

CORRELAÇÃO ENTRE CARACTERES E ANÁLISE DE TRILHA EM PROGÊNIOS DE MAMONA (*Ricinus communis* L.) EM CONDIÇÕES DE SAFRINHA NO ESTADO DE SÃO PAULO

Amadeu Regitano Neto¹, Tammy Aparecida Manabe Kiihl², Edson Perito Amorim³, Nilza Patrícia Ramos⁴ e Ângelo Savy Filho⁵

Resumo

Foi instalado um ensaio de avaliação de 73 progênies do Programa de Melhoramento de mamona do Instituto Agronômico que foi utilizado para estimar valores da correlação entre 12 caracteres agronômicos, em Campinas (SP), Brasil, em fevereiro, e avaliado na safrinha de 2007, em blocos casualizados com três repetições, incluindo sete testemunhas comerciais. A análise de trilha foi empregada para particionar os valores de correlação em efeitos diretos e indiretos sobre a produção de grãos. Valores de correlação positivos e significativos foram obtidos entre produção de grãos e todas as características de arquitetura da planta, dos racemos primários e secundários e os componentes da produção avaliados. A altura da planta, altura, comprimento e número de frutos do racemo secundário, além da produção dos racemos primários e secundários tiveram efeitos diretos positivos sobre a produção de grãos, podendo ser utilizados na seleção indireta, nas condições de safrinha.

Introdução

A mamoneira é uma oleaginosa da família das Euforbiáceas, de grande importância sócio-econômica para o país, que já foi o principal produtor mundial de mamona em baga e exportador de óleo. Produzida em quase todos os estados do Brasil, e na sua maior parte na Bahia (CONAB, 2009), tem como principal produto o óleo, com teor variando entre 35 e 55%, com inúmeros e muito variados usos industriais, além do uso como combustível renovável (SAVY FILHO, 2005).

O nível tecnológico encontrado nas explorações é muito variado praticado principalmente por médios e pequenos agricultores que se utilizam de sementes de cultivares locais guardadas para o plantio da safra seguinte. Com a tecnologia de produção disponível, o pequeno e médio produtor pode assegurar renda líquida efetiva no sistema de consórcio com fileiras duplas de mamona. A produção por área pode chegar a ser o dobro da conseguida com a cultura alimentícia. Em regiões onde o risco climático é elevado, a mamoneira garante estabilidade ao sistema produtivo do pequeno produtor (SAVY FILHO, 2005).

A produtividade de grãos é um caráter complexo, resultante da expressão e da associação de diferentes componentes, que são considerados pelo melhorista no processo de seleção de novos genótipos. Para que a seleção seja realizada de forma eficiente, são necessárias informações sobre a natureza e a magnitude das variações fenotípicas observadas em uma determinada população, bem como sobre as correlações de outras características agronômicas com a produtividade, ou mesmo entre elas, e sobre a extensão da influência ambiental na expressão das características estudadas (GOMES et al., 2007). A correlação fenotípica entre duas características é governada pelos componentes genético e ambiental. A correlação genética é causada pela presença de pleiotropia e/ou desequilíbrio de ligação. A correlação fenotípica é a única onde a observação direta do fenômeno é

¹ Amadeu Regitano Neto é Pesquisador Científico do Centro de Análise e Pesquisa Tecnológica do Agronegócio de Grãos e Fibras, Instituto Agronômico (IAC), Campinas, SP, Caixa Postal 28, CEP 13021-970. E-mail: regitano@iac.sp.gov.br

² Tammy Aparecida Manabe Kiihl é Pesquisadora Científica do Centro de Análise e Pesquisa Tecnológica do Agronegócio de Grãos e Fibras, Instituto Agronômico (IAC), Campinas, SP, Caixa Postal 28, CEP 13021-970. E-mail: tammy@iac.sp.gov.br

³ Edson Perito Amorim é Pesquisador Científico da Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical, Cruz das Almas, BA, Caixa Postal 7, CEP 44380-000. E-mail: edson@cnpmf.embrapa.br

⁴ Nilza Patrícia Ramos é Pesquisadora Científica da Embrapa Meio Ambiente, Jaquariúna, SP, Caixa Postal 69, CEP 13820-000. E-mail: npramos@cnpma.embrapa.br

⁵ Ângelo Savy Filho é Pesquisador Científico do Centro de Análise e Pesquisa Tecnológica do Agronegócio de Grãos e Fibras, Instituto Agronômico (IAC), Campinas, SP, Caixa Postal 28, CEP 13021-970. E-mail: savy@iac.sp.gov.br

possível (FALCONER e MACKAY, 1996). A correlação quantifica a associação entre duas variáveis quaisquer. Portanto, não permite inferências sobre causa e efeito, impossibilitando o conhecimento de qual tipo de associação governa o par de caracteres (FURTADO et al., 2002). A análise de trilha, proposta por Wright (1921), permite decompor o coeficiente de correlação em efeitos diretos e indiretos (coeficiente de trilha). Para Cruz e Carneiro (2003) esta análise pode ser definida como um coeficiente de regressão padronizado, sendo uma expansão da análise de regressão múltipla, quando estão envolvidos inter-relacionamentos complexos.

Os objetivos da presente pesquisa foram estimar, para as condições de safrinha, no estado de São Paulo, as correlações genéticas entre treze caracteres agrônômicos e seus efeitos diretos e indiretos, por meio da análise de trilha, sobre a produção de grãos em 73 genótipos de girassol, visando subsidiar programas de melhoramento nos processos de seleção de genótipos promissores.

Material e Métodos

Este trabalho foi desenvolvido no campo experimental do IAC, na Fazenda Santa Elisa, na cidade de Campinas, SP. O ensaio foi instalado em fevereiro de 2007 em terreno preparado e adubado com 250 kg ha^{-1} da fórmula 4-14-08, acrescida de micronutrientes FTA, com aplicação de trifluralina em PPI e tratamento de sementes com fungicida Thiram. O delineamento experimental foi em blocos ao acaso com três repetições e foram plantadas 73 progênies experimentais obtidas pelo programa de melhoramento institucional. De forma intercalar, foram plantadas sete cultivares comerciais: as variedades IAC 2028, Guarani, IAC 80, IAC 226, e os híbridos Sara, Mara e Lara, utilizados como testemunhas. As parcelas foram de 10 plantas espaçadas de 1,00 metro entre plantas e de 1,80 metro entre linhas, resultando numa área de 18 m^2 . Foram avaliadas cinco plantas por parcela para: altura da planta (AP, cm), altura do racemo primário (ARP, cm), altura do racemo secundário (ARS, cm), diâmetro do caule (DC, cm), número de entrenós (NEN), comprimento do racemo primário (CRP, cm) e secundário (CRS, cm), número de frutos do racemo primário (NFP) e do secundário (NFS), além da produção de grãos no racemo primário (PRP, g) e no secundário (PRS, g), conduzida em todos os racemos colhidos, e produção de grãos por parcela (PROD, g/parcela) durante a safrinha e o inverno de 2007.

Para cada caráter, foi conduzida uma análise de variância. As estimativas das correlações genéticas foram obtidas como descrito por Steel e Torrie (1980). Realizou-se o desdobramento dessas correlações em efeitos diretos e indiretos das 11 características agrônômicas sobre a produção de grãos (PROD), por meio da análise de trilha, descrita por Cruz e Carneiro (2003). Todas as análises foram realizadas utilizando-se o aplicativo estatístico-computacional Genes (CRUZ, 1997).

Resultados e Discussão

Na ANAVA foram observados, para todas as características avaliadas, efeitos altamente significativos para diferenças entre genótipos. Os coeficientes de variação experimental apresentaram estimativas entre os valores de 12,8% para NEN e 48,9% para PROD. As maiores produções de grãos das parcelas foram de PB72II ($446,7 \text{ kg.ha}^{-1}$) e PB05II ($419,6 \text{ kg.ha}^{-1}$) enquanto as testemunhas obtiveram valores entre $566,48$ e $230,3 \text{ kg.ha}^{-1}$ para a variedade IAC 2028 e o híbrido Lara, respectivamente.

Estimativas altas, positivas e significativas de coeficientes de correlação foram observadas entre si, para todas as características estudadas (Tab. 1) e variaram de 0,47 para AP e PRP até 0,96 para AP e ARS e de 0,55 para ARP e PROD, e ARP e CRS, até 0,92 para ARP e ARS, enquanto para ARS foram estimadas coeficientes de correlação variando de 0,39 com PRP e 0,96 com AP, e esse índice variou entre 0,35 e 0,84 para DC e PRP e DC e NEN, respectivamente. Para NEN os valores variaram entre 0,61 com PROD e 0,84 com DC, enquanto CRP variou de 0,43 com PROD e DC e 0,87 com PRP. Os maiores coeficientes de correlação estimados para PRP foram com CRP e com NFP ($r=0,87$ e $r=0,75$, respectivamente). Para o caráter PRS estimou-se em 0,87 com PROD, e em 0,48 com ARS, e para PROD, a menor estimativa foi de 0,39 com NFP e a maior de 0,87 com PRS.

Características relacionadas à arquitetura do racemo primário tiveram menores coeficientes de correlação que características do racemo secundário, evidenciando a importância desses racemos na produção da planta, em condições de safrinha, quando ocorrem veranicos ao longo do desenvolvimento da cultura. Os maiores coeficientes de correlação para CRS e NFS foram estimados ($r=0,81$) com NEN e NFP, respectivamente, e os menores (em $r=0,41$ e $r=0,50$, respectivamente) com ARS.

O diagnóstico da colinearidade obtido a partir da escolha do coeficiente K igual a 0,2 permitiu a correção das distorções, podendo-se observar valores de FIV sempre menores de 10, conferindo maior confiabilidade nas interpretações de causa e efeito entre os caracteres (Tabela 1)

O coeficiente de determinação mostrou que 79% do caráter PROD pode ser explicado pelo efeito das variáveis estudadas, uma vez que PROD tem controle quantitativo com vários alelos modificadores, de pequeno efeito, além de sofrer alta influência ambiental e conseqüente baixa herdabilidade.

Os caracteres AP, ARS, PRP, PRS, CRS e NFS mostraram efeitos diretos positivos sobre PROD, evidenciando a importância desses caracteres para a produção de grãos.

Conclusões

Os resultados apresentados permitem inferir sobre a possibilidade da seleção indireta para produção de grãos, em condições de safrinha, utilizando-se os caracteres como altura da planta e altura do racemo secundário (AP x ARS, $r = 0,96$), de caracteres do racemo secundário, como comprimento e número de frutos (CRS x NFS, $r = 0,70$) e as produções individualizadas dos racemos primários e secundários (PRP x PRS, $r = 0,73$).

Referências

BANZATO, N., ROCHA, J., & CANECCHIO FILHO, V. (1963). Transferência do caráter indeiscência para cultivar IAC-38 de mamoneira. *Bragantia*, v.22, p.291-298.

CONAB *Acompanhamento da safra brasileira : grãos : oitavo levantamento*. maio/2009 / Companhia Nacional de Abastecimento. – Brasília, Conab, 2009.

CRUZ, C. D. *GENES: aplicativo computacional em genética e estatística*. Viçosa: UFV, 1997. 442p.

CRUZ, C. D.; CARNEIRO, P. C. S. *Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético*. Viçosa: UFV, 2003. 585p.

FALCONER, D. S.; MACKAY, T. F.C. *Introduction to quantitative genetics*. Harlow: Longman. 1996. 464p.

FURTADO, M.R.; CRUZ, C.D.; CARDOSO, A.A.; COELHO, A.D.F.; PETERNELLI, L.A. Análise de trilha do rendimento do feijoeiro e seus componentes primários em monocultivo e em consórcio com a cultura do milho. *Ciência Rural*, Santa Maria, v.32, p.217-220, 2002.

GOMES, C.N.; CARVALHO, S.P.; JESUS, A.M.S.; CUSTÓDIO, T.N. Caracterização morfoagronômica e coeficientes de trilha de caracteres componentes da produção em mandioca. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.42, n.8, p.1121- 1130, 2007.

SAVY FILHO, A. *Mamona Tecnologia Agrícola* (1 ed) Campinas, SP, Brasil: EMOPI. 2005. 105p.

STEEL R. G. D.; TORRIE, J. L. *Principles and procedures of statistics*. New York: Macgraw-Hill, 1980. 418p.

WRIGHT, S. Correlation and causation. *Journal Agricultural Research*, v.20, p.557-585, 1921.

Tabela 1. Estimativas de correlações genéticas entre 12 características, efeitos diretos e indiretos dos caracteres altura da planta (AP, cm), altura do racemo primário (ARP, cm), altura do racemo secundário (ARS, cm), diâmetro do caule (DC, cm), número de entrenós (NEN), comprimento do racemo primário (CRP, cm) e secundário (CRS, cm), número de frutos do racemo primário (NFP) e do secundário (NFS), produção de grãos no racemo primário (PRP, g) e no secundário (PRS, g), e produção de grãos por parcela (PROD, g/parcela) de 73 progênies de mamona, obtidos pelo método da análise de trilha, Campinas, 2007.

| | AP | ARP | ARS | DC | NEN | CRP | NFP | PRP | CRS | NFS | PRS |
|--------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| ARP | 0.91 | | | | | | | | | | |
| ARS | 0.96 | 0.92 | | | | | | | | | |
| DC | 0.80 | 0.64 | 0.77 | | | | | | | | |
| NEN | 0.83 | 0.86 | 0.80 | 0.84 | | | | | | | |
| CRP | 0.56 | 0.65 | 0.47 | 0.43 | 0.70 | | | | | | |
| NFP | 0.56 | 0.68 | 0.53 | 0.43 | 0.65 | 0.74 | | | | | |
| PRP | 0.47 | 0.66 | 0.39 | 0.35 | 0.68 | 0.87 | 0.75 | | | | |
| CRS | 0.58 | 0.55 | 0.41 | 0.70 | 0.81 | 0.69 | 0.59 | 0.64 | | | |
| NFS | 0.64 | 0.56 | 0.50 | 0.75 | 0.79 | 0.44 | 0.81 | 0.62 | 0.70 | | |
| PRS | 0.57 | 0.56 | 0.45 | 0.55 | 0.72 | 0.50 | 0.50 | 0.73 | 0.74 | 0.79 | |
| PROD | 0.61 | 0.55 | 0.56 | 0.50 | 0.61 | 0.43 | 0.39 | 0.66 | 0.66 | 0.65 | 0.87 |
| Ef. Diretos | 0,12 | -0,10 | 0,43 | -0,20 | -0,21 | -0,07 | -0,30 | 0,32 | 0,28 | 0,24 | 0,41 |
| F.I.V. | 4,80 | 4,95 | 5,20 | 3,98 | 5,04 | 3,92 | 4,17 | 3,99 | 3,30 | 5,51 | 3,16 |
| E.I. via AP | | 0,11 | 0,11 | 0,09 | 0,10 | 0,07 | 0,07 | 0,05 | 0,07 | 0,07 | 0,07 |
| E.I. via ARP | -0,09 | | -0,10 | -0,07 | -0,09 | -0,07 | -0,07 | -0,07 | -0,06 | -0,06 | -0,06 |
| E.I. via ARS | 0,41 | 0,40 | | 0,33 | 0,34 | 0,20 | 0,23 | 0,17 | 0,17 | 0,22 | 0,19 |
| E.I. via DC | -0,16 | -0,13 | -0,16 | | -0,17 | -0,09 | -0,09 | -0,07 | -0,14 | -0,15 | -0,11 |
| E.I. via NEN | -0,18 | -0,19 | -0,17 | -0,18 | | -0,15 | -0,14 | -0,15 | -0,17 | -0,17 | -0,15 |
| E.I. via CRP | -0,04 | -0,05 | -0,03 | -0,03 | -0,05 | | -0,06 | -0,06 | -0,05 | -0,03 | -0,04 |
| E.I. via NFP | -0,17 | -0,21 | -0,16 | -0,13 | -0,20 | -0,22 | | 0,23 | -0,18 | -0,24 | -0,15 |
| E.I. via PRP | 0,15 | 0,21 | 0,12 | 0,11 | 0,21 | 0,27 | 0,24 | | 0,20 | 0,20 | 0,23 |
| E.I. via CRS | 0,16 | 0,16 | 0,11 | 0,20 | 0,22 | 0,19 | 0,17 | 0,18 | | 0,20 | 0,20 |
| E.I. via NFS | 0,16 | 0,14 | 0,12 | 0,19 | 0,20 | 0,11 | 0,20 | 0,15 | 0,17 | | 0,20 |
| E.I. via PRS | 0,23 | 0,23 | 0,18 | 0,23 | 0,29 | 0,21 | 0,21 | 0,30 | 0,30 | 0,32 | |