

**USO DE PARÂMETROS GENÉTICOS NA INFERÊNCIA DE
GANHOS PARA PRODUÇÃO E QUALIDADE DO FRUTO
EM HÍBRIDOS DIALÉLICOS DE TOMATEIRO
(*Lycopersicon esculentum* Mill.)**

**Antônio Teixeira do Amaral Júnior^{*}, Vicente Wagner Dias Casali⁺, Maria
Celeste Gonçalves Vidigal[#] e Messias Gonzaga Pereira^{*}**

RESUMO. Inferências genéticas sobre o comportamento de cinco progenitores de tomateiro ('Ângela I.5100', 'Floradade', 'IPA-05', 'Jumbo AG-592' e 'Santa Clara') e sobre seus híbridos dialélicos foram obtidas para dez características agronômicas e cinco relacionadas à qualidade dos frutos. Os resultados da variabilidade genotípica ($\hat{\Phi}_g$), do coeficiente de determinação genotípica (H^2) e do índice de variação (I_v) demonstraram uma situação favorável para o melhoramento do teor de sólidos solúveis e dos conteúdos vitamínicos A e C, indicando que frutos com melhor condição nutricional poderão ser obtidos. Linhagens superiores poderão ser obtidas a partir do cultivar 'Floradade', enquanto as combinações 'Santa Clara' x 'Ângela I.5100', 'Santa Clara' x 'Floradade' e 'Ângela I.5100' x 'Floradade' apresentaram-se promissoras ao melhoramento interpopulacional, sobretudo se utilizadas em cruzamentos múltiplos.

Palavras-chave: tomate, *Lycopersicon esculentum*, melhoramento genético, ganhos genéticos, teor vitamínico.

^{*} Laboratório de Melhoramento Genético Vegetal, Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias, Universidade Estadual do Norte Fluminense, Av. Alberto Lamego, 2000, Horto, 28015-620, Campos dos Goytacazes - Rio de Janeiro, Brasil.

⁺ Departamento de Fitotecnia, Universidade Federal de Viçosa, 36571-000, Viçosa-Minas Gerais, Brasil.

[#] Departamento de Agronomia, Universidade Estadual de Maringá, Av. Colombo, 5790, Câmpus Universitário, 87020-900, Maringá - Paraná, Brasil.

Correspondência para Maria Celeste Gonçalves Vidigal.

Data de recebimento: 27/06/96.

Data de aceite: 12/06/97.

**THE USE OF GENETIC PARAMETERS TO INVESTIGATE THE YIELD
AND FRUIT QUALITY GAIN IN DIALLEL HYBRID COMMON
TOMATO (*Lycopersicon esculentum* Mill.)**

ABSTRACT. The aim of this study was to investigate the genetic behavior of five common tomato cultivars (*Ângela I.5100*, *Floradade*, *IPA-05*, *Jumbo AG-592* e *Santa Clara*) and their diallel hybrids evaluated by ten morphological characteristics of tomato plants and five tomato fruit features. The estimation of phenotypic variance, genotypic variance, environmental variance, genotypic coefficient of determination, genotypic coefficient of variation and variation index resulted in a favorable situation for a breeding program aiming to improve the soluble solid rate and betacarotene and vitamin C contents. Higher lines may be obtained from *Floradade* cultivar white *Santa Clara* x *Ângela I. 5100*, *Santa Clara* x *Floradade*, *Ângela I. 5100* x *Floradade* are promising combinations for interpopulational improvement through multiple reciprocal crossing.

Key words: tomato, *Lycopersicon esculentum*, genetic gain, genetic improvement, vitamin content.

INTRODUÇÃO

Considerando-se os elevados índices de desnutrição da população mundial, especialmente no segmento de baixa renda da população, é premente o desenvolvimento de pesquisas que visem a melhorar as potencialidades nutricionais das espécies olerícolas em uso, com o objetivo de oferecer uma dieta de melhor valor qualitativo. Em relação ao tomateiro (*Lycopersicon esculentum* Mill.), essa busca torna-se ainda mais atraente, por ser uma espécie sobremaneira deficiente em conteúdos vitamínicos (Grierson e Kader, 1986). Para tanto, uma alternativa viável é recorrer à ampliação da base genética da espécie, via programas de melhoramento envolvendo hibridações, já que, por sua autogamia, a diversidade apresentada pelas populações de tomateiro, em geral, é inexpressiva (Rick, 1976). Nesse aspecto, os cruzamentos dialélicos se mostram bastante eficientes, pois fornecem elementos para a identificação de híbridos com qualidades superiores, além de possibilitarem a indicação de progenitores para hibridação, ao mesmo tempo que auxiliam na escolha do método de seleção mais eficiente, por permitirem que parâmetros genéticos sejam conhecidos *a priori* (Cruz e Regazzi, 1994).

Em decorrência, desenvolveu-se o presente trabalho, em que se utiliza um sistema de cruzamentos dialélicos para a avaliação do desempenho dos híbridos quanto a características morfoagronômicas e da qualidade dos frutos, com o objetivo de indicar progenitores úteis a programas de melhoramento.

MATERIAL E MÉTODOS

Os cultivares 1 (Santa Clara), 2 (Jumbo AG-592), 3 (Ângela I.5100), 4 (IPA-05) e 5 (Floradade) foram utilizados para obter os $p(p - 1)/2$ híbridos F_1 , não se fazendo distinção entre os recíprocos, uma vez que, em tomateiro, o efeito materno é geralmente nulo (Currence *et al.*, 1944; Khana e Chaudhary, 1979). Os híbridos e progenitores foram cultivados no período de março a outubro de 1995, em casa-de-vegetação, em vasos com cinco litros de capacidade, contendo uma mistura de terra, esterco e areia, na proporção de 2,5:2,5:1, respectivamente. O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado, com quinze tratamentos (cinco cultivares e dez híbridos) e nove repetições, cada qual representada por uma planta.

Num total de dez colheitas, foram avaliadas quinze características, sendo dez agronômicas e cinco relativas à qualidade dos frutos. As características agronômicas foram avaliadas durante todo o ciclo da cultura, enquanto as de qualidade do fruto, à exceção do teor de sólidos solúveis, foram avaliadas em condições de laboratório, utilizando-se um fruto-padrão (característica de coloração de maturação semelhante) do terceiro cacho de cada planta.

As características agronômicas avaliadas foram: a) número total de frutos (NTF) - obtido pela contagem de todos os frutos produzidos nas unidades experimentais; b) produção total de frutos (PTF) - expresso em g, obtido pela pesagem de todos os frutos colhidos; c) peso médio dos frutos (PMF) - expresso em g, obtido pela razão entre PTF e NTF; d) altura média de inserção dos cachos (ALTc) - expresso em cm, proveniente da medição, por meio de uma régua graduada em mm, da altura dos cachos de todas as plantas nas unidades experimentais; e) altura média final (ALTfi) - expresso em cm, obtido pela medição da altura total de todas as plantas, por meio de uma trena graduada em mm, por ocasião da última colheita; f) comprimento longitudinal médio dos frutos (CLM) - expresso em cm,

obtido a partir da medição longitudinal, após um corte no fruto no mesmo sentido, por meio de uma régua graduada em mm, em uma amostra de cinco frutos de cada planta em cada colheita; g) comprimento transversal médio dos frutos (CTM) - expresso em cm, obtido a partir da medição transversal, após um corte no fruto no mesmo sentido, por meio de uma régua graduada em mm, em uma amostra de cinco frutos de cada planta em cada colheita; h) espessura média do pericarpo dos frutos (EMP) - expressa em cm, obtida pela medição do pericarpo, após um corte transversal no fruto, por meio de uma régua graduada em mm, em uma amostra de cinco frutos de cada planta em cada colheita; i) número médio de lóculos dos frutos (NML) - obtido pela contagem do número de lóculos em uma amostra de cinco frutos em cada planta e em cada colheita; j) número médio de sementes dos frutos (NMS) - obtido pela contagem do número de sementes em uma amostra de cinco frutos em cada planta e em cada colheita; l) teor de sólidos solúveis (TSS) - expresso em °Brix, obtido pelo uso de um refratômetro manual, pelo gotejamento de extrato filtrado em gaze, em uma amostra de cinco frutos de cada planta e em cada colheita; m) teor de carotenóides totais (CAROT) - expresso em µg/100 g, em uma amostra de cerca de 20 g do pericarpo de um fruto do terceiro cacho de cada planta; n) teor de licopeno (LICOP) - expresso em percentagem, em uma amostra de cerca de 20 g do pericarpo de um fruto do terceiro cacho de cada planta; o) teor de beta-caroteno (BETAC) - expresso em µg/100 g, em uma amostra de cerca de 20 g do pericarpo de um fruto do terceiro cacho de cada planta; p) teor de vitamina C (VIT C) - expresso em mg/100 g, em uma amostra de 10 g do pericarpo de um fruto do terceiro cacho de cada planta.

As características CAROT, LICOP e BETAC foram avaliadas empregando-se a metodologia descrita por Zscheile e Porter (1947), com base em Análise Espectrofotométrica, enquanto a quantificação da vitamina C baseou-se na Análise Titulométrica, conforme metodologia proposta por Pregolatto e Pregolatto (1985).

As médias fenotípicas foram utilizadas na estimação dos seguintes parâmetros genéticos:

a) variância fenotípica média, $\hat{\sigma}_f^2 = \text{QMG} / r$;

b) variabilidade genotípica, $\hat{\Phi}_g = \frac{QMG - QMR}{r}$;

c) variância de ambiente, $\hat{\sigma}_A^2 = QMR$;

d) coeficiente de determinação genotípica, $H^2 = \frac{\hat{\Phi}_g}{QMG/r}$;

e) coeficiente de variação genotípica, $CV_g = \frac{100\sqrt{\hat{\Phi}_g}}{\hat{m}}$;

f) coeficiente de variação experimental, $CV_e = \frac{100\sqrt{QMR}}{\hat{m}}$;

g) índice de variação, $I_v = \frac{CV_g}{CV_e} = \sqrt{\frac{\hat{\Phi}_g}{QMR}}$ (Cruz e Regazzi, 1994).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 1, são apresentadas as estimativas de parâmetros genéticos. As características PMF, ALTc, ALTfi, CTM, EMP, NML, TSS, CAROT, BETAC e VIT C demonstraram grandes possibilidades de ganhos genéticos, por apresentarem ampla variabilidade genotípica ($\hat{\Phi}_g$), com valores para o coeficiente de determinação genotípica (H^2) superiores a 90% e magnitudes superiores à unidade para o índice de variação (I_v). Para essas características, métodos simples de seleção seriam suficientes para se obterem ganhos satisfatórios nas gerações avançadas. Especificamente em relação aos conteúdos vitamínicos A e C, isso significa que há uma situação favorável para o melhoramento do tomateiro, indicando que frutos com melhor condição nutricional poderão ser obtidos por meio da aplicação, da seleção massal em populações segregantes derivadas do inter cruzamento entre os progenitores avaliados.

Tabela 1. Estimativas das variâncias fenotípica ($\hat{\sigma}_F^2$) e de ambiente ($\hat{\sigma}_A^2$), da variabilidade genotípica ($\hat{\Phi}_g$), do coeficiente de determinação genotípica (H^2) e do índice de variação para 15 características avaliadas, em combinações híbridas, e respectivos genitores resultantes dos cruzamentos dialélicos entre cinco cultivares de tomateiro

Característica ^{1/}	$\hat{\sigma}_F^2$	$\hat{\sigma}_A^2$	$\hat{\Phi}_g$	H^2	I_v
NTF	41,3042	4,2339	37,0702	89,7493	0,9863
PTF	63.829,9648	12.858,9199	50.971,0468	79,8544	0,6636
PMF	163,3668	8,9575	154,4092	94,5168	1,3839
ALTc	549,8615	32,6689	517,1926	94,0586	1,3262
ALTfi	1.455,6821	122,3699	1.333,3121	91,5936	1,1002
CLM	0,0648	0,0106	0,0542	83,6334	0,7535
CTM	0,3219	0,0111	0,3107	96,5318	1,7586
EMP	0,0033	0,0004	0,0029	87,5328	0,8832
NML	0,6399	0,0086	0,6313	98,6552	2,8550
NMS	880,5000	86,3554	794,1445	90,1924	1,0108
TSS	0,5128	0,0170	0,4958	96,6805	1,7989
CAROT	0,1494	0,0108	0,1386	92,7380	1,1911
LICOP	2,3335	0,8596	1,4739	63,1617	0,4364
BETAC	0,0201	0,0016	0,0185	91,9420	1,1259
VIT C	0,2170	0,0089	0,2080	95,8643	1,6048

^{1/} NTF = número total de frutos, PTF = peso total de frutos, PMF = peso médio dos frutos, ALTc = altura média de inserção dos cachos, ALTfi = altura média final das plantas, CLM = comprimento longitudinal médio dos frutos, CTM = comprimento transversal médio dos frutos, EMP = espessura média do pericarpo dos frutos, NML = número médio de lóculos dos frutos, NMS = número médio de sementes dos frutos, TSS = teor de sólidos solúveis dos frutos, CAROT = teor de carotenóides totais dos frutos, LICOP = percentagem de licopeno dos frutos, BETAC = teor de betacaroteno dos frutos e VIT C = teor de vitamina C dos frutos.

Para as características NTF, CLM e EMP, os valores de H^2 superiores a 83,00% também denotam a possibilidade de ganhos genéticos, porém com alguma restrição, haja vista a maior participação do componente de variação ambiental ($\hat{\sigma}_A^2$) em relação à variância fenotípica ($\hat{\sigma}_F^2$). Além disso, os índices de variação abaixo da unidade retratam que métodos de seleção mais trabalhosos, como o genealógico, seriam necessários para se obterem os avanços desejados.

As características PTF e LICOP foram as que se mostraram menos satisfatórias, com relação à possibilidade de ganhos em gerações futuras, por apresentarem magnitudes de H^2 de 79,85% e 63,16%, respectivamente, aliadas a valores respectivos de I_v de 0,66 e 0,43.

A Tabela 2 contém as médias fenotípicas dos progenitores e híbridos. Observa-se que Floradade, por apresentar as maiores magnitudes para

PMF, CAROT e BETAC, é um cultivar interessante para ser utilizado em programas de melhoramento. Para as características CAROT e BETAC, as melhores combinações híbridas foram 1 (Santa Clara) x 3 (Ângela I.5100), 1 (Santa Clara) x 5 (Floradade) e 3 (Ângela I.5100) x 5 (Floradade), enquanto para VIT C e TSS as combinações 3 (Ângela I.5100) x 5 (Floradade) e 1 (Santa Clara) x 5 (Floradade), respectivamente, foram as mais promissoras. Já em relação a LICOP, destacou-se a combinação 4 (IPA-05) x 5 (Floradade).

Tabela 2. Médias^{1/} fenotípicas para 15 características^{2/} avaliadas em uma combinação dialélica entre cinco cultivares de tomateiro

Genótipos ^{3/}	NTF	PTF	PMF	ALTc	ALTf	CLM	CTM	EMP
1	36,6667abc	2079,3333abcd	58,1822cd	140,7967bc	229,3333ab	5,0011abcd	4,5511cd	0,7344ab
2	31,5556cd	1883,8889bcd	60,1922cd	155,7378ab	254,5556a	5,1289abc	4,5144cd	0,7322ab
3	46,0000a	2429,7778ab	53,4467cd	169,6411a	262,5555a	4,8522abcde	4,5911cd	0,7822a
4	32,5556cd	185,2222d	49,1511d	91,8356e	199,6667bc	4,4744e	4,8353c	0,5744d
5	21,0000e	2031,7778abcd	97,6311a	97,7967de	137,0000d	4,5967de	6,2989a	0,6189cd
1 x 2	31,4444cd	2053,8889abcd	65,7778c	158,9156ab	248,6667ab	5,1578abc	4,6189cd	0,7167abc
1 x 3	38,1111abc	2041,6666abcd	53,8378cd	148,4044abc	260,5555a	4,8633abcde	4,4167cd	0,7300ab
1 x 4	32,5556cd	1682,1111cd	52,8400cd	136,4600bc	258,4445a	4,7700bcde	4,3600cd	0,7033abc
1 x 5	37,4444abc	2216,6667abc	60,7689cd	135,2767bc	230,3333ab	5,1344abc	4,2411d	0,7400ab
2 x 3	38,4444abc	2266,5557ab	59,2978cd	156,6633ab	254,6667a	4,9122abcde	4,5944cd	0,7422ab
2 x 4	34,1111bcd	1883,3334bcd	55,9756cd	141,4033bc	268,1111a	4,8111abcde	4,3900cd	0,7367ab
2 x 5	34,8889bcd	2244,4443ab	65,4644c	134,9778bc	232,1111ab	5,2411ab	4,3600cd	0,7289ab
3 x 4	43,8889ab	2228,5557abc	51,3444cd	121,9956cd	255,1111a	4,6922cde	4,4900cd	0,7878a
3 x 5	40,4444abc	2507,7778a	62,6067cd	135,4411bc	233,0000ab	5,3011a	4,4978cd	0,7767a
4 x 5	25,7778de	2113,3333abcd	82,6322b	98,2056de	163,3333cd	4,5800de	5,7667b	0,6744bcd

Continua...

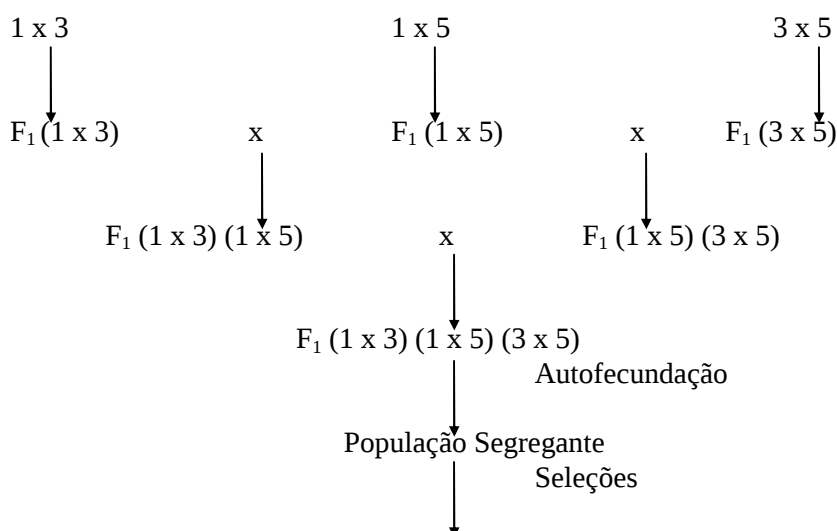
Genótipos ^{3/}	NML	NMS	TSS	CAROT	LICOP	BETAC	VIT C
1	2,5733ef	102,7211bcd	5,3111a	0,8311ef	65,6733ab	0,2889ef	0,9300def
2	2,6156de	118,0167bc	4,2333cd	1,6222abc	63,4056b	0,5911abc	1,6800b
3	2,0856g	90,8556bcd	5,1222a	1,4778abcd	65,7778ab	0,5044abcd	2,1689a
4	2,4056efg	80,6056cd	3,8289cde	1,2722bcde	65,5133ab	0,4367bcdef	0,8844def
5	5,0733a	185,7311a	3,6522de	1,7311ab	63,4289b	0,6289ab	1,4111bc
1 x 2	2,4433efg	116,8889bc	3,9144cde	0,9756def	64,2122b	0,3489def	0,7133efg
1 x 3	2,2322efg	105,9400bcd	3,4767ef	1,2633bcde	64,6533ab	0,4478bcde	1,1433cde
1 x 4	2,3444efg	78,9089cd	2,9989fg	0,8833ef	66,4000ab	0,2933ef	0,6322fg
1 x 5	3,0356cd	77,9489cd	4,8944ab	1,7500ab	66,0700ab	0,5944abc	1,1367cde
2 x 3	2,1556fg	107,5033bcd	4,0567cde	0,7256f	66,6133ab	0,2400f	0,4133g
2 x 4	2,4656fg	80,0522cd	3,8211cde	0,8122ef	64,0800b	0,2922ef	0,4189g
2 x 5	3,2822c	80,5411cd	4,0867cde	1,1667cdef	63,5389b	0,4211cdef	1,2700bcd
3 x 4	2,3044efg	68,8133d	4,3700bc	1,1478cdef	65,0144ab	0,3978cdef	1,0822cdef
3 x 5	3,1756c	93,2056bcd	4,0322cde	1,9344a	64,4156b	0,6856a	1,2967bcd
4 x 5	3,8867b	133,3433b	2,6778g	0,9589ef	69,1400a	0,3000ef	0,9533cdef

^{1/} As médias seguidas da mesma letra não diferem significativamente entre si, pelo teste de Tukey, no nível de 5% de probabilidade.

^{2/} (1) Santa Clara, (2) Jumbo AG-592, (3) Ângela I.5100, (4) IPA-05 e (5) Floradade.

^{3/} NTF = número total de frutos, PTF = peso total de frutos, PMF = peso médio dos frutos, ALTc = altura média de inserção dos cachos, ALTf = altura média final das plantas, CLM = comprimento longitudinal médio dos frutos, CTM = comprimento transversal médio dos frutos, EMP = espessura média do pericarpo dos frutos, NML = número médio de lóculos dos frutos, NMS = número médio de sementes dos frutos, TSS = teor de sólidos solúveis dos frutos, CAROT = teor de carotenóides totais dos frutos, LICOP = percentagem de licopeno dos frutos, BETAC = teor de betacaroteno dos frutos e VIT C = teor de vitamina C dos frutos.

Por estes resultados e considerando-se a premência na melhoria das características da qualidade dos frutos do tomateiro, por possuir, em média, cerca de 95% em água (Tigchelaar, 1986), conclui-se que os cultivares 1 (Santa Clara), 3 (Ângela I.5100) e 5 (Floradade) seriam os preferidos para comporem programas de melhoramento genético. Neste aspecto, uma estratégia interessante é a formação de populações híbridas a partir de cruzamentos múltiplos, onde a participação de diferentes fontes gênicas pode tornar mais viável a ampliação da base genética e obtenção de segregantes com as características desejadas. Esse esquema de cruzamentos múltiplos poderia ser representado da seguinte maneira, utilizando-se como referência o proposto para a cultura do feijoeiro, por Magno *et al.* (1993):



CONCLUSÕES

1. Os parâmetros genéticos avaliados revelaram a possibilidade de ganhos genéticos para os teores de vitamina A e C.
2. Na seleção intrapopulacional para características peso médio de frutos, teor de carotenóides totais e de betacaroteno, recomenda-se gerar populações com o cultivar Floradade.
3. Os cultivares Santa Clara, Ângela I.5100 e Floradade são os indicados para compor cruzamentos múltiplos visando à

obtenção de frutos com melhor teor de vitamina A e C, bem como maior peso médio dos frutos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CRUZ, C.D. & REGAZZI, A.J. *Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético*. Viçosa: UFV, 1994. 394p.
- CURRENCE, T.M., LARSON, R.E. & VIRTA, A.A. A comparison of six tomato varieties as parents of F₁ lines resulting from fifteen possible crosses. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.*, 45:344-352, 1944.
- GRIERSON, D. & KADER, A.A. Fruit ripening and quality. In: ATHERTON, J.G. & RUDICH, J. *The tomato crop: a scientific basis for improvement*. London: Chapman and Hall, 1986. p.241-280.
- KHANA, K.R. & CHAUDHARY, R.C. The nature of gene action and combining ability for some vegetative characters in tomato. *Euphytica*, 23:159-165, 1974.
- RAMALHO, M.A.P., SANTOS, J.B. dos & ZIMMERMANN, M.J.O. *Genética quantitativa em plantas autógamas*. Goiânia: UFG, 1993. 271p.
- PREGOLATTO, W. & PREGOLATTO, D.P. *Normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz*. São Paulo: Adolfo Lutz, 1985. 533p.
- RICK, C.M. Tomato. In: SIMMONDS, N.W. *Evolution of crop plants*. New York: Longman, 1976. p.268-273.
- TIGCHELAAR, E.C. Tomato breeding. In: BASSET, M.J. *Breeding vegetable crops*. Gainesville: AVI Publishing, 1986. 584p.
- ZSCHEILE, F.P. & PORTER, J.W. Analytical methods for carotenes of *Lycopersicon* species and strains. *Anal. Chem.*, 19:47-51, 1947.