SCIENTIA
FORESTALIS

# Ganho esperado na seleção de progênies de polinização aberta de *Euterpe oleracea* para produção de frutos

## Expected gain to fruit yield by selection in the open-pollinated progenies of the *Euterpe oleracea*

**Gilberto Ken Iti Yokomizo[1], João Tomé de Farias Neto[2] e Maria do Socorro Padilha de Oliveira[2]**

***Resumo***

O objetivo do trabalho foi o de selecionar as melhores progênies de *Euterpe oleracea*, pelo programa computacional SELEGEN, protoloco REML/BLUP, para comporem uma população recorrente de melhoramento para formação de pomares de sementes por mudas ou clonal. Cinqüenta progênies no delineamento experimental de dois látices 5 x 5 com duas repetições e cinco plantas por parcela no espaçamento de 5 x 5 m foram avaliadas no município de Tomé-Açu, região nordeste do Pará. A variabilidade genética com base no coeficiente de herdabilidade individual foi baixa para número de cachos (0,09), mediana para produção de frutos (0,23) e altas para peso médio do cacho (0,65), peso do cacho vazio (0,70) e comprimento da ráquis (0,51). A correlação genética entre produção de frutos e peso de cem frutos foi de baixa magnitude (0,28) sugerindo a possibilidade de combinar estes caracteres por seleção. Ganhos genéticos nas duas formas de propagação foram elevados, mas a propagação assexuada apresenta-se como uma alternativa mais favorável à obtenção de maiores ganhos na seleção em produção de frutos (29,1%) que a sexual (21,4%).

**Palavras-chave**: genética quantitativa; modelos lineares; predição de valores genéticos; REML/BLUP.

***Abstract***

The objective of this work was to select the best *Euterpe oleracea* progenies by the computer program SELEGEN, protocol and REML / BLUP, to compose a recurrent population for improvement for the formation of seedlings or clonal seed orchards. Fifty progenies in experimental design with two lattices 5 x 5 with two replications and five plants per plot in the spacing of 5 x 5 m were evaluated in the Tomé-Açu city, northeastern Pará State. The genetic variability based on individual heritability coefficient was low for number of clusters (0.09), median for fruit yield (0.23) and high for average bunch weight (0.65), weight of the empty bunch (0.70) and rachis length (0 51). The genetic correlation between fruit yield and one hundred fruits weight showed a low magnitude (0.28) suggesting the possibility of combining these characters for selection. Genetic gains in two ways propagation were high, but asexual propagation is presented as a more favorable alternative to obtaining higher gains in fruit production by selection (29.1%) than sexual propagation (21.4%).

**Keywords**: quantitative genetics, linear models, prediction of genetic values, REML/BLUP.

## INTRODUÇÃO

O açaizeiro (*Euterpe oleracea*) é uma espécie frutífera e produtora de palmito, nativa da Amazônia, cuja de frutos produção é tradicionalmente baseada no extrativismo, tendo o Estado do Pará como maior produtor e principal consumidor, onde estão estabelecidas densas e diversificadas populações naturais em áreas de várzeas. Na última estimativa do IBGE (2013), a produção nacional de frutos de açaí foi de 202 mil toneladas de frutos, com faturamento de R$ 410 milhões. É interessante citar que o Pará foi responsável por 54,9% e a região Norte foi responsável por 93,7% da produção nacional.

Apesar do aumento da produção anualmente, há uma demanda crescente de consumo que tem incentivado seu cultivo em terra firme principalmente com irrigação (FARIAS NETO et al., 2011), pois as populações naturais encontram-se principalmente em áreas mais úmidas. O cultivo de açaí

[1]Pesquisador Doutor. Embrapa Amapá. Rod Juscelino Kubitschek nº 2600 Universidade - 68900-000 - Macapá, AP, Brasil. E-mail: gilberto.yokomizo@embrapa.br

[2]Pesquisador Doutor. Embrapa Amazonia Oriental. Travessa Dr. Eneas Pinheiro S/N – 66095100 - Belém, PA, Brasil. E-mail: joao.farias@embrapa.br; socorro-padilha.oliveira@embrapa.br

em terra firme irrigado tem se mostrado mais atraente por permitir a mecanização, inclusive na colheita, obtendo produtividades bem mais elevadas que os açaizais nativos manejados. Outra vantagem verificada, segundo Dimenstein e Farias Neto (2008), é a eliminação/redução da sazonalidade da produção de frutos verificado no período de janeiro a junho (entressafra local), evitando a ociosidade das pessoas envolvidas na exploração e processamento dos frutos.

Diante da necessidade de contornar a sazonalidade e aumentar a oferta de frutos, torna-se imprescindível introduzir, aperfeiçoar ou desenvolver tecnologias que contribuam eficientemente para o aumento da produtividade e melhoria da qualidade, conferindo-se sustentabilidade dos sistemas de produção. A pesquisa em melhoramento genético com açai irrigado teve inicio na Embrapa Amazônia Oriental em 2003 com o estabelecimento de um teste de progênies de polinização aberta (FARIAS NETO et al., 2005).

As estimativas dos parâmetros genéticos em testes de progênies de espécies arbóreas permitem predizer os ganhos originários de estratégias aplicadas no melhoramento genético e, dessa forma, orientar na escolha do método de seleção mais adequado (MAIA et al., 2009). Entretanto o açaizeiro apresenta como principais características biológicas, o ciclo reprodutivo longo, expressão dos caracteres ao longo de vários anos, diferenças em precocidade, perfilhamento e longevidade dentre outros que trazem algumas dificuldades em predizer os valores genéticos.

Dentre os métodos usados para estimar os parâmetros genéticos em espécies florestais a metodologia denominada de máxima verossimilhança restrita/melhor predição não viciada (REML/BLUP) devido a precisão que confere às estimativas obtidas (RESENDE, 2002). Este trabalho teve como objetivos a estimação dos parâmetros genéticos e identificar e selecionar indivíduos com maior potencial de produtividade de frutos a partir de um teste de progênies de polinização livre de açaí visando compor populações recorrentes para os produtores de sementes.

## MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado na estação experimental da Embrapa Amazônia Oriental localizada no município de Tomé-Açu, no nordeste paraense, aproximadamente entre as latitudes de 01°57′38″ e 03°16′37″ S e as longitudes de 47°53′32″W e 48°49′15W. Os parâmetros meteorológicos climáticos indicam um clima quente e úmido, ajustando-se ao tipo climático Ami, da classificação de Koppen. A precipitação pluviométrica é caracterizada por dois períodos distintos de chuvas, um de dezembro a maio, com índices superiores a 150 mm/mês, onde se concentram cerca de 80% do total anual de precipitação, e outro, de junho a novembro, com índice variando de 49 a 105 mm. Topografia plana e solo Latossolos Amarelos de textura pesada.

Os experimentos foram instalados no campo em março de 2003 em dois látices 5 x 5 com duas repetições e cinco plantas por parcela no espaçamento de 5 x 5 m totalizando 50 progênies, adicionalmente foi plantado uma bordadura de uma linha externa ao experimento. Os tratamentos foram representados por progênies de polinização aberta, originadas de plantas selecionadas nos municípios de Afuá e Chaves, região norte da Ilha de Marajó. Essas populações apresentam como característica principal a produção de frutos no período considerado como entressafra na região próxima à cidade de Belém/PA. Na seleção fenotípica das árvores em condições naturais utilizou-se como critérios de seleção o número de cachos por planta, tamanho do cacho, presença de perfilhos e estado fitossanitário das plantas. As variáveis estudadas foram: peso médio do cacho (PMC), em kg; produção de frutos (PF), em kg; peso médio do cacho vazio (PMCV), em kg; comprimento médio da ráquis (CMR), em cm; peso de cem sementes (PCS) em g; e número de cachos (NC).

As estimativas de componentes de variância e parâmetros genéticos foram obtidas pela metodologia de modelos lineares mistos (máxima verossimilhança restrita/melhor predição linear não viciada), empregando-se o aplicativo computacional genético-estatístico SELEGEN – REML/BLUP, considerando as progênies como sendo de meios-irmãos, delineamento em látice, com várias plantas por parcela, um só local e uma única população, seguindo o procedimento proposto por Resende (2002) cujo modelo matemático é:

$$y = Xb + Za + Wc + H\partial + e$$

em que


Sci. For., Piracicaba, v. 44, n. 109, p. 241-248, mar. 2016
DOI: dx.doi.org/10.18671/scifor.v44n109.23

y, b, a, c, $\partial$ e e: vetores de dados, dos efeitos de repetições (fixos), de efeitos genéticos aditivos (aleatórios), dos efeitos de parcela (aleatório), dos efeitos aleatórios de blocos dentro de repetições e de erros aleatórios, respectivamente.
X, Z, W e H: matrizes de incidência para b, a, c e $\partial$, respectivamente.

## Distribuições e estruturas de médias e variâncias

$$y|b, V \sim N(Xb,\ V)$$
$$a|A,\ \sigma_a^2 \sim N(0,\ A\ \sigma_a^2)$$
$$c|\sigma_c^2 \sim N(0,\ I\ \sigma_c^2)$$
$$\partial|\sigma_\partial^2 \sim N(0,\ I\ \sigma_\partial^2)$$
$$e|\sigma_e^2 \sim N(0,\ I\ \sigma_e^2)$$

As covariâncias entre todos os efeitos aleatórios do modelo são consideradas nulas.
Assim:

$$E\begin{bmatrix} y \\ a \\ c \\ \partial \\ e \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} Xb \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix} \quad e \quad Var\begin{bmatrix} y \\ a \\ c \\ \partial \\ e \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} V & ZG & WC & HB & R \\ GZ' & G & 0 & 0 & 0 \\ CW' & 0 & C & 0 & 0 \\ BH' & 0 & 0 & B & 0 \\ R & 0 & 0 & 0 & R \end{bmatrix},$$

em que:

$$G = A\ \sigma_A^2$$
$$C = I\ \sigma_c^2$$
$$B = I\ \sigma_\partial^2$$
$$R = I\ \sigma_e^2$$
$$V = ZA\ \sigma_a^2 Z' + WI\ \sigma_c^2 W' + H'I\sigma_\partial^2 H + I\ \sigma_e^2 = ZGZ' + WCW' + HBH' + R$$

## Equações de modelo misto

$$\begin{bmatrix} X'X & X'Z & X'W & X'H \\ Z'X & Z'Z + A^{-1}\lambda_1 & Z'W & Z'H \\ W'X & W'Z & W'W + I\lambda_2 & W'H \\ H'X & H'Z & H'W & H'H + I\lambda_3 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \hat{b} \\ \hat{a} \\ \hat{c} \\ \hat{\partial} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} X'y \\ Z'y \\ W'y \\ H'y \end{bmatrix},$$

em que:

$$\lambda_1 = \frac{\sigma_e^2}{\sigma_a^2} = \frac{1 - h^2 - c^2 - \partial^2}{h^2}; \qquad \lambda_2 = \frac{\sigma_e^2}{\sigma_c^2} = \frac{1 - h^2 - c^2 - \partial^2}{c^2} \qquad \lambda_3 = \frac{\sigma_e^2}{\sigma_\partial^2} = \frac{1 - h^2 - c^2 - \partial^2}{\partial^2}$$

$h^2 = \dfrac{\sigma_a^2}{\sigma_a^2 + \sigma_c^2 + \sigma_e^2 + \sigma_\partial^2}$: herdabilidade individual no sentido restrito, na repetição.
$c^2 = \sigma_c^2 / (\sigma_a^2 + \sigma_c^2 + \sigma_e^2 + \sigma_\partial^2)$: correlação devida ao ambiente comum da parcela.
$\partial^2 = \sigma_\partial^2 / (\sigma_a^2 + \sigma_c^2 + \sigma_e^2 + \sigma_\partial^2)$: correlação devida ao ambiente comum do bloco dentro de repetição.
$\sigma_a^2$: variância genética aditiva.
$\sigma_c^2$: variância entre parcelas.
$\sigma_\partial^2$: variância entre blocos dentro de repetições.
$\sigma_e^2$: variância residual (ambiental dentro de parcelas + não aditiva).
A: matriz de correlação genética aditiva entre os indivíduos em avaliação.

Estimadores iterativos dos componentes de variância por REML via algoritmo EM

$$\hat{\sigma}_e^2 = [y'y - \hat{b}'\ X'y - \hat{a}'\ Z'y - \hat{c}'\ W'y - \hat{\partial}'H'y] / [N - r(x)]$$

$$\hat{\sigma}_a^2 = [\hat{a}'A^{-1}\hat{a} + \hat{\sigma}_e^2\ tr\ (A^{-1}C^{22})] / q$$

$$\hat{\sigma}_c^2 = [\hat{c}'c + \hat{\sigma}_e^2\ tr\ C^{33}] / s,$$

em que:

$$\hat{\sigma}_{\delta}^{2} = [\hat{\delta}'\hat{\delta} + \hat{\sigma}_{\varepsilon}^{2}\ tr\ C^{44}] / \eta,$$

em que:
$C^{22}$, $C^{33}$ *e* $C^{44}$ advêm da inversa da matriz dos coeficientes das equações de modelo misto.
tr : operador traço matricial.
r(x) : posto da matriz X.
N, q, s, : número total de dados, de indivíduos, de parcelas e de blocos, respectivamente.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

As estimativas dos coeficientes de variação genética possuem especial importância, pois quanto maior o seu valor, mais heterogêneos são os genótipos avaliados. Os coeficientes de variação genética aditiva individual e entre progênies variaram de 7,40 a 21,20 e de 3,70 a 10,59, respectivamente (Tabela 1). Esses valores são condizentes àqueles obtidos por Farias Neto et al. (2008) e sugerem a presença de material superior devido a existência de variabilidade genética e também são esperados ganhos genéticos aplicando-se procedimentos adequados de seleção. Tal fato pode ser confirmado quando se observa o amplo intervalo de variação para produção de frutos por touceira que foi de 4,9 a 87,3 kg de frutos. O coeficiente de variação experimental teve valores considerados baixos para CR (4,76%) e PCV (9,80%) e moderados para PMC (11,81%), NC (18,07%) e PF (18,61%), indicando que o delineamento experimental adotado foi eficiente para controlar a variação ambiental.

A estimativa do coeficiente de herdabilidade individuais no sentido restrito foi baixa para número de cachos (0,09), mediano para produção de frutos (0,23) e alto para comprimento médio da ráquis (0,51), peso médio do cacho (0,65) e peso médio do cacho vazio (0,70), conforme classificação apresentada por RESENDE (2002). Convém relatar que Vencovsky (1978); Resende (2002) citam que a maioria dos caracteres quantitativos de importância econômica apresentam herdabilidade individual ao redor de 20%, confirmado no presente trabalho para o caráter produção de frutos (0,23). Teixeira et al. (2012a) apresentaram valores para produção total do cacho (0,26), número de cachos (1,86) e comprimento médio da ráquis (12,45) e Teixeira et al. (2012b) para número de cachos (55,49), produtividade de frutos (21,37), comprimento médio de ráquis (86,52) e peso total do cacho (65,17)

A herdabilidade em nível de médias de progênie foi superior que as herdabilidades no sentido restrito em nível de indivíduos, para todos os caracteres estudados, indicando que o controle dos caracteres é alto em nível de medias de progênies em comparação ao nível individual, semelhante ao observado em Teixeira et al. (2012a). Isso de acordo com Moreira et al. (2014) sugere baixa influência do ambiente na variação fenotípica, aspecto de grande importância na predição do ganho genético mediante seleção. As acurácias seletivas foram altas para PMC, PCV e CR, mediana para PF e baixo para NC, isso confirma o comportamento da herdabilidade no sentido restrito em nível de indivíduos para os três primeiros caracteres, como consequência tem-se segurança nas inferências realizadas, devido à grande probabilidade de reprodução das médias fenotípicas do ensaio nos plantios comerciais, enquanto que para PF e NC, pode ocorrer não reprodução do comportamento, já Teixeira et al. (2012a) obteve para NC uma acurácia alta, mas concordando com os demais caracteres.

Observa-se que foram selecionados apenas indivíduos pertencentes a oito progênies, sendo três indivíduos das progênies 34 e 26, dois indivíduos das progênies 11, 15 e 35 e um indivíduo das demais. A magnitude do coeficiente de herdabilidade conduziu a um valor de acurácia seletiva de progênies de 0,75, indicando uma boa precisão dos resultados e reprodutibilidade deste comportamento observado neste ensaio em futuros plantios comerciais. Segundo Resende (2002), a acurácia é uma medida que está associada à precisão na seleção, sendo o principal componente do progresso genético que pode ser alterado visando maximizar o ganho. A acurácia pode ser incrementada por meio de uma experimentação mais adequada, alterando-se o número de indivíduos por parcelas e repetições.

O coeficiente de correlação genética mede o grau de associação genética entre dois caracteres quantitativos em uma determinada população. Segundo Vencovsky (1978), quando ocorrem correlações genéticas positivas e de alta magnitude entre dois caracteres, as mesmas podem ser consideradas como uma única na seleção, sem grandes prejuízos para qualquer dos caracteres e a seleção


Sci. For., Piracicaba, v. 44, n. 109, p. 241-248, mar. 2016
DOI: dx.doi.org/10.18671/scifor.v44n109.23

em uma não afetará a outra. Na cultura do açaí, além da seleção para alta produtividade de frutos, fato que beneficia todos os atores da cadeia produtiva da cultura, há interesse por frutos pequenos pelos processadores de suco do açaí, decorrente do maior número de frutos por peso e da maior área de processamento e consequentemente maior volume de suco comparativamente ao obtido com frutos maiores (FARIAS NETO et al., 2008). As correlações genéticas de maiores magnitudes foram aquelas envolvendo o peso total do cacho e produção de frutos (0,99), peso total do cacho e número de cachos (0,77), peso médio do cacho e peso médio do cacho vazio (0,81). A produção de frutos apresentou altos valores com número de cachos (0,74) e valor de média magnitude com peso médio do cacho (0,47) e baixo com peso de cem frutos (0,27), esta última correção de grande interesse ao melhoramento genético da espécie. Valores semelhantes de correlações genéticas foram encontrados por Farias Neto et al. (2008) ou comportamento semelhante foi observado por Teixeira et al. (2012a, 2012b).

**Tabela 1**. Estimativas de parâmetros genéticos para peso médio do cacho (PMC), produção de frutos (PF), peso médio do cacho vazio (PMCV), comprimento médio da ráquis (CMR) e número de cachos (NC) em indivíduos de açaizeiro avaliados no período de 8-9 anos de idade. Belém, PA. 2014.
**Table 1**. Estimates of Genetic Parameters Mean bunch weight (PMC) , fruit production (PF), Mean weight of empty bunch (PMCV) Average length of rachis (CMR) and number of grapes (NC) in individuals evaluated from 8 to 9 Years of Age. Belém, PA. 2014.

| Parâmetros genéticos | PMC (kg) | PF (kg) | PMCV (g) | CMR (cm) | NC (n°) |
|---|---|---|---|---|---|
| Herdabilidade individual no sentido restrito | 0,65 | 0,23 | 0,70 | 0,51 | 0,09 |
| Herdabilidade da média de progênie | 0,76 | 0,56 | 0,77 | 0,71 | 0,32 |
| Acurácia na seleção de progênie | 0,87 | 0,75 | 0,88 | 0,84 | 0,56 |
| Coeficiente de variação genética individual | 21,17 | 20,97 | 18,17 | 7,41 | 12,37 |
| Coeficiente de variação genética entre progênies | 10,59 | 10,49 | 9,09 | 3,70 | 6,18 |
| Coeficiente de variação residual | 11,81 | 18,61 | 9,80 | 4,76 | 18,07 |
| Coeficiente de variação relativa | 0,90 | 0,56 | 0,93 | 0,78 | 0,34 |
| Média geral | 4,97 | 32,89 | 1,11 | 71,60 | 8,73 |

**Tabela 2**. Coeficientes de correlações genéticas entre os caracteres peso total do cacho (PTC), Peso médio do cacho (PMC), produção de frutos (PF), peso médio do cacho vazio (PMCV), comprimento médio do ráquis (CMR), peso médio de cem furtos e numero total de cachos (NTC). Belém, PA. 2014.
**Table 2**. Coefficients of genetic correlations between characters: total weight of the bunch (PTC) , average bunch weight (PMC) , fruit production (PF) , mean weight of empty bunch (PMCV) , mean length of the rachis (CMR) , medium weight of hundred grapes and total number number of clusters (NTC) Belém, PA. 2014.

| | PTC | PMC | PF | PMCR | CMR | PCF | NTC |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **PTC** | 1,0 | 0,40 | 0,99 | 0,32 | -0,04 | 0,24 | 0,77 |
| **PMC** | | 1,0 | 0,47 | 0,81 | 0,16 | 0,51 | -0,24 |
| **PTF** | | | 1,0 | 0,29 | -0,08 | 0,27 | 0,74 |
| **PMCR** | | | | 1,0 | 0,41 | 0,31 | -0,22 |
| **CMR** | | | | | 1,0 | 0,03 | -0,01 |
| **PCF** | | | | | | 1,0 | -0,07 |
| **NTC** | | | | | | | 1,0 |

No estabelecimento da população de produção (pomar de sementes por mudas), o ganho genético estimado com a seleção individual elevou a média da população de 32,9 kg (13,1 t/ha) para 41,5 kg (16,6 t/ha), correspondente a um percentual expressivo na média de 26,2%. Vale ressaltar que os valores genéticos aditivos são também úteis no planejamento dos cruzamentos para avaliação no próximo ciclo seletivo, podendo os indivíduos com os maiores valores genéticos aditivos participarem de maior número de cruzamentos.

Na tabela 4, verificam-se os valores genéticos aditivos preditos ($\hat{U} + \hat{a}$) e genotípicos ($\hat{U} + \hat{g}$) assumindo-se grau médio de dominância igual a um em uma população com nível intermediário de melhoramento dos 15 melhores indivíduos para o caráter produção de frutos. Comparando os dois tipos de estratégias de seleção, verifica-se que houve concordância muito grande (87%) entre os melhores indivíduos selecionados visando a propagação sexual e assexual, porém a seqüência dos indivíduos é alterada pelo tipo de propagação considerada. Este resultado concorda com o resultado obtidos por Costa et al. (2009) para os caracteres crescimento em altura e diâmetro da planta em erva mate.

**Tabela 3**. Valores fenotípicos, genéticos aditivos, ganhos genéticos preditos e novas médias da população com base na seleção dos 15 melhores indivíduos para o caráter produção de frutos de açaizeiro (kg) avaliados no período de 8 a 9 anos (5° safra) de idade. Belém, PA. 2014.

**Table 3**. Phenotypic values, additive genetic, genetic gain and new population means based on the selection of the 15 best individuals for the character fruit production of açai (kg ) evaluated in the period 8-9 years ( 5th season ) of age. Belém, PA. 2014.

| Ordem | Bloco | Progênie | Valores Fenotípicos | Valores Genéticos | Ganho Genético | Nova Média |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 4 | 34 | 87,306 | 13,522 | 13,5 | 46,4 |
| 2 | 4 | 26 | 65,365 | 10,951 | 12,2 | 45,1 |
| 3 | 2 | 11 | 59,552 | 9,555 | 11,3 | 44,2 |
| 4 | 1 | 15 | 67,075 | 9,332 | 10,8 | 43,3 |
| 5 | 4 | 41 | 64,848 | 9,004 | 10,5 | 43,4 |
| 6 | 3 | 35 | 80,647 | 8,819 | 10,2 | 43,1 |
| 7 | 3 | 34 | 63,536 | 8,455 | 9,9 | 42,8 |
| 8 | 2 | 12 | 59,800 | 8,018 | 9,7 | 42,6 |
| 9 | 3 | 26 | 58,350 | 7,822 | 9,5 | 42,4 |
| 10 | 3 | 26 | 57,272 | 7,608 | 9,3 | 42,2 |
| 11 | 2 | 15 | 54,210 | 7,380 | 9,1 | 42,0 |
| 12 | 4 | 34 | 56,265 | 7,366 | 9,0 | 41,9 |
| 13 | 2 | 11 | 47,808 | 7,226 | 8,9 | 41,7 |
| 14 | 1 | 8 | 69,599 | 7,102 | 8,7 | 41,6 |
| 15 | 4 | 35 | 65,876 | 7,055 | 8,6 | 41,5 |
| **Média** | | | | | | **32,9** |
| **Acurácia** | | | | | | **0,75** |

Ao julgar pelas estimativas dos valores genotípicos preditos ($\hat{U} + \hat{g}$) e genéticos aditivos ($\hat{U} + \hat{a}$), pode-se inferir que a condição de maiores possibilidades de ganhos é quando se emprega a estratégia da propagação vegetativa e implantação de plantios clonais. Entretanto, vale ressaltar que a escolha de qual estratégia a ser empregada no programa de melhoramento deve ser cuidadosa. De um modo geral, a definição do melhor método para a seleção de indivíduos superiores é fundamentado pelo objetivo da seleção, que pode ser definido por um único caráter de interesse ou por um conjunto de caracteres e pelo sistema de propagação, vegetativa ou via sementes. Em relação ao que foi exposto, existem dois fatos adicionais: (i) se o enfoque é a transformação do teste de progênies em pomar de sementes por mudas, a seleção deve basear-se nos valores genéticos dos candidatos à seleção, os quais são funções apenas dos efeitos gênicos aditivos, ou seja, com base em $\hat{U} + \hat{a}$; (ii) caso a finalidade seja atender material para instalação de testes clonais e, posteriormente, para estabelecimento de plantios clonais, a seleção deve basear-se nos valores genotípicos dos candidatos à seleção, que é função do genótipo integral, ou seja dos efeitos gênicos aditivos e não-aditivos, tendo como base $\hat{U} + \hat{g}$. Segundo Resende e Barbosa (2005) a estratégia de uso da propagação vegetativa maximiza a intensidade de seleção, capitaliza a heterozigose (e o efeito de dominância) e permite obter homogeneidade dos produtos.

A propagação assexuada do açaizeiro através da retirada de perfilhos que surgem de forma espontânea na base da touceira é possível, porém é indicada apenas quando se deseja uma quantidade reduzida de mudas de uma determinada planta (NASCIMENTO et al., 2011), fato complicador para formação de plantios comerciais clonais com grande quantidade de indivíduos. Portanto, há necessidade de estudos para o desenvolvimento de métodos eficientes de propagação vegetativa para que futuros plantios sejam uniformes, produtivos e que apresentem precocidade de produção.


Sci. For., Piracicaba, v. 44, n. 109, p. 241-248, mar. 2016
DOI: dx.doi.org/10.18671/scifor.v44n109.23

**Tabela 4**. Efeitos aditivos, valores genéticos aditivos preditos, efeitos genotípicos e valores genotípicos para os 20 genótipos de açaizeiro para produção de frutos no período de 8 a 9 anos (5º safra) de idade. Belém, PA. 2014.
**Table 4**. Additive effects, predicted genetic additive values, genotypic effects and genotypic values for the 20 genotypes of açai for fruit production in the period 8-9 years (5th season) of age. Belém, PA. 2014.

| Bloco | Propagação sexuada | | â | Û + â | Bloco | Propagação assexuada | | ĝ | Û + ĝ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | genótipo | Indivíduo | | | | genótipo | Indivíduo | | |
| 4 | 34 | 1 | 13,52 | 46,41 | 4 | 34 | 1 | 19,604 | 52,491 |
| 4 | 26 | 3 | 10,95 | 43,84 | 4 | 26 | 3 | 15,495 | 48,382 |
| 2 | 11 | 4 | 9,55 | 42,34 | 3 | 35 | 4 | 14,269 | 47,156 |
| 1 | 15 | 5 | 9,33 | 42,22 | 4 | 41 | 3 | 13,816 | 46,703 |
| 4 | 41 | 3 | 9,00 | 41,89 | 1 | 15 | 5 | 13,130 | 46,017 |
| 3 | 35 | 4 | 8,81 | 41,71 | 2 | 11 | 4 | 13,125 | 46,012 |
| 3 | 34 | 2 | 8,45 | 41,34 | 1 | 8 | 3 | 11,784 | 44,671 |
| 2 | 12 | 1 | 8,01 | 40,91 | 2 | 12 | 1 | 11,375 | 44,262 |
| 3 | 26 | 2 | 7,82 | 40,71 | 4 | 35 | 1 | 11,329 | 44,216 |
| 3 | 26 | 3 | 7,60 | 40,50 | 3 | 34 | 2 | 11,159 | 44,046 |
| 2 | 15 | 2 | 7,38 | 40,27 | 3 | 33 | 4 | 10,884 | 43,771 |
| 4 | 34 | 5 | 7,366 | 40,25 | 3 | 26 | 2 | 10,281 | 43,168 |
| 2 | 11 | 3 | 7,226 | 40,11 | 3 | 26 | 3 | 9,925 | 42,812 |
| 1 | 8 | 3 | 7,102 | 39,99 | 2 | 15 | 2 | 9,877 | 42,764 |
| 4 | 35 | 1 | 7,055 | 39,94 | 3 | 47 | 3 | 9,567 | 42,454 |

## CONCLUSÕES

As correlações genéticas de maiores magnitudes e positivas foram entre produção de frutos com peso total do cacho e número de cachos, sendo estes dois últimos de maior facilidade de avaliação.

A correlação genética entre produção de frutos e peso de cem frutos indicou a possibilidade de seleção simultânea de ambos os caracteres independentemente, facilitando o melhoramento genético.

Em função dos ganhos genéticos esperados, há indicativo de que as progênies após desbaste seletivo, mantendo as superiores, podem ser convertidos em um pomar de sementes por muda.

Ganhos posteriores de maiores magnitudes poderão ser obtidos com a seleção visando a formação de um pomar clonal.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS


COSTA, R. B.; RESENDE, M. D. V.; ROA, R. A. R.; BUNGENSTAB, D. J.; MARTINS, W. J.; ROEL, A. R. Melhoramento genético de erva-mate nativa do Estado de Mato grosso do Sul. **Bragantia**, Campinas, v. 68, n. 3, p. 611-619, 2009.

DIMENSTEIN, L.; FARIAS NETO, J. T. Dados preliminares para a produção de frutos em açaizeiros sob irrigação em terra firme no Estado do Pará. In: DIMENSTEIN, L.; FARIAS NETO, J. T. **Irrigação e fertirrigação em fruteiras**. Fortaleza: Instituto Frutal, 2008. p. 139-144.

FARIAS NETO, J. T.; OLIVEIRA, M. S. P.; MULLER, A. A.; NOGUEIRA, O. L.; ANAISSI, D. F. S. P. Variabilidade genética em progênies jovens de açaizeiro. **Cerne**, Lavras, v. 11, n. 4, p. 336-341, 2005.

FARIAS NETO, J. T.; RESENDE, M. D. V.; OLIVEIRA, M. S. P. Seleção simultânea em progênies de açaizeiro irrigado para produção e peso do fruto. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 33, n. 2, p. 532-539, 2011.

FARIAS NETO, J. T.; RESENDE, M. D. V.; OLIVEIRA, M. S. P.; NOGUEIRA, O. L.; FALCÃO, P. N. B.; SANTOS, N. S. A. Estimativas de parâmetros genéticos e ganho de seleção em progênies de polinização aberta de açaizeiro. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 30, n. 4, p. 1051-1056, 2008.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Produção da Extração Vegetal e da Silvicultura 2013**. Rio de Janeiro: IBGE, v. 28, 66 p. 2013.

MAIA, M. C. C.; RESENDE, M. D. V.; PAIVA, J. R.; CAVALCANTI, J. J. V.; BARROS, L. M. Seleção simultânea para produção, adaptabilidade e estabilidade genotípicas em clones de cajueiro, via modelos mistos. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 39, n. 1, p. 43-50, 2009.

MOREIRA, J. P.; SHIMIZU, J. Y.; SOUSA, V. A.; MORAES, M. L. T.; MOURA, N. F.; AGUIAR, A. V. Ganho esperado na seleção de progênies de *Pinus elliottii* var. em idade precoce para produção de madeira. **Pesquisa Florestal Brasileira**, Colombo, v. 34, n. 78, p. 99-109, 2014.

NASCIMENTO, W. M. O.; OLIVEIRA, M. S. P.; CARVALHO, J. U. **Produção de mudas de açaizeiro a partir de perfilhos**. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 2011. 4 p. (Comunicado Técnico, 231).

RESENDE, M. D. V. **Genética biométrica e estatística no melhoramento de plantas perenes**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2002. 975 p.

RESENDE, M. D. V.; BARBOSA, M. H. P. **Melhoramento genético de plantas propagadas assexuada.** Colombo: Embrapa Florestas, 2005, 130 p.

TEIXEIRA, D. H. L.; OLIVEIRA, M. S. P.; GONÇALVES, F. M. A.; NUNES, J. A. R. Correlações genéticas e análise de trilha para componentes da produção de frutos de açaizeiro. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 34, n .4, p. 1135-1142, 2012a.

TEIXEIRA, D. H. L.; OLIVEIRA, M. S. P.; GONÇALVES, F. M. A.; NUNES, J. A. R. Índices de seleção no aprimoramento simultâneo dos componentes da produção de frutos em açaizeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 47, n. 2, p. 237-243, 2012b

VENCOVSKY, R. genética quantitativa. In: PATERNIANI, E. (Coord.). **Melhoramento do milho no Brasil.** Campinas: Fundação Cargill, 1978. p. 122-201.

Recebido em 16/01/2015
Aceito para publicação em 19/10/2015