



PADRÕES ALOMÉTRICOS DA PALMEIRA CARNAÚBA (*Copernicia prunifera* (MILL.) H.E. MOORE)

Richieliel Albert Rodrigues SILVA*, Fábio de Almeida VIEIRA,
Cristiane Gouvêa FAJARDO, Fernando dos Santos ARAÚJO

Unidade Especializada em Ciências Agrárias, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Macaíba, Rio Grande do Norte, Brasil.

*E-mail: richieliel@yahoo.com.br

Recebido em agosto/2014; Aceito em dezembro/2014.

RESUMO: Objetivou-se neste estudo caracterizar os padrões alométricos da *Copernicia prunifera* em região semiárida do Rio Grande do Norte. O levantamento foi realizado em uma área rural do município de Lagoa de Pedras, RN. Foram amostrados todos os indivíduos adultos reprodutivos em uma área de 1,1 hectares, totalizando 33 plantas. As relações alométricas avaliadas foram entre: altura total x altura do fuste, CNS (circunferência ao nível do solo) x altura do fuste, CNS x altura total, CAP (circunferência à altura do peito) x altura do fuste, CAP x altura total, e número de folhas x altura total, foram determinadas por equações obtidas por regressões polinomiais. Em seguida, aplicou-se a correlação de Pearson (r_p). A regressão polinomial indicou maior relação entre altura total x altura do fuste ($R^2 = 0,98$). Apenas a relação entre os padrões alométricos altura total x altura do fuste apresentou correlação positiva ($r_p = 0,989$). Os resultados obtidos refletem as estratégias de crescimento e adaptação da palmeira carnaúba no seu ambiente natural.

Palavra-chave: alometria, semiárido, Arecaceae.

ALLOMETRIC PATTERNS OF THE PALM CARNAUBA (*Copernicia prunifera* (MILL.) H.E. MOORE)

ABSTRACT: The aim of this study was to characterize the allometric patterns of *Copernicia prunifera* in semi-arid region of Rio Grande do Norte. This research was conducted in a rural area of the Lagoa de Pedras city, RN. We sampled all adult reproductive individuals in an area of 1.1 hectares, with a total of 33 plants. Allometric relationships were evaluated between: total height x height of the bole, CNS (circumference at ground level) x height of the bole, CNS x overall height, CAP (circumference at breast height) x height of the bole, CAP x overall height, and number of leaves x overall height, were determined by equations obtained by polynomial regressions, then applied the Pearson correlation coefficient (r_p). Polynomial regression indicated greater relationship between total height x height of the bole ($R^2=0.98$). Only the relationship between allometric patterns overall height x height of the bole showed positive correlation ($r_p=0.989$). The results obtained reflect the growth and adaptation strategies of carnauba palm tree in its natural environment.

Keywords: allometry, Semi-arid, Arecaceae.

1. INTRODUÇÃO

A família Arecaceae está constituída por 207 gêneros e 2.675 espécies distribuídas por todo o mundo, predominando em áreas úmidas das regiões tropicais e subtropicais em ambos os trópicos. Devido ao conjunto de suas características botânicas, constituem grupo vegetal muito peculiar, além de possuírem grande valor ornamental, econômico e nutricional (BAUERMANN et al., 2010). A palmeira *Copernicia prunifera* (Miller) H. E. Moore é nativa da região Semiárida do Nordeste brasileiro, pertencente à família Arecaceae. Sua distribuição ocorre em uma área geográfica que compreende principalmente os Estados do Ceará, Piauí e

Rio Grande do Norte. Os indivíduos de carnaúba ocupam predominantemente os vales dos rios nordestinos (D'ALVA, 2007). Segundo Carvalho (2008), a economia da carnaúba consiste no conjunto de atividades que utilizam as folhas, o caule, o talo, a fibra, o fruto e as raízes dessa palmeira para a fabricação de inúmeros produtos artesanais e industriais.

A alometria é uma propriedade física ou fisiológica nas quais partes dos organismos variam com o tamanho, sendo particularmente importante no estudo das histórias de vida (BEGON et al., 2007). A dinâmica de crescimento das espécies florestais tem grande importância ecológica (ARCHIBALD; BOND, 2003), sendo que a estrutura de

um indivíduo adulto não reflete somente as condições às quais está submetido, mas os fatores genéticos e ambientais que atuaram no seu crescimento desde o estágio de plântula (ARCHIBALD; BOND, 2003).

O conhecimento das variações alométricas é fundamental para o entendimento de questões relacionadas à biomecânica, ecologia e evolução das espécies, subsidiando estudos que visem à conservação de populações naturais (NIKLAS et al., 2006). Além disso, nem sempre as relações alométricas são diretas em palmeiras tropicais (RICH, 1986). Assim, o trabalho foi realizado com o objetivo de caracterizar os padrões alométricos dos indivíduos da palmeira carnaúba em região Semiárida do Rio Grande do Norte.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Área de estudo

O levantamento foi realizado em uma área rural do município de Lagoa de Pedras, no Estado do Rio Grande do Norte (Figura 1), distante aproximadamente 60 km da capital Natal/RN. O local está inserido na microrregião Agreste Potiguar, nas coordenadas 6°11'37"S, 35°26'53"W. Conforme a classificação climática de Köppen-Geiger, a região estudada apresenta clima tropical com estação seca (As).



Figura 1. Localização da população de *Copernicia prunifera* no Município de Lagoa de Pedras, RN.

2.2. Amostragem

Foram amostrados todos os indivíduos adultos reprodutivos de *C. prunifera* em uma área de 1,1 hectares (Figura 2). Utilizou-se como parâmetro de definição dos adultos a presença de estruturas reprodutivas (flores ou frutos). No local de estudo, nota-se uma elevada antropização, possivelmente induzida pelos extrativistas da espécie, ou uso do solo para a agropecuária. A altura total e do fuste das plantas foram estimadas com auxílio da projeção das varas de um podão. As circunferências ao nível do solo (CNS) e à altura do peito (CAP) foram obtidas por meio de fita métrica, e o número de folhas quantificadas visualmente por um único observador.

2.3. Análises dos dados

Os dados alométricos foram analisados por meio de estatísticas univariadas, que compreenderam medidas de posição (média, valores mínimos e máximos) e medidas de dispersão (coeficiente de variação, de assimetria e de curtose). Os valores de referência adotados para o coeficiente de assimetria foram: $S < 0$, distribuição assimétrica à esquerda e $S > 0$, distribuição assimétrica à direita. Para o coeficiente de curtose foram: $K > 3$, distribuição mais "afilada" que a normal (leptocúrtica) e

$K < 3$, distribuição mais achatada do que a normal (platicúrtica).



Figura 2. População de *Copernicia prunifera* no município de Lagoa de Pedras, RN.

Para inferir sobre a dependência funcional entre as variáveis alométricas, foram realizadas as seguintes relações: 1) altura total x altura do fuste, 2) CNS (circunferência ao nível do solo) x altura do fuste, 3) CNS x altura total, 4) CAP (circunferência à altura do peito) x altura do fuste, 5) CAP x altura total e 6) número de folhas x altura total, foram determinadas por equações obtidas por regressões polinomiais. As variáveis foram transformadas em logaritmos na base 10 para estabilizar a variância e aproximar da normalidade. O melhor modelo foi determinado pelo ajuste dos dados (x e y), sendo considerado para isso o maior valor do coeficiente de determinação (R^2). Adicionalmente, com o intuito de verificar a relação numérica entre as variáveis, aplicou-se a correlação de Pearson (r_p) entre as relações alométricas avaliadas. Foi escolhida a estimativa de r_p em função dos dados apresentarem distribuição normal (estatística paramétrica), conforme teste de Shapiro-Wilk.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados das variáveis alométricas dos indivíduos de *C. prunifera* indicam que a amostragem foi tomada da população com precisão, com base nos valores baixos de erro padrão (Tabela 1). Em relação à variação observada, os valores do coeficiente de variação indicam que a altura do fuste e altura total variaram menos em relação às demais características. Segundo Henderson et al. (1995), *C. prunifera* pode atingir altura entre 10 e 15 m. Na população estudada, a altura total máxima foi de 9 m, sendo estas diferenças provavelmente atribuídas a heterogeneidade ambiental dos locais de ocorrência e variações genéticas.

Todos os parâmetros avaliados apresentaram distribuição platicúrtica, conforme o coeficiente de curtose ($K < 3$). Essa configuração indica que a distribuição das frequências das variáveis analisadas é mais achatada do que a curva normal, apresentando uma alta amplitude dos dados. Entretanto, essa divergência com a curva normal não foi significativa, conforme teste de Shapiro-Wilk ($P > 0,05$). A altura total e o número de folhas apresentaram assimetrias negativas, sendo assim, uma distribuição assimétrica com a cauda da curva da distribuição de frequência declinando para esquerda. Neste caso, predominam na amostra indivíduos com altura total e o número de folhas superiores à média da

população. As demais variáveis apresentaram assimetria positiva. Os indivíduos de *C. prunifera* apresentaram uma média de 35,21 folhas, estando assim, na faixa de ocorrência descrita por D'Alva (2007), que considera a variação entre 20 e 100 folhas. Observou-se ainda, no presente estudo, uma ampla variação no número foliar entre as plantas, com valores entre 16 e 53 folhas. Esta característica indica heterogeneidade da população para este evento vegetativo, provavelmente devido à falta de

sincronia entre os indivíduos da espécie. Sabe-se que os padrões de brotamento e queda foliar são importantes pela relação com o crescimento e a evapotranspiração das espécies vegetais (BORCHERT et al., 2002). A regressão polinomial foi o modelo que melhor descreveu as relações entre as variáveis. Entretanto, somente a relação entre a altura total e a altura do fuste foi bem definida pela regressão, com valor superior do coeficiente de determinação, $R^2 = 0,98$ (Tabela 2).

Tabela 1. Médias das variáveis alométricas da *Copernicia prunifera*.

Variáveis alométricas	n	Máximo	Média ± Erro	Mínimo	Desvio	CV (%)	S	K
Altura do fuste (m)	33	8,50	5,58 ± 0,21	3,00	1,27	22,11	0,450	0,075
Altura total (m)	33	9,00	6,23 ± 0,21	4,00	1,22	19,52	0,480	-0,403
CNS (m)	33	1,40	1,02 ± 0,05	0,25	0,28	27,16	-0,950	0,670
CAP (m)	33	1,70	0,97 ± 0,04	0,38	0,24	24,55	0,097	2,550
Número de folhas	33	53,00	35,21 ± 1,65	16,00	9,46	26,87	-0,288	-0,286

n: tamanho amostral, CV: coeficiente de variação, S: assimetria, K: curtose.

Tabela 2. Parâmetros obtidos nas análises de regressão polinomial para todas as relações alométricas de *Copernicia prunifera*.

Relações alométricas	Equações	R ²	r _p
Altura total x Altura do fuste	$\hat{y} = 0,4217x^2 + 0,2451x + 0,376$	0,98	0,9893*
Altura do fuste x CNS	$\hat{y} = -1,293x^2 - 0,3199x + 0,7613$	0,29	-0,0159 ^{ns}
Altura total x CNS	$\hat{y} = -1,0205x^2 - 0,2822x + 0,8082$	0,22	-0,0526 ^{ns}
Altura do fuste x CAP	$\hat{y} = -0,509x^2 - 0,3894x + 0,7305$	0,14	-0,3620 ^{ns}
Altura total x CAP	$\hat{y} = -0,4826x^2 - 0,3512x + 0,7841$	0,15	-0,3728 ^{ns}
Altura total x Número de folhas	$\hat{y} = 0,6801x^2 - 2,125x + 2,4346$	0,06	-0,1445 ^{ns}

R²: coeficiente de determinação, r_p: correlação de Pearson; *Valores significativos (p<0,05); ns, valores não significativos.

Assim, esta equação permite estabelecer um modelo para inferir sobre o comprimento do fuste quando se tem os valores de altura total da carnaúba. Além disso, a correlação entre altura total e altura do fuste foi positiva e significativa ($r_p = 0,9893$; $P < 0,05$), demonstrando a relação direta entre estas duas variáveis. Já para as demais relações alométricas, a correlação foi negativa e não significativa ($P > 0,05$). Conforme os modelos encontrados, sugere-se que variações ambientais na população podem ser determinantes para gerar heterogeneidade entre as relações alométricas de uma espécie florestal. NIKLAS (2006) apontou que o ambiente influencia tanto em nível interespecífico quanto em nível intraespecífico nas variações das relações alométricas.

4. CONCLUSÕES

O modelo polinomial, na população amostrada, indicou maior relação entre a altura total e a altura do fuste; Os padrões e heterogeneidade observados nas demais relações alométricas refletem as estratégias de crescimento e adaptação da espécie no seu ambiente natural, fornecendo base para a conservação e manejo das populações nativas.

5. AGRADECIMENTOS

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pelo auxílio financeiro e pela concessão da Bolsa de Iniciação Científica.

6. REFERÊNCIAS

ARCHIBALD, S.; BOND, W. J. Growing tall vs growing wide: tree architecture and allometry of *Acacia karroo* in forest, savanna, and arid environments. *Oikos*, Buenos Aires, v.102, n.1, p.3-14, jun. 2003.

BAUERMANN, S. G. et al. Diferenciação polínica de *Butia*, *Euterpe*, *Geonoma*, *Syagrus* e *Thrinax* e implicações paleoecológicas de Arecaceae para o Rio Grande do Sul. *Iheringia. Série Botânica*, Porto Alegre, v. 65, n.1, p.35-46, jun. 2010.

BEGON, M. et al. **Ecologia**: de indivíduos a ecossistemas. 4. ed. Porto Alegre: Artimed, 2007. 752p.

BORCHERT, R. et al. Modification of vegetative phenology in a tropical semi-deciduous forest by abnormal drought and rain. *Biotropica*, Washington, v.34, n.1, p. 27-39, mar. 2002.

CARVALHO, J. N. F. **Pobreza e tecnologias sociais no extrativismo da carnaúba**. 2008. 100f. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente) – Universidade Federal do Piauí, Teresina, 2008.

D'ALVA, O. A. **O extrativismo da carnaúba no Ceará**. Fortaleza: Banco do Nordeste do Brasil, 2007. 172p.

HENDERSON, A. et al. **Palms of the Americas**. Princeton: Princeton University Press, 1995. 352p.

NIKLAS, K. J. et al. Comparison between the record height-to-stem diameter allometries of *pachycaulis* and *leptocaulis* species. *Annals of Botany*, London, v.97, n.1, p.79-83, jan. 2006.

RICH, P. M. Mechanical architecture of arborescent rain forest palms. *Principes*, Miami, v.30, n.3, p. 117-131, jul./set. 1986.