

## **HERANÇA DE CARACTERES RELACIONADOS AO FORMATO DE FRUTOS EM JILÓ**

ANDRÉ LASMAR<sup>1</sup>, LUIS FELIPE LIMA E SILVA<sup>2</sup>, THIAGO MATOS ANDRADE<sup>3</sup>, RANOEL JOSÉ DE SOUSA GONÇALVES<sup>4</sup>, REGIS DE CASTRO CARVALHO<sup>5</sup>, WILSON ROBERTO MALUF<sup>6</sup>

### **RESUMO**

O objetivo do presente trabalho foi determinar a herança de formato de frutos de jiló, visando a orientar futuros trabalhos de melhoramento da cultura. O experimento foi conduzido nas instalações da Estação Experimental de Hortaliças da HortiAgro Sementes Ltda. Foram utilizadas sementes das variedades Morro Redondo (MR) e Comprido Verde Claro (CVC), juntamente com as sementes dos cruzamentos e retrocruzamentos:  $F_1(MR \times CVC)$ ,  $F_2(MR \times CVC)$ ,  $RC_{11}[MR \times (MR \times CVC)]$ ,  $RC_{12}[CVC \times (MR \times CVC)]$ . Um teste, baseado na função de máxima verossimilhança, foi utilizado para detectar a existência de um gene maior no controle dos caracteres comprimento (C), diâmetro (D) e relação C/D. O diâmetro do fruto é controlado por um gene maior com efeito aditivo apenas, mais poligenes com efeitos aditivos apenas. O comprimento do fruto e a relação C/D são controlados poligenicamente, por genes cujos efeitos são predominantemente aditivos.

**Palavras-chaves:** *Solanum gilo* Raddi, Estudo de herança, Retrocruzamentos.

### **INTRODUÇÃO**

O jiló (*Solanum gilo* Raddi) é uma solanácea semelhante à berinjela, porém com frutos bem menores, de sabor amargo no ponto de colheita e cores e formatos variados (do redondo verde escuro ao comprido verde claro e branco comprido) (Filgueira, 2003). Seu centro de origem é a África, mas no Brasil é bastante popular principalmente nos estados de Minas Gerais, São Paulo, Rio de Janeiro, Espírito Santo e Goiás. Dados da CEASA de Belo Horizonte indicam que são comercializadas anualmente de 11.000 a 12.000 toneladas de jiló, com oferta relativamente estável ao longo do ano. As demais CEASAS do estado de Minas Gerais contabilizam mais cerca de 4.000 toneladas, isso sem contar o volume comercializado em feiras-livres, varejões e supermercados locais que não possuem ou não disponibilizam tal registro para consulta. No restante do mundo o jiló ainda é pouco conhecido. Nos últimos anos, nos Estados Unidos, seu consumo tem crescido devido ao grande número de imigrantes brasileiros, principalmente os oriundos do estado de Minas Gerais. Devido à grande demanda pelos brasileiros, o jiló alcança preços bastante elevados, o que gera interesse por parte dos produtores locais pela sua produção e comercialização. Algumas universidades americanas incluíram o jiló em programas de extensão voltados à divulgação de hortaliças consumidas por grupos étnicos (Mendonça, 2007). Embora não seja possível afirmar com precisão, o consumo de jiló no Brasil, repetindo a situação de Minas Gerais, provavelmente supera amplamente o da berinjela. As cultivares disponíveis são poucas, e compreendem basicamente dois tipos: um com frutos compridos verdes-claros (preferidos nos mercados mineiro, fluminense e goiano) e outro com tipos redondos verdes-escuros (preferidos no mercado paulista) (Filgueira, 2003). No Brasil há diferenças quanto à preferência regional no que diz respeito ao tipo dos frutos. Em Minas Gerais, Rio de Janeiro e Goiás a preferência é pelas cultivares com frutos compridos verde-claros. Já no mercado paulista a preferência é pelas cultivares com frutos redondos verde-escuros (Filgueira, 2003; Carvalho & Ribeiro, 2002). Por se tratar de uma espécie pouco difundida mundialmente, poucos estudos genéticos têm sido realizados

---

<sup>1</sup> Doutorando em Fitotecnia DAG/UFLA, andre\_lasmar@yahoo.com.br

<sup>2</sup> Aluno especial de mestrado em Fitotecnia DAG/UFLA, luisufila@hotmail.com

<sup>3</sup> Doutorando em Fitotecnia DAG/UFLA, thiago\_agro2005@hotmail.com

<sup>4</sup> Doutorando em Genética e Melhoramento de Plantas DBI/UFLA, ranoelgoncalves@hotmail.com

<sup>5</sup> Aluno de Graduação em Agronomia UFLA, regiscarvalho@hotmail.com

<sup>6</sup> Professor Titular, DAG/UFLA, wrmaluf@dag.ufla.br

com o jiloeiro para subsidiar o melhoramento da espécie. Tampouco tem sido estudado o modo de herança para características de importância econômica, como formato do fruto imaturo.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

### **Local**

O experimento foi conduzido nas instalações da Estação Experimental de Hortaliças da HortiAgro Sementes Ltda., Fazenda Palmital, município de Ijaci, MG a 14km de Lavras, MG (altitude 920 m, 21°14'43"S e 45°00'00"W).

### **Material e Metodologia Experimental**

Foram utilizadas sementes de duas variedades de jiló disponíveis no mercado, Morro Redondo (MR) e Comprido Verde Claro (CVC). Morro Redondo (MR) possui frutos arredondados, de coloração verde-escura, e é tipicamente uma cultivar para o mercado paulista. Comprido verde claro (CVC) possui frutos alongados, de coloração verde-clara, e é tipicamente uma cultivar para o mercado mineiro, fluminense, capixaba e goiano. Foram também obtidas sementes das populações/gerações:  $F_1$ (MRxCVC),  $F_2$ (MRxCVC),  $RC_{11}$ [MRx(MRxCVC)],  $RC_{12}$ [CVCx(MRxCVC)]. Os materiais foram semeados dia 6 de julho de 2009 em bandejas de polipropileno expandido de 128 células. As mudas foram transplantadas para canteiros a céu aberto cerca de 2 meses após semeadura (8 de setembro). As parcelas foram compostas por 5 plantas, espaçadas 1,20m entre fileiras e 0,8m entre plantas. O número de parcelas por tratamento variou de acordo com a variabilidade genética esperada dentro de cada população: os pais e a geração  $F_1$  foram representados por 6 parcelas cada, totalizando 30 plantas de cada genótipo. A geração  $F_2$  foi representada por 54 parcelas, totalizando 270 plantas, enquanto retrocruzamentos  $RC_{11}$  e  $RC_{12}$  foram representados por 24 parcelas cada, totalizando 120 plantas de cada genótipo. O experimento foi portanto constituído por um total de 600 plantas, distribuídas em 120 parcelas em delineamento inteiramente casualizado.

Avaliaram-se 5 frutos de cada planta individualmente, aleatoriamente colhidos, quando estes atingiram o ponto comercial. Em cada fruto foram avaliadas as seguintes características: comprimento, diâmetro e relação comprimento/diâmetro (C/D). A média de cada planta foi constituída pela média dos 5 frutos nela amostrados. Para a coleta dos dados de comprimento e diâmetro, foi utilizado um paquímetro digital.

Para comprimento (C), diâmetro (D) e relação C/D, foram estudadas as variâncias genética aditiva, não-aditiva, e a variância ambiental, tendo sido obtidas estimativas das herdabilidades no sentido amplo e restrito. Foram também obtidos, com base na média das gerações, os componentes de médias aditivo [ $\hat{a}$ ] e não aditivo [ $\hat{d}$ ], bem como uma estimativa do grau médio de dominância [ $\hat{c}/\hat{a}$ ] na expressão do caráter. Um teste, baseado na função de máxima verossimilhança, foi utilizado para detectar a existência de um gene maior (Silva, 2003) no controle dos caracteres C, D e C/D.

### **Estimativas de parâmetros genéticos e fenotípicos**

Para comprimento, diâmetro e relação comprimento/diâmetro (C/D), realizou-se a análise de variância. As estimativas das variâncias das populações  $P_1$  (MR),  $P_2$  (CVC),  $F_1$ ,  $F_2$ ,  $RC_{11}$  e  $RC_{12}$  foram utilizadas para a obtenção das variâncias genética ( $\sigma_G^2$ ), ambiental ( $\sigma_E^2$ ), fenotípica ( $\sigma_F^2$ ), aditiva ( $\sigma_A^2$ ) e de dominância ( $\sigma_D^2$ ), das herdabilidades no sentido amplo ( $h_a^2$ ) e restrito ( $h_r^2$ ), segundo as expressões indicadas por Mather & Jinks (1984) e Ramalho et. al (1993).

Os componentes das médias referentes aos efeitos aditivos [a] e não aditivos [d] do(s) gene(s) que controla(m) o caráter foram estimados a partir das médias das gerações, pelo método dos quadrados mínimos ponderados (Mather & Jinks, 1984).

### **Teste de modelos genéticos utilizando a função de máxima verossimilhança**

A função da máxima verossimilhança foi constituída considerando uma característica que pode apresentar um gene de efeito maior, sendo que há variação entre indivíduos de um mesmo genótipo devido à ação de efeitos ambientais e/ou de genes de efeitos menores. As funções de densidade para  $RC_{11}$  e  $RC_{12}$  são constituídas pela mistura de duas densidades normais e  $F_2$  por uma mistura de três distribuições normais, sendo que, em cada componente da mistura, os componentes de

média e de variância dos poligenes não mudam, mudando apenas os efeitos do gene de efeito maior. Na construção do modelo genético, considerou-se como o modelo mais geral aquele que apresenta a existência de gene de efeito maior mais poligenes com efeitos aditivos e de dominância e variâncias ambientais iguais em todas as gerações. Admitiram-se ainda genes independentes (tanto poligenes como de efeito maior). A partir das funções de verossimilhança para cada modelo foi possível compor testes de interesse, considerando diferentes hipóteses. Tais testes de razão de verossimilhança foram feitos por meio da estatística LR (Modd et al., 1974). Os testes foram realizados utilizando um software estatístico denominado “Monogen v.0.1”, desenvolvido por Silva (2003).

**Quadro 1.** Modelos de herança utilizados pelo programa Monogen. UFLA, Lavras, 2010.

Modelo	Parâmetros
1 = gene maior com efeitos aditivo e de dominância + poligenes com efeitos aditivo e de dominância	$\hat{\mu}, A, D, [a], [d], V_A, V_D, S_{AD}, \sigma^2$
2 = gene maior com efeitos aditivo e de dominância + poligenes com efeito aditivo apenas	$\hat{\mu}, A, D, [a], V_A, \sigma^2$
3 = gene maior com efeitos aditivo apenas + poligenes com efeitos aditivo e de dominância	$\hat{\mu}, A, [a], [d], V_A, V_D, S_{AD}, \sigma^2$
4 = gene maior com efeito aditivo apenas + poligenes com efeito aditivo apenas	$\hat{\mu}, A, [a], V_A, \sigma^2$
5 = poligenes com efeitos aditivo e de dominância	$\hat{\mu}, [a], [d], V_A, V_D, S_{AD}, \sigma^2$
6 = poligenes com efeito aditivo apenas	$\hat{\mu}, [a], V_A, \sigma^2$
7 = gene maior com efeitos aditivo e de dominância	$\hat{\mu}, A, D, \sigma^2$
8 = gene maior com efeito aditivo apenas	$\hat{\mu}, A, \sigma^2$
9 = apenas efeito do ambiente	$\hat{\mu}, \sigma^2$

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para comprimento (C), diâmetro (D) e relação C/D, as estimativas de  $[\hat{m}]$ ,  $[\hat{a}]$  e  $[\hat{d}]$  obtidas (Mather e Jinks, 1984; Ramalho et al., 1993) resultaram em coeficientes de determinação ( $R^2$ ) superiores a 0,99, indicando que nos três casos o modelo aditivo-dominante explica grande parte da variação entre as gerações. Mostrando, portanto ser um modelo adequado para explicar o controle do caráter, não necessitando da inclusão de interações epistáticas (Tabela 1). Também para as três características estudadas, as médias das gerações  $F_1$  e  $F_2$  obtiveram valores intermediários entre as médias dos parentais (Morro Redondo e Comprido Verde Claro) e bastante semelhantes entre si, indicando a ausência de desvios devidos à ação gênica dominante. As estimativas dos efeitos aditivos  $[\hat{a}]$  foram bastante superiores às dos efeitos não-aditivos  $[\hat{d}]$ , resultando em graus médios de dominância próximos de 0 (Tabela 1).

Para comprimento de frutos (C), o teste dos modelos genéticos utilizando a função de verossimilhança, que compara o Modelo 1 ao Modelo 5 de Silva (2003) (Quadro 1), (e que confronta a existência de gene maior com efeitos aditivo e de dominância mais poligenes com efeitos aditivo e de dominância, com poligenes com efeitos aditivo e de dominância), não rejeita  $H_0$ , portanto não há evidência de que existe um gene de efeito maior. Testando o Modelo 1 vs. Modelo 7, que confronta a existência de gene maior com efeitos aditivo e de dominância mais poligenes com efeitos aditivo e de dominância (Quadro 1), com um gene maior com efeitos aditivo e de dominância, rejeita-se  $H_0$  ( $P < 0,05$ ), logo há evidência de poligenes com efeitos aditivo e de dominância. Testando o Modelo 2 vs. Modelo 7, que confronta a existência de gene maior com efeitos aditivo e de dominância mais poligenes com efeito aditivo apenas, com gene maior com efeitos aditivo e de dominância (Quadro 1), rejeita-se  $H_0$  ( $P < 0,05$ ), portanto, há evidência de poligenes com efeitos aditivos. Por fim, comparando

o Modelo 1 ao Modelo 2, que confronta a existência de gene maior com efeitos aditivo e de dominância mais poligenes com efeitos aditivo e de dominância, com gene maior com efeitos aditivo e de dominância mais poligenes com efeito aditivo apenas (Quadro 1), não se rejeita  $H_0$  ( $P < 0,05$ ), portanto, não há evidência de que os poligenes tenham efeito de dominância. Evidencia-se então que o comprimento de fruto é controlado poligenicamente, por genes cujos efeitos são predominantemente aditivos.

Testando os modelos genéticos utilizando a função de verossimilhança para diâmetro de frutos (D), a comparação do Modelo 5 vs. Modelo 9 (Quadro 1) resultou na rejeição ( $P < 0,05$ ) da hipótese  $H_0$ . Portanto há evidência de poligenes com efeitos aditivo e de dominância. Na comparação do modelo 3 vs. modelo 5 (Quadro 1), rejeita-se  $H_0$ . Portanto, há evidência de gene maior com efeito aditivo apenas. Comparando o modelo 2 ao modelo 4 (Quadro 1), a hipótese  $H_0$  não é rejeitada, evidenciando a não existência de efeitos de dominância do gene maior. No teste do modelo 3 vs. modelo 9 (Quadro 1), a hipótese  $H_0$  é rejeitada. Portanto, há evidência de gene maior com efeito aditivo apenas mais poligenes com efeitos aditivo e de dominância. Por fim, testando o modelo 1 vs. modelo 2 (Quadro 1), a hipótese não é rejeitada, não havendo portanto evidência de que os poligenes tenham efeito de dominância. Da interpretação do conjunto destes testes é possível inferir que o diâmetro em frutos de jiló é controlado por um gene maior com efeito aditivo apenas, mais poligenes com efeitos aditivos apenas.

Para a relação C/D dos frutos, na comparação do Modelo 1 vs. Modelo 5 de Silva (2003) (Quadro 1), não se rejeita  $H_0$  (Tabela 2), portanto não há evidência de que exista um gene de efeito maior. Testando o Modelo 1 vs. Modelo 7 (Quadro 1), rejeita-se  $H_0$  (Tabela 2), logo há evidência de efeitos poligenes com efeitos aditivo e de dominância. Testando o Modelo 2 vs. Modelo 7 (Quadro 1), rejeita-se  $H_0$  (Tabela 2), portanto, há evidência de poligenes com efeitos aditivos apenas. Por fim, comparando o Modelo 1 vs. Modelo 2, não se rejeita  $H_0$ , portanto, não há evidência de que os poligenes tenham efeito de dominância (Tabela 2). Conclui-se, portanto que o caráter C/D é controlado poligenicamente, por genes cujos efeitos são predominantemente aditivos.

**Tabela 1.** Notas médias das populações  $P_1$ (MR),  $P_2$ (CVC),  $F_1$ (MRxCVC),  $F_2$ (MRxCVC),  $RC_{11}$ ( $F_1$ xMR),  $RC_{12}$ ( $F_1$ xCVC) e componentes da média para comprimento, diâmetro e relação comprimento/diâmetro em frutos de jiló. UFLA, Lavras – MG, 2010.

Populações	Médias		
	Comprimento	Diâmetro	Relação C/D
$P_1$ (= MR)	53,5654	50,5424	1,0824
$P_2$ (= CVC)	75,8337	45,6291	1,6692
$F_1$ (= MRxCVC)	65,2175	49,3491	1,3227
$F_2$ (= MRxCVC)	64,1025	47,8646	1,3467
$RC_{11}$ (= $F_1$ xMR)	56,6975	49,9223	1,1405
$RC_{12}$ (= $F_1$ xCVC)	70,3089	47,1418	1,4999
m	64,47 ± 0,6828	48,48 ± 0,3833	1,35 ± 0,0199
[a]	11,37 ± 0,8331	2,38 ± 0,4677	0,30 ± 0,0244
[d]	0,04 ± 0,4553	0,09 ± 0,2555	0,00 ± 0,0133
$R^2$	0,999782	0,999889	0,999563
GMD	0,0035	0,0378	0,0000

m: média estimada dos parentais  $P_1$  e  $P_2$

[a]: efeito gênico aditivo

[d]: efeito gênico não-aditivo

$R^2$ : coeficiente de determinação

GMD: grau médio de dominância

**XIX CONGRESSO DE PÓS-GRADUAÇÃO DA UFLA**  
**27 de setembro a 01 de outubro de 2010**

---

**Tabela 2.** Testes de hipóteses de modelos genéticos hierárquicos para a relação comprimento/diâmetro (C/D). UFLA, Lavras – MG, 2010.

Modelos	Graus de liberdade	Chi-quadrado calculado ( $\chi^2$ )	Probabilidade (P)
1 vs. 2	3	3,5546	0,3137460
1 vs. 3	1	1,9344	0,1642800
1 vs. 4	4	24,1128	0,0000070
1 vs. 5	2	4,5308	0,1037910
1 vs. 6	5	24,1117	0,0002070
1 vs. 7	5	54,8230	0,0000004
1 vs. 8	6	68,7509	0,0000003
1 vs. 9	7	381,9023	0,0000010
2 vs. 4	1	20,5572	0,0000057
2 vs. 6	2	20,5571	0,0000345
2 vs. 7	2	51,2684	0,0000003
2 vs. 8	3	65,1963	0,0000003
2 vs. 9	4	378,3477	0,0000012
3 vs. 5	1	2,5964	0,1071084
3 vs. 6	4	22,1773	0,0001850
3 vs. 8	5	66,8165	0,0000003
3 vs. 9	6	379,9680	0,0000011
4 vs. 6	1	(a)	(a)
4 vs. 8	2	44,6391	0,0000003
4 vs. 9	3	357,7905	0,0000010
5 vs. 6	3	19,5810	0,0002074
5 vs. 9	5	377,3716	0,0000012
6 vs. 9	2	357,7906	0,0000011
7 vs. 8	1	13,9279	0,0001900
7 vs. 9	2	327,0793	0,0000011
8 vs. 9	1	3,5546	0,0593794

(a) Valor negativo, talvez devido a problemas de convergência.

## **CONCLUSÕES**

Os resultados mostraram que comprimento, diâmetro e C/D são controlados por genes de efeitos predominantemente aditivos. Para diâmetro de fruto, detectou-se a ação de um gene maior, com efeito aditivo, em adição a poligenes, com efeitos também aditivos. Já para comprimento de fruto e relação C/D, somente se detectou a ação de poligenes, com efeito aditivo.

A predominância dos efeitos aditivos evidenciou-se nas estimativas dos graus médios de dominância, próximos de zero para as três características em questão, e nas estimativas das herdabilidades nos sentidos amplo e restrito, que foram muito próximas.

As maiores estimativas de herdabilidade obtidas para C/D relativamente às obtidas para comprimento ou diâmetro indicam que a relação C/D é menos sujeita a variações ambientais do que comprimento ou diâmetro, isoladamente.

## **REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA**

CARVALHO, A.C.P.P.; RIBEIRO, R.L.D. **Análise da capacidade combinatória em cruzamentos dialélicos de três cultivares de jiloeiro**. Horticultura Brasileira, Brasília, v. 20, n. 1, p. 48-51, março 2002.

FILGUEIRA, F.A.R. **Novo Manual de Olericultura** - Agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças. 2. ed. Editora UFV, Viçosa. 2003. 412p.

MATHER, K.; JINKS, J. L. **Introdução à genética biométrica**. Tradução de Francisco A. Moura Duarte et al. Ribeirão Preto: Sociedade Brasileira de Genética, 1984. 242 p. Tradução de: Introduction to biometrical genetics.

MENDONÇA, R. U. de. **Analyses of markets in the United States for brasilian fresh produce grow in Massachusetts**. Amherst: University of Massachusetts, 2007. 96 p. (Amherst for a degree of master of science).

MODD, A. M.; GRAYBILL, F. A.; BOES, D. C. **Introduction to the theory of statistics**. 3. ed. Tóquio: McGraw-Hill Kogakusha, 1974. 564 p.

SILVA, W. P. **Estimadores de máxima verossimilhança em misturas de densidades normais: uma aplicação em genética**. 2003. 60 p. Dissertação (Mestrado em Experimentação Agropecuária) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2003.