



Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Centro Nacional de Pesquisa de Arroz e Feijão
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento

ISSN 1678-9601

Dezembro, 2005

Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento 15

Controle Genético da Reação do Feijoeiro Comum ao Vírus do Mosaico Dourado

Leonardo Cunha Melo
Maria José Del Peloso
Josias Corrêa de Faria
Massaru Yokoyama
Lucélia Rosaria
Rosana Pereira Vianello Brondani
Claudio Brondani
Luis Cláudio de Faria

Santo Antônio de Goiás, GO
2005

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

Embrapa Arroz e Feijão

Rodovia Goiânia a Nova Veneza Km 12 Zona Rural
Caixa Postal 179
75375-000 Santo Antônio de Goiás, GO
Fone: (62) 3533 2123
Fax: (62) 3533 2100
www.cnpaf.embrapa.br
sac@cnpaf.embrapa.br

Comitê de Publicações

Presidente: *Carlos Agustin Rava*
Secretário-Executivo: *Luiz Roberto Rocha da Silva*

Supervisor editorial: *Marina A. Souza de Oliveira*
Normalização bibliográfica: *Ana Lúcia D. de Faria*
Capa: *Fernando Simon*
Editoração eletrônica: *Fabiano Severino*

1ª edição

1ª impressão (2005): 500 exemplares

Todos os direitos reservados.

A reprodução não-autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação dos direitos autorais (Lei nº 9.610).

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Embrapa Arroz e Feijão

Controle genético da reação do feijoeiro comum ao vírus do mosaico
dourado / Leonardo Cunha Melo ... [et al.]. – Santo Antônio de
Goiás : Embrapa Arroz e Feijão, 2005.

16 p. – (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento / Embrapa
Arroz e Feijão, ISSN 1678-9571 ; 15)

1. Feijão – Melhoramento genético vegetal. 2. Feijão – Mosaico
dourado. I. Melo, Leonardo Cunha. II. Embrapa Arroz e Feijão. III. Série.

CDD 635.6522 (21. ed.)

© Embrapa 2005

Sumário

Resumo	5
Abstract	7
Introdução	9
Material e Métodos	10
Resultados e Discussão	11
Conclusões	13
Agradecimentos	14
Referências Bibliográficas	14

Controle Genético da Reação do Feijoeiro Comum ao Vírus do Mosaico-Dourado

Leonardo Cunha Melo¹

*Maria José Del Peloso*¹

*Josias Corrêa de Faria*²

*Massaru Yokoyama*³

*Lucélia Rosaria*⁴

*Rosana Pereira Vianello Brondani*⁵

*Cláudio Brondani*⁵

*Luís Cláudio de Faria*⁶

Resumo

Aproximadamente 200 mil hectares no Brasil estão atualmente inviabilizados para o cultivo do feijoeiro na safra “da seca”, devido à ocorrência do vírus do mosaico dourado do feijoeiro (VMDF). Essas áreas podem retornar ao processo produtivo após o desenvolvimento de cultivares que apresentem um nível de resistência adequado ao VMDF. O objetivo deste trabalho foi obter informações básicas sobre o controle genético da reação do feijoeiro comum ao VMDF que ocorre no Brasil. Foram realizados cinco cruzamentos entre linhagens/cultivares de feijoeiro comum envolvendo sempre um genitor como fonte de tolerância ao VMDF, previamente identificada, e outro, suscetível, como fonte de adaptação, e com características comerciais desejáveis. Todas as cinco populações foram conduzidas pelo método do retrocruzamento (duas gerações), sendo as três primeiras retrocruzadas a partir de plantas resistentes da geração F_2 , e as duas últimas a partir de plantas da geração F_1 , com todos os retrocruzamentos seguidos por uma autofecundação. A avaliação da reação ao VMDF foi realizada em 400 plantas de cada população segregante após inoculação com mosca

¹ Engenheiro Agrônomo, Doutor em Genética e Melhoramento de Plantas, Embrapa Arroz e Feijão, Rod. GO 462, Km 12, 75375-000 Santo Antônio de Goiás, GO. leonardo@cnpaf.embrapa.br

² Engenheiro Agrônomo, Ph.D. em Fitopatologia/Biotecnologia, Embrapa Arroz e Feijão.

³ Engenheiro Agrônomo, Doutor em Entomologia, Embrapa Arroz e Feijão.

⁴ Estudante de Agronomia da Universidade Federal de Goiás, Bolsista PIBIC/CNPq.

⁵ Engenheiro Agrônomo, Doutor em Biologia Molecular Vegetal, Embrapa Arroz e Feijão.

⁶ Engenheiro Agrônomo, Mestre em Genética e Melhoramento, Embrapa Arroz e Feijão.

branca virulífera, em ambiente controlado, nos telados da Embrapa Arroz e Feijão. O estudo do controle genético da reação ao VMDF foi realizada utilizando o Teste do Qui-quadrado (χ^2) ($p < 0,05$). Os resultados mostraram que a reação do feijoeiro comum ao VMDF é controlada, em alguns cruzamentos, por dois genes e condicionada por alelos recessivos nesses dois genes, configurando assim a ocorrência de epistasia dominante duplicada.

Termos para indexação: *Phaseolus vulgaris*, BGMV, tolerância, mosca branca.

Genetic Control and Reaction of Dry Bean to Bean Golden Mosaic Virus

Abstract

In Brazil, around twenty thousand hectares are not viable to grow dry bean during dry season due to incidence of bean golden mosaic virus (BGMV). Those areas can be returned to the production system after the development of cultivars with a adequate level of resistance to BGMV. The objective of this work was to obtain basic information about the genetic control of the reaction of common beans to BGMV that occurs in Brazil. Five crosses were done between lines and cultivars where one parent was resistant to BGMV and other parent as source of adaptation with desirable agronomic characteristics. The methodology of conducting the five populations were two backcrosses, being three populations backcrossed with F_2 individual resistant plants and other two populations were backcrossed with F_1 plants followed by one self. The reaction to BGMV was evaluated in 400 plants of each segregant population with artificial inoculation with virulent whitefly in screen house at Embrapa Arroz e Feijão Experimental Station. The study of the genetic control of reaction to BGMV was done with chi-square test ($P < 0,05$). The results showed that the resistance to BGMV is controlled by two genes in some crosses and conditioned by recessive aleles indicating dominant duplicated epistasy.

Key-words: Phaseolus vulgaris, BGMV, plant tolerance, whitefly.

Introdução

O mosaico dourado do feijoeiro (VMDF), doença que ocorre nas principais áreas produtoras de feijão do Brasil, transmitido pela mosca branca, é especialmente importante no plantio “da seca”, ou “safrinha”, desde a década de 70, podendo causar redução de produção de 40 a 100%, dependendo da incidência, da época de plantio e da cultivar (Costa & Cupertino, 1976; Rocha & Sartorato, 1980; Faria & Zimmermann, 1988). Estima-se que, anualmente, devido aos danos causados por essa doença, há uma redução de 90 a 280 mil toneladas, volume suficiente para alimentar de 6.000 a 20.000 mil pessoas adultas. Além dos danos econômicos causados pela redução de produtividade, esta virose acarreta ainda danos sociais, causados pela inviabilização econômica da produção de feijão em sistemas de agricultura familiar. Aproximadamente 200 mil hectares estão atualmente inviabilizados para o cultivo do feijoeiro comum na safra “da seca”, devido à ocorrência dessa virose. Essas áreas podem retornar ao processo produtivo após o desenvolvimento de cultivares que apresentem um nível resistência adequado ao VMDF.

O Centro Internacional de Agricultura Tropical - CIAT/Colômbia, o Instituto Agrônômico do Paraná (IAPAR), o Instituto Agrônômico de Campinas (IAC), o Centro de Energia Nuclear na Agricultura (CENA) e a Embrapa Arroz e Feijão têm desenvolvido pesquisas interdisciplinares para o controle dessa doença. Embora tenham ocorrido avanços na área do conhecimento, os resultados tecnológicos, com aplicação direta pelos produtores, não têm sido eficazes, indicando a necessidade de novas pesquisas e ajustes nas várias áreas. Um dos maiores desafios refere-se ao desenvolvimento de cultivares ou linhagens com resistência ao VMDF, pelo programa de melhoramento genético do feijoeiro. Até o presente, não foi encontrada imunidade ao VMDF em acessos de *Phaseolus* sp. avaliados por instituições de pesquisa nacionais e internacionais (Morales & Niessen, 1988; Faria et al., 1996), tendo sido identificada apenas uma certa tolerância à doença, de natureza poligênica, e, portanto, difícil de ser eficientemente transferida para cultivares comerciais (Pessoni et al., 1997). O controle genético da tolerância ao VMDF é bastante controvertido, existindo na literatura, além de informações de controle poligênico, resultados que mostram controle monogênico (Blair & Beaver, 1993), em alguns casos, e oligogênico (Blair et al., 1993) em outros. Existem relatos de cultivares que apresentam certa tolerância a essa virose, mas, quando submetidas a altas infestações do inseto vetor - mosca branca - *Bemisia tabaci* biotipos A e B, apresentam queda considerável de produção, agravada pelo fato de as medidas de controle cultural aplicadas não terem produzido resultados satisfatórios e as de controle químico serem muito onerosas ao produtor. Há ainda dificuldades para

a pesquisa, inerentes aos isolados do VMDF provenientes do Brasil, que não são mecanicamente transmitidos, exigindo esforço adicional na identificação do germoplasma resistente, além de ser uma característica muito afetada pelo ambiente. Genótipos resistentes em outros países, como México, Guatemala, El Salvador, Porto Rico, República Dominicana e Colômbia, não podem ser aproveitadas de imediato no Brasil, pois são estirpes diferenciadas de vírus, transmitidas mecanicamente.

Os feijões selvagens produzem híbridos viáveis com as formas cultivadas, sendo, portanto, considerados da mesma espécie biológica. Entre os tipos selvagens está o *Phaseolus vulgaris* var. *aborigineus*, que se apresenta como um reservatório gênico potencial para exploração e utilização dentro de programas de melhoramento de feijoeiro. Estudos prévios desenvolvidos na Embrapa Arroz e Feijão sugerem que alguns acessos desse feijão silvestre contêm alelos de resistência para o VMDF que podem ser facilmente transferidos para linhagens comerciais.

O objetivo deste trabalho foi obter informações básicas sobre o controle genético da reação do feijoeiro comum ao VMDF que ocorre no Brasil.

Material e Métodos

Foram realizados, na Embrapa Arroz e Feijão, cinco cruzamentos entre linhagens/cultivares de feijoeiro comum envolvendo sempre um genitor como fonte de tolerância ao Vírus do Mosaico Dourado, previamente identificada, e outro, suscetível, como fonte de adaptação, e com características comerciais desejáveis. O primeiro cruzamento envolveu os genitores ARC 100-4 (grão comercial carioca) e DOR 303 (fonte de tolerância ao VMDF com grão não comercial); o segundo envolveu ARC 100-4 e BRB 169 (fonte de tolerância com grão preto); o terceiro ARC 100-4 e PhAS.8328 (feijão silvestre e fonte de tolerância ao VMDF); o quarto ARC 100-4 e G23554 (feijão silvestre e fonte de tolerância ao VMDF) e o quinto envolveu os genitores Jalo Precoce (cultivar com grão comercial do tipo Jalo) e G23554 (feijão silvestre e fonte de tolerância ao VMDF). Todas as cinco populações foram conduzidas pelo método do retrocruzamento (duas gerações), sendo as três primeiras retrocruzadas a partir de plantas resistentes da geração F_2 , e as duas últimas a partir de plantas da geração F_1 , com todos os retrocruzamentos seguidos por uma autofecundação. A avaliação da reação ao VMDF foi realizada em 400 plantas de cada população segregante após inoculação com mosca branca

virulífera, em ambiente controlado, nos telados da Embrapa Arroz e Feijão. Nas populações 1, 2 e 3 foi realizado o estudo do controle genético da reação ao VMDF em plantas da geração F_2 e nas populações 4 e 5, em plantas da geração F_2RC_1 . A inoculação foi realizada em plantas recém-emergidas, com uma população de 50 a 80 adultos de mosca branca/planta durante 48 horas. A definição do tipo de reação foi baseada em sete avaliações visuais periódicas da incidência de plantas infectadas em cada população segregante, iniciando quando as plântulas apresentavam duas folhas trifolioladas e finalizando no início da formação dos botões florais. O estudo do controle genético da reação ao VMDF foi realizado a partir de teste de hipóteses com as frequências de plantas suscetíveis e tolerantes nas populações segregantes, utilizando o teste do Qui-quadrado (χ^2) ($p < 0,05$). No caso de a hipótese ser aceita, os desvios eram considerados não significativos e atribuídos ao erro experimental com uma probabilidade específica de acerto.

Resultados e Discussão

Antes de se avaliarem as populações segregantes, foi realizada uma avaliação da geração F_1 testando-se 20 plantas de cada cruzamento. O resultado dessas avaliações mostrou que todas as plantas de todas as populações foram suscetíveis ao VMDF, indicando que a tolerância a essa virose é condicionada por alelos recessivos de um ou mais genes. Desta forma, decidiu-se realizar autofecundações após os primeiros retrocruzamentos, visando a obter plantas tolerantes e assim realizar as avaliações de reação ao VMDF.

Observa-se, pelos resultados das avaliações periódicas (Figura 1), que a velocidade de evolução da doença é variável, sugerindo dependência, além da população avaliada, das condições de temperatura e umidade no momento da inoculação e durante o desenvolvimento das plantas.

O resumo dos resultados obtidos nas avaliações das populações segregantes estão apresentados na Tabela 1. Nota-se que a incidência final de plantas suscetíveis foi muito parecida nas populações 1 e 3 e bem diferente dessas em relação à população 2, avaliadas na geração F_2 , e também bastante diferente entre as populações de retrocruzamentos. Isso indica que algumas fontes de tolerância podem ter o mesmo tipo de controle genético da reação ao VMDF e que outras fontes devem possuir controle genético específico.

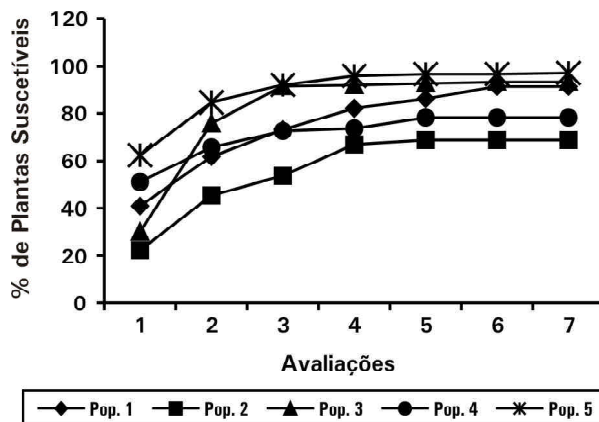


Fig. 1. Evolução da incidência do Vírus do Mosaico Dourado do feijoeiro, em diferentes avaliações, em plantas das populações F_2 dos cruzamentos ARC100-4 x BRB 169 (Pop.1), ARC100-4 x DOR 303 (Pop.2) e ARC100-4 x PHAS. 8328 (Pop.3) e nas populações F_2RC_1 dos cruzamentos ARC100-4 x G23554 (Pop.4) e Jalo Precoce x G23554 (Pop.5), Santo Antônio de Goiás, GO, 2004/2005.

Tabela 1. Porcentagem de plantas suscetíveis ao Vírus do Mosaico Dourado do feijoeiro, em diferentes avaliações, na populações F_2 dos cruzamentos ARC100-4 x BRB 169 (Pop.1), ARC100-4 x DOR 303 (Pop.2) e ARC100-4 x PHAS. 8328 (Pop.3) e nas populações F_2RC_1 dos cruzamentos ARC100-4 x G23554 (Pop.4) e Jalo Precoce x G23554 (Pop.5), Santo Antônio de Goiás, GO, 2004/2005.

Avaliação	Plantas suscetíveis (%)				
	Pop. 1	Pop. 2	Pop. 3	Pop. 4	Pop. 5
1	40,92	22,16	30,05	51,02	62,38
2	61,71	45,36	75,90	65,81	84,55
3	73,26	53,60	91,45	72,70	92,17
4	82,17	67,01	91,96	73,72	95,95
5	86,13	68,81	92,74	78,31	96,71
6	91,41	68,81	93,26	78,31	96,71
7	91,41	68,81	93,26	78,31	97,22
X^2	2,81	7,92	0,15	30,23	3,8
Prob. (%)	9,4	0,49	69,3	0,0	5,1

Pela análise das gerações F_1 obteve-se a informação de que a tolerância era condicionada por alelos recessivos; a alta frequência de indivíduos recessivos levou a testar a hipótese de controle genético envolvendo dois genes para as populações 1, 3 e 5. Nesse caso, a hipótese foi que a reação ao VMDF era controlada por dois genes e condicionada por alelos recessivos nesses dois genes, configurando, assim, a ocorrência de epistasia dominante duplicada. Se essa hipótese estiver correta, na geração F_2 espera-se uma segregação de 15 indivíduos suscetíveis para 1 tolerante (populações 1 e 3) e no F_2RC_1 de 63 indivíduos suscetíveis para 1 tolerante (população 5). Analisando os resultados da Tabela 1, verifica-se que o teste do Qui-quadrado foi não significativo ($p > 0,05$) para as populações 1, 3 e 5, indicando que a hipótese testada não pode ser descartada. Assim, nas fontes de tolerância ao VMDF: BRB 169, PHAS. 8328 e G23554, é esperado que a tolerância a essa virose seja devida à ocorrência de epistasia dominante duplicada.

Nas populações 2 e 4 foi testada a hipótese de a tolerância ser controlada por um gene e condicionada também por alelos recessivos, devido à maior frequência de indivíduos tolerantes (Tabela 1). Com essa hipótese, na geração F_2 tem-se uma segregação esperada de três indivíduos suscetíveis para um tolerante (população 2), e no F_2RC_1 , de sete indivíduos suscetíveis para um tolerante (população 4). Analisando os resultados da Tabela 1, verifica-se que o teste do Qui-quadrado foi significativo ($p > 0,05$) para as populações 2 e 4, indicando que a hipótese testada deve ser descartada e não se pode fazer inferência sobre o controle genético da reação do VMDF nessas populações.

Após as avaliações das cinco populações, procedeu-se ao retrocruzamento das plantas resistentes com ARC 100-4 nas quatro primeiras populações e com Jalo Precoce na quinta; em seguida, ocorreu a multiplicação de sementes para se realizarem novas avaliações, retrocruzamento e multiplicação, objetivando iniciar a avaliação das linhagens em ensaios de campo para confirmar a tolerância ao VMDF e avaliar as características agronômicas.

Conclusões

A reação do feijoeiro comum ao Vírus do Mosaico Dourado é controlada, em alguns cruzamentos, por dois genes e condicionada por alelos recessivos nesses dois genes, configurando assim a ocorrência de epistasia dominante duplicada.

Agradecimentos

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - CNPq pelo apoio financeiro.

Referências Bibliográficas

BLAIR, M. W.; BEAVER, J. C. Inheritance of bean golden mosaic virus resistance from bean genotype A429. **Annual Report of the Bean Improvement Cooperative**, Fort Collins, v. 36, p.143, Mar. 1993.

BLAIR, M. W.; BEAVER, J. C.; ADAMES, C. Inheritance of the dwarfing response to bean golden mosaic virus infection in dry beans (*Phaseolus vulgaris*). **Annual Report of the Bean Improvement Cooperative**, Fort Collins, v. 36, p. 144-145, Mar. 1993.

COSTA, C. L.; CUPERTINO, F. P. Avaliação das perdas na produção do feijoeiro causadas pelo vírus do mosaico dourado. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, DF, v. 1, n. 1, p. 18-25, fev. 1976.

FARIA, J. C.; ZIMMERMANN, M. J. O. Controle do mosaico dourado do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris*) pela resistência varietal e inseticidas. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, DF, v. 13, n. 1, p. 32-35, abr. 1988.

FARIA, J. C.; ANJOS, J. R. N. dos; COSTA, A. F. da; SPERÂNDIO, C. A.; COSTA, C. L. Doenças causadas por vírus e seu controle. In: ARAÚJO, R. S.; RAVA, C. A.; STONE, L. F.; ZIMMERMANN, M. J. de O. (Coord.). **Cultura do feijoeiro comum no Brasil**. Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1996. p. 731-769.

MORALES, F. J.; NIESSEN, A. I. Comparative responses of selected *Phaseolus vulgaris* germplasm inoculated artificially and naturally with bean golden mosaic virus. **Plant Disease**, St. Paul, v. 72, n. 12, p. 1020-1023, Dec. 1988.

PESSONI, L. A.; ZIMMERMANN, M. J. de O.; FARIA, J. C. de. Genetic control of characters associated with bean golden mosaic geminivirus resistance in *Phaseolus vulgaris* L. **Brazilian Journal of Genetics**, Ribeirão Preto, v. 20, n. 1, p. 51-58, Mar. 1997.

ROCHA, J. A. M.; SARTORATO, A. **Efeito da época de plantio na incidência do mosaico dourado do feijoeiro**. Goiânia: EMGOPA, 1980. 7 p. (EMGOPA. Comunicado Técnico Científico, 11).

