>	<b>13</b>
<b>México</b>	<b>13</b>
<b>México-noroeste</b>	<b>13</b>
<b>México-sur</b>	<b>19</b>
<b>América Central</b>	<b>25</b>
<b>Guatemala</b>	<b>25</b>
<b>El Salvador</b>	<b>29</b>
<b>Honduras</b>	<b>33</b>
<b>Nicaragua</b>	<b>37</b>
<b>Costa Rica</b>	<b>41</b>
<b>Panamá</b>	<b>47</b>

<b>Región Caribe</b>	49
Cuba	49
República Dominicana	55
Haití	59
Puerto Rico	65
<b>América del Sur</b>	69
Argentina	69
Bolivia	73
Brasil	79
<b>Los begomovirus</b>	87
Introducción	87
Clasificación de los geminivirus	87
Organización genómica de los begomovirus	88
Diversidad genética y evolución	90
Pseudorecombinantes	91
Relaciones filogenéticas	92
<b>Detección molecular de geminivirus del frijol común y estrategias antivirales</b>	99
Métodos moleculares para la detección de geminivirus	99
Detección de geminivirus del frijol en malezas	100
Función genómica y estrategias antivirales	100
<b>La mosca blanca vectora: <i>Bemisia tabaci</i> (Genn.)</b>	107
Introducción	107
Taxonomía	108
Identificación de moscas blancas	108
El debate sobre los biotipos	109
Implicaciones de la existencia de biotipos	110
Biología y ecología	110
Ciclo de vida	110
Tiempo de desarrollo	111
Reproducción en frijol	111
Epidemiología	113
Hospedantes reproductivos de <i>Bemisia</i>	113
Biotipos de <i>Bemisia tabaci</i>	115
Protección	115
Prácticas actuales	115
Manejo integrado de plagas	118

<b>Identificación molecular de los biotipos A y B de <i>Bemisia tabaci</i> (Genn.)</b>	<b>129</b>
<b>Control integrado de geminivirus del frijol</b>	<b>133</b>
<b>Control genético</b>	<b>133</b>
<b>La búsqueda de resistencia genética</b>	<b>134</b>
<b>Evaluación de genotipos de frijol</b>	<b>142</b>
<b>Técnicas moleculares</b>	<b>143</b>
<b>Control químico</b>	<b>144</b>
<b>Control con productos no-sintéticos</b>	<b>145</b>
<b>Control cultural</b>	<b>146</b>
<b>Barreras vivas</b>	<b>146</b>
<b>Policultivos</b>	<b>146</b>
<b>Cultivos trampas</b>	<b>147</b>
<b>Fecha de siembra</b>	<b>147</b>
<b>Densidad de siembra</b>	<b>148</b>
<b>Trampas pegajosas</b>	<b>148</b>
<b>Control biológico</b>	<b>149</b>
<b>Control legal</b>	<b>149</b>
<b>Necesidades de investigación futuras</b>	<b>155</b>
<b>English summary</b>	<b>159</b>
<b>Current situation in Latin America</b>	<b>159</b>
<b>Common bean research in Latin America</b>	<b>159</b>
<b>Begomoviruses infecting common bean</b>	<b>160</b>
<b>Geminivirus taxonomy</b>	<b>162</b>
<b>The whitefly vector</b>	<b>164</b>
<b>Integrated begomovirus/whitefly management</b>	<b>165</b>
<b>Future research needs</b>	<b>167</b>
<b>Agradecimientos</b>	<b>169</b>
<b>Acknowledgements</b>	<b>169</b>



## Brasil

**Josias C. Faria**

Virologista  
EMBRAPA-CNPAF  
Centro Nacional de Pesquisa em  
Arroz e Feijão, Goiania, Goias.

### Importância do Feijoeiro

O feijoeiro é amplamente difundido em todo o território brasileiro, sendo geralmente cultivado em três épocas, denominadas de acordo com a estação do ano em: das “águas” - o semeio é geralmente feito de setembro a novembro; das “secas” - é feito de fevereiro a março; e “terceira época” ou “feijão de inverno” - que é o feijão semeado em maio e junho, para cultivo sob pivô central ou outro método de irrigação, utilizando alta tecnologia. O feijoeiro foi quase sempre cultivado como lavoura de subsistência em pequenas propriedades, mas na última década vem havendo interesse crescente de grandes produtores, utilizando de tecnologias avançadas de condução da lavoura.

O Brasil é o maior produtor do mundo de feijão da espécie *Phaseolus vulgaris*, seguido pelo México. Produziu cerca de 87% do total proveniente dos quatro países do Mercosul, em 1997/98. Na década de 1988/89 a 1997/98, a área cultivada com feijão decresceu cerca de 36%, passando de 5175,3 mil hectares para 3313,2 mil, com uma redução de 5,2% na produção que passou de 2308,4 toneladas para 2187,8 toneladas. Em 1998 o Brasil importou cerca de 190 mil ton, principalmente de feijão preto, para suprir a demanda interna.

A área plantada na safra das águas sofreu redução de 29% no período de 1989/98, enquanto a produtividade média passou de 408 para 534 Kg/ha, o que representa um ganho de 31%. Na safra das “secas”, também houve forte redução de área (46%) e elevado aumento da produtividade (60%), com queda de produção de 14%. Na safra de inverno, a área plantada aumentou

de 15%, a produção em 66,5% e 46% de produtividade. Ressalta-se que embora a produtividade sempre foi crescente no período analisado, a área cultivada chegou a 227,4 mil ha em 1993, tendo reduzido para 179 mil ha em 1998. O consumo de feijão no País iniciou a década com 16,2 kg *per capita*, atingiu a 18,9 em 1995, para decrescer para 15,8 em 1999 (Yokoyama, 1999).

### **Características agroecológicas**

O feijoeiro é cultivado em todo o território nacional, entretanto, a maior concentração da produção provém da região Sul e Sudeste. Baseado na safra de 1994, o estado do Paraná produziu 27%, Minas Gerais, 19%, Santa Catarina 17%, São Paulo 15%, Rio Grande do Sul 8% e Goiás 7% da produção. Quanto às épocas de plantio, baseado em dados de 1996/1999, 38, 51 e 11% da produção foram provenientes respectivamente, da 1<sup>a</sup> safra, 2<sup>a</sup> safra e 3<sup>a</sup> safra.

### **Os geminivirus do feijoeiro no Brasil**

O principal problema de doenças causadas por vírus no Brasil é o mosaico dourado. Esta doença foi primeiramente observada em 1961, por A. S. Costa, em Campinas, estado de São Paulo (Costa, 1965). Desde o início dos anos 70 vem sendo a mais destrutiva em especial nos plantios realizados em fevereiro. Segundo Costa (1973, 1975), grandes surtos de mosca-branca desenvolveriam em soja e algodoeiro, os quais migravam para o feijoeiro.

As perdas causadas pelo mosaico dourado do feijoeiro foram estimadas, sob condições de casa de vegetação entre 48% e 85%, dependendo da época de infecção (Costa & Cupertino, 1976). No Estado de São Paulo, Menten *et al.* (1980) observaram reduções produção de 64%-71%, tomando por base as plantas com mosaico na época da floração. Ainda em São Paulo, Almeida *et al.* (1984) relataram de 25% a 72% de perdas, dependendo da época de aparecimento dos sintomas, se tardio ou precocemente. Faria & Zimmermann (1988), conduzindo experimentos de avaliação de germoplasma e inseticidas no sudoeste de Goiás, obtiveram perdas de 88% a 100% da produção com incidências de mosaico dourado atingindo acima de

90% das plantas aos 33 dias após o semeio. Faria *et al.* (1994), trabalhando com plantas inoculadas e não inoculadas em estágio de plântulas e transplantadas a campo, observaram perdas de produção entre 28% e 100%, dependendo da cultivar. Ainda em Goiás, em estudos de épocas de semeio, Rocha & Sartorato (1980) registraram perdas de até 100% da produção sob alta incidência da virose. Fornasieri Filho *et al.* (1999) observaram perdas médias, para o plantio da 2ª época, de 66% entre variedades tratadas e não tratadas com aldicarb no sulco de plantio, no estado de São Paulo. As melhores cultivares foram Ônix, IAPAR 57, IAPAR 72 e IAPAR 65.

O mosaico dourado do feijoeiro é causado pelo “*Bean golden mosaic virus*” (BGMV), que é um vírus diferente, tanto pelo aspecto biológico como molecular do agente do mosaico dourado que ocorre na América Central (Goodman *et al.*, 1977), denominado de “*Bean golden yellow mosaic virus*” (BGYMV). Há relatos de ocorrência de complexos de vírus transmitidos por mosca branca em feijoeiro no Brasil (Nardo e Costa, 1986; Bianchini, 1999). Entretanto, em estudo recente, onde foram coletadas amostras de folhas de feijoeiro com sintomas de geminivirose em várias regiões produtoras, foi encontrada baixa variabilidade do vírus. Não foi encontrado nenhum caso de BDMV, mas apenas um caso de co-infecção com o vírus do mosaico do abutilon (AbMV) em amostra coletada no sul do estado de São Paulo. Esta baixa variabilidade do vírus pode ser explicada pela não existência de cultivares imunes ou mesmo altamente resistentes ao BGMV (Faria e Maxwell, 1999). A doença está disseminada por quase todas as zonas produtoras de feijão do País, incluindo desde o Rio Grande do Sul até os estados do Nordeste e Centro-Oeste. A maior gravidade de ocorrência está localizada nos estados do Paraná, São Paulo, Goiás, Minas Gerais e Bahia (ver mapa anexo).

### **A mosca branca no Brasil**

*Bemisia tabaci* é considerada a mais comum e importante mosca-branca vetora de vírus vegetais, e a única que transmite geminivírus (Gerling, 1990). Lourenção e Nagai (1994) observaram, a partir de 1991 elevados níveis populacionais de mosca branca em diversas lavouras e vegetação espontânea, incompatíveis com os níveis observados em anos anteriores. Relatam ainda a presença do inseto em aboboreira, que era considerada planta não preferida até então. Os autores concluíram, baseados nas

semelhanças entre infestações e desordens associadas à *B. tabaci* biótipo B de que esta espécie tivesse sido introduzida.

Acredita-se que a mosca-branca encontra-se disseminada entre os paralelos 30° Norte e sul, nos trópicos e subtropicais e em todos os continentes, incluindo ainda as zonas temperadas adjacentes (Villas Bôas *et al.*, 1997). Atualmente acredita-se que esteja havendo uma substituição de *B. tabaci* por *B. argentifolii* no estado do Paraná, pois as duas espécies não foram encontradas juntas, na mesma área de cultivo (Martinez *et al.*, 1999).

## Medidas de Controle

O manejo de geminiviroses é difícil. Por isto, práticas que visam reduzir a incidência de vírus devem ser adotadas como parte de um manejo integrado, do qual devem fazer parte o controle químico do vetor e a resistência genética do hospedeiro. Nenhuma estratégia de controle, quando utilizada isoladamente, tem demonstrado ser efetiva para as doenças causadas por geminivírus. O controle químico das moscas-brancas é de difícil consecução, devido à constante migração de grandes populações do inseto de lavouras mais velhas para as mais novas, e também devido à possibilidade de se tornarem resistentes aos inseticidas (Harrison, 1985; Gerling, 1990). Portanto, as medidas de controle deverão visar a eliminação ou a redução das fontes do vírus, da população de inseto vetor existente e, finalmente, alterar o nível de suscetibilidade da cultura.

### 1. Controle químico da mosca-branca

Para o controle químico da mosca-branca devem ser considerados fatores como a região onde será instalada a cultura, a época de semeadura e a população da praga. Normalmente na safra das águas, observa-se uma menor população de mosca-branca na cultura do feijoeiro sendo menor o risco de transmissão de geminivírus, como o BGMV. Nas áreas onde a população da mosca-branca é baixa, o controle pode ser realizado, via pulverização de inseticidas de contato ou sistêmicos ou através do tratamento de sementes. Entretanto, nas regiões produtoras de feijão sob alta população de mosca-branca, a proteção da cultura deve ser preventiva, com a utilização de produtos sistêmicos de longo efeito residual, via tratamentos de sementes. Em casos de ocorrência de alta incidência de mosca-branca na cultura logo

após a emergência das plantas, mesmo tendo sido realizado o tratamento de sementes, recomenda-se a aplicação de produtos de contato de alta eficiência, visando diminuir o tempo de permanência da praga nas plantas. Se o fluxo migratório da mosca-branca para a cultura ocorrer continuamente, o controle químico deve se estender até o período de enchimento de vagens ou de frutificação, no caso do tomateiro.

Para o tratamento de sementes de feijoeiro os inseticidas que apresentaram os melhores resultados foram o thiamethoxan (formulação 700 WS, a 150 g de p.c./100 Kg de sementes) e o imidacloprid (formulação 700PM, a 200 g de p.c./100Kg de sementes), os quais atuam sobre os insetos adultos. No caso de aplicações por pulverizações visando adultos, os melhores produtos vem sendo o thiamethoxan, (formulação 250 WG, a 100 g p.c./ha), o imidacloprid (formulação 200 SC, a 800 ml de p.c./ha), e o acetamiprid (formulação 20 PS, utilizado a 250 g de p.c./ha). Quando o controle é direcionado a ovos e ninfas do inseto, recomenda-se o inseticida regulador de crescimento, pyriproxyfen [formulação a 100 CE, usado a 1000 ml do p.c./ha. Tal produto é recomendado para até duas aplicações durante o ciclo de desenvolvimento da cultura a fim de se evitar o aparecimento de insetos resistentes aos inseticidas. Os produtos mencionados encontram-se devidamente registrados no Ministério da Agricultura para o controle da mosca-branca (Yokoyama *et al.*, 1999).

## 2) Controle cultural em feijoeiro

2.1) *Hospedeiros alternativos do vírus.* A eliminação de hospedeiros alternativos, que funcionam como reservatórios de vírus, é uma medida de controle geralmente citada para viroses, entretanto, apenas *Phaseolus* spp. e soja podem ser citados, com segurança, como hospedeiros do BGMV no Brasil, em condições naturais.

A eliminação do feijão de lima ou fava (*P. lunatus*), de cercas e fundos de quintais, em áreas próximas daquelas onde o feijoeiro será cultivado, pode reduzir a fonte de inóculo para a soja e, no futuro, para o feijoeiro. Costa (1972) preconizou a eliminação de feijão fava de áreas próximas ao feijoeiro, recomendando uma distância de, pelo menos, 500 m de possíveis fontes de inóculo. Verificou-se que as moscas-brancas atingiam facilmente

feijoeiros localizados de 100 a 150 m de um viveiro de feijão lima com BGMV, enquanto o que estava a 1000 m não foi afetado pela virose.

**2.2) Eliminação de hospedeiros do vetor** - Culturas como soja, tomate e algodão, entre outras, que servem como criatórios do inseto vetor em larga escala, devem ser eliminadas com tempo suficiente para decrescer a população de mosca-branca antes de semear o feijoeiro de inverno.

**2.3) Época de semeio** - Executar o semeio em períodos menos favoráveis ao inseto vetor e/ou com fontes de inóculo mais escassas. Para o sudoeste de Goiás, a antecipação do semeio para a primeira quinzena de janeiro possibilitaria a redução de perdas de rendimento devidas ao mosaico dourado (Rocha & Sartorato, 1980). Atualmente, se houver grandes riscos de epidemias da doença, baseado na sua história de ocorrência, não se recomenda o semeio do feijão da seca. Para o maior sucesso no cultivo do feijão de inverno, ou terceira época, é desejável que se tenha um período com ausência de planta hospedeira da mosca-branca para que haja redução da sua população.

### **3) Resistência genética em feijoeiro**

Técnicas de melhoramento utilizando a genética clássica vêm sendo empregadas no desenvolvimento de variedades resistentes, desde meados da década de 70. Trabalhos desenvolvidos pela Embrapa Arroz e Feijão levaram à recomendação da variedade Ônix, com grãos de cor negra e produtividade de cerca de 1.500 kg/ha, sob moderada incidência precoce de BGMV, representando a primeira variedade comercial com resistência, psoto que moderada, ao mosaico dourado. Avaliações conduzida em Ilha Solteira (SP) indicam que a sua produtividade varia de 880 a 2390 Kg/ha (Fornasier Filho et al., 1999). Trabalho conduzido por Bianchini (1999) levaram ao desenvolvimento de várias linhagens, citando-se MD 632, e mais tarde MD 806 (IAPAR 57, grão tipo carioca), MD 807 (grão tipo carioca), MD 820 (IAPAR 72, grão tipo carioca), MD 829 (grão tipo carioca), MD 808 (grão tipo negro) e MD 821 (IAPAR 65, grão tipo negro). Todas são bastante úteis para a região Sul, especialmente ao estado do Paraná. Tais cultivares entretanto, não tem igual desempenho em outras regiões do País, indicando baixa adaptabilidade a diferentes ambientes. A cultivar IAPAR 57 atinge 1519 kg/ha e 'IAPAR 72' chega a 1.909 kg/ha, sob alta incidência de BGMV (Bianchini, 1999).

A herança da resistência ao BGMV-BR revelou-se complexa (Pessoni *et al.*, 1997), ao contrário daquela a isolados de BGMV do Porto Rico onde a herança da resistência é controlada por um gene recessivo denominado *bgm1* (Blair, 1992).

Mais recentemente, vários laboratórios estão investigando o uso de técnicas de engenharia genética do feijoeiro, utilizando genes do próprio vírus, analisando estratégias como a proteção mediada pela capa protéica, uso de mutantes do gene da proteína associada à replicação do vírus (*rep*), uso do antissenso do gene *rep* (Embrapa Arroz e Feijão e Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia).

## Referencias

Almeida, L., Pereira, J., Ronzelli, P. & Costa, A.S. 1984. Avaliação de perdas causadas pelo mosaico dourado do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris*) em condições de campo. Fitopatologia Brasileira 9:213-219.

Bianchini, A. 1999. Resistance to bean golden mosaic virus in bean genotypes. Plant Disease 83:615-620.

Blair, M.W. 1992. Heritability of field resistance to bean golden mosaic virus and the sweetpotato whitefly (*Bemisia tabaci* Genn.) in dry bean (*Phaseolus vulgaris* L.). (M.Sc. Thesis). Puerto Rico. University of Puerto Rico.

Costa, A.S. 1975. Increase in the population density of *Bemisia tabaci*, a threat of widespread virus infection of legume crops in Brazil. In: Bird, J. & Maramorosh, K. (Ed.) Tropical Disease of Legumes. New York. Academic Press, pp.27-49.

Costa, A.S. Three whitefly-transmitted virus diseases of beans in São Paulo, Brazil. Plant Protection Bulletin 13:121-130. 1965.

Costa, C.L. & Cupertino, F.P. 1976. Avaliação das perdas na produção do feijoeiro causadas pelo vírus do mosaico dourado. Fitopatologia Brasileira 1:18-25.

Costa, A.S., Costa, C.L., & Sauer, H.F.G. 1973. Surto de mosca-branca em culturas do Paraná e São Paulo. Anais da Sociedade entomológica do Brasil, Itabuna, 2(1): 20-30.

Costa, C.L. & Cupertino, F.P. 1976. Avaliação das perdas na produção do feijoeiro causadas pelo vírus do mosaico dourado. Fitopatologia Brasileira 1:18-25.

Faria, J.C. & Zimmermann, M.J.O. 1988. Controle do mosaico dourado do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris*) pela resistência varietal a inseticidas. Fitopatologia Brasileira 13:32-35.

Fornasieri Filho, D., Gómez, <sup>a</sup>M. & Lemos, L.B. 1999. Comportamento de genótipos de feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L) quanto a incidência do mosaico dourado, com e sem controle do vetor *Bemisia tabaci* (Genn, 1889), em duas épocas de semeadura. Resumos Expandidos, 6<sup>a</sup> Reunião Nacional de Pesquisa de Feijão, Salvador, BA. pp. 103-106.

Fornasieri Filho, D., Gómez, <sup>a</sup>M. & Lemos, L.B. 1999. Efeitos na produção de grãos de genótipos de feijoeiro, com e sem aplicação de inseticida sistêmico no solo, em duas épocas de semeadura. Resumos Expandidos, 6<sup>a</sup> Reunião Nacional de Pesquisa de Feijão, Salvador, BA. pp. 115-117.

Gerling, D. 1990. Whiteflies: their bionomics, pest status, and management. England, Intercept, 348p.

Goodman, R. M., Bird, J. & Thongmeearkom, P. 1977. An unusual viruslike particle associated with golden yellow mosaic of beans. *Phytopathology* 67:37-42.

Lourenção, A.I. & Nagai, H. 1994. Surtos populacionais de *Bemisia tabaci* no estado de São Paulo. *Bragantia* 53(1):53-59.

Martinez, S. S., Carvalho, A.O.R., Viera, L. G., Nunes, L.M. & Bianchini, A. 1999. Identificação das espécies de mosca branca, *Bemisia* spp. Que ocorrem no Paraná e sua distribuição geográfica. RENAFE, p. 120-122.

Menten, J.O.M., Tulmann Neto, A. & Ando, A. 1980. Avaliação de danos causados pelo vírus do mosaico dourado do feijoeiro (VMDF). *Turrialba* 30:173-176.

Nardo, E.A. B. & Costa, A.S. 1986. Diferenciação de isolados do complexo brasileiro do vírus do mosaico dourado do feijoeiro. *Fitopatologia brasileira* 11:655-666.

Villas Bôas, G.L., Franca, F.H., Ávila, A.C. & Bezerra, I.C. 1997. Manejo Integrado da mosca-branca *Bemisia argentifolii*. Brasília. EMBRAPA-CNPq. (EMBRAPA-CNPq. Circular Técnica, 9).

Yokoyama, M., Yokoyama, L.P. & Di Stefano, J.G. 1994. Efeito de inseticidas no controle da mosca branca *Bemisia argentifolii* Bellows & Perring, (Homoptera – Aleyrodidae) no feijoeiro: rendimento e economicidade. RENAFE 107-110.



0 km 500 1000 1500

**Brasil**

Regiões produtoras de feijão afetadas por BGMV

