



<http://dx.doi.org/10.12702/VIII.SimposFloresta.2014.59-563-1>

## Modelagem do teor de nitrogênio em *Cnidoscolus quercifolius* Pohl. no município de Floresta-PE

Hugo L. P. e Pires<sup>1</sup>, Jadson C. de Abreu<sup>1</sup>, José A. A. da Silva<sup>2</sup>, Rinaldo L. C. Ferreira<sup>2</sup>,  
Edielza A. dos S. Ribeiro<sup>1</sup>; German H. Gutierrez Céspedes<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Universidade do Estado do Amapá (leonardopires87@hotmail.com; jadsoncoelhoabreu@hotmail.com; EdielzaRibeiro2009@gmail.com); <sup>2</sup>Universidade Federal Rural de Pernambuco (jaaleixo@uol.com.br; rinaldo@dcfl.ufrpe.br); Empresa Agroindustrial <sup>3</sup>Excelsior S.A. (germanguitierrez@joasantos.com.br)

**Resumo:** Este trabalho tem como objetivo testar diferentes modelos matemáticos para estimativa de nitrogênio total (N) como variável dependente e como independentes o diâmetro à altura do peito (1,3 m do solo) e a altura total de *Cnidoscolus quercifolius* Pohl. em Floresta-PE. Foram utilizados 10 indivíduos em que foram retiradas amostras para determinação de N em laboratório. O modelo  $N_i = 39,63154 + 3,29374.DAP_i^2 - 0,384.(DAP_i^2/Hi)$  foi o de melhor desempenho para estimativa de nitrogênio total em *C. quercifolius*.

**Palavras-chave:** Coeficiente de determinação ajustado; Equações; Modelos matemáticos.

### 1. Introdução

A *Cnidoscolus quercifolius* Pohl., conhecida como faveleira ou favela, é uma árvore nativa do sertão do nordeste do Brasil com grande potencial econômico, rústica e de rápido crescimento, com características xerófilas, sendo bem adaptadas a seca. Necessita da interação do meio natural para sua nutrição, principalmente onde ocorrem, em áreas onde o solo é pobre em nutrientes. Suas principais potencialidades são a produção de óleo, amido e forragem (BEZERRA, 2011; SELLE, 2007).

Por outro lado, o nitrogênio (N) é um dos macronutrientes básicos para o volume das plantas, retirado do solo sob condições naturais. Por isso é considerado elemento essencial e quase sempre um fator limitante, influenciando

o crescimento da planta mais do que qualquer outro nutriente (BREDEMEIER; MUNSTOCK, 2000). Porém, a estimativa de N não é simples, necessitando de métodos indiretos, entre os quais se destacam os modelos matemáticos.

Por meio de modelos matemáticos se pode estimar nutrientes como o nitrogênio, visando subsidiar os planos de manejo florestal, pois com essas equações será possível fazer estimativas do quanto desse nutriente esta se retirando do ambiente após um processo de colheita, para uma posterior recomposição. Sendo assim, o objetivo deste trabalho foi testar diferentes modelos matemáticos e selecionar o melhor visando estimar o teor de nitrogênio em *Cnidoscolus quercifolius* em área de caatinga no município de Floresta-PE.

## **2. Material e Métodos**

### **2.1 Área de Estudo**

O estudo foi realizado em uma área com cerca de 50 ha com vegetação de Caatinga no município de Floresta, Pernambuco, com clima, segundo a classificação de Köppen, do tipo BSh, semiárido quente, e precipitação média anual de aproximadamente 503 mm, período chuvoso de janeiro a abril, e temperatura média anual de 26,1 °C (ALVES JUNIOR, 2010).

A *Cnidoscolus quercifolius* Pohl. foi selecionada usando como base as informações obtidas em um inventário florestal realizado na área por Alves (2011), sendo utilizados 10 indivíduos e posteriormente retirados amostras para análises químicas em laboratório. O Nitrogênio foi obtido através da digestão sulfúrica usadas na extração de matéria seca, essa análise foi realizada no laboratório de bioquímica vegetal da Universidade Federal Rural de Pernambuco.

### **2.2 Ajuste dos modelos**

Com a obtenção dos dados de DAP, altura total e nitrogênio total se procedeu o ajuste dos 20 modelos matemáticos (Tabela 1).

A melhor equação foi selecionada com base nos critérios estatísticos de coeficiente de determinação ajustado, erro padrão da estimativa e análise gráfica dos resíduos. Para os modelos que sofrem transformação logarítmica foi aplicada o fator de correção da discrepância logarítmica, para assim se fazer a comparação desses modelos com os aritméticos e os não lineares.

TABELA 1 - Modelos matemáticos para ajuste de equações para estimar nitrogênio total em *Cnidoscolus quercifolius* Pohl., Floresta-PE

	Modelo	Autor
1	$Y_i = \beta_0 + \beta_1 DAP_i^2 + \beta_2 H_i^2 + \beta_3 (DAP_i^2 H_i) + \varepsilon_i$	
2	$Y_i = \beta_0 + \beta_1 DAP_i + \beta_2 H_i + \varepsilon_i$	
3	$Y_i = \beta_0 + \beta_1 DAP_i + \beta_2 (DAP_i^2 H_i) + \varepsilon_i$	
4	$Y_i = \beta_0 + \beta_1 DAP_i + \beta_2 DAP_i^2 + \beta_3 (DAP_i^2 H_i) + \varepsilon_i$	
5	$Y_i = \beta_0 + \beta_1 DAP_i + \beta_2 (DAP_i^2 H_i) + \varepsilon_i$	
6	$\ln Y_i = \beta_0 + \beta_1 \ln(DAP_i^2 H_i) + \ln \varepsilon_i$	Spurr
7	$\ln Y_i = \beta_0 + \beta_1 \ln(DAP_i^3) + \ln \varepsilon_i$	
8	$Y_i = \beta_0 DAP_i^{\beta_1} H_i^{\beta_2} \varepsilon_i$	Schumacher e Hall
9	$\ln Y_i = \beta_0 + \beta_1 \ln H_i + \ln \varepsilon_i$	
10	$\ln Y_i = \beta_0 + \beta_1 \ln(DAP_i) + \ln \varepsilon_i$	
11	$Y_i = e^{\beta_0 + \beta_1 \ln DAP_i + \beta_2 \ln H_i^2} \varepsilon_i$	
12	$Y_i = \beta_0 e^{[(\ln DAP_i - \beta_1) / \beta_2]} + \varepsilon_i$	Log-Normal
13	$Y_i = \beta_0 e^{[(\ln H_i - \beta_1) / \beta_2]} + \varepsilon_i$	Log-Normal
14	$Y_i = \beta_0 \cdot \exp[\beta_1 (\beta_2^{DAP_i} + \beta_3 \cdot H_i)] + \varepsilon_i$	Silva e Bailey
15	$Y_i = \beta_0 - \beta_1 \cdot \exp(-\beta_2 \cdot DAP_i^{\beta_3}) + \varepsilon_i$	Weibull
16	$Y_i = \beta_0 - \beta_1 \cdot \exp(-\beta_2 \cdot H_i^{\beta_3}) + \varepsilon_i$	Weibull
17	$Y_i = \beta_0 [1 - \exp(-\beta_1 \cdot DAP_i)]^{\beta_2} + \varepsilon_i$	Chapman-Richards
18	$Y_i = \beta_0 [1 - \exp(-\beta_1 \cdot H_i)]^{\beta_2} + \varepsilon_i$	Chapman-Richards
19	$Y_i = \beta_0 / [1 + \beta_1 \cdot \exp(-\beta_2 \cdot DAP_i)] + \varepsilon_i$	Logístico
20	$Y_i = \beta_0 / [1 + \beta_1 \cdot \exp(-\beta_2 \cdot H_i)] + \varepsilon_i$	Logístico

Em que:  $\beta_0, \beta_1, \beta_2, \beta_3 \dots \beta_n$  = parâmetros dos modelos; DAP = diâmetro a 1,3 m do solo;  $\ln$  = logaritmo natural; H = altura total e comercial,  $Y_i$  = teor de Nitrogênio e  $\varepsilon_i$  = erro aleatório.

### 3. Resultados e Discussão

Dos 20 modelos matemáticos ajustados foram selecionadas as cinco melhores equações (Tabela 2) para estimativas do teor de nitrogênio com base no coeficiente de determinação ajustado ( $R^2_{aj}$  %), no erro padrão da estimativa ( $S_{xy}$  %) e na análise do gráfico dos resíduos.

Para a espécie em estudo, as equações que mais se destacaram foram as 4 e 5, com  $R^2_{aj}$  (%) de 73,05 e  $S_{xy}$  (%) de 22,48 para a equação 4 e  $R^2_{aj}$  (%) de 76,24 e  $S_{xy}$  (%) de 21,11 para equação 5.

As distribuições gráficas dos resíduos para as equações que mais se destacaram para nitrogênio total da espécie todas as equações geraram estimativas com variações dos desvios a medida que se aumenta o teor de nitrogênio. Na Figura 1 está a comparação da distribuição dos resíduos para as duas melhores equações.

TABELA 2 - Estimativas dos parâmetros e medidas de precisão das cinco melhores equações ajustadas para o nitrogênio total em *Cnidoscopus quercifolius* em Floresta-PE

Nitrogênio Total						
Equação	$b_0$	$b_1$	$b_2$	$b_3$	R <sup>2</sup> aj (%)	Sxy(%)
1	30,04668	3,44166	0,52727	-0,42194	72,67	22,64
4	59,08256	-7,41762	4,15227	-0,43693	73,05	22,48
5	39,63154	3,29374	-0,384		76,24	21,11
8	4,06088	0,95499	-0,794		0,7204	29,48
11	4,06088	0,95499	-0,397		0,7204	28,49

Em que:  $b_0, b_1, \dots, b_n$ , = coeficientes da equação, R<sup>2</sup>aj = coeficiente de determinação ajustado e Sxy = erro padrão da estimativa

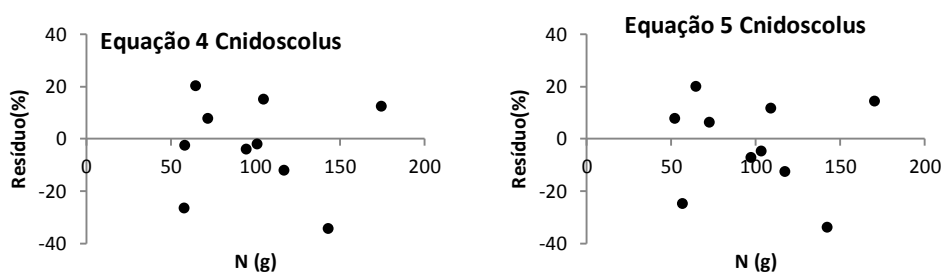


FIGURA 1 - Distribuições gráficas dos resíduos das duas melhores equações selecionadas para nitrogênio total de *Cnidoscopus quercifolius* em Floresta-PE.

Para a espécie *Cnidoscopus quercifolius*, as equações 4 e 5 apresentaram distribuições residuais muito próximas, sendo que a equação 5 apresentou R<sup>2</sup>aj mais alto e menor Sxy.

#### 4. Conclusão

O modelo  $N_i = 39,63154 + 3,29374.DAP_i^2 - 0,384.(DAP_i^2H_i)$  foi o de melhor desempenho para estimativa de nitrogênio total em *Cnidoscopus quercifolius*.

#### 5. Referencias

ALVES; A. R. **Quantificação de biomassa e ciclagem de nutrientes em áreas de vegetação de caatinga no município de Floresta, Pernambuco**. 2011. 116f. Tese (Doutorado em Ciências Florestais) Universidade Federal Rural de Pernambuco, 2011. Disponível em: <<http://ppgcf-ufupe.jimdo.com/app/download/4741783865/Allyson+Rocha+Alves.pdf?t=1405606588>>. Acesso em: 10 jul. 2014.

ALVES JUNIOR, F. T. **Estrutura, biomassa e volumetria de uma área de Caatinga, Floresta-PE**. 2010. 151f. Tese (Doutorado em Ciências Florestais) Universidade Federal Rural de Pernambuco, 2010. Disponível em: <<http://ppgcf-ufupe.jimdo.com/app/download/4722919765/Franciscao+Tarcisio+Alves+Jr.pdf?t=1405606588>>. Acesso em: 10 jul. 2014.

BEZERRA, P.D.F. **Variabilidade da cultura de *Cnidocolus quercifolius* Pohl. para produção de Biodiesel no semiárido Nordestino.** 2011. 88f. Dissertação/Mestrado (Centro de Biociências) Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 2011. Disponível em: <[http://www.bibliotecaflorestal.ufv.br/bitstream/handle/123456789/7994/Dissertacao\\_Priscila%20Daniele%20Fernandes%20Bezerra.pdf?sequence=1](http://www.bibliotecaflorestal.ufv.br/bitstream/handle/123456789/7994/Dissertacao_Priscila%20Daniele%20Fernandes%20Bezerra.pdf?sequence=1)>. Acesso em: 10 jul. 2014.

BREDEMEIER, C; MUNSTOCK, C. M. Regulação da absorção e assimilação do nitrogênio nas plantas. **Revista Ciência Rural**, Santa Maria-RS, v. 30, n. 2, p. 365-372, 2000. <<http://dx.doi.org/10.1590/S0103-84782000000200029>>.

SELLE, G. L. Ciclagem de nutrientes em ecossistemas florestais. **Bioscience Journal**, Uberlândia-MG, v. 23, n. 4, p. 29-39, 2007. Disponível em: <<http://www.seer.ufu.br/index.php/biosciencejournal/article/viewFile/6912/4577>>. Acesso em: 10 jul. 2014.