

Avaliação de progênies e estimação de parâmetros genéticos em aceroleira¹

Evaluation of progenies and estimatives of genetic parameters to acerola plant

Everton Rabelo Cordeiro², Francisco Ivaldo Oliveira Melo³, João Rodrigues de Paiva⁴, Fanuel Pereira da Silva³ e José Tarciso Alves Costa³

RESUMO

A aceroleira (*Malpighia emarginata* D.C.) é uma espécie pouco estudada, apesar do interesse despertado nos últimos anos, por setores da agroindústria. O presente trabalho teve por objetivo estimar parâmetros genéticos em progênies, obtidas de sementes sexuadas de 62 plantas, previamente selecionadas em plantio comercial, no município de Jaguaruana-CE. O experimento foi conduzido no município de Pacajus-CE, de 1996 a 1999, no delineamento de blocos casualizados, com três blocos e quatro plantas por parcela, no espaçamento de 4 m x 3 m. Foram estimados parâmetros genéticos para as características de produção de frutos, altura da planta, diâmetros do caule e da copa. Houve diferença entre progênies quanto às características avaliadas. A produção variou de zero a 61,2 kg/planta/ano. Os coeficientes de herdabilidade obtidos variaram de 0,2007, para diâmetro de caule, a 0,3054, para produção de planta. As estimativas encontradas para produção de planta demonstram uma alternativa para a melhoria da produtividade da acerola.

Termos para indexação: *Malpighia emarginata*, produção, herdabilidade.

ABSTRACT

Acerola (*Malpighia emarginata* D.C.) is a perennial fruit, but despite of its importance as a crop, the breeding works are still rare so, new researches should be done to improve the performance of the plant. This study was conducted to estimate genetic parameters in open pollination progenies of acerola obtained from seeds of 62 previously related plants of a commercial orchard in the region of Jaguaruana, State of Ceará, Brazil. A field trial was conducted at Experimental of Pacajus from 1996 to 1999 in a randomized complete blocks design, with three replications and four plants for plot. Each plot had twelve meters long with four plants spaced in the arrangement of 4 m between rows and 3 m between plants. The genetic parameters were estimated for the following characters: fruit yield per plant (kg), height (m), stem diameter (m), and canopy diameter (m). Significant differences were found among the progenies. The fruit yield per plant was recorded during one year period and the values ranged from zero to 61,2 kg/planta/ano. The coefficients of heritability obtained varied from 0.2007 (for stem diameter), to 0.3054 (for plant yield). The estimates found for plant production, demonstrate an alternative for increasing the productivity of the acerola.

Index terms: *Malpighia emarginata*, fruit yield, heritability.

¹ Recebido para publicação em 27/01/2003. Aprovado em 23/09/2004.

Trabalho extraído da dissertação de mestrado do primeiro autor, defendida em fevereiro de 2000 na UFC.

² Eng. Agr., M.Sc., professor do Departamento de Fitotecnia da UFC, Caixa Postal 6012, CEP 64451-970, Fortaleza, CE. Email: evertoncordeiro@hotmail.com

³ Eng. Agr., Ph. D., professor do Departamento de Fitotecnia da UFC. Email: fitotec@ufc.br

⁴ Eng. Agr., Ph. D., pesquisador da Embrapa Agroindústria Tropical. Email: paiva@caju.cnpat.embrapa.br

Introdução

A acerola (*Malpighia emarginata* D. C.) é uma espécie originária da América Central, introduzida no Brasil em 1950. A partir de 1980, seu cultivo passou a ser uma das alternativas de investimento da agroindústria do nordeste brasileiro, pela gama de produtos beneficiados.

O aumento do interesse pela acerola deu-se por seu alto conteúdo de vitamina C (podendo atingir até 5.000 mg/100 g de polpa). Também são elevados, os teores de vitamina A, ferro e cálcio, elementos considerados indispensáveis a uma dieta alimentar equilibrada. O seu teor nutricional é o fator mais valorizado pelos mercados interno e externo (Gonzaga Neto e Soares, 1994).

Na instalação de pomares de aceroleira, a inexistência de variedades recomendadas (Paiva et al., 1999a), gera prejuízos para os produtores. A utilização de materiais com alto potencial produtivo proporciona maior retorno na exploração comercial desta cultura.

Poucos são os trabalhos de melhoramento genético da aceroleira visando a obtenção de genótipos mais produtivos, com frutos de melhor qualidade. Os plantios estabelecidos via semente são insatisfatórios, devido a variabilidade ocasionar pomares heterogêneos, com desuniformidade na produção e na qualidade dos frutos, causando baixa produtividade, em torno de 27 kg/planta/ano (Alves et al., 1995).

A magnitude e a natureza das variâncias genéticas, a porcentagem de variância genética que contribui para o ganho genético e o grau de associação genética, entre os caracteres determinantes da produção, somente recentemente estão sendo utilizados no melhoramento genético desta espécie. Some-se também, o uso de técnicas de identificação de genótipos superiores mediante a seleção simultânea de múltiplos caracteres, os quais foram utilizados por Paiva (1980), no melhoramento da seringueira, e Paiva et al. (2002), mais recentemente com a aceroleira. O objetivo do trabalho foi avaliar a performance de progênies de aceroleira através da produção de frutos e características morfológicas da planta e estimar parâmetros genéticos.

Material e Métodos

O experimento foi instalado em abril de 1996 com 62 progênies, no delineamento de blocos ao

acaso, com três blocos e quatro plantas por parcela, no espaçamento de 4 m entre linhas e 3 m entre plantas. O local da pesquisa foi o Campo Experimental de Pacajus, pertencente à Embrapa Agroindústria Tropical, situada no município de Pacajus - CE, a 4°10'S e 38°27'W, com altitude de 60 m. O clima da região é predominantemente do tipo seco/subúmido, com precipitação média pluvial de 1.100 mm/ano. O solo da área é Podzólico Vermelho-Amarelo Tb Eutrófico A fraco, com textura arenosa/média (PE) (Relatório, 1990). As progênies foram originadas da seleção de plantas no plantio comercial da FRUCESA - Frutas do Ceará S/A, localizada no município de Jaguaruana, CE (Paiva et al., 1999b).

Foram avaliados altura da planta (m), diâmetro do caule (cm) a 30 cm do solo, nos anos de 1997, 1998 e 1999, e diâmetro da copa (m) em 1998 e 1999. A produção de frutos foi avaliada pela colheita em todas as plantas, uma vez por semana, no período de julho de 1998 a junho de 1999. As análises de variância para todas as características e as estimativas das esperanças dos quadrados médios foram realizadas ao nível de plantas individuais. A estimação dos parâmetros genéticos foi feita de acordo com Vencovsky (1969). Esta metodologia apresenta as seguintes expressões para estimar os parâmetros genéticos:

$$\sigma_p^2 = (QMB - QME) / JK$$

$$\sigma_e^2 = (QME - QMP) / K$$

$$\sigma_d^2 = QMP$$

$$\sigma_A^2 = 4\sigma_p^2$$

$$\sigma_F^2 = \sigma_p^2 + \sigma_e^2 + \sigma_d^2$$

$$h^2 = \sigma_A^2 / \sigma_F^2$$

$$CVg = (\sqrt{\sigma_p^2} / \bar{x}) 100$$

$$CVg = (\sqrt{\sigma_p^2} / \bar{x}) 100$$

$$\hat{b} = CVg / = CVe$$

Sendo σ_p^2 - variância genética entre progênies; σ_e^2 - variância do erro ambiental entre parcelas; σ_d^2 - variância fenotípica entre plantas dentro de progênies; σ_A^2 - variância genética aditiva, pois de acordo com Lopes (1999), a acerola é predominantemente alógama, logo para a família de meio-irmãos (população estudada neste trabalho), a variância genética

aditiva é 4 vezes a variância genética de progênies, pois a média de cada progênie retém apenas $n + (1/2)(A)$; σ_F^2 - variância fenotípica entre plantas; h^2 - herdabilidade no sentido restrito; CVg - coeficiente de variação genética; Cve - coeficiente de variação experimental; \hat{b} - relação entre o CVg e o Cve; QMB - quadrado médio entre blocos; QME - quadrado médio do erro entre parcelas; QMP - quadrado médio dentro de progênies; J - número de repetições; K - número de plantas por parcela; \bar{x} - média.

Resultados e Discussão

Os quadrados médios da análise de variância para todos os caracteres avaliados são apresentados na Tabela 1. Houve diferenças significativas entre progênies a 1% de probabilidade para altura da planta e diâmetro da copa em 1998, diâmetro da copa e produção de frutos em 1999, enquanto que para diâmetro do caule nos anos de 1997 e 1999 as diferenças foram significativas somente a 5% de probabilidade. Estes resultados indicam que as progênies apresentam comportamento diferencial para esses caracteres. Os coeficientes de variação experimental mantiveram-se em níveis aceitáveis para experimentação de campo variando de 15,90% a 48,27%, respectivamente para diâmetro do caule em 1997 e produção de frutos em 1999, este último apresentando um valor mais elevado em comparação com os demais, em virtude da realização de uma única colheita por semana durante o período de um ano. Referidos valores se mostram compatíveis com os valores apresentados por Lopes (1999), na ordem de 38,22%, e por Paiva et al. (2002), situados entre 8,8% e 21,48%.

Na Tabela 2 estão apresentados as médias, valores mínimos e máximos das progênies. As médias dos caracteres altura da planta, diâmetro do caule e diâmetro da copa, avaliados em 1999, foram 2,20 m, 6,26 cm e 3,30 m, respectivamente. Nesta idade, o pomar alcançou sua maturidade e, por conseguinte, sua estabilidade na produção. No entanto, os valores determinados para o segundo ano (1998), de plantas com altura de 1,90 m, seriam os ideais para o processo de colheita, de acordo com Oliveira e Soares Filho (1995), que sugerem plantas de porte em torno de 2,00 m, já que esta operação é realizada manualmente, diminuindo, desta forma, o custo de produção. Do mesmo modo, plantas no segundo ano, com diâmetro de copa de 2,77 m, estariam mais adequadas ao espaçamento utilizado, 4 m entre linhas e 3 m entre

Tabela 1 - Quadrados médios para altura da planta, diâmetros do caule e da copa e produção de frutos de progênies de aceroleira nos anos de 1997, 1998 e 1999, Pacajus - CE.

Fontes de variação	Quadrados Médios											
	1997			1998			1999			1999		
	Graus de Liberdade	Altura de Planta	Diâmetro de caule	Altura de Planta	Diâmetro de caule	Diâmetro de Copa	Altura de Planta	Diâmetro de caule	Diâmetro de Copa	Diâmetro de Copa	Diâmetro de Copa	Produtividade de frutos ¹
Blocos	2	1,0947	1,0817	0,0977	0,8961	0,7032	0,1865	0,3440	1,6738	1,6738	757,0653	
Progênies	61	0,1213	0,2404*	0,2303**	1,0898	0,7673**	0,2163	2,5010*	0,7165**	0,7165**	247,8798**	
Erro	122	0,0912	0,1656	0,1104	0,8553	0,4244	0,1548	1,5359	0,4042	0,4042	139,6079	
Dentro	558	0,0697	0,1083	0,1206	0,5308	0,3294	1,1229	1,2318	0,3548	0,3548	98,9999	
CV(%)		24,0700	15,9000	18,2400	16,6900	20,7000	15,9200	17,7400	18,0700	18,0700	48,2700	

* significativo a 5% de probabilidade, pelo teste F.

** significativo a 1% de probabilidade, pelo teste F.

¹ Avaliação do período de jul/98 a jun/99.

plantas, pois, ainda não estão se entrelaçando, colaborando assim, para a redução do custo de produção.

Os valores apresentados ainda na Tabela 2 demonstram a grande amplitude de variação para produção de frutos estimados nesta população, através da boa performance das progênies avaliadas, variando de zero a 61,20 kg/planta/ano, superando valores de produção na ordem de 27 kg/planta/ano levantados por Alves (1992). Estes resultados apresentam a existência de alternativa para a melhoria da produtividade em aceroleiras, em posteriores programas de melhoramento.

As estimativas dos componentes das variâncias estão apresentados na Tabela 3. Foi constatado na altura da planta, avaliada no ano de 1998, um valor negativo (-0,0026) para a estimativa da variância do erro ambiental entre parcelas. Hill (1965) argumenta que estimativa negativa do componente de variância seria uma provável indicação de que o valor da componente está próximo de zero. Gill e Jensen (1968) atribuem como causas de valores negativos a utilização de método de análise incorreto ou devido a erros amostrais, recomendando, neste caso, a utilização de uma grande número de repetições. Searle (1971) também destaca a evidência de que o valor da componente realmente é zero, ou utilização de um modelo errôneo, ou ainda, uma possibilidade de uso de insuficiência de dados. No presente trabalho, a causa mais provável da estimativa negativa encontrada, é a de o valor da componente estar realmente próximo de zero, haja vista os valores das demais estimativas estarem próximos de zero. A falta de trabalhos sobre a estimação de parâmetros genéticos na aceroleira dificulta uma discussão mais profunda.

Dentre os valores das variâncias genéticas, destaca-se o da variável produtividade de frutos, na ordem de 9,0227. Valores altos de variância genética são desejados em programas de melhoramento genético, diante da importância da quantidade de variação

genética disponível na população e sobretudo do seu valor relativo, frente à variação não genética. Dentre as componentes existentes em qualquer ensaio apresentado, as únicas favoráveis à seleção são: a variação devido a diferenças genéticas entre os tratamentos (σ_p^2) e a variação devido a diferenças ambientais dentro de parcelas (σ_{gw}^2) (Vencovsky, 1978; Miranda Filho, 1978). Deve-se, pois, procurar maximizá-las em relação às demais componentes para maior eficiência de um programa de seleção.

As estimativas dos coeficientes de herdabilidade no sentido restrito de todos os caracteres mostram valores baixos, o que indica a pouca variabilidade genética aproveitável na seleção desses caracteres, contida na variação fenotípica total, nesta população.

No caso da produção de frutos, foi estimado um alto valor do coeficiente de variação experimental, na ordem de 48,27%, demonstrando assim a existência da influência do efeito do erro experimental, ou seja, de fatores não controlados inerentes ao material trabalhado. Ao mesmo tempo, apresentou um valor baixo do coeficiente de herdabilidade de 0,3054, sugerindo uma grande influência do ambiente, constatada por exemplo, através da redução do tamanho do fruto observada no decorrer da realização do trabalho, quando da necessidade de se suspender a irrigação do experimento para a realização de manutenção do sistema de irrigação.

O índice \hat{b} , que quantifica a relação entre variação genética e a variação experimental, é outro parâmetro utilizado para auxiliar a detecção de variabilidade genética em uma população. O maior valor encontrado para o índice \hat{b} foi para a variável produtividade de frutos (0,3019). Apesar destes fatos demonstrarem que esta população não seja muito favorável à seleção, já que todos os caracteres apresentaram valores de \hat{b} inferiores a 1,0, os valores de produção obtidos nas progênies avaliadas demonstram a possibilidade de identificação de clones mais produtivos de acerola.

Tabela 2 – Valores mínimos, máximos e médios da altura da planta, diâmetros do caule e da copa e produção de frutos de progênies de aceroleira nos anos de 1997, 1998 e 1999, Pacajus - CE.

	Anos								
	1997		1998		Diam. Copa (m)	1999		Diam. da Copa (m)	Produtiv. de Frutos ¹ (kg/planta/ano)
Alt. da Planta (m)	Diam. do Caule (cm)	Alt. da Planta (m)	Diam. do Caule (cm)	Alt. da Planta (m)		Diam. do Caule (cm)			
Vr Mín	0,35	0,84	0,90	1,80	0,80	1,10	2,00	1,40	0,00
Vr Máx	2,20	3,31	3,10	6,72	5,00	3,50	9,69	5,80	61,20
Média	1,10	2,07	1,90	4,36	2,77	2,20	6,26	3,30	20,61

¹ Avaliação do período de jul/98 a jun/99.

Tabela 3 – Estimativas de parâmetros genéticos relativos a altura da planta, diâmetros do caule e da copa e produção de frutos de progênies de aceroleira nos anos de 1997, 1998 e 1999, Pacajus - CE.

Estimativas ¹	1997		1998			1999			Produtividade de Frutos ²
	Altura da Planta	Diâmetro do caule	Altura da Planta	Diâmetro do caule	Diâmetro da Copa	Altura da Planta	Diâmetro do caule	Diâmetro de Copa	
$\hat{\sigma}_p^2$	0,0025	0,0062	0,0100	0,0195	0,0286	0,0051	0,0804	0,0260	9,0227
$\hat{\sigma}_e^2$	0,0054	0,0143	0,0026	0,0811	0,0238	0,0080	0,0760	0,0124	10,1520
$\hat{\sigma}_d^2$	0,0697	0,1083	0,1206	0,5308	0,3294	0,1229	1,2318	0,3548	98,9999
$\hat{\sigma}_A^2$	0,0100	0,0250	0,0400	0,0782	0,1143	0,0205	0,3217	0,1041	36,0908
$\hat{\sigma}_F^2$	0,0776	0,1289	0,1280	0,6315	0,3817	0,1360	1,3883	0,3932	118,1746
\hat{h}^2	0,1293	0,1935	0,3121	0,1238	0,2994	0,1507	0,2317	0,2648	0,3054
CV_g	4,5659	3,8156	5,2499	3,2029	6,0964	3,2515	4,5327	4,8949	14,5733
CV_e	24,0685	15,9042	18,2392	16,6929	20,6987	15,9227	17,7391	18,0736	48,2734
\hat{b}	0,1897	0,2399	0,2878	0,1919	0,2945	0,2042	0,2555	0,2708	0,3019

¹ $\hat{\sigma}_p^2$: variância genética entre progênies; $\hat{\sigma}_e^2$: variância do erro ambiental entre parcelas; $\hat{\sigma}_d^2$: variância fenotípica entre plantas dentro de progênies; $\hat{\sigma}_A^2$: variância genética aditiva; $\hat{\sigma}_F^2$: variância fenotípica entre plantas; \hat{h}^2 : herdabilidade no sentido restrito; CV_g : coeficiente de variação genética; CV_e : coeficiente de variação experimental; \hat{b} : relação entre o CV_g e o CV_e .

² Avaliação do período de jul./98 a jun./99.

Conclusões

1. Foram detectados comportamentos diferenciados entre as progênies estudadas;
2. As plantas apresentaram, já no segundo ano de idade, altura e copa ideais para as operações agrícolas, no espaçamento utilizado;
3. Foi identificada pouca variabilidade genética aproveitável, mediante os baixos valores das estimativas dos coeficientes de herdabilidade;
4. Os valores de produção de frutos nas progênies avaliadas demonstram uma alternativa para a melhoria da produtividade em aceroleiras.

Referências Bibliográficas

ALVES, R. E. Cultura da acerola. In: DONADIO, L. C.; MARTINS, A. B. G.; VALENTE, J. P. (Eds.). **Fruticultura tropical**. Jaboticabal: FCAV/FUNEO/UNESP, 1992. p.15-37.

ALVES, R. E.; MENEZES, J. B.; SILVA, S. M. Colheita e pós-colheita da acerola. In: SÃO JOSÉ, A. R.; ALVES, R. E. (Eds.). **Acerola no Brasil: produção e mercado**. Vitória da Conquista: DFZ/UESB, 1995. p.77-89.

GILL, J. L.; JENSEN, E. L. Probability of obtaining negative estimatives of heritability. **Biometrics**. Releigh. v.24, n.3. 1968. p.517-526.

GONZAGA NETO, L.; SOARES, J. M. **Acerola para exportação: aspectos técnicos da produção**. Brasília: Embrapa-SPI, 1994. (FRUPEX Publicações Técnicas, 10). 43p.

HILL, B. M. Inference about variance components in the one-way model. **Journal of the American Statistical Association**. Washington, v.60. 1965. p.806-825.

LOPES, R. **Polimorfismo, sistema de acasalamento, polinizações, repetibilidade de características do fruto e avaliação de genótipos de aceroleira (*Malpighia emarginata* DC.)**. 1999. 110 f. Dissertação (Mestrado em Genética e Melhoramento) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

MIRANDA FILHO, J. B. Princípios de experimentação e análise estatística. In: PATERNIANI, E. **Melhoramento e produção de milho no Brasil**. Piracicaba/ESALQ, 1978. p.620-650.

OLIVEIRA, J. R. P.; SOARES FILHO, W. dos S. **Acerola: conservação, caracterização e seleção de**

germoplasma. In: SÃO JOSÉ, A. R.; ALVES, R. E. (Eds.). **Acerola no Brasil: produção e mercado**. Vitória da Conquista: DFZ/UESB, 1995. p.22-27.

PAIVA, J. R. **Estimativas de parâmetros genéticos em seringueira (*Hevea sp*) e perspectivas de melhoramento**. 1980. 92 f. Dissertação (Mestrado em Genética e Melhoramento de Plantas) – ESALQ, Universidade de São Paulo, Piracicaba.

PAIVA, J. R.; PAIVA, W. O.; CORDEIRO, E. R.; SABRY NETO, H. Parâmetros genéticos em progênies de polinização livre de acerola. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.34, n.4, 1999a. p.629-634.

PAIVA, J. R.; ALVES, R. E.; CORREA, M. P. F.; FREIRE, F. C. O.; SOBRINHO, R. B.; JUCÁ, W. Seleção Massal de Acerola (*Malpighia spp.*) em Plantio Comercial. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.34, n.3, 1999b. p.505-511.

PAIVA, J. R.; RESENDE, M. D. V.; CORDEIRO, E. R. Índices multifeitos estimativas de parâmetros genéticos em aceroleira. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.37, n.6, 2002. p.799-807.

RELATÓRIO TÉCNICO ANUAL DO CENTRO NACIONAL DE PESQUISA DE CAJU 1987-1988. Fortaleza: Embrapa-CNPCa, 1990. 88p.

SEARLE, S.R. Topics in variance component estimation. **Biometrics**. Releigh. n. 27. 1971. p.22-27.

VENCOVSKY, R. Genética Quantitativa. In: KERR, W. E., (Org). **Melhoramento e Genética**. São Paulo: Melhoramento. 1969. p.17-38.

VENCOVSKY, R. Herança Quantitativa. In: PATERNIANI, E. **Melhoramento e produção do milho no Brasil**. Piracicaba: USP/ESALQ, 1978. cap.5, p.122-201.