Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento 12
ISSN 1517-2457
Dezembro, 2010

Diagnose Precoce sobre Produtividade do Guaranazeiro (*Paullinia cupana* var. sorbilis) por Meio de Caracteres de Crescimento

Embrapa

ISSN 1517-2457
Dezembro, 2010

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Embrapa Amazônia Ocidental
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento

Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento 12

Diagnose Precoce sobre Produtividade do Guaranazeiro (*Paullinia cupana* var. sorbilis) por Meio de Caracteres de Crescimento

André Luiz Atroch
Firmino José do Nascimento Filho
Eva Maria Alves Cavalcanti Atroch

Embrapa Amazônia Ocidental
Manaus, AM
2010

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

Embrapa Amazônia Ocidental
Rodovia AM-010, Km 29, Estrada Manaus/Itacoatiara
Caixa Postal 319
Fone: (92) 3303-7800
Fax: (92) 3303-7820
http://www.cpaa.embrapa.br

Comitê de Publicações da Unidade
Presidente: *Celso Paulo de Azevedo*
Secretária: *Gleise Maria Teles de Oliveira*
Membros: *Aparecida das Graças Claret de Souza*
José Ricardo Pupo Gonçalves
Lucinda Carneiro Garcia
Luis Antonio Kioshi Inoue
Maria Augusta Abtibol Brito
Maria Perpétua Beleza Pereira
Paulo César Teixeira
Raimundo Nonato Vieira da Cunha
Ricardo Lopes
Ronaldo Ribeiro de Morais

Revisor de texto: *Maria Perpétua Beleza Pereira*
Normalização bibliográfica: *Maria Augusta Abtibol Brito*
Diagramação: *Gleise Maria Teles de Oliveira*
Fotos da capa: *Neuza Campelo e Murilo Rodrigues de Arruda*
1ª edição
1ª impressão (2010): *300*

Todos os direitos reservados.
A reprodução não autorizada desta publicação, no todo ou em parte,
constitui violação dos direitos autorais (Lei nº 9.610).

CIP-Brasil. Catalogação-na-publicação.
Embrapa Amazônia Ocidental.

Atroch, André Luiz.
Diagnose precoce sobre produtividade do guaranazeiro (*Paullinia cupana* var. sorbilis) por meio de caracteres de crescimento. / André Luiz Atroch, Firmino José do Nascimento Filho, Eva Maria Alves Cavalcanti Atroch. – Manaus: Embrapa Amazônia Ocidental, 2010.
16 p. - (Embrapa Amazônia Ocidental. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento; 12).

ISSN 1517-2457

1. Guaraná. 2. Melhoramento genético. I. Atroch, André Luiz. II. Nascimento Filho, Firmino José do. III. Atroch, Eva Maria Alves Cavalcanti. IV. Título. V. Série.

CDD 633.7

© Embrapa 2010

Sumário

Resumo.....5

Abstract.....7

Introdução.....8

Material e Métodos.....9

Resultados e Discussão.....10

Conclusão.....14

Referências.....15

Diagnose Precoce sobre Produtividade do Guaranazeiro (*Paullinia cupana* var. sorbilis) por Meio de Caracteres de Crescimento

André Luiz Atroch[1]
Firmino José do Nascimento Filho[2]
Eva Maria Alves Cavalcanti Atroch[3]

Resumo

A correlação entre caracteres no melhoramento genético de espécies perenes é de grande importância, principalmente se a seleção em um deles apresenta dificuldades em razão da baixa herdabilidade e/ou tenha problemas de medição e identificação. Portanto, uma das formas mais adequadas de conseguir sucesso no melhoramento de um caráter que apresenta baixa herdabilidade, como a produção, é a utilização de um caráter correlacionado, que seja de fácil medição e que apresente maior herdabilidade. No presente trabalho, procurou-se relacionar os principais caracteres da fase inicial de desenvolvimento com a produção de frutos em guaranazeiro, visando verificar a possibilidade da seleção indireta, via caracteres da fase juvenil. A análise de trilha (*path analysis*) foi realizada utilizando as características: comprimento do ramo principal aos 12 meses após o plantio (CRP); número de ramos por planta aos 12 meses após o plantio (NR); número de folhas por planta aos 12 meses após o plantio (NF); e produção de sementes secas (PROD), em kg planta^{-1} ano^{-1}, utilizando-se o software GENES e tomando por base diagramas em cadeia, considerando três caracteres secundários (CRP,

[1]Engenheiro Agrônomo, D.Sc. em Genética, Conservação e Biologia Evolutiva, pesquisador da Embrapa Amazônia Ocidental, Manaus, AM, andre.atroch@cpaa.embrapa.br
[2]Engenheiro Agrônomo, D.Sc. em Genética e Melhoramento de Plantas, pesquisador da Embrapa Amazônia Ocidental, Manaus, AM, firmino.filho@cpaa.embrapa.br
[3]Bióloga, D.Sc. em Botânica, professora da Universidade Federal do Amazonas (Ufam), Instituto de Ciências Biológicas (ICB), Manaus, AM, eatroch@ufam.edu.br

NF e NR) e a variável básica PROD. A seleção direta para o aumento da produção de sementes secas (PROD) deve ser realizada nos caracteres número de folhas (NF) e número de ramos (NR), e a seleção indireta para aumentar o número de ramos (NR) deve ser realizada via comprimento do ramo principal (CRP).

Palavras-chave: melhoramento genético, seleção indireta, análise de trilha.

Precocious Diagnosis about Productivity of Guarana Culture (*Paullinia cupana* var. sorbilis) through Growth Characters

Abstract

The correlation among characters in breeding programms of perennial cultures is of great importance mainly if the selection in one of them presents difficulties due to low heritability or has mensuration and identification problems. Therefore, an adapted form of getting success in the improvement of a character that presents low heritability as the production is the use of a correlated character that is easy to measure and presents a larger heritability. In the present work it was looked for to link the main characters of the juvenile phase with the production of fruits in guarana seeking to verify the possibility of indirect selection through characters of juvenile.
The path analysis was performed using the characteristics length of the main branch at 12 months after planting (CRP), the number of branches per plant at 12 months after planting (NR), number of leaves per plant at 12 months after planting (NF) and production of dry seeds (PROD), kg plant-1 year-1, using the GENES software and based on chain diagrams, considering three secondary characters (CRP, NF and NR) and the basic variable PROD,It was concluded that the direct selection to increase of the production should be accomplished in the characters number of leaves and number of branches (NR) and the indirect selection to increase the NR should be accomplished through lenght of the main branch.

Index terms: plant breeding, indirect selection, path analysis.

Introdução

No melhoramento genético de uma espécie, a associação entre caracteres é de fundamental importância, principalmente se a seleção em um deles apresenta dificuldades em razão da baixa herdabilidade e/ou problemas de medição e identificação (CRUZ e REGAZZI, 1997). Os coeficientes de correlação fenotípicos podem ser diretamente mensurados a partir de medidas de dois ou mais caracteres em indivíduos de uma população. Falconer (1981) relata que os caracteres correlacionados são de interesse por três razões: sua relação com as causas genéticas devido à ação pleiotrópica dos genes; relação com as mudanças produzidas pela seleção; e relação com a seleção natural.

Em plantas perenes, como o guaranazeiro (*Paullinia cupana* var. sorbilis), é importante a seleção em caracteres da fase jovem visando melhorar um caráter da fase adulta, como a produção, considerando que o tempo é um fator que onera os programas de melhoramento. Portanto, uma forma mais adequada de conseguir sucesso no melhoramento de um caráter que apresenta baixa herdabilidade é a utilização de um caráter correlacionado, que seja fácil de medir e que apresente maior herdabilidade.

O ambiente, segundo Cruz e Regazzi (1997), torna-se causa de correlações quando dois caracteres são influenciados pelas mesmas diferenças de condições ambientais. Valores negativos dessa correlação indicam que o ambiente favorece um caráter em detrimento de outro, e valores positivos indicam que os dois caracteres são beneficiados ou prejudicados pelas mesmas variações ambientais. De maneira geral, as correlações genéticas e ambientais apresentam o mesmo sinal; entretanto, nos casos em que isso não ocorre, há indicativo de que as causas da variação genética e ambiental influenciam os caracteres por meio de diferentes mecanismos fisiológicos (FALCONER, 1981).

No entanto, correlações não são medidas de causa e efeito. Para avaliar a importância relativa dos efeitos diretos e indiretos dos fatores que determinam caracteres complexos, é necessário o desdobramento do coeficiente de correlação pela análise de trilha (*path analysis*), desenvolvida inicialmente por Wright, em 1921 e 1923, e detalhada por LI, em 1975 (VENCOVSKY e BARRIGA, 1992; CRUZ e REGAZZI, 1997).

A análise de trilha é uma expansão da regressão múltipla, quando são envolvidas inter-relações complexas e/ou vários diagramas causais, como é comumente encontrado em estudos de melhoramento envolvendo a produção de grãos ou frutos, os componentes primários da produção e também os caracteres secundários (CRUZ e REGAZZI, 1997).

Em guaranazeiro, Nascimento Filho et al. (1993) utilizaram a análise caminhamento entre caracteres da parte aérea e do sistema radicular com o objetivo de determinar as inter-relações entre alguns caracteres, concluindo que o diâmetro basal do ramo é um indicador indireto da condição do sistema radicular.

No presente trabalho, procurou-se relacionar os principais caracteres da fase inicial de crescimento com a produção de frutos em guaranazeiro, visando verificar a possibilidade da seleção indireta.

Material e Métodos

Os dados de produção de sementes secas (PROD), número de folhas (NF), número de ramos (NR) e comprimento do ramo principal (CRP) foram coletados em 148 clones de guaranazeiro (*Paullinia cupana* var. *sorbilis*), em experimentos de competição de clones (dados da fase inicial de 1983 a 1984 e dados de produção de 1985 a 1994), implantados no Campo Experimental da Embrapa Amazônia Ocidental em Manaus, Amazonas, localizado à latitude de 03º 08' 05 S, longitude de 60º 01' W e numa altitude de 50 m; tipo climático Afi, da classificação de Köppen (clima tropical chuvoso), caracterizado por apresentar temperatura média do mês mais frio do ano acima de 18º C e precipitação pluviométrica do mês mais seco do ano acima de 60 mm (BOLETIM AGROMETEOROLÓGICO, 1998).

A adubação e os tratos culturais, como capinas três vezes ao ano, podas de limpeza e produção, e controle do tripes com inseticida foram realizados conforme Embrapa (1998).

A análise de trilha foi realizada utilizando as características: comprimento do ramo principal aos 12 meses após o plantio (CRP), número de ramos por planta aos 12 meses após o plantio (NR), número

de folhas por planta aos 12 meses após o plantio (NF) e produção de sementes secas (PROD), em kg planta^{-1} ano^{-1}, utilizando-se o software GENES e tomando por base diagramas em cadeia, considerando três caracteres secundários (CRP, NF e NR) e a variável básica PROD, conforme Cruz e Regazzi (1997).

Resultados e Discussão

A análise de variância para comprimento do ramo principal (CRP), número de ramos por planta (NR), número de folhas por planta (NF) e produção de sementes secas (PROD) encontra-se na Tabela 1. Houve diferença significativa entre os clones ao nível de 1% de probabilidade para todas as características, indicando que existe grande variação fenotípica que pode ser explorada para seleção de clones superiores em termos de produtividade e com melhor arquitetura de copa.

Tabela 1. Resumo das análises de variância para os caracteres comprimento do ramo principal (CRP), em cm, número de ramos (NR), número de folhas (NF), aos 12 meses de idade, e produção de sementes secas (PROD), em kg planta^{-1} ano^{-1}, entre sete grupos formados por 148 clones de guaranazeiro.

FV	GL	Quadrados Médios			
		CRP	NR	NF	PROD
Entre Grupos de Clones	6	9,6188**	12,3780**	14,1897**	6,4708**
Dentro de Grupos de Clones	141	0,6332	0,5158	0,4387	0,7672
CV (%)		**33,27**	**30,18**	**31,29**	**45,59**

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

Na Figura 1, estão expressos os coeficientes de correlação genotípica entre os caracteres CRP, NR, NF e PROD. Verificou-se que a PROD correlacionou-se com os três caracteres, principalmente com NF (0,99) e NR (1,17), e de magnitude mediana com o CRP (0,53).

A correlação entre os componentes secundários evidenciou boa correlação entre o CRP e o NF (0,73), e entre NF e NR (0,72), porém a correlação entre o CRP e o NR foi de média magnitude (0,55).

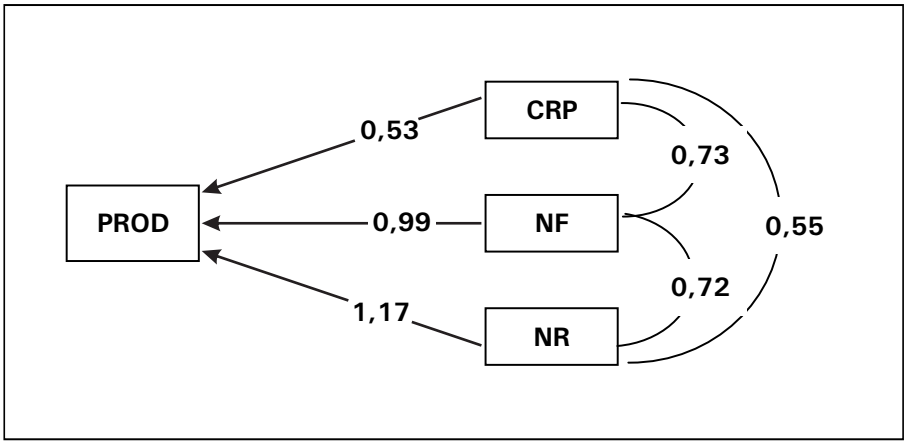

Figura 1. Diagrama dos coeficientes de correlação genotípica entre os caracteres comprimento do ramo principal (CRP), número de folhas (NF), número de ramos (NR) e a produção de sementes secas (PROD).

Analisando-se a Tabela 2, observou-se que o CRP possui um efeito direto negativo sobre a PROD (-1,78) e que o NF e o NR possuem efeito direto positivo sobre a PROD,1,17 e 0,85, respectivamente, ou seja, a seleção direta para NF e NR implicaria em aumento na produção, sendo que a contribuição do NF é maior para o aumento da produção do que o NR.

Em relação à seleção indireta para o caráter CRP via NF e via NR, os efeitos são positivos, 2,47 e 3,16, respectivamente . Para NF, a seleção indireta via CPR apresenta um efeito negativo (-3,52) e via NR, um efeito positivo (2,08). Em relação ao NR, o efeito indireto é negativo via CPR (-1,74) e positivo via NF (1,38) (Tabela 2).

Desse modo, a seleção direta para o aumento da produção (PROD) deve ser realizada nos caracteres NF e NR, e a seleção indireta para aumentar o NR deve ser realizada via CRP, nesse caso o aumento do NR causará um aumento do NF e isso implicará no aumento da PROD.

Tabela 2. Análise de trilha envolvendo três caracteres secundários, comprimento do ramo principal (CRP), em cm, número de folhas por planta (NF) e número de ramos por planta (NR), e a produção de sementes secas por planta (PROD), em kg planta^{-1} ano^{-1}. Embrapa Amazônia Ocidental, Manaus, 2003.

Caráter	Efeito	Estimativa da correlação
CRP	Direto sobre PROD	-1,7836
	Indireto via NF	2,4705
	Indireto via NR	3,1639
	Total	**0,5336**
NF	Direto sobre PROD	1,1735
	Indireto via CRP	-3,5238
	Indireto via NR	2,0860
	Total	**0,9923**
NR	Direto sobre PROD	0,8567
	Indireto via CRP	-1,7400
	Indireto via NF	1,3872
	Total	**1,1769**
	Coeficiente de determinação	1,22
	Efeito da Variável Residual	0

Observações da arquitetura de plantas adultas dos ensaios do programa de melhoramento genético da Embrapa Amazônia Ocidental corroboram os resultados obtidos neste trabalho, pois nota-se que plantas com ramos compridos e grande número de folhas, mas poucos ramos por planta, tendem a ser mais produtivas do que plantas com as mesmas características, porém com muitos ramos por planta. Esse fato pode ser explicado pelo melhor aproveitamento da luz solar para a realização da fotossíntese nesse tipo de planta de arquitetura "aberta" do que em plantas de arquitetura "fechada", que sofrem com o autossombreamento, diminuindo sua capacidade fotossintética. Nesse contexto, Nascimento Filho (2003) constatou que clones que apresentam maior número de ramos, ramos longos e maior número de

folhas, em relação a clones com características de ramos longos, muitas folhas nos ramos e poucos ramos por planta, de maneira geral, possuem melhor desenvolvimento vegetativo e melhor adaptação inicial às condições de campo e produzem frutos já no primeiro e segundo anos, principalmente em ambientes favoráveis, com uso de adubação. Nos anos posteriores, porém, suas produções decresceram em relação à abundante massa vegetativa produzida, o que pode ter exigido uma excessiva quantidade de fotoassimilados, em detrimento da produção de frutos (NASCIMENTO FILHO, 2003). Nas condições de ambientes desfavoráveis, sem uso de adubação, onde foram selecionados, provavelmente a relação massa vegetativa e a produção deve ter se mantido em equilíbrio ao longo dos anos, tendo a planta investido equitativamente na produção de frutos e na parte vegetativa (NASCIMENTO FILHO, 2003).

No programa de melhoramento genético do guaranazeiro da Embrapa Amazônia Ocidental, um dos principais objetivos é a seleção de genótipos produtivos no mais breve período de tempo possível. Desse modo, trabalhos que visem correlacionar caracteres da fase inicial com caracteres da fase adulta são de grande importância para o programa.

A importância dos estudos de caracteres correlacionados tem sido evidenciada nos programas de melhoramento. Ramalho et al. (1993) e Pinto (1995) citam que a correlação entre caracteres e o componente genético das correlações são de grande importância para a seleção e o progresso genético. Diversos autores têm realizado trabalhos com diferentes espécies (CAIERÃO et al., 1999; CARVALHO et al., 1999; KUREK et al., 2001), entretanto, trabalhos com guaraná são escassos (NASCIMENTO FILHO, 1988; ESCOBAR et al., 1984; VALOIS e CORRÊA, 1976), e não possuem relação direta com o presente trabalho.

Conclusão

A seleção direta para o aumento da produção deve ser realizada aos 12 meses nos caracteres número de folhas e número de ramos, e a seleção indireta para aumentar o número de ramos deve ser realizada via comprimento do ramo principal.

Referências

BOLETIM AGROMETEOROLÓGICO. Manaus: Embrapa - CPAA, 1998. 23 p.

CAIERÃO, E. et al. Análise de trilha da variável rendimento de grãos de genótipos de aveia. In: REUNIÃO DA COMISSÃO BRASILEIRA DE PESQUISA DE AVEIA, 19., 1999, Porto Alegre. **Resumos...** Porto Alegre: UFRGS, 1999. p. 27-31.

CARVALHO, C. G. P. et al. Análise de trilha sob multicolinearidade em pimentão. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 34, n. 4, p. 603-613, abr. 1999.

CRUZ, C. D.; REGAZZI, A. J. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. 2. ed. Viçosa: UFV, 1997. 390 p.

EMBRAPA. Centro de Pesquisa Agroflorestal da Amazônia Ocidental. **Sistema de produção para guaraná**. 3. ed. Manaus, 1998. 34 p. (EMBRAPA-CPAA. Documentos, 13).

ESCOBAR, J. R.; CORRÊA, M. P. F.; MOTTA, A. S. Seleção de clones de guaraná *Paullinia cupana* var. *sorbilis* (Mart.) Ducke baseada em vigor e adaptação ao campo. In: SIMPÓSIO DO TRÓPICO ÚMIDO, 1., 1984, Belém, PA. **Resumos...** Belém, PA: EMBRAPA-CPATU, 1984. p. 266.

FALCONER, D. S. **Introdução à genética quantitativa**. Viçosa: UFV, 1981. 279 p.

KUREK, A. J. et al. Análise de trilha como critério de seleção indireta para rendimento de grãos em feijão. **Revista Brasileira de Agrociência**, v. 7, n. 1, p. 29-32, jan./abr. 2001.

NASCIMENTO FILHO, F. J. **Coeficientes de caminhamento entre caracteres da parte aérea e do sistema radicular em guaraná (*Paullinia cupana* var. *sorbilis*).** 1988. 101 p. Dissertação (Mestrado em Genética e Melhoramento de Plantas) – ESALQ, Piracicaba.

NASCIMENTO FILHO, F. J. et al. Análise de caminhamento em mudas de guaraná. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 28, n. 4, p. 447-452, abr. 1993.

NASCIMENTO FILHO, F. J. **Interação genótipos x ambientes, adaptabilidade, estabilidade e repetibilidade em clones de guaraná (*Paullinia cupana* var. *sorbilis* (MART.) DUCKE).** 2003. 182 p. Tese (Doutorado em Genética e Melhoramento de Plantas) – UFV, Viçosa.

PINTO, R. J. B. **Introdução ao melhoramento genético de plantas**. Maringá: EDUEM, 1995.

RAMALHO, M. A. P.; SANTOS, J. B.; ZIMMERMANN, M. J. O. **Genética quantitativa em plantas autógamas**: aplicações no melhoramento do feijoeiro. Goiânia: UVG, 1993. 271 p.

VALOIS, A. C. C.; CORRÊA, M. P. F. **Estudo de caracteres correlacionados com a produção de amêndoa seca no guaranazeiro (*Paullinia cupana* var. *sorbilis*).** Manaus: EMBRAPA - UEPAE de Manaus, 1976. 15 p. (EMBRAPA - UEPAE de Manaus. Circular Técnica, 8).

VENCOVSKY, R.; BARRIGA, P. Genética biométrica no fitomelhoramento. **Revista Brasileira de Genética**, Ribeirão Preto, 496 p., 1992.

Ministério da
Agricultura, Pecuária
e Abastecimento

BRASIL
UM PAÍS DE TODOS
GOVERNO FEDERAL