



<http://dx.doi.org/10.12702/VIII.SimposFloresta.2014.22-533-1>

Equação para estimativa de área foliar em mudas de *Eucalyptus dunnii* Maiden

Marcos F. Nicoletti¹, Nilton S. Novack Junior¹, Marcio C. Navroski¹, Luan V. Galvani¹, João R. A. Leão¹, Samuel de P. C. Carvalho¹

¹Universidade do Estado de Santa Catarina (marcos.nicoletti@udesc.br; nsnovack.efl@gmail.com; marcos.navroski@udesc.br; luangalvani@florestal.eng.br; ricardo.rivanello@gmail.com; spccarvalho@ufmt.br)

Resumo: Os plantios florestais são considerados investimentos de longo prazo, com isso, é de fundamental importância garantir que se tenha o máximo retorno. Para tanto, é necessário verificar a qualidade de todas as etapas do empreendimento, a começar pela qualidade das mudas. Sabe-se que variáveis morfológicas têm relação com a qualidade das mudas. A área foliar é uma dessas variáveis, porém sua mensuração é onerosa e inviável operacionalmente. O trabalho objetivou avaliar a correlação existente entre a área foliar e duas variáveis operacionalmente mensuráveis: altura de mudas e diâmetro do colo. Além disso, formular uma equação para estimativa de área foliar. Para isso, com base em dados de 70 mudas de *E. dunnii*, foi utilizada a metodologia “stepwise”, testando 60 transformações matemáticas das variáveis operacionalmente mensuráveis e selecionando as transformações de maior significância. Para garantir confiabilidade das estimativas, a equação foi avaliada pelo coeficiente de determinação ajustado (R^2_{aj}), erro padrão da estimativa relativo (S_{yx}) e análise gráfica de resíduos. Observou-se alta correlação entre as variáveis, a equação formulada apresentou um R^2_{aj} de 0,9147, um S_{yx} de 14,9% e a dispersão residual não apresentou tendenciosidade.

Palavras-chave: Diâmetro do colo; Modelagem; Variáveis morfológicas.

1. Introdução

A alta produtividade dos reflorestamentos comerciais depende da qualidade das mudas que vão para campo. Qualidade esta que é dependente de vários fatores que geram influência no crescimento e adaptabilidade das mudas. Basicamente, estes fatores refletem diretamente nos custos de implantação de um povoamento, pois quanto mais rápido o crescimento inicial, menor pode ser a

necessidade do controle de plantas daninhas, bem como a adaptabilidade que pode reduzir a taxa de replantio. Em suma, a sobrevivência, o estabelecimento, a frequência dos tratamentos culturais e o crescimento inicial das florestas são avaliações necessárias para o sucesso do empreendimento florestal (GOMES et al., 2002). Portanto, um empreendimento florestal de sucesso tem início na produção das mudas, para isso é necessária a avaliação de seu desempenho e de todas as variáveis que podem gerar influência na qualidade das mudas.

Existem diversas variáveis que geram influência na qualidade das mudas, entre elas a área foliar. Porém, é uma variável de difícil mensuração, segundo Carneiro (1995), medições diretas de área foliar são, operacionalmente, cansativas e consomem muito tempo.

Uma opção para viabilizar o uso de dados de variáveis com esse comportamento é verificar a correlação existente entre elas e variáveis de fácil mensuração. Sabe-se que operacionalmente é possível coletar medidas de diâmetro do colo e altura das mudas. Sabendo se há correlação entre essas variáveis e a área foliar é possível formular equações matemáticas que estimem essa variável em função das variáveis de mensuração operacional.

Com base nisso, o objetivo do trabalho é atestar a correlação entre variáveis para formulação de uma equação matemática para determinação de área foliar de *E. dunnii* no final do ciclo do viveiro.

2. Material e Métodos

O trabalho foi desenvolvido no Viveiro Florestal do Centro de Ciências Agroveterinárias da Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC), localizado em Lages, SC. Os dados foram coletados de 70 mudas seminais de *E. dunnii*, com 100 dias de idade, plantadas em tubetes com substrato comercial Tecnomax®.

Foram coletados dados de área foliar (af), diâmetro do colo (dc) e altura (h) das mudas. A altura foi mensurada com régua graduada em centímetros, já diâmetro do colo, auxílio de um paquímetro eletrônico. Para determinar a área foliar foram retiradas folhas e distribuídas manualmente sobre uma folha de papel branco no tamanho A4. Com o auxílio de uma câmera digital, apoiada em um suporte de altura fixa (0,5 m), obtiveram-se imagens digitais. Utilizando o programa UTHSCSA, Image Tool for Windows version 3.00® (2002), com a

determinação da escala, todas as imagens foram calibradas para posterior mensuração. Este programa detecta as folhas e fornece a área (cm²).

Com a finalidade de verificar a correlação entre as variáveis, aplicou-se o teste de correlação de Pearson. Com isso, uma equação foi formulada testando 60 transformações matemáticas e selecionando a combinação entre elas que gere maior significância. Tal procedimento foi feito através do método de seleção de variáveis “stepwise”. O coeficiente de determinação ajustado ($R^2_{ajustado}$), o erro padrão da estimativa relativo (S_{yx}) e a análise gráfica de resíduos foram utilizados para atestar o ajuste e precisão da equação.

3. Resultados e Discussão

A confiabilidade das estimativas realizadas pelas equações se dá no intervalo correspondente ao mínimo e máximo das respectivas variáveis independentes de cada uma das equações propostas. Tais informações, além de algumas estatísticas descritivas dos dados em análise estão dispostas na Tabela 1.

TABELA 1 - Estatística descritiva das variáveis mensuradas em mudas de *E. dunnii* aos 100 dias após semeadura

Variável	Média	Desvio Padrão	Máximo	Mínimo	CV
Altura (cm)	20,9	7,7	33,2	7,1	33,5%
Diâmetro do colo (mm)	1,7	0,4	3,0	0,6	32,6%
Área Foliar (cm ²)	116,3	64,5	277,7	14,8	57,7%

Nota: CV= Coeficiente de variação.

Sabendo o intervalo em que a equação está contida, observa-se então, a correlação existente entre as variáveis na seguinte matriz de correlação (Tabela 2).

TABELA 2 - Matriz de correlação entre as variáveis estudadas

	<i>Altura</i>	<i>Diâmetro do colo</i>	<i>Área Foliar</i>
<i>Altura</i>	1	-	-
<i>Diâmetro do colo</i>	0,9107	1	-
<i>Área Foliar</i>	0,8763	0,9006	1

Pode-se afirmar a existência de uma correlação aceitável entre as variáveis, viabilizando o estudo. A aplicação da metodologia de seleção de

variáveis “stepwise” para selecionar a combinação mais significativa entre as transformações matemáticas estudadas resultaram na equação (1).

$$af = 11,9534 + 2,4323 \cdot (h \cdot dc) + \varepsilon_i \quad \text{eq. (1)}$$

Em que: af = área foliar (cm^2); h = altura total da muda (cm); dc = diâmetro do colo (mm); ε_i = erro de estimativa.

Na equação 1 se demonstra que entre todas as combinações testadas, a combinação apresentada é a que possui maior significância, porém não garante sua confiabilidade. Para garantir a confiabilidade das estimativas foi analisado o comportamento dos resíduos das estimativas (Figura 1) além das estatísticas de ajuste e precisão (Tabela 3).

TABELA 3 - Estatística de ajuste e precisão da equação.

R^2_{ajustado}	S_{yx} (%)
0,9147	14,9

O coeficiente de determinação ajustado demonstra um ajuste muito favorável, demonstrando que a maior parte das variações apresentadas pela área foliar são explicadas pela equação. O erro padrão da estimativa confirma um erro aceitável presente na equação, uma vez que a mensuração da variável em questão é operacionalmente dificultosa. Dessa forma, pode-se obter estimativas seguras de maneira mais fácil.

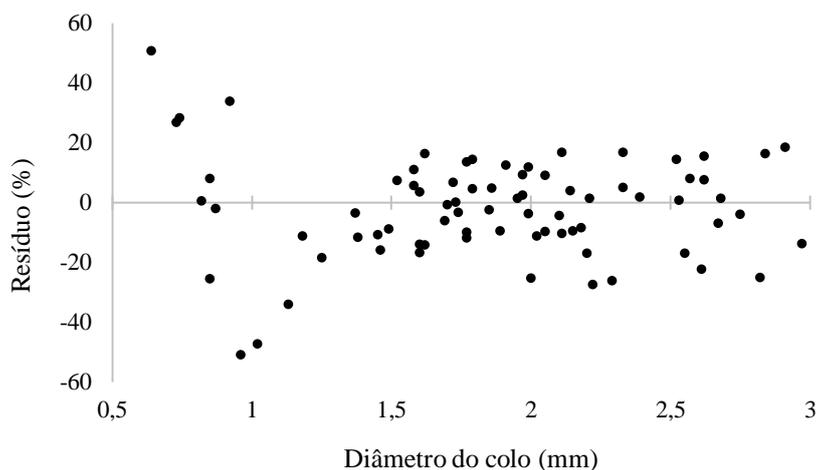


FIGURA 1. Dispersão residual das estimativas de área foliar em função do diâmetro do colo.

A dispersão residual apresentada pela equação mostra que existe uma tendência maior ao erro tanto de superestimativas, quanto de subestimativas para mudas com diâmetro do colo inferior a 1 mm, sendo que a partir deste as

estimativas tendem a ser mais precisas. Tal tendenciosidade não é prejudicial, uma vez que o diâmetro do colo ideal para transplante das mudas é próximo à 2 mm, faixa que possui menor amplitude de erro.

4. Conclusão

Diante dos resultados apresentados, é visível a viabilidade de uso da equação proposta para estimativas precisas de área foliar de *E. dunnii* no final do ciclo do viveiro, podendo fornecer dados para auxiliar a qualidade das mudas que irão para campo.

5. Referências

- GOMES, J. M. et al. Parâmetros morfológicos na avaliação da qualidade de mudas de *Eucalyptus grandis*. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v. 26, n. 6, p. 655-664, 2002. <<http://dx.doi.org/10.1590/S0100-67622002000600002>>.
- CARNEIRO, J. G. de A. **Produção e controle de qualidade de mudas florestais**. Curitiba, PR: UFPR/FUPEF. 1995. 451p.