

SELEÇÃO DE GENÓTIPOS DE CEDRO AUSTRALIANO (*Toona ciliata*) VIA METODOLOGIA REML/BLUP

Rulfe Tavares Ferreira¹, Alexandre Pio Viana², Antônio Teixeira do Amaral Júnior³ e Deborah Guerra Barroso⁴ Marcos Deon Vilela de Resende⁵

Resumo

O aumento da demanda por produtos florestais tem aumentado o interesse por espécies de auto potencial como *Toona ciliata*. Esse trabalho objetivou estimar parâmetros, e valores genotípicos, pelo procedimento BLUP, visando o melhoramento genético da espécie. Os ensaios foram conduzidos em plantas localizadas em Santa Maria Madalena e Trajano de Moraes, RJ. Os resultados de três avaliações apresentaram elevada acurácia sendo que dos 90 genótipos avaliados, 33 apresentaram valores genotípicos preditos para o volume cilíndrico superiores à média geral desse caráter, permitindo ganhos da ordem de até 24,9 % na média para este caráter. A metodologia REML/BLUP aplicada via programa SELEGEN, utilizando o procedimento BLUP ao nível de indivíduos e medidas repetidas em cada indivíduo, mostrou-se adequado ao objetivo proposto em situações de dados desbalanceados, podendo ser de grande utilidade prática.

Introdução

O aumento da demanda por matéria prima de produtos florestais tem tornado crescente o interesse por espécies de rápido crescimento e elevado potencial produtivo, com expressivo retorno econômico, como *Toona ciliata*. Seu cultivo é, pois, adequada alternativa para obtenção de representativa rentabilidade econômica, corroborando o propalado por Pinheiro et al. (2003), para o qual a madeira de *T. ciliata* é de boa qualidade e grande aceitação mundial para usos nobres.

Há importância cabal na utilização de métodos que permitam a determinação do valor genético de um indivíduo com precisão e de forma mais pronunciada nas espécies perenes, por apresentarem ciclos reprodutivos longos, favorecendo alterações nas expressões gênicas de características por um período de tempo pronunciado. O procedimento BLUP (melhor predição linear não viesada) individual, proposto por Henderson et al. (1959), tem se apresentado adequado na avaliação de plantas perenes, proporcionando estimação e predição não viesadas, maximização da correlação entre valores genéticos verdadeiros e os preditos e pode-se prever o valor genético de indivíduos observados ou não, por meio de metodologia de modelos mistos.

Não obstante a potencialidade da técnica BLUP, hodiernamente as quantificações de características biométricas em essências florestais têm sido estimadas por procedimentos convencionais, que demandam maior dispêndio de tempo, recurso, além de que algumas características são de difícil acesso e altamente susceptíveis a erros de inferências. Uma alternativa para tanto é o uso de procedimentos não-convencionais como a realização da mensuração das características desejadas por meio da análise das imagens, foto documentadas com câmera digital, utilizando software Imagej.

¹ Primeiro Autor é Doutorando do Programa de Genética e Melhoramento de Plantas, Universidade Estadual do Norte Fluminense, sala 222, Campos dos Goytacazes, RJ, CEP 28013-602. E-mail: rulfetf@yahoo.com.br

Apoio financeiro: UENF.

² Segundo Autor é Professor Titular do Programa de Genética e Melhoramento de Plantas, Universidade Estadual do Norte Fluminense, sala 222, Campos dos Goytacazes, RJ, 28013-602. E-mail: pirapora@uenf.br

³ Terceiro Autor é Professor Titular do Programa de Genética e Melhoramento de Plantas, Universidade Estadual do Norte Fluminense, sala 222, Campos dos Goytacazes, 28013-602. E-mail: amaraljr@uenf.br

⁴ Quarto Autor é Professora Titular do Programa de Produção Vegetal, Universidade Estadual do Norte Fluminense, sala 115, Campos dos Goytacazes, 28013-602. E-mail: deborah@uenf.br

⁵ Quinto Autor é Pesquisador da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, Estrada da Ribeira, Km 111 83411-000 - Colombo, PR - Brasil - Caixa-Postal: 319. E-mail: marcos.deon@pq.cnpq.br

Por conseguinte, o presente trabalho objetivou estimar parâmetros e valores genotípicos pelo procedimento BLUP em nível de indivíduos, em populações de Cedro Australiano, utilizando-se de vários indivíduos e medidas repetidas, estimadas por procedimentos convencionais de mensuração e por digitalização de imagens, no intento de averiguar a eficiência das estimativas não convencionais em *Toona ciliata* e subsidiar o início de um programa de melhoramento com a espécie.

Material e Métodos

Material experimental

Os ensaios foram realizados em plantios comerciais de Cedro Australiano em três locais: Triunfo, situado no, município de Santa Maria Madalena-RJ, com altitude de 118 metros Alto Imbé, localizado no município de Santa Maria Madalena-RJ, com 340 metros de altitude; e no município de Trajano de Moraes-RJ, a 660 metros de altitude.

Os plantios foram implantados em 2005, no espaçamento de 3 x 2 m, com mudas produzidas por via seminal, sendo as sementes utilizadas em Triunfo procedentes do estado do Espírito Santo e as de Alto Imbé e Trajano, oriundas de plantios do município de Viçosa-MG.

Foram pré-selecionadas 30 indivíduos ao acaso em cada plantio, sendo que as três mensurações tiveram um intervalo de seis meses entre cada medição.

Características estimadas via imagem digital

As plantas pré-selecionadas foram avaliadas quanto as seguintes características: altura de planta (H), diâmetro à altura do peito (DAP), volume cilíndrico (VC), diâmetro do colo (D. Colo), distância entre nós (Entre nós) e diâmetro de copa (D. Copa).

As referidas características foram estimadas por dois procedimentos: i) mensurações utilizando Suta e Haste graduada; e ii) mensuração das características desejadas, através da análise das imagens com utilização do software Imagej. As imagens foram obtidas por câmera digital, sendo cada indivíduo foto documentado, permitindo desta forma, a mensuração das características desejadas por meio da utilização do software Imagej.

Os dados obtidos pela metodologia de mensuração convencional e pela análise digital de imagem foram submetidos a teste de comparação de médias, para averiguação da validação dos dados obtidos por meio de imagem digitalizada.

Os valores genéticos foram estimados com o auxílio do software Selegen-REML por meio do procedimento BLUP individual com medidas repetidas para as características H, DAP, VC, D. Colo, Entre nós e D. Copa.

A predição dos valores genéticos segue o modelo estatístico, no contexto dos modelos lineares mistos, apresentado a seguir.

$y = X_m + Z_g + W_i + e$, em que: y é o vetor de dados, m é o vetor dos efeitos medições-locais (fixos) somados à média geral, g é o vetor dos efeitos genotípicos somados ao vetor dos efeitos de ambiente permanente (aleatórios), i é o vetor dos efeitos da interação genótipos x medições e, e é o vetor de erros ou resíduos (aleatórios). As letras maiúsculas representam as matrizes de incidência para os referidos efeitos. O vetor m contempla todas as medições em todos os locais e ajusta simultaneamente para os efeitos de locais, medição e interação locais x medição.

Resultados e Discussão

Teste de diferença entre mensurações via análise digital de imagem e manual

Na situação deste trabalho, em que se utilizou uma nova metodologia para mensuração das variáveis, obtidas por meio de câmera digital, promoveu-se à comparação das médias das imagens digitalizadas, e posterior mensuração do DAP, D.Colo e H, por meio do software Imagej, em comparação com a coleta manual, na mesma população.

Nesse aspecto, interessou averiguar se a metodologia da análise digital das imagens, diferiu estatisticamente da metodologia da coleta manual dos dados, tradicionalmente utilizada. Para tanto foi aplicado o teste t, de Student, para contrastar as diferenças entre médias populacionais, considerando-se os dados pareados, qual seja, para uma mesma população, testando a análise digital das imagens e com a coleta manual dos dados. Os resultados obtidos para as características DAP, D. Colo e H, estão contidos na Tabela 1.

As médias foram estatisticamente iguais pelo teste t na comparação entre médias para as duas metodologias analisadas. Esse fato assegura que os resultados obtidos via análise de imagem, para as variáveis mencionadas, podem ser utilizados com segurança, constituindo-se em alternativa viável e hábil na aferição de características para as populações avaliadas.

Estimativas das variâncias, repetibilidade das características e acurácia referentes a três avaliações

Para os caracteres de crescimento, DAP, H, VC, D. Colo, Entre nós e D. Copa, as repetibilidades estimadas variaram entre 0,023876 e 0,269556, como apresentadas na Tabela 2, sendo os valores para DAP (0,244188), H (0,206068) e VC (0,269556) coerentes com as magnitudes detectadas por trabalhos desenvolvidos por Sampaio et al. (2002), em *Pinus* e por Garcia & Nogueira (2005), em *Eucalyptus*, para as mesmas características avaliadas no presente estudo.

As estimativas da repetibilidade para a característica VC estão situadas dentro do intervalo de valores de estimativas de herdabilidade estimadas por Resende (2002a), compreendidas entre 0,14 e 0,62, para volume de madeira em *Eucalyptus grandis*. O mesmo autor, utilizando valores obtidos na literatura, fornece magnitudes de médias de herdabilidade para volume de madeira de 0,21, com base em 528 estimativas para várias espécies florestais. Há que se enfatizar que os valores de repetibilidade aferidos para volume, aos três anos de idade, em *T. ciliata*, foi de 0,269556 com magnitude de acurácia de valor 0,855802, revelando boas perspectivas de ganhos genéticos.

Rocha et al. (2007) afirmam que o caráter DAP é considerado o mais importante para fins de seleção para produção de madeira em *E. urophylla* e *E. grandis*. Para essas espécies estimativas de herdabilidade de 0,2785 e 0,2247 e de acurácias de 61 % e 53 %, respectivamente para *E. urophylla* e *E. grandis* são satisfatórios para a seleção de genótipos com base na DAP. De forma análoga, valores de repetibilidade de 0,2441 e de acurácia de 0,8398 (Tabela 2), constituem referenciais consistentes, indicando que há reais possibilidades de ganhos genéticos nas populações de *Toona ciliata* avaliadas.

As estimativas do parâmetro acurácia para as variáveis DAP, H, VC, D. Colo e Entre nós, revelaram valores variando de 0,801902 a 0,855802 e portando classificados como altos segundo Resende e Duarte (2007). Para D. Copa a baixa acurácia provavelmente decorreu de elevada influência ambiental, o que a desqualifica como característica confiável para procedimentos seletivos em *Toona ciliata*.

A baixa interação com idades, observada pelas correlações genótípicas no decorrer das medições (Rgmed), para as características avaliadas, evidencia a possibilidade de praticar a seleção em quaisquer das idades em que foram feitas as mensurações.

Tabela 1- Médias das análises digitais e manuais referentes ao Diâmetro a Altura do Peito (DAP), Diâmetro do Colo (D. Colo) e Altura de Planta (H). Letras iguais, na coluna, não diferem estatisticamente pelo Teste “t” ao nível de 5% de probabilidade.

Método de Análise	DAP		D.Colo		H	
	Média	σ^2	Média	σ^2	Média	σ^2
Manual	14,02a	7,44a	18,12a	9,72a	12,00a	1,16a
Digital	13,80a	7,04a	17,20a	7,81a	11,90a	1,21a

Tabela 2: Estimativas de repetibilidade (r), variância genotípica (Vg), variância fenotípica (Vf), variância da interação genótipos x medições (Vgm), variância residual temporária (Ve), coeficiente de determinação dos efeitos da interação genótipos x medições (c2gm), correlação genotípica através da medições (rgmed), acurácia na seleção de genótipos (Acgen) para as variáveis Diâmetro a altura do peito (DAP), altura de planta (H), Volume Cilíndrico (VC), diâmetro do colo (D. Colo), distância entre nós (Entre nós) e diâmetro de copa (D. Copa).

Estimativa	DAP	H	VC	D. Colo	Entre nós	D. Copa
Vg	0,441500	0,231221	0,000263	0,586589	1,492752	871,274550
Vgm	0,146563	0,096252	0,000076	0,260827	0,601363	4162,453776
Ve	1,219969	0,79458	0,000636	2,148048	4,970311	31457,696860
Vf	1,808032	1,122059	0,000974	2,995464	7,064425	36491,25185
r	0,244188	0,206068	0,269556	0,195826	0,211305	0,023876
c2gm	0,081062	0,085782	0,07798	0,087074	0,085126	0,114067
Rgmed	0,750769	0,706076	0,775608	0,692209	0,712832	0,173087
Acgen	0,839867	0,810950	0,855802	0,801902	0,815344	0,389126
Med. geral	11,804452	9,717688	0,112029	14,559930	12,101807	245,652519

Conclusões

A análise digital das imagens apresentou-se adequada para a mensuração dos dados.

A análise do experimento via metodologia REML/BLUP e modelo apresentado mostraram-se adequados para a avaliação de *Toona ciliata*, possibilitando obter estimativas de componentes de variância e a predição da valores genotípicos visando a seleção.

Os genótipos apresentaram baixa interação com idades, evidenciando a possibilidade de seleção em qualquer das idades em que foram feitas as mensurações.

Referências

GARCIA, C. H.; NOGUEIRA, M. C. S. N. Utilização da metodologia REML/BLUP na seleção de clones de eucalipto. *Scientia Forestalis*, n.68, p.107-112. 2005.

HENDERSON, C.R.; KEMPTHORNE, O.; SEARLE, S.R.; VON KROSIGH, C.M. The estimation of environmental and genetic trends from records subject to culling. *Biometrics*, Washington, v.15,p.192. 1959.

RESENDE, M. D. V. SELEGEN-REML/BLUP -Seleção genética computadorizada: manual do usuário. Colombo: Embrapa – CNPF. 67p. 2002a.

RESENDE, M.D.V.; DUARTE, J.B. Precisão e controle de qualidade em experimentos de avaliação de cultivares. *Pesquisa Agropecuária Tropical*, Goiânia, v.37, n.3, p.182-194, 2007.

ROCHA, M. G. B.; Pires, I. E.; ROCHA, R. B.; XAVIER, A.; CRUZ, C. D. Seleção de genitores de *Eucalyptus grandis* e de *Eucalyptus urophylla* para produção de híbridos interespecíficos utilizando REML/BLUP e informação de divergência genética. *Rev. Árvore* vol.31 n.6. 2007.

SAMPAIO P. T. B.; RESENDE M. D. V.; ARAÚJO A. J. Estimativas de parâmetros genéticos e métodos de seleção para o melhoramento genético de *Pinus oocarpa* Schiede. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.37, n.5, p.625-636. 2002.