

Desempenho agrônômico e ganho genético pela seleção de pinhão-mansão em três regiões do Brasil

Bruno Galvêas Laviola⁽¹⁾, Sergio Delmar dos Anjos e Silva⁽²⁾, Ana Cristina Pinto Juhász⁽³⁾, Rodrigo Barros Rocha⁽⁴⁾, Reriton Joabél Pires de Oliveira⁽²⁾, Julio Cesar Albrecht⁽⁵⁾, Alexandre Alonso Alves⁽¹⁾ e Tatiana Barbosa Rosado⁽⁶⁾

⁽¹⁾Embrapa Agroenergia, Parque Estação Biológica (PqEB), W3 Norte (final), CEP 70770-901 Brasília, DF, Brasil. E-mail: bruno.laviola@embrapa.br, alexandre.alonso@embrapa.br ⁽²⁾Embrapa Clima Temperado, Rodovia BR-392, Km 78, CEP 96010-971 Pelotas, RS, Brasil. E-mail: sergio.anjos@embrapa.br, rerinton@yahoo.com.br ⁽³⁾Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais, Centro Tecnológico do Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba, Rua Afonso Rato, nº 1.301, Bairro Mercês, CEP 38060-040 Uberaba, MG, Brasil. E-mail: anacpj@yahoo.com.br ⁽⁴⁾Embrapa Rondônia, BR-364, Km 5,5, Zona Rural, CEP 76815-800 Porto Velho, RO, Brasil. E-mail: rodrigo.rocha@embrapa.br ⁽⁵⁾Embrapa Cerrados, BR-020, Km 18, CEP 73310-970 Planaltina, DF, Brasil. E-mail: julio.albrecht@embrapa.br ⁽⁶⁾Universidade de Brasília (UnB), Faculdade UnB Planaltina, campus de Planaltina, área universitária 01, CEP 73345-010 Planaltina, DF, Brasil. E-mail: tatianarosado@unb.br

Resumo – O objetivo deste trabalho foi avaliar o desempenho agrônômico e o ganho genético pela seleção de famílias de meio-irmãos de pinhão-mansão, cultivado em três regiões do Brasil. A partir de seleção fenotípica prévia, foram instalados três testes de progênie, em 2008, nos municípios de Planaltina, DF, Nova Porteirinha, MG, e Pelotas, RS. Utilizou-se o delineamento de blocos ao acaso, com três repetições e cinco plantas por parcela. Como testemunha, foram utilizadas sementes, colhidas ao acaso, de uma população sem seleção. Houve interação significativa entre os efeitos de genótipos por ambientes. As estimativas dos componentes de variância e dos parâmetros genéticos indicaram que é possível obter ganhos com a seleção das melhores famílias, nos ambientes avaliados. Em cada ambiente, ao menos uma família foi selecionada com desempenho superior ao tratamento-controle. O ganho genético médio, obtido pela seleção massal nos três ambientes, foi de 72%. Observou-se alto coeficiente de correlação entre os ambientes de Planaltina e Nova Porteirinha, quanto ao desempenho agrônômico, o que não se repetiu no Município de Pelotas. A interação genótipo x ambiente deve ser considerada na recomendação de materiais genéticos de pinhão-mansão para ambientes distintos.

Termos para indexação: *Jatropha curcas*, interação genótipo x ambiente, genética quantitativa, melhoramento de plantas.

Agronomic performance and genetic gain by selection of physic nut in three Brazilian regions

Abstract – The objective of this study was to evaluate the agronomic performance and genetic gain by the selection of half-sib families of physic nut grown in three Brazilian regions. Based on previous phenotypic selection, three progeny tests were performed, in 2008, in the municipalities of Planaltina, DF, Nova Porteirinha, MG, and Pelotas, RS. A randomized complete block design was used, with three replicates, and five plants per plot. Randomly collected seeds from a population without selection were used as control. There was a significant interaction between the effects of genotypes and environments. Estimates of variance components and genetic parameters indicated that it is possible to obtain genetic gains from selection of the best families in the evaluated environments. In each environment, at least one family was selected with a higher performance than the control treatment. Mass selection in the three environments provided 72% of genetic gains. The agronomic performance had a high correlation coefficient between the environments of Planaltina and Nova Porteirinha, which did not occur in Pelotas. Genotype x environment interaction should be considered in the recommendations of physic nut genetic material for different environments.

Index terms: *Jatropha curcas*, genotype x environment interaction, quantitative genetics, plant breeding.

Introdução

O pinhão-mansão (*Jatropha curcas* L.) é considerado uma alternativa interessante para atender parte da

demanda por óleo vegetal, promovido pelo Programa Nacional de Produção e Uso de Biodiesel (PNPB) (Durães et al., 2009, 2011). Trata-se de uma oleaginosa perene, com bom potencial produtivo de grãos e

de óleo adequado para a produção de biodiesel. Além disso, o pinhão-manso apresenta elevada adaptabilidade a diferentes regiões do Brasil (Laviola et al., 2013a). Contudo, a espécie encontra-se em fase de domesticação, e ainda não há cultivares e sistema de cultivo validados para as diferentes regiões produtoras no País. Assim, o desenvolvimento de cultivares é necessário para que a espécie se consolide como alternativa para a produção de biodiesel em futuro próximo (Durães et al., 2011; Laviola et al., 2013a).

A formação da população de melhoramento é uma das etapas mais importantes de um programa de melhoramento. Essa população pode ser formada por genitores previamente selecionados, que representem a diversidade genética da espécie (Bhering et al., 2011). A seleção a priori de genótipos divergentes, com alto desempenho agronômico, aumenta a chance de obtenção de ganhos com a seleção, a partir de combinações gênicas superiores obtidas com a hibridação direcionada (Cruz, 2005). A produtividade de grãos é uma das características mais importantes para seleção de plantas com maior rendimento de óleo, seguida – em menor proporção – do volume de copa e do teor de óleo nos grãos (Spinelli et al., 2010).

O teste de progênies em diferentes ambientes é bastante utilizado na seleção de plantas, uma vez que permite a seleção quanto a características de herança complexa, governadas por vários genes e influenciadas pelo ambiente, o que capitaliza os efeitos da interação genótipo x ambiente. Por este motivo, no desenvolvimento e recomendação de uma nova variedade de pinhão-manso, o desempenho das melhores progênies deve ser avaliado em diferentes ambientes (Bhering et al., 2011).

Os programas de melhoramento de pinhão-manso no Brasil e no mundo ainda se encontram em fase inicial, e pouco se conhece sobre a interação genótipos x ambientes da espécie. Portanto, é importante que os materiais sejam avaliados em diferentes regiões com potencial para produção (Laviola et al., 2010; Bahadur et al., 2013; Carels et al., 2013; Juhász et al., 2013). Neste sentido, a rede de pesquisa do projeto Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação em Pinhão-Manso para a Produção de Biodiesel vem realizando ensaios em diferentes instituições de pesquisa, com o objetivo de selecionar plantas adaptadas a diferentes regiões do Brasil (Laviola et al., 2013a).

O objetivo deste trabalho foi avaliar o desempenho agronômico e o ganho genético com a seleção de famílias de meio-irmãos de pinhão-manso, cultivado em três regiões do Brasil.

Material e Métodos

Os testes de progênies foram instalados no Centro-Oeste, Sudeste e Sul do Brasil, em 2008, para a avaliação do desempenho de 18 famílias de meio-irmãos (FMIs), nos seguintes municípios: Planaltina, DF; Nova Porteirinha, MG; e Pelotas, RS (Tabela 1). Os ensaios foram instalados em fevereiro de 2008, em delineamento de blocos ao acaso, com três repetições e cinco plantas, dispostas em linha, por parcela útil. O espaçamento adotado foi de 4x2 m. Os ensaios foram implantados com mudas de aproximadamente 60 dias de cultivo. As práticas de manejo basearam-se em Dias et al. (2007), com adaptações de acordo com os resultados de pesquisa com pinhão-manso no Brasil e no mundo (Bahadur et al., 2013; Carels et al., 2013; Resende et al., 2013).

Como tratamento-controle, utilizou-se a progênie 801, que representa o primeiro material genético de pinhão-manso comercializado no Brasil, pela Empresa Biojan, de Janaúba, MG (Tominaga et al., 2007). Os demais tratamentos consistiram das progênies 803 a 813, obtidas por seleção massal (produção de grãos) em 2007, pela Embrapa Semiárido, em Petrolina, PE. Essas progênies formaram a população C_1 (Drumond et al., 2010). A progênie 802 (população C_0) foi obtida a partir de uma mistura de sementes da população em que foram selecionadas as progênies da população C_1 que, por sua vez, também foi formada por mistura de procedências de coletas no Estado de Pernambuco. Além destas, foram utilizadas também as progênies numeradas de 814 a

Tabela 1. Características edafoclimáticas dos ambientes usados na avaliação das 18 famílias de meio-irmãos de pinhão-manso (*Jatropha curcas*).

Ambiente	Clima ⁽¹⁾	Temperatura média (°C)	UR (%)	Precipitação média (mm)	Altitude (m)
Planaltina, DF	Aw	21	68	1.100	1.007
Nova Porteirinha, MG	Aw	23	52	650	518
Pelotas, RS	Cfa	18	80	1.100	60

⁽¹⁾Classificação climática de Köppen-Geiger. Aw, savana com inverno seco; Cfa, clima subtropical úmido.

818, previamente selecionadas por seleção massal (produção de grãos) em Nova Porteirinha, MG (Juhász et al., 2010).

Avaliou-se a produtividade de grãos (11 a 12% de umidade) no ano agrícola de 2012/2013, que correspondeu ao terceiro ano de produção do pinhão-manso. As parcelas foram avaliadas quanto à produção de grãos (kg por parcela), posteriormente convertida em produtividade de grãos (kg ha⁻¹). Realizaram-se entre duas e quatro colheitas de frutos maduros. O número de colheitas variou conforme a região de avaliação.

A análise de variância foi realizada a 5% de probabilidade, de acordo com o modelo estatístico $Y_{ijk} = m + (B/A)_{jk} + G_i + A_j + GA_{ij} + \epsilon_{ijk}$, em que: Y_{ijk} é a observação no k-ésimo bloco, avaliado no i-ésimo genótipo e j-ésimo ambiente; m é a média geral do ensaio; $(B/A)_{jk}$ é o efeito do bloco k , dentro do ambiente j ; G_i é o efeito do genótipo i ; A_j é o efeito do ambiente j ; GA_{ij} é o efeito da interação entre o genótipo i e o ambiente j ; ϵ_{ijk} é o erro aleatório, associado à observação ijk . Os efeitos de genótipos foram considerados fixos, e os de ambientes, aleatórios. O teste de Dunnett foi usado para comparar as médias dos genótipos selecionados com a do tratamento-controle, tendo-se utilizado o teste de Scott-Knott para agrupar médias semelhantes. Ambos os testes foram avaliados a 5% de probabilidade.

Avaliações descritivas também foram feitas, tendo-se considerado o desempenho dos genótipos nos diferentes ambientes. Todos os procedimentos estatísticos foram realizados com auxílio da ferramenta computacional Genes (Cruz, 2013).

Resultados e Discussão

As progênies interagiram significativamente com os ambientes avaliados, quanto à produtividade de grãos ($p < 0,01$). As progênies selecionadas, portanto, apresentam desempenho diferente do previsto pelo modelo matemático da simples soma direta dos efeitos de genótipo, em um determinado ambiente, o que é comum na avaliação de caracteres quantitativos, principalmente os de maior complexidade, como a produtividade de grãos (Laviola et al., 2010; Ardelean et al., 2012; Augustin et al., 2012; Bose & Subudhi, 2012; Revanappa et al., 2012). Assim, estudos mais detalhados sobre a interação genótipo x ambiente (GxA) são necessários, para que a interação possa

ser interpretada e contornada, e para que não interfira negativamente na seleção de plantas.

As estimativas de parâmetros genéticos (Tabela 2) são importantes para direcionar o programa de melhoramento, pois auxiliam no processo seletivo e servem como referencial teórico para as recomendações dos materiais comerciais (Maia et al., 2009; Rosado et al., 2012).

O coeficiente de determinação genotípico foi considerado de alta magnitude (Laviola et al., 2011, 2012, 2013b; Bhering et al., 2012, 2013), o que indica a existência de variabilidade genética nas populações e permite ganhos com a seleção das melhores famílias nos diferentes ambientes. A razão entre os coeficientes de variação genético e ambiental (CVg/Cve), no entanto, foi de 0,97. Essa razão deve ser maior que 1, para que haja condições favoráveis à seleção (Vencovsky, 1987).

O coeficiente de correlação intraclasse foi estimado em 0,42, de magnitude mediana. Esse coeficiente representa a tendência de manutenção da superioridade fenotípica dos genótipos, nos diferentes ambientes avaliados e, quanto maior o coeficiente de correlação, menor a interferência da interação genótipo x ambiente na população. Quando se observam baixos valores do coeficiente de correlação intraclasse, há indício de interação genótipo x ambiente do tipo complexa, em que é indicada a avaliação dos materiais genéticos no maior número de ambientes possível, antes de se realizar uma recomendação segura para plantio (Sturion & Resende, 2004).

Tabela 2. Estimativa de parâmetros genéticos e ambientais, e componentes da média de produtividade de grãos (kg ha⁻¹), de famílias de meio-irmãos de pinhão-manso (*Jatropha curcas*), avaliadas em três ambientes.

Parâmetro	Estimativa
Componente quadrático genotípico	107.164
Componente de variância GxA	30.165
Variância residual	112.664
Coeficiente de determinação genotípico	82,22
Correlação intraclasse ⁽¹⁾	42,86
Coeficiente de variação genético (CVg)	22,34
Coeficiente de variação ambiental (Cve)	22,91
Razão CVg/Cve	0,97
Média geral (kg ha ⁻¹)	1464,75
Máximo (kg ha ⁻¹)	2.592
Mínimo (kg ha ⁻¹)	356

⁽¹⁾ $r = Vg / (Vg + Vga + Vres)$

A primeira parcela da interação GxA é denominada de interação simples, e não acarreta maiores problemas à seleção. A segunda, denominada de complexa ou cruzada, dificulta a seleção de genótipos de adaptação mais ampla (Maia et al., 2009). Neste trabalho, a magnitude do componente de variância GxA, em relação à variância genética (componente quadrático genotípico), tem reflexo direto sobre a magnitude da correlação intraclasse.

Em valores absolutos, a média geral do experimento foi menor na avaliação dos genótipos em Pelotas (Tabela 3). Este resultado era esperado, uma vez que o pinhão-manso é uma planta de clima tropical, com menor adaptação às temperaturas da região Sul do Brasil (Gurgel et al., 2011). Além disso, as progênies foram previamente selecionadas na Embrapa Cerrados e na Epamig, em locais em que as temperaturas médias eram de 21–23°C. Os ensaios conduzidos em Planaltina e Janaúba também proporcionaram menores coeficientes de variação ambiental e maiores componentes quadráticos genotípicos da produção de grãos, em comparação ao ensaio em Pelotas. Esse resultado indica que os dois primeiros ambientes apresentam condição mais favorável ao progresso genético pela seleção (Tabela 3).

A produtividade do tratamento-controle (progênie 801) esteve entre as maiores, mas não diferiu da observada em algumas progênies selecionadas pela Embrapa e a Epamig (Tabela 4). Em Pelotas, no entanto, a progênie 804 apresentou desempenho superior às testemunhas. De modo geral, os resultados indicam que, em termos de desempenho médio, as progênies selecionadas não superaram a testemunha 801.

As progênies da seleção massal, realizada pela Embrapa Semiárido (população C₁), apresentaram média superior à progênie 802 (população inicial C₀). Portanto, foi possível obter ganhos já nesta primeira geração de seleção, mesmo com o uso de seleção

massal (seleção fenotípica), praticada quanto a uma característica de alta complexidade como a produção de grãos.

Os maiores ganhos fenotípicos realizados foram observados nos ambientes de Pelotas e Nova Porteirinha (Tabela 5). A população C₀, possivelmente, adaptou-se melhor em Planaltina, onde apresentou sua maior produtividade e a menor diferença, em comparação às progênies selecionadas. Como a produtividade de grãos é uma característica quantitativa, espera-se baixa eficiência da seleção massal. No entanto, a alta intensidade de seleção praticada (3%) e a variabilidade existente na população C₀ podem ter favorecido o sucesso da seleção massal.

De maneira geral, verificou-se que a seleção realizada pela Embrapa apresentou média superior à da maior parte da seleção realizada pela Epamig (Tabela 6). Aparentemente, a população C₀, utilizada pela Epamig, apresentava menor desempenho agrônomo do que a utilizada pela Embrapa.

Esses resultados ressaltam a importância de trabalhos iniciais de caracterização dos recursos genéticos e de estabelecimento e estruturação de populações de

Tabela 3. Parâmetros genéticos da produtividade de grãos de 18 famílias de meio-irmãos de pinhão-manso (*Jatropha curcas*), especificados por ambiente.

Ambiente	Produtividade (kg ha ⁻¹)	CV (%)	S ² g	h ²
Planaltina, DF	1.543	14,48	162.736	90,71
Nova Porteirinha, MG	1.522	19,85	171.080	84,90
Pelotas, RS	1.328	33,39	83.495	56,02

S²_g, variância genotípica; h², herdabilidade.

Tabela 4. Produtividade média das progênies avaliadas nos diferentes ambientes⁽¹⁾.

Progênie	Planaltina, DF	Nova Porteirinha, MG	Pelotas, RS
Tratamento controle			
801	1.828a	1.764a	923a
População C ₀			
802	1.448b	1.056 b	693b
População C ₁			
803	1.905a	1.965a	1.465ab
804	1.867ab	2.039a	1.975S
805	1.588ab	2.017a	1.578a
806	2.048a	1.840a	979ab
807	1.757ab	1.726a	1.552ab
808	1.890a	1.997a	1.226ab
809	1.644ab	1.404ab	1.625a
810	1.697ab	1.915a	1.674a
811	1.928a	1.826a	1.784a
812	1.963a	1.742a	1.474ab
813	1.081b	1.078b	1.447ab
814	1.110b	777b	1.672a
815	1.214b	1.165b	1.156ab
816	1.123b	1.186ab	1.061ab
817	1.220b	1.186ab	997ab
818	470I	710b	619ab

⁽¹⁾Médias das progênies, seguidas de letras iguais, não diferem entre si, pelo teste de Dunnett, a 5% de probabilidade. As médias seguidas de S e I são respectivamente superiores e inferiores às testemunhas.

melhoramento. A população-base para o melhoramento deve ser formada por genitores selecionados em bancos de germoplasma, que apresentem média alta quanto ao caráter de interesse e representem a diversidade genética da espécie (Bhering et al., 2011). A seleção inicial de genótipos divergentes superiores quanto à produção de grãos e óleo, aumenta a chance de seleção de combinações gênicas superiores, já nas primeiras gerações, em razão da concentração de alelos favoráveis (Laviola et al., 2010; Juhász et al., 2013).

O coeficiente de coincidência entre as progênes selecionadas com intensidade de seleção de aproximadamente 40% (seleção das sete progênes de melhor desempenho) foi alto, entre as famílias selecionadas nos ambientes de Planaltina e Nova Porteirinha (Tabela 7). Porém, esse coeficiente foi muito baixo entre as progênes selecionadas em Planaltina e Pelotas, ambientes bem distintos. Entre os ambientes de Nova Porteirinha e Pelotas, o coeficiente de coincidência foi intermediário. Portanto, quanto menor a distância geográfica entre os ambientes, maior a coincidência na seleção dos melhores genótipos. No entanto, fatores como latitude, altitude, clima e solo também interferem nesse resultado.

Na Figura 1, o centro dos quadrantes representa a média do desempenho fenotípico no par de ambientes em avaliação. A análise gráfica permite inferir sobre o desempenho e a adaptação fenotípica dos genótipos avaliados em pares de ambientes. Portanto, os genótipos dispostos nos quadrantes 4 e 2 (Q4 e Q2) têm desempenho

agronômico coincidente no par de ambientes considerados. Assim, ou são inferiores nos dois ambientes (Q4) ou são superiores em ambos (Q2). Os genótipos classificados nos quadrantes 1 e 3 (Q1 e Q3) são mais bem adaptados a um dos ambientes considerados.

Nos ambientes de Planaltina e Nova Porteirinha, com exceção da progênie 809, todos os genótipos enquadraram-se em Q4 ou Q2, o que mostra baixa interação GxA entre esses dois locais (Figura 1). Assim, o coeficiente de correção do desempenho fenotípico nos ambientes foi consideravelmente alto (0,88). Esses resultados são interessantes, pois evidenciam que genótipos avaliados em um desses ambientes tendem a apresentar bom desempenho também no outro ambiente. De forma distinta, nas avaliações que envolviam Pelotas (Figura 1), o coeficiente de correlação fenotípica foi apenas médio (aproximadamente 0,5), com genótipos com amplas e específicas adaptações a um determinado ambiente.

Independentemente do ambiente, apenas genótipos selecionados pela Embrapa foram classificados em Q2 (alto desempenho). Quanto aos genótipos selecionados pela Epamig, esperava-se, inicialmente, que eles apresentassem, em Nova Porteirinha, desempenho melhor do que os selecionados pela Embrapa, já que foram selecionados nesse ambiente (Juhász et al., 2010). Porém, os materiais selecionados pela Embrapa – seleção realizada em Petrolina, PE (Drumond et al., 2010) – apresentaram superioridade fenotípica também nesse ambiente.

Tabela 5. Ganho fenotípico (G), em razão da seleção massal, das dez melhores progênes da população C₁, em comparação ao desempenho da população C₀.

Progênie	Planaltina, DF		Nova Porteirinha, MG		Pelotas, RS		Média Geral	
	Média	G (%)	Média	G (%)	Média	G (%)	Média	G (%)
	População C ₀							
802	1.449	0	1056	0	693	0	1066	0
	Seleção massal das dez melhores progênes da população C ₁							
803	1.905	32	1965	86	1466	111	1779	67
804	1.867	29	2039	93	1976	185	1961	84
805	1.588	10	2017	91	1578	128	1728	62
806	2.049	41	1841	74	979	41	1623	52
807	1.757	21	1726	63	1552	124	1678	57
808	1.891	31	1997	89	1226	77	1705	60
809	1.644	13	1404	33	1625	135	1558	46
810	1.698	17	1915	81	1675	142	1763	65
811	1.928	33	1827	73	1785	158	1847	73
812	1.963	35	1742	65	1475	113	1727	62
Média C ₁	1.829	26	1.847	75	1.534	121	1.737	63

No ensaio de competição, o desempenho do melhor genótipo (progênie 806) foi de 2.048 kg ha⁻¹ de grãos (Tabela 5), aos 36 meses de idade, obtido em Planaltina. Este resultado é inferior ao relatado por Drumond et al. (2010), para este mesmo genótipo, cultivado em condições irrigadas no Município de Santa Maria da Boa Vista, PE, em que os autores realizaram uma primeira avaliação do desempenho das progênies selecionadas por seleção massal, e observaram produtividade média de dez progênies de 3.294 kg ha⁻¹, aos 24 meses, com variação de 2.853 a 3.542 kg ha⁻¹. Provavelmente, as condições do ambiente de seleção dos materiais, somadas ao complemento da irrigação, favoreceram a maior produtividade e a maior precocidade dos materiais.

O presente trabalho é um dos primeiros a avaliar o desempenho agrônomo de um grupo de genótipos selecionados de pinhão-manso, em diferentes condições

Tabela 6. Agrupamento das famílias de meio-irmãos de pinhão-manso (*Jatropha curcas*) quanto à produtividade⁽¹⁾.

Progênie	Planaltina, DF	Nova Porteirinha, MG	Pelotas, RS
803	1.905a	1.965a	1.465a
804	1.867a	2.039a	1.975a
805	1.588a	2.017a	1.578a
806	2.048a	1.840a	979b
807	1.757a	1.726a	1.552a
808	1.890a	1.997a	1.226b
809	1.644a	1.404b	1.625a
810	1.697a	1.915a	1.674a
811	1.928a	1.826a	1.784a
812	1.963a	1.742a	1.474a
813	1.081b	1.078b	1.447a
814	1.110b	777b	1.672a
815	1.214b	1.165b	1.156b
816	1.123b	1.186b	1.061b
817	1.220b	1.186b	997b
818	470c	710b	619b

⁽¹⁾Médias seguidas de letras iguais, nas colunas, constituem grupo estatisticamente homogêneo, pelo teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade.

Tabela 7. Coeficiente de coincidência entre ambientes, da seleção massal das sete melhores famílias, quanto à produção de grãos.

Ambiente	n	Nº de coincidência	Coeficiente de coincidência
Planaltina, DF x Nova Porteirinha, MG	18	5	0,7142
Planaltina, DF x Pelotas, RS	18	2	0,2857
Nova Porteirinha, MG x Pelotas, RS	18	4	0,5714

ambientais (Juhász et al., 2013), e traz a primeira quantificação da interação GxA em pinhão-manso.

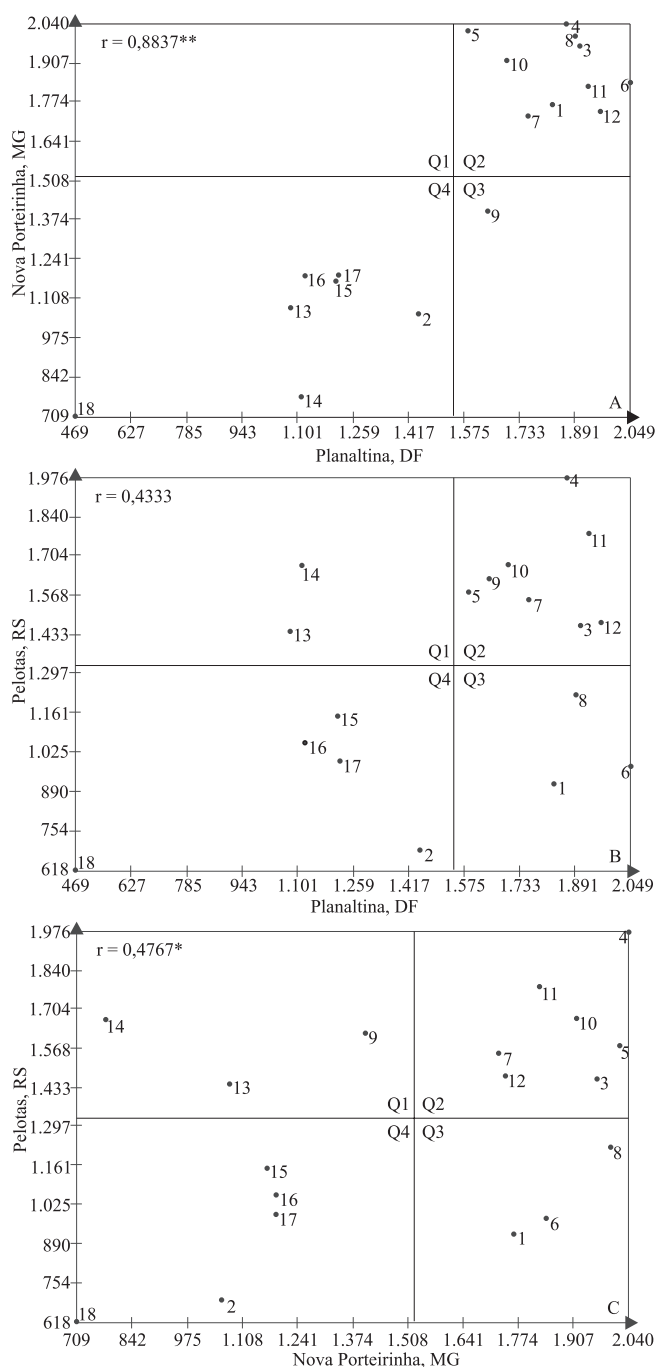


Figura 1. Correlação e dispersão gráfica do desempenho agrônomo (kg ha⁻¹) de 18 famílias de meio-irmãos de pinhão-manso (*Jatropha curcas*), em Planaltina, DF, Nova Porteirinha, MG, e Pelotas, RS. Numeração de 1 a 18 corresponde, respectivamente, às progênies de 801 a 818; r, correlação entre ambientes.

Conclusões

1. Há interação genótipo x ambiente significativa quanto à produção de grãos, em progênies de meio-irmãos de pinhão-manso.

2. Os componentes de variância, bem como os parâmetros genéticos e ambientais, indicam a existência de variabilidade genética e de condições favoráveis à seleção das melhores famílias, nos diferentes ambientes.

Agradecimentos

Ao Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação, à Financiadora de Estudos e Projetos (Finep) e ao Conselho Nacional de Pesquisa e Desenvolvimento (CNPq), pelo apoio financeiro.

Referências

- ARDELEAN, M.; CORDEA, M.; HAS, V.; BORS, A. G x E interaction on yield stability of five sweet corn hybrids grown under different agricultural systems. **Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca**, v.40, p.290-292, 2012.
- AUGUSTIN, L.; MILACH, S.; BISOGNIN, D.A.; SUZIN, M. Genotype x environment interaction of agronomic and processing quality traits in potato. **Horticultura Brasileira**, v.30, p.84-90, 2012. DOI: 10.1590/S0102-05362012000100015.
- BAHADUR, B.; SUJATHA, M.; CARELS, N. **Jatropha, challenges for a new energy crop. Volume 2:** genetic improvement and biotechnology. New York: Springer Verlag, 2013. 614p. DOI: 10.1007/978-1-4614-4915-7.
- BHERING, L.L.; BARRERA, C.F.; ORTEGA, D.; LAVIOLA, B.G.; ALVES, A.A.; ROSADO, T.B.; CRUZ, C.D. Differential response of *Jatropha* genotypes to different selection methods indicates that combined selection is more suited than other methods for rapid improvement of the species. **Industrial Crops and Products**, v.41, p.260-265, 2013. DOI: 10.1016/j.indcrop.2012.04.026.
- BHERING, L.L.; CRUZ, C.D.; LAVIOLA, B.G. Biometria aplicada ao melhoramento de espécies alternativas para produção de biodiesel. In: CARDOSO, D.L.; LUZ, L.N. da; PEREIRA, T.N.S. (Ed.). **Estratégias em melhoramento de plantas**. Viçosa: Arka, 2011. p.89-119.
- BHERING, L.L.; LAVIOLA, B.G.; SALGADO, C.C.; SANCHEZ, C.F.B.; ROSADO, T.B.; ALVES, A.A. Genetic gains in physic nut using selection indexes. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.47, p.402-408, 2012. DOI: 10.1590/S0100-204X2012000300012.
- BOSE, L.K.; SUBUDHI, H.N. Genotype x environment interaction and stability analysis for grain yield and its components studies in dry season rice. **International Journal of Agricultural and Statistical Sciences**, v.8, p.659-666, 2012.
- CARELS, N.; SUJATHA, M.; BAHADUR, B. **Jatropha, challenges for a new energy crop. Volume 1:** farming, economics and biofuel. New York: Springer Verlag, 2013. 599p. DOI: 10.1007/978-1-4614-4915-7_14.
- CRUZ, C.D. **Princípios de genética quantitativa**. Viçosa: Ed. da UFV, 2005. 394p.
- CRUZ, C.D. GENES - a software package for analysis in experimental statistics and quantitative genetics. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v.35, p.271-276, 2013. DOI: 10.4025/actasciagron.v35i3.21251.
- DIAS, L.A. dos S.; LEME, L.P.; LAVIOLA, B.G.; PALLINI FILHO, A.; PEREIRA, O.L.; CARVALHO, M.; MANFIO, C.E.; SANTOS, A.S.; SOUSA, L.C.A.; OLIVEIRA, T.S.; DIAS, D.C.F.S. **Cultivo de pinhão manso (*Jatropha curcas* L.) para produção de óleo combustível**. Viçosa: Ed. da UFV, 2007. 40p.
- DRUMOND, M.A.; SANTOS, C.A.F.; OLIVEIRA, V.R. de; MARTINS, J.C.; ANJOS, J.B. dos; EVANGELISTA, M.R.V. Desempenho agrônomico de genótipos de pinhão manso no Semiárido pernambucano. **Ciência Rural**, v.40, p.44-47, 2010. DOI: 10.1590/S0103-84782009005000229.
- DURÃES, F.O.M.; LAVIOLA, B.G.; ALVES, A.A. Potential and challenges in making physic nut (*Jatropha curcas* L.) a viable biofuel crop: the Brazilian perspective. **CAB Reviews: Perspectives in Agriculture, Veterinary Science, Nutrition and Natural Resources**, v.6, n.043, 2011. DOI: 10.1079/PAVSNNR20116043.
- DURÃES, F.O.M.; LAVIOLA, B.G.; SUNDFELD, E.; MENDONÇA, S.; BHERING, L.L. **Pesquisa, desenvolvimento e inovação em pinhão-manso para produção de biocombustíveis**. Brasília: Embrapa Agroenergia, 2009. 28p. (Embrapa Agroenergia. Documentos, 001).
- GURGEL, F. de L.; LAVIOLA, B.G.; DA SILVA, D.M.; KOBAYASHI, A.K.; ROSADO, T.B. Phenology and biometry of physic nut in the Brazilian Savannah. **Ciência e Agrotecnologia**, v.35, p.1122-1131, 2011. DOI: 10.1590/S1413-70542011000600012.
- JUHÁSZ, A.C.P.; MORAIS, D. de L.B.; SOARES, B.O.; PIMENTA, S.; RABELLO, H. de O.; RESENDE, M.D.V. Parâmetros genéticos e ganho com a seleção para populações de pinhão-manso (*Jatropha curcas*). **Pesquisa Florestal Brasileira**, v.30, p.25-35, 2010. DOI: 10.4336/2010.pfb.61.25.
- JUHÁSZ, A.C.P.; RESENDE, M.D.V. de; LAVIOLA, B.G.; COSTA, M.R. Melhoramento genético de *Jatropha curcas*: considerações e metodologias. In: RESENDE, J.C.F. de; LONDE, L.N.; NEVES, W. dos S. (Ed.). **Pinhão-manso**. Nova Porteira: Epamig, 2013. p.89-152.
- LAVIOLA, B.G.; ALVES, A.A.; ROCHA, R.B.; DRUMOND, M.A. The importance of *Jatropha* for Brazil. In: CARELS, N.; SUJATHA, B.; BAHADUR, B. (Ed.). **Jatropha, challenges for a new energy crop. Volume 1:** farming, economics and biofuel. New York: Springer, 2013a. p.71-94.
- LAVIOLA, B.G.; ALVES, A.A.; GURGEL, F. de D.; ROSADO, T.B.; ROCHA, R.B.; ALBRECHT, J.C. Estimates of genetic parameters for physic nut traits based in the germplasm two years evaluation. **Ciência Rural**, v.42, p.429-435, 2012. DOI: 10.1590/S0103-84782012000300008.

- LAVIOLA, B.G.; BHERING, L.L.; MENDONCA, S.; ROSADO, T.B.; ALBRECHT, J.C. Caracterização morfo-agronômica do banco de germoplasma de pinhao manso na fase jovem. **Bioscience Journal**, v.27, p.371-379, 2011.
- LAVIOLA, B.G.; OLIVEIRA, A.M.C. e; BHERING, L.L.; ALVES, A.A.; ROCHA, R.B.; GOMES, B.E.L.; CRUZ, C.D. Estimates of repeatability coefficients and selection gains in *Jatropha* indicate that higher cumulative genetic gains can be obtained by relaxing the degree of certainty in predicting the best families. **Industrial Crops and Products**, v.51, p.70-76, 2013b. DOI: 10.1016/j.indcrop.2013.08.016.
- LAVIOLA, B.G.; ROCHA, J.D.; KOBAYASHI, A.K.; ROSADO, T.B.; BHERING, L.L. Genetic improvement of *Jatropha* for biodiesel production. **Ceiba**, v.51, p.1-10, 2010. DOI: 10.5377/ceiba.v51i1.640.
- MAIA, M.C.C.; RESENDE, M.D.V. de; PAIVA, J.R. de; CAVALCANTE, J.J.V.; BARROS, L. de M. Seleção simultânea para produção, adaptabilidade e estabilidade genotípica em clones de cajueiro via modelos mistos. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v.39, p.43-50, 2009.
- RESENDE, J.C.F. de; LONDE, L.N.; NEVES, W. dos S. **Pinhão-manso**. Nova Poerteirinha: Epamig, 2013. 524p.
- REVANAPPA, S.B.; KAMANNAVAR, P.Y.; VIJAYKUMAR, A.G.; GANAJAXI, M.; GAJANAN, D.K.; ARUNKUMAR, B.; SALIMATH, P.M. Genotype x environment interaction and stability analysis for grain yield in blackgram (*Vigna mungo* L.). **Legume Research**, v.35, p.56-58, 2012.
- ROSADO, A.M.; ROSADO, T.B.; ALVES, A.A.; LAVIOLA, B.G.; BHERING, L.L. Seleção simultânea de clones de eucalipto de acordo com produtividade, estabilidade e adaptabilidade. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.47, p.964-971, 2012. DOI: 10.1590/S0100-204X2012000700013.
- SPINELLI, V.M.; ROCHA, R.B.; RAMALHO, A.R.; MARCOLAN, A.L.; VIEIRA JÚNIOR, J.R.; FERNANDES, C.F.; MILITÃO, J.S.L.T.; DIAS, L.A.S. Componentes primários e secundários do rendimento de óleo de pinhão-manso. **Ciência Rural**, v.40, p.1752-1758, 2010. DOI: 10.1590/S0103-84782010005000129.
- STURION, J.A.; RESENDE, M.D.V. de. Eficiência do delineamento experimental e capacidade de teste no melhoramento genético da erva-mate (*Ilex paraguariensis* St. Hil.). **Boletim de Pesquisa Florestal**, v.50, p.3-10, 2004.
- TOMINAGA, N.; KAKIDA, J.; YASUDA, E.K. **Cultivo de pinhão-manso para produção de biodiesel**. Viçosa: Centro de Produções Técnicas, 2007. 220p. (CPT. Série agroindústria).
- VENCOVSKY, R. Herança quantitativa. In: PATERNIANI, E. (Ed.). **Melhoramento e a produção de milho no Brasil**. Piracicaba: Fundação Cargil, 1987. p.137-214.

Recebido em 17 de dezembro de 2013 e aprovado em 28 de abril de 2014