

Avaliação da diversidade genética de cultivares de ameixeira japonesa através da análise de agrupamento

Elbio Treicha Cardoso¹, João Caetano Fioravanco² e Paulo Roberto Simonetto³

Resumo - A obtenção de cultivares com boa adaptação climática, resistentes a doenças e produtoras de frutas de elevada qualidade é a melhor alternativa para contornar os problemas que afetam a cultura da ameixeira. Em um programa de melhoramento, a medida da divergência genética entre cultivares, através de análise multivariada, é uma técnica auxiliar importante para concentrar esforços nas combinações mais promissoras. Com o objetivo de estimar a divergência genética entre as cultivares, determinar os caracteres mais importantes na estimação e o grau de concordância entre as estimativas realizou-se uma análise de agrupamento na coleção de ameixeiros da FEPAGRO SERRA. Segundo as distâncias euclidianas médias entre pares, os cultivares Methley e Kelsey Paulista possuem a maior divergência, enquanto 'October Purple' e 'Burbank' a menor. O método de Tocher permitiu a formação de sete grupos de cultivares. Início e término da floração, ciclo total e peso médio dos frutos contribuíram com mais de 50 % do total da divergência genética. A avaliação da divergência pelo método de agrupamento isolou o cultivar Kelsey Paulista dos demais, enquanto 'Burbank' e 'October Purple' mantiveram-se bem próximos, à semelhança do encontrado no método de Tocher.

Palavras-chave: Rosáceas, *Prunus salicina*, melhoramento genético.

Evaluation of genetic diversity of japanese plum cultivars through grouping analysis

Abstract - The development of cultivars with good climatic adaptation, resistant to diseases and producers of high quality fruits is the best alternative to prevent problems that affect the culture of plum tree. In a breeding program, the measure of genetic divergence among cultivars, through multi varied analysis is an auxiliary technique. It is important in order to concentrate the efforts in more promising combinations. Aiming to estimate the genetic divergence among the cultivars, to determine the most important characters estimated and the degree of agreement among the estimations a grouped analysis has been made in the collection of plum trees of the FEPAGRO SERRA. According to Euclidean's averages between the pairs, the cultivars Methley and Kelsey Paulista have had the highest divergence. On the other hand October Purple and Burbank have had the lowest. Tocher's method has allowed the formation of seven groups of cultivars. Beginning and end of flowering, total cycle and the average weight of the fruit contributed to more than 50 % of the total genetic divergence. The evaluation of divergence through grouped method isolated the cultivar Kelsey Paulista from others, while Burbank and October Purple maintained very close to each other. The result was very similar to the estimated in the Tocher's approach.

Key words: Rosaceas, *Prunus salicina*, genetic improvement.

¹ Eng. Agr., Dr., Pesquisador da EMBRAPA - SNT - Escritório de Negócios de Capão do Leão. Caixa Postal 403, CEP 96001-970 - Pelotas-RS. elbio.snt.embrapa@zsi.com.br.

² Eng. Agr., Dr., Pesquisador da FEPAGRO - Centro de Pesquisa da Região da Serra. Caixa Postal 44, CEP 95330-000 - Veranópolis-RS. joao-fioravanco@fepagro.rs.gov.br. (Autor para correspondência)

³ Eng. Agr., M. Sc., Pesquisador da FEPAGRO - Centro de Pesquisa da Região da Serra. Caixa Postal 44, CEP 95330-000 - Veranópolis-RS. paulo-simonetto@fepagro.rs.gov.br.
Recebido para publicação em 10/02/2005.

De acordo com as distâncias euclidianas médias padronizadas, entre pares de genótipos, observa-se que os cultivares Methley e Kelsey Paulista possuem a maior divergência genética, enquanto ‘Burbank’ e ‘October Purple’ a maior similitude (Tabela 1). Considerando que as distâncias evidenciam o grau de dissimilaridade entre os cultivares avaliados, torna-se possível identificar através do desempenho médio e dos valores da distância os cultivares mais divergentes com maior possibilidade de obtenção de genótipos superiores através de seus cruzamentos.

A recomendação de cruzamento entre ‘Methley’ e ‘Kelsey Paulista’ ou entre outros pares de cultivares que apresentam elevada divergência genética só deverá ser realizada após análise de seus desempenhos em relação aos caracteres avaliados.

O agrupamento de cultivares utilizando o método de Tocher separou os cultivares em sete grupos (Tabela 2). O grupo 1 apresentou 17 cultivares geneticamente similares (63 % do total de cultivares), sugerindo que os possíveis cruzamentos entre eles terão menor possibilidade de obtenção de genótipos superiores. Em outro extremo, ocorreu a formação de quatro grupos compostos por um único cultivar, ou seja, ‘Sanguínea’, ‘Pluma 7’, ‘Santa Rita’ e ‘Kelsey Paulista’, sugerindo que esses cultivares são geneticamente divergentes e apresentarão maiores chances de obtenção de genótipos superiores quando cruzados entre si ou com os cultivares dos demais grupos, caso seus caracteres apresentem desempenho satisfatório. Em um plano intermediário situaram-se dois grupos, compostos por quatro e dois cultivares, respectivamente.

Entre os caracteres estudados, início da maturação, final da maturação, ciclo total e peso médio dos frutos, responderam por mais de 50 % do total da divergência genética entre os cultivares, enquanto a coloração da polpa (1,31 %) foi o caráter que menos contribuiu para a distinção entre os cultivares (Tabela 3). Com relação a esses caracteres, pode-se observar que o desempenho foi diferente em cada um dos grupos formados pelo método de agrupamento de Tocher (Tabela 4). Para início e final da maturação as maiores notas foram observadas nos grupos 6 e 7, enquanto para ciclo total os grupos 4, 6 e 7 apresentaram o mesmo desempenho. Por outro lado, para peso médio do fruto os maiores valores médios foram observados dentro do grupo 1.

O dendograma da similaridade entre os 27 cultivares empregando o método de agrupamento “vizinho mais próximo”, mostra que o cultivar Kelsey Paulista encontrou-se isolado dos demais, ou seja, apresentou maior distância genética (Figura 1). No outro extremo, os cultivares Burbank e October Purple foram os mais próximos geneticamente, com uma similaridade de aproximadamente 66 %, de acordo com os caracteres avaliados. O dendograma, como se pode observar, também estratificou os cultivares de forma similar ao método de Tocher. Os cultivares

que formaram grupos isolados pelo método de Tocher, também ficaram posicionados em uma extremidade do dendograma (‘Kelsey Paulista’, ‘Pluma 7’ e ‘Sanguínea’), evidenciando que eles apresentam a máxima dissimilaridade entre os cultivares. Por outro lado, o cultivar Santa Rita, que se encontra em um grupo isolado no método de Tocher, encontra-se no centro do dendograma e não de forma isolada como os demais.

Cabe ressaltar, contudo, que a identificação e seleção de genitores com base somente na divergência genética, sem considerar seu próprio desempenho, pode não ser a estratégia mais adequada para um programa de melhoramento (CARPENTIERI-PÍPOLO et al., 2000). Assim sendo, o procedimento mais adequado na condução dos cruzamentos nos programas de melhoramento consiste na escolha de genitores divergentes, mas que apresentem desempenho superior nas principais características agrônomicas, tais como produção e qualidade de fruto, e resistência a estresses bióticos e abióticos.

Conclusões

Existe divergência genética entre os 27 cultivares analisados, possibilitando selecionar através dos caracteres estudados, cruzamentos que possibilitam obtenção de genótipos superiores ou ampliar a variabilidade genética dos programas de melhoramento.

Os 27 cultivares podem ser agrupados, através do método de Tocher, em 7 grupos, de acordo com a dissimilaridade expressa.

Os caracteres que mais contribuíram para a determinação da divergência genética entre os cultivares foram início e final da maturação, ciclo total e peso médio do frutos.

O agrupamento baseado na distância euclidiana média padronizada mostrou que o cultivar Kelsey Paulista é o mais dissimilar entre os 27 analisados, enquanto ‘Burbank’ e ‘October Purple’ são os mais similares.

Referências

- CARPENTIERI-PÍPOLO, V.; DESTRO, D.; PRETE, C.E.C. et al. Seleção de Genótipos Parentais de Acerola com Base na Divergência Genética Multivariada. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.35, n.8, p.1613-1619, 2000.
- CRUZ, C.D. **PROGRAMA GENES – Versão Windows**: Aplicativo Computacional em Genética e Estatística. Viçosa: UFV, 2001. 648p.
- CRUZ, C.D.; CARVALHO, S.P. de; VENCOVSKY, R. Estudos sobre Divergência Genética. II. Eficiência da Predição do Comportamento de Híbridos com Base na Divergência de Progenitores. *Revista Ceres*, Viçosa, v.41, n.234, p.183-190, 1994.
- EMATER/RS. **Levantamento da Fruticultura Comercial do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: EMATER/RS-ASCAR, 2002. 80p. (Série Realidade Rural, 28).
- FEHR, W.R. **Principles of Cultivar Development**: Theory and Technique. New York: Macmillan Publishing Company, 1987. v.1. 563 p.

Introdução

O Rio Grande do Sul é o principal produtor brasileiro de ameixas (MONDIN, 1999). A ameixeira ocupa o terceiro lugar entre as rosáceas cultivadas no estado, atrás da macieira e do pessegueiro. O cultivo é realizado principalmente nas regiões fisiográficas da Serra do Nordeste e Sul que produzem, respectivamente, 67 % e 15 % da ameixa gaúcha. A principal espécie cultivada é a ameixeira japonesa (*Prunus salicina* Lindl.) que apresenta melhor adaptação às condições climáticas que a européia (*P. domestica* L.).

Não obstante o destaque alcançado em nível nacional, a área cultivada no RS em pomares comerciais, segundo a EMATER/RS (2002), é de apenas 1455 ha. Vários problemas entravam a expansão da cultura, citando-se, como principais, a falta de cultivares com boa adaptação climática e produtoras de frutas de melhor qualidade (NAKASU e RASEIRA, 2002) e a incidência de doenças, principalmente a escaldadura das folhas, causada pela bactéria *Xyllela fastidiosa*.

A criação de novos cultivares é, indiscutivelmente, a melhor alternativa para contornar esses problemas e dar maior impulso à cultura, tanto no RS como em outros estados do Brasil onde as condições climáticas permitem sua exploração comercial.

No desenvolvimento de novos cultivares é fundamental a existência de variabilidade genética dentro das populações de trabalho, para que, através de seleção, os programas de melhoramento atinjam os seus objetivos (FEHR, 1987). Durante o processo de avaliação e seleção de genótipos é necessário identificar os mais assemelhados e os mais divergentes geneticamente. Uma das principais alternativas para a escolha dos genótipos parentais é a análise do seu comportamento isolado e do resultado dos cruzamentos na forma de dialélicos. Porém, a necessidade de realização de grande número de cruzamentos manuais e a condução de experimentos envolvendo muitos híbridos limitam a utilização desta metodologia de estudo genético em espécies perenes. Assim, medidas da divergência genética, obtidas antes que qualquer cruzamento seja realizado, podem auxiliar os melhoristas a concentrar seus esforços nas combinações mais promissoras.

Neste contexto, as técnicas de análise multivariada fornecem informações que permitem a reunião dos ma-

teriais em grupos mais ou menos homogêneos, os quais poderão ser empregados em cruzamentos controlados entre genitores para aumentar as chances de seleção de genótipos superiores (CRUZ et al., 1994). Entre as metodologias de análise multivariada que podem ser aplicadas no estudo da divergência genética, destacam-se a análise de componentes principais, de variáveis canônicas e os métodos de agrupamentos. A escolha do método mais adequado é determinada de acordo com os objetivos do pesquisador, facilidade da análise e forma como os dados foram obtidos (MIRANDA et al., 1988).

A utilização de técnicas multivariadas no estudo da divergência genética como auxílio na seleção de genitores para cruzamentos tem sido aplicada em várias culturas, como por exemplo, feijão (MACHADO et al., 2002), milho (CRUZ et al., 1994), pimentão (MIRANDA et al., 1988), abacaxi (PEREIRA e KERR, 2001), citros (VILARINHOS et al., 2000) e acerola (CARPENTIERI-PÍPOLO et al., 2000).

O objetivo desse trabalho foi aplicar a técnica de análise de agrupamento para estimar a divergência genética entre cultivares de ameixeiras da coleção de germoplasma da FEPAGRO SERRA, discriminar os caracteres mais importantes na estimativa da divergência genética pelas estatísticas multivariadas e determinar o grau de concordância entre as estimativas da divergência genética.

Material e métodos

Os dados utilizados no estudo são referentes a 27 cultivares de ameixeira japonesa pertencentes ao banco de germoplasma da FEPAGRO SERRA, unidade da Fundação Estadual de Pesquisa Agropecuária, localizada em Veranópolis-RS, região fisiográfica da Serra do Nordeste do Rio Grande do Sul.

As características avaliadas foram as datas de: brotação das gemas, início da floração, floração plena (no mínimo 60 % de flores abertas), final de floração, início de maturação, final da maturação; número de dias do ciclo total, peso médio de fruto em (g), forma do fruto, cor da epiderme do fruto, incidência da bactéria *Xanthomonas* nos frutos, nas folhas e ramos. Esses caracteres foram avaliados durante dez safras e as médias usadas nas estimativas de divergência genética.

Para facilitar as análises, todas as variáveis foram expressas na forma de notas, conforme o apresentado no

Anexo 1. Para as características ciclo total e peso médio de fruto as notas foram obtidas a partir da padronização dos dados com base na distribuição normal, onde a nota 1 correspondeu até 20 % da distribuição, 2 de 21 a 40 %, 3 de 41 a 60 %, 4 de 61 a 80 % e 5 acima de 81 %.

Primeiramente, determinou-se a matriz de distância euclidiana média a partir dos dados padronizados dos 27 cultivares de ameixeira. Depois, realizou-se a análise de

agrupamento dos cultivares através do método de otimização de Tocher e do método hierárquico considerando o modelo do vizinho mais próximo. As análises foram realizadas com o auxílio do aplicativo Excel e do programa de informática Genes (CRUZ, 2001).

Resultados e discussão

Tabla 1 - Distâncias euclidianas médias padronizadas entre 27 cultivares de ameixeira. Veranópolis- RS, 2005

Cultivares	Reubennel	Sungold	Satsuma	Wickson	Giallo	America	Frontier	Methley	Queen	Rosa	Harry	Pickstone	Ozark 125	Ozark 119	Burbank	Amarelinha	Santa Rosa	October	Purple	Ozark Premier	Coeur de Lyon	Abundance	Gran	Sultan	Puma-7	Santa Rita	Kelsey	Paulista	Sanguinea	Rainha	Claudia	Wade	Golden Japan
Reubennel	0,000	1,884	1,272	1,170	2,274	1,066	1,647	1,485	1,151	1,207	1,887	1,717	1,502	1,117	1,283	1,610	1,903																
1,741	1,868	1,708	1,608	1,798	1,915	1,259	2,197	1,835	1,849	1,080	Sungold	1,066	0,000	1,573	1,066	1,211	1,875																
1,698	2,042	1,588	1,372	1,050	1,170	1,140	1,336	1,552	1,110	1,080	1,706	1,229	1,261	2,060	0,972	1,642	1,695																
1,009	2,008	1,587	1,099	Satsuma	1,170	1,066	0,000	1,278	1,520	1,265	1,084	1,122	1,221	1,270	1,248	1,185	1,031																
1,292	0,832	1,063	1,434	1,099	1,028	1,256	1,349	1,507	1,648	1,196	1,416	1,268	1,248	Wickson	1,483	1,002	1,578																
0,000	1,515	1,106	1,245	1,459	0,909	1,085	1,103	1,079	0,994	0,977	1,010	0,975	0,983	1,483	1,282	1,002	1,578																
1,353	1,618	1,289	1,432	1,607	1,386	1,063	Giallo	0,695	1,172	2,216	1,463	0,000	1,917	1,768	1,662	1,851	1,751																
0,833	1,139	1,032	1,812	1,264	0,873	0,000	1,533	0,893	1,055	1,414	1,584	1,424	1,154	0,927	1,531	1,294	1,751																
America	1,332	1,491	1,264	1,849	1,724	2,003	1,240	1,893	1,055	1,414	Frontier	1,268	1,061	1,444	1,721	1,542	1,545																
0,000	1,294	1,034	1,534	1,262	1,156	1,575	1,882	1,292	1,383	1,333	1,276	0,000	1,196	1,572	1,375	1,264	1,075																
1,487	1,407	1,356	1,504	1,192	1,178	1,345	1,807	1,976	2,315	1,528	1,830	0,960	1,263	Queen Rosa	1,204	1,342	1,408																
1,600	0,675	1,209	1,504	1,192	1,178	0,000	1,036	1,294	1,089	1,056	1,171	1,120	1,234	1,168	1,204	1,342	1,408																
1,368	1,773	1,753	1,327	1,622	1,428	1,329	1,036	Harry Pickstone	0,838	1,612	1,200	1,355	1,324	1,297	1,659	1,691	1,207																
0,000	1,491	1,277	1,118	0,769	1,367	1,327	1,426	1,345	1,354	1,612	0,000	0,517	0,868	1,599	0,988	0,828	0,660																
Ozark 125	0,638	0,887	1,874	1,556	1,986	1,630	1,367	0,981	0,838	1,188	Ozark 119	1,080	1,739	1,568	1,893	1,637	1,184																
1,241	0,638	0,887	1,874	1,556	1,986	1,630	1,367	0,981	0,838	1,188	0,691	1,080	1,739	1,568	1,893	1,637	1,184																
1,199	1,221	0,795	0,961	0,000	0,888	1,367	0,962	1,388	1,248	1,188	Amarelinha	0,835	1,539	0,000	0,000	1,174	1,529																
0,828	0,412	0,795	0,961	0,000	0,888	1,367	0,962	1,388	1,248	1,188	1,223	0,835	1,539	0,000	0,000	1,174	1,529																
1,099	1,441	1,301	1,744	0,000	0,806	1,188	Santa Rosa	0,886	0,926	1,685	1,304	1,336	1,539	1,630	1,437	1,535	1,529																
October Purple	0,751	1,030	0,696	0,983	1,872	1,278	1,185	0,886	0,926	1,685	1,593	2,045	1,261	1,490	0,983	1,217	0,000																
0,751	1,030	0,696	0,983	1,872	1,278	1,278	1,185	0,886	0,926	1,685	1,593	2,045	1,261	1,490	0,983	1,217	0,000																
Abundance	0,683	1,516	1,059	1,064	1,809	1,809	1,461	1,655	1,809	1,803	1,868	1,288	1,310	0,802	1,821	1,577	1,871																
1,740	0,683	1,516	1,059	1,064	1,809	1,809	1,461	1,655	1,809	1,803	1,868	1,288	1,310	0,802	1,821	1,577	1,871																
Abundance	0,683	1,516	1,059	1,064	1,809	1,809	1,461	1,655	1,809	1,803	1,868	1,288	1,310	0,802	1,821	1,577	1,871																

AVALIAÇÃO DA DIVERSIDADE GENÉTICA DE CULTIVARES DE
AMEIXEIRA JAPONESA ATRAVÉS DA ANÁLISE DE AGRUPAMENTO

MACHADO, C.F.; NUNES, G.H.S.; FERREIRA, D.F. et al. Divergência Genética entre Genótipos de Feijoeiro a partir de Técnicas Multivariadas. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.32, n.2, p.251-258, 2002.

MIRANDA, J.E.C.; CRUZ, C.D.; COSTA, C.P. Predição do Comportamento de Híbridos de Pimentão (*Capsicum annum* L.) pela Divergência Genética dos Progenitores. **Revista Brasileira de Genética**, Ribeirão Preto, v.11, p.929-937, 1988.

MONDIN, V.P. **Frutas de Clima Temperado**: Situação da Safra 1998-1999; Previsão da Safra 1999-2000. Florianópolis: EPAGRI, 1999. 18p.

NAKASU, B. H.; RASEIRA, M. do C.B. Ameixeira. In: BRUCKNER, C.H. (Ed.). **Melhoramento de Fruteiras de Clima Temperado**. Viçosa: UFV, 2002. p.1-26.

PEREIRA, C.D.; KERR, W.E. Divergência Genética entre Doze Genótipos de Abacaxizeiro (*Ananas comosus* L, Merrill.) Estimada por Análise de Marcadores RAPD. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.23, n.2, p.335-338, 2001.

SINGH, D. The Relative Importance of Characters Affecting Genetic Divergence. **The Indian Journal of Genetics and Plant Breeding**, New Delhi, v.41, n.2, p.237-245, 1981.

VILARINHOS, A.D.; VIANA, C.H.P.; SOARES FILHO, W. dos S.; NICKEL, O.; OLIVEIRA, R.P. de. Marcadores RAPD na Avaliação da Diversidade Genética e na Identificação de Híbridos Interspecíficos de Citros. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.22, n.1, p.14-19, 2000.

Tabela 2 - Grupos de cultivares de ameixeira estabelecidos pelo método de Tocher com base na dissimilaridade expressa pela distância euclidiana média padronizada e distância média entre os cultivares dentro dos grupos. Veranópolis-RS, 2005

Grupo	Cultivares	Distância genética média
1	Abundance, Burbank, Couer de Lyon, Giallo, Golden Japan, Gran Sultan, Frontier, October Purple, Ozark 125, Ozark 119, Ozark Premier, Queen Rosa, Rainha Claudia, Santa Rosa, Satsuma, Sungold, Wickson	1,125
2	Amarelinha, América, Harry Pickstone, Reubennel	1,136
3	Methley, Wade	0,960
4	Sanguínea	-
5	Pluma 7	-
6	Santa Rita	-
7	Kelsey Paulista	-

Tabela 3 - Contribuição relativa (S_j) e percentual de 14 características quanto a divergência genética entre 27 cultivares de ameixeira, de acordo com a metodologia proposta por Singh (1981). Veranópolis-RS, 2005

Características	S _j	%
Brotação (data)	504,00	3,67
Início floração (data)	1010,00	7,36
Floração plena (data)	728,00	5,31
Final da floração (data)	1070,00	7,80
Início da maturação (data)	1940,00	14,14
Final da maturação (data)	1712,00	12,48
Ciclo total (dias)	1622,00	11,82
Peso médio do fruto (g)	1460,00	10,64
Forma do fruto	972,00	7,09
Cor da epiderme	1004,00	7,32
Cor da polpa	180,00	1,31
<i>Xanthomonas</i> nos frutos	668,00	4,87
<i>Xanthomonas</i> nas folhas	450,00	3,28
<i>Xanthomonas</i> nos ramos	398,00	2,90

AVALIAÇÃO DA DIVERSIDADE GENÉTICA DE CULTIVARES DE
AMEIXEIRA JAPONESA ATRAVÉS DA ANÁLISE DE AGRUPAMENTO

Anexo 1 - Relação entre as notas atribuídas a cada uma das características e a avaliação realizada. Veranópolis-RS, 2005

Caracteres	Notas							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Brotação (data)	11-20/08	21-31/08	01-10/09	11-20/09				
Início floração (data)	01-10/08	11-20/08	21-30/08	01-10/09	11-20/09	21-30/09		
Floração plena (data)	11-20/08	21-30/08	01-10/09	11-20/09	21-30/09			
Final da floração (data)	21-30/08	01-10/09	11-20/09	21-30/09	01-10/10			
Início da maturação (data)	21-30/11	01-10/12	11-20/12	21-30/12	01-10/01	10-20/01	21-30/01	11-20/02
Final da maturação (data)	01-10/12	11-20/12	21-30/12	01-10/01	10-20/01	21-30/01	01-10/02	
Ciclo total (dias)	£ 91	92-103	104-112	113-124	125			
Peso médio do fruto (g)	£ 50	21-60	61-69	70-79	80			
Forma do fruto	Redonda-Cônica	Oval	Redonda-Ovalada	Redonda	Cordiforme			
Cor da epiderme	Vermelha	Amarela	Amarela-Avermelhada	Roxa-Púrpura	Verde-Amarelada			
Cor da polpa	Amarela	Vermelha						
<i>Xanthomonas</i> nos frutos	Ausente	Muito Baixa	Baixa	Média	Alta	M. Alta		
<i>Xanthomonas</i> nas folhas	Ausente	Muito Baixa	Baixa	Média	Alta	M. Alta		
<i>Xanthomonas</i> nos ramos	Ausente	Muito Baixa	Baixa	Média	Alta	M. Alta		