

# Avaliação de Cultivares Ponte de Feijoeiro e Proposição de um Terceiro Gene de Incompatibilidade

Lucianne Braga Oliveira Vilarinho<sup>1</sup>, Aloisio Alcantara Vilarinho<sup>2</sup> e Everaldo Gonçalves de Barros<sup>3</sup>

## Introdução

O processo de domesticação do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) levou à formação de dois pools gênicos denominados de Andino e Mesoamericano, de acordo com os seus centros de domesticação [1]. Cultivares provenientes de tais centros de domesticação diferem, entre outras características fenotípicas, no tamanho dos grãos e tipos de faseolina [2]. Devido à co-evolução patógeno/hospedeiro, genes de resistência do feijoeiro de origem mesoamericana são mais eficientes contra raças andinas, e genes de resistência de origem andina são mais eficientes contra raças mesoamericanas [3]. Para programas de melhoramento visando resistência à doença,[4] sugeriram a piramidação (associação) de genes de resistência andinos e mesoamericanos. Por meio da hibridação, os melhoristas de feijão têm uma oportunidade de piramidar genes de resistência dos dois grupos para desenvolver resistência complementar a um grande número de raças [5,6]. Contudo, durante a formação dos pools gênicos, ocorreu também um processo de isolamento reprodutivo entre eles dificultando o seu cruzamento [7]. Os genes envolvidos na incompatibilidade foram denominados DL1 e DL2 por Shii, Temple e Mork [8]. Sementes pequenas, de origem mesoamericana, apresentam normalmente o genótipo DL1DL1dl2dl2, que é incompatível com o genótipo dl1dl1DL2DL2, apresentado por cultivares de sementes grandes, de origem andina. A geração F<sub>1</sub> desse cruzamento apresentará o genótipo DL1dl1DL2dl2, ocorrendo a incompatibilidade devido à ação conjunta dos dois genes. Desta forma, as plantas F<sub>1</sub> de constituição DL1\_DL2\_ são anormais. Contudo, cultivares de genótipo dl1dl1dl2dl2 sempre produzem híbridos normais.

O cultivar Jalo EEP 558 é freqüentemente citado como uma importante fonte de resistência à doença tendo em vista que é de origem andina seria interessante a transferência dos genes de resistência presentes em Jalo EEP 558 para cultivares mesoamericanos de maior interesse econômico no Brasil, como os feijões do tipo carioca, por exemplo.

O objetivo deste trabalho foi avaliar e identificar cultivares-ponte na transferência de genes entre os dois pools gênicos. Quatorze cultivares de feijoeiro

foram avaliados quanto à eficiência como cruzamento-ponte. Foram avaliados 8 cultivares citados na literatura como ponte e seis novos cultivares, ainda não citados como ponte. O cultivar Milionário foi utilizado neste trabalho como padrão de incompatibilidade, tendo em vista o resultado de trabalhos anteriores, desenvolvidos por estes mesmos autores [9].

## Material e métodos

### A. Material genético e cruzamentos efetuados

Os cultivares avaliados como ponte foram: G 2858, Diacol Calima e Ica Pijão, citadas por Singh & Gutiérrez [10]; CNF 10, Milionário, Rio Vermelho, CNF 261 e Small White, citados por Vieira, Ramalho e Santos [11]; e os novos cultivares testados foram KW 765, KW 780, GGWax, Novo Jalo, AND 277 e BAT 93.

Os cultivares-ponte de origem andinas foram cruzados com Rudá (mesoamericano), e os cultivares-ponte de origem mesoamericana foram cruzadas com Jalo EEP 558 (andino). Os cruzamentos foram realizados em março de 2002, em casa de vegetação do BIOAGRO/UFV. Para avaliar a capacidade dos cultivares-ponte em associar genótipos incompatíveis, todos os híbridos F<sub>1</sub> obtidos com Jalo EEP 558 foram cruzados com Rudá e todos os híbridos viáveis produzidos com o cultivar Rudá foram cruzados com Jalo EEP 558. Estes cruzamentos foram realizados em julho de 2002 em casa de vegetação do BIOAGRO/UFV. Todas as plantas viáveis, foram avaliadas em duas gerações F<sub>1</sub> e F<sub>2</sub> (Jalo EEP 558 X (cultivar ponte X Rudá) e F<sub>1</sub> e F<sub>2</sub> (Rudá X (cultivar ponte X Jalo EEP 558).

Os cultivares andinos foram cruzados entre si em esquema dialélico assim como os cultivares mesoamericanos, com o objetivo de verificar se a incompatibilidade poderia ocorrer no cruzamento entre cultivares de um mesmo *pool* gênico (dados não mostrados).

## Resultados e Discussão

### A. Identificação de cultivares ponte

Pela avaliação dos híbridos resultantes do cruzamento de cultivares andinos com o cultivar mesoamericano Rudá, concluiu-se que Jalo EEP 558 foi incompatível com Rudá,

1. Professora Adjunta do Núcleo Insikiran, Universidade Federal de Roraima, Boa Vista, RR, CEP 69304-220. E-mail: lucianne@insikiran.ufrr.br

2. Pesquisador Embrapa Roraima, Boa Vista, RR, CEP 69301-970. E-mail: aloisio@cpafrr.embrapa.br

3. Professor Titular do Departamento de Biologia Geral, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, CEP 36570-000. E-mail: ebarros@ufv.br

Apoio financeiro: Fapemig e CNPq.

porém os cultivares Diacol Calima, AND 277 e Novo Jalo apresentaram plantas normais em cruzamentos com aquele cultivar. Os híbridos derivados de cruzamentos compatíveis foram utilizados como genitores masculinos no cruzamento com o cultivar Jalo EEP 558. A avaliação das populações obtidas mostrou segregação de 1:1 entre plantas viáveis e não viáveis. Este resultado é coerente com o controle genético citado para a incompatibilidade, envolvendo dois genes dominantes e complementares [10].

Pela avaliação dos híbridos resultantes do cruzamento de cultivares mesoamericanos com o cultivar andino Jalo EEP 558, verificou-se que Rudá, Milionário, Rio Vermelho, BAT 93, Ica Pijão, GGWax e G 2858 foram incompatíveis com aquele cultivar. Por outro lado os cultivares CNF 10, CNF 261, Small White, KW 765 e KW 780 foram compatíveis. Os híbridos viáveis foram cruzados com o cultivar Rudá. Nestes cruzamentos, os híbridos foram utilizados tanto como doadores quanto como receptores de pólen. Para estes cruzamentos, não foi observada diferença entre recíprocos, e também foi obtida segregação de 1:1 entre plantas viáveis e não viáveis.

As plantas viáveis das populações segregantes foram avançadas por mais uma geração. Teoricamente, as plantas viáveis deveriam apresentar o genótipo  $d_1d_1DL_2d_2$ . Sendo assim, nas gerações seguintes de autofecundação, todas as plantas seriam viáveis. Contudo, este não foi o caso. Foi observada segregação quanto à viabilidade das plantas geradas por autofecundação. Os resultados obtidos para sete populações segregantes, na geração  $F_2$ , estão apresentados no Quadro 1.

#### B. Novo modelo proposto para explicar a incompatibilidade

Estes resultados não podem ser explicados pelo modelo proposto por Singh & Gutiérrez (10), segundo o qual a incompatibilidade é controlada por dois genes dominantes complementares. Um novo modelo foi proposto, com base na presença de um terceiro gene ( $DL_3$ ). Neste modelo, considerou-se que cultivares-ponte possuiriam o genótipo  $d_1d_1d_2d_2DL_3DL_3$ , o cultivar Jalo EEP 558 seria  $d_1d_1DL_2DL_2d_3d_3$  e o cultivar Rudá  $DL_1DL_1d_2d_2DL_3DL_3$ . Desta forma, o gene  $DL_3$  (em homozigose recessiva) agiria juntamente com o gene  $DL_1$  (dominante, portanto  $DL_1$ ) em um modelo de epistasia dominante recessiva. Sendo assim, plantas com genótipos  $DL_1 \_ d_3d_3$  não seriam viáveis. As representações genotípica e fenotípica de uma população  $F_2$  (andino x mesoamericano) sem a presença do cultivar ponte, segundo o modelo de Singh & Gutiérrez (10) e segundo o novo modelo proposto neste trabalho, estão apresentadas no Quadro 2. É importante salientar, contudo, que estes genótipos não são obtidos de forma natural, uma vez que a  $F_1$  deste cruzamento não seria viável.

Com base neste modelo, seria esperado na geração  $F_1$  (Rudá x (Ponte x Jalo EEP 558) ou Jalo EEP 558 x

(Ponte x Rudá)) destas populações segregantes, uma segregação de 1:1 entre plantas viáveis e não-viáveis, assim como no modelo apresentado por Singh & Gutiérrez [10]. Entretanto, para a geração  $F_2$  destas mesmas populações não poderia haver segregação para viabilidade pelo modelo Singh & Gutiérrez [10]. Os possíveis genótipos com base neste novo modelo estão relacionados no Quadro 2.

Na autofecundação de plantas normais da geração  $F_2$  seria esperada proporção de 58:6 entre plantas viáveis e não-viáveis. As sete populações segregantes (Quadro 1) possuíam os genótipos de Rudá e Jalo EEP 558 em comum, variando apenas o genótipo do cultivar-ponte. Não sendo possível supor, que o genótipo dos cultivares-ponte fosse  $d_1d_1d_2d_2d_3d_3$ , pois assim, não seriam possíveis híbridos normais destes cultivares em cruzamento com cultivares mesoamericanos. Desta forma, a única combinação gênica para estes três locos, para os cultivares-ponte seria  $d_1d_1d_2d_2DL_3DL_3$ . Sendo assim, um teste de  $\chi^2$  foi realizado com os dados obtidos conjuntamente, para as sete populações segregantes. O teste de que a proporção obtida de 141 plantas viáveis para 15 plantas não-viáveis, está na proporção de 58:6, não foi rejeitado a 91,79% de probabilidade. Ou seja, o modelo proposto, com a presença de um terceiro gene  $DL_3$  no controle da incompatibilidade, não foi rejeitado pelo teste de  $\chi^2$ .

Não foi observada incompatibilidade entre cultivares de um mesmo *pool* gênico.

#### Agradecimentos

A Fapemig pela bolsa concedida e ao CNPq pelo financiamento da pesquisa.

#### Referências

- [1] Gepts, P.; Debouck, D. 1991. Origin, domestication, and evolution of the common bean (*Phaseolus vulgaris* L.). p. 7-53. In: A. Van Schoonhoven and O. Voysest (Ed.) Common beans: Research for crop improvement. C.A.B. Intl., Wallingford, UK and CIAT. Cali, Colombia
- [2] Gepts, P., Osborn, T. C.; Rashka, K.; Bliss, F. A. 1986. Phaseolin protein variability in wild forms and landraces of the common bean (*Phaseolus vulgaris*): evidence for multiple centers of domestication. Econ. Bot., n. 40, p. 451-468.
- [3] Guzmán, P., Gilbertson, R. L.; Nodari, R.; Johnson, W. C.; Temple, S. R.; Mandala, D.; Mkandawire, A. B. C.; Gepts, P. 1995. Characterization of variability in the fungus *Phaeoisariopsis griseola* suggests coevolution with the common bean (*Phaseolus vulgaris*). Phytopathology, n. 85, p. 600-607.
- [4] Pastor-Corrales, M. A., Jara, C.; Singh, S. P. 1998. Pathogenic variation in, sources of, and breeding for resistance to *Phaeoisariopsis griseola* causing angular leaf spot in common bean. Euphytica, n. 103, p. 161-171.
- [5] Young, R. A.; Kelly, J. D. 1996. Characterization of the genetic resistance to *Colletotrichum lindemuthianum* in common bean differential cultivars. Plant Disease, n. 80, p. 650-654.
- [6] Kelly, J. D.; Miklas, P. N. 1998. The role of RAPD markers in breeding for disease resistance in common bean. Mol. Breed., n. 4, p. 1-11.
- [7] Vieira, C., Borém, A.; Ramalho, M. A. P. 1999. Melhoramento do feijão. In: Borém, A. (Ed.). Melhoramento de espécies cultivadas. Viçosa: Editora UFV, p. 273-349.
- [8] Shii, C. T., Temple, S. R.; Mork, D. W. 1980. Expression of developmental abnormalities in hybrids of *Phaseolus vulgaris*

- L. : Interaction between temperature and allelic dosage. J. Hered., n. 71, p. 219- 222.
- [9] Vilarinho, L. B. O. Cultivares-ponte de feijoeiro, resistência à mancha-angular e mapeamento de qtls, Viçosa, 81 p., 2004
- [10] Singh, P.; Gutierrez, J. A. 1984. Geographical distribution of the DL<sub>1</sub> and DL<sub>2</sub> genes causing hybrid dwarfism in

- Phaseolus vulgaris* L., their association with seed size and their significance to breeding. Euphytica, n. 33, p. 337-345.
- [11] Vieira, A.L., Ramalho, M. A. P.; Santos, J. B. 1989. Crossing incompatibility in some bean cultivars utilized in Brazil. Revista Brasileira de Genética 12: 169-171.

**Quadro 1.** Populações segregantes e suas respectivas progênes viáveis e não-viáveis.

Cruzamento	Viáveis	Não-viáveis
Rudá x (And277 x Jalo EEP 558)	16	1
Rudá x (CNF10 x Jalo EEP 558)	13	6
Rudá x (CNF261 x Jalo EEP 558)	17	0
Rudá x ( KW765 x Jalo EEP 558)	34	0
(KW765 x Rudá) x Jalo EEP 558	4	0
Rudá x (Small White x Jalo EEP 558)	32	0
Rudá x (KW780 x Jalo EEP 558)	25	8
Total	141	15

**Quadro 2.** Modelo de incompatibilidade proposto por Singh & Gutiérrez (1984) e o modelo de epistasia dominante recessiva proposto neste trabalho.

Classes genotípicas	Fenótipo <sup>a</sup>	Classes genotípicas	Fenótipo <sup>b</sup>
9 DL <sub>1</sub> _ DL <sub>2</sub> _	Não-viável	27 DL <sub>1</sub> _ DL <sub>2</sub> _ DL <sub>3</sub> _	Não-viável
3 DL <sub>1</sub> _ dl <sub>2</sub> dl <sub>2</sub>	Viável	9 DL <sub>1</sub> _ DL <sub>2</sub> _ dl <sub>3</sub> dl <sub>3</sub>	Não-viável
3 dl <sub>1</sub> dl <sub>1</sub> DL <sub>2</sub> _	Viável	9 DL <sub>1</sub> _ dl <sub>2</sub> dl <sub>2</sub> DL <sub>3</sub> _	Viável
1 dl <sub>1</sub> dl <sub>1</sub> dl <sub>2</sub> dl <sub>2</sub>	Viável	3 DL <sub>1</sub> _ dl <sub>2</sub> dl <sub>2</sub> dl <sub>3</sub> dl <sub>3</sub>	Não-viável
		9 dl <sub>1</sub> dl <sub>1</sub> DL <sub>2</sub> _ DL <sub>3</sub> _	Viável
		3 dl <sub>1</sub> dl <sub>1</sub> DL <sub>2</sub> _ dl <sub>3</sub> dl <sub>3</sub>	Viável
		3 dl <sub>1</sub> dl <sub>1</sub> dl <sub>2</sub> dl <sub>2</sub> DL <sub>3</sub> _	Viável
		1 dl <sub>1</sub> dl <sub>1</sub> dl <sub>2</sub> dl <sub>2</sub> dl <sub>3</sub> dl <sub>3</sub>	Viável
Proporção esperada na F <sub>2</sub>	9 Não-viável 7 Viáveis		39 Não-viáveis 25 Viáveis

<sup>a</sup> Modelo proposto por Singh & Gutiérrez (1984)

<sup>b</sup> Modelo proposto neste trabalho

