

Influência da secagem no estoque de energia potencial útil do estipe de *Bactris gasipaes*

Sandra Lucia Soares Mayer ¹; Rudson Silva Oliveira ¹; Eloisa Camilo Mossato ²; Bruna de Carvalho dos Santos ²; Dimas Agostinho da Silva ³

¹ Programa de Pós Graduação em Engenharia Florestal / Universidade Federal do Paraná; ² Laboratório de Energia de Biomassa / Universidade Federal do Paraná; ³ Departamento de Engenharia e Tecnologia Florestal / Universidade Federal do Paraná.

Resumo: A extração do palmito gera uma quantidade considerável de biomassa residual, entre elas o estipe, que representa cerca de 60% da planta e permanece em campo. O objetivo deste trabalho foi avaliar a produção de biomassa e a influência da secagem no estoque de energia do estipe de pupunheira. Foram coletadas 18 plantas as quais os estipes foram pesados em campo para determinação da biomassa seca, os discos foram dispostos ao ar livre para a perda de umidade, onde foram retiradas amostras ao longo de 60 dias e realizada análise de teor de umidade. O poder calorífico superior foi determinado e posteriormente calculado o poder calorífico útil e a energia potencial. O estoque de energia aumentou de 14,75 até 339,52 Mcal ha⁻¹ ao longo dos 60 dias, inferindo que o tempo de secagem tem influência no estoque de energia.

Palavras-chave: Biomassa seca, Estoque de energia,

Influence of drying on potential useful energy stock of stem of *Bactris gasipaes*

Abstract: Extraction of the palm heart is a considerable residue of residual biomass, among them the stipe, which represents about 60% of the plant and remains in the field. The objective of this work was to evaluate the biomass production and the influence of the energy in the peach palm stem. Eighteen plants were removed as were the plants for moisture loss, where the samples were taken over 60 days and moisture content analyzes were performed. The higher calorific value was determined and subsequently calculated as useful calorific value and energy potential. The energy stock increased from 14.75 to 339.52 Mcal ha⁻¹ over the 60 days, inferring that the drying time has an influence on the energy stock.

Keywords: Dry biomass, Energy stock, Moisture, Peach palm.

1. INTRODUÇÃO

A pupunheira (*Bactris gasipaes* Kunth) é uma palmeira do tipo multicaule podendo atingir alturas acima dos 20 metros, e diâmetros que variam de 15 a 30 cm. No alto do estipe há uma coroa de folhas, nas quais as embrionárias estão localizadas no centro formando o palmito, um importante produto econômico (Clement, 1999).

O caule, conhecido como estipe, possui medula central esponjosa e é cercada por um anel formado por fibras fortes que a protegem, formando feixes verticais de tecido condutor. São destituídos de tecido cambial, uma vez formado, não haverá aumento diâmetro (Lorenzi et al., 2004).

A necessidade de encontrar novas alternativas econômicas para os agricultores familiares no litoral do estado do Paraná, novos cultivos foram introduzidos, dentre eles o da pupunheira. As características edafoclimáticas da região, e a tradição dos agricultores em manejarem a palmeira Juçara (*Euterpe edulis* Mart), foram consideradas para as definições das novas atividades (Belletini & Corrêa Júnior, 2010). No Estado do Paraná a espécie *B. gasipaes* foi introduzida na década de 1990 e possui boas características para a produção do palmito. No momento do corte, cerca 90 a 95% da planta é descartada, gerando assim grande quantidade de resíduos que permanecem no campo incluindo o estipe que representa cerca de 60%, sendo que o acúmulo desse material pode acarretar problemas para o produtor, como dificuldade no replantio ou na próxima colheita.

Neste cenário, o objetivo deste trabalho foi avaliar a produção de biomassa seca e a influência da perda de umidade ao longo do tempo no estoque de energia potencial útil do estipe de *Bactris gasipaes* visando a sua utilização como fonte de energia nas propriedades rurais.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O material foi obtido na estação experimental do Instituto Agrônomo do Paraná (IAPAR), localizada nas coordenadas 25°30'36" S e 48°48'37" W no município de Morretes, pertencente a mesorregião geográfica metropolitana de Curitiba no Estado do Paraná. Segundo a classificação de Köppen a região apresenta clima Cfa (quente e temperado), com temperatura média anual de 21,3 °C e pluviosidade média anual de 1984 mm.

Em inventário prévio, foram mensurados altura e diâmetros em duas posições no estipe, a 10 e 30 cm de altura em relação ao solo, em parcelas de 10 m x 10 m (100 m²). A partir dos dados obtidos foram selecionadas e abatidas dezoito plantas para determinação da biomassa verde e

demais análises.

Os estipes foram cortados com auxílio de motosserra, para melhor aproveitamento deles, traçados e pesados em campo, uma seção do estipe foi transportada ao Laboratório de Energia de Biomassa na Universidade Federal do Paraná, onde foi seccionada em discos de aproximadamente 3 cm de espessura.

Foram selecionados três discos de cada planta e dispostos ao ar livre, sem contato com o solo, para perda de umidade. Os discos foram pesados no períodos: 0 dias (T0), 3 dias (T3), 6 dias (T6), 9 dias (T9), 16 dias (T16), 23 dias (T23), 30 dias (T30), 45 dias (T45) e 60 dias (T60), em cada período foram retirados três discos aleatoriamente para determinação do teor de umidade segundo a NBR 14929 (Abnt, 2003). O poder calorífico superior foi determinado em bomba calorimétrica da marca IKA® modelo C5000, de acordo com a norma D240-17 (Astm, 2017).

O poder calorífico inferior e o poder calorífico útil foram calculados utilizando as equações 1 e 2 respectivamente, o teor de hidrogênio da biomassa (H) para este trabalho foi adotado o valor de 6%. A biomassa seca dos estipes foi calculada utilizando a equação 3, e o estoque de energia potencial foi calculado pela equação 4.

$$(1) \quad \text{PCI} = PCS - 9H$$

$$(2) \quad \text{PCU} = PCS - 8H$$

$$(3) \quad \text{BIO} = \frac{Mu_{ai}}{Mu_{ai} + Ubu}$$

$$(4) \quad \text{EP} = \text{BIO} \times \text{PCI}$$

Em que: *PCI* = Poder calorífico inferior (kcal kg⁻¹); *PCS* = Poder calorífico superior (kcal kg⁻¹); *H* = teor de hidrogênio adotado 6%; *PCU* = Poder calorífico útil (kcal kg⁻¹); *Ubu* = Teor de umidade na base úmida (%); *BIO* = Biomassa seca do estipe (kg ha⁻¹); *Mu_{ai}* = Massa úmida do estipe (kg ha⁻¹); *Ms_{ai}* = Massa seca da amostra do estipe (kg ha⁻¹); *Mu_{ai}* = Massa úmida da amostra do estipe (kg ha⁻¹); *EP* = Estoque de energia potencial (Mcal ha⁻¹).

O experimento foi instalado em delineamento inteiramente casualizado simples com nove tratamentos e dezoito repetições (plantas amostras). Os dados foram analisados com o auxílio do *software* R versão 3.6.0 (R Core Team, 2019) pacote “*ExpDes.pt*” (Ferreira et al., 2018) a partir da análise de variância (ANOVA) pelo teste F ($p < 0.05$) e quando as diferenças foram significativas, aplicou-se o teste de Scott-Knott ($p < 0.05$) para a comparação das médias. A variável estoque de energia potencial foi transformada por logaritmo natural (Ln) para homogeneização da variância.

3. RESULTADOS

Na Tabela 1 estão os valores médios para as variáveis dendrométricas, poder calorífico superior e biomassa seca.

Tabela 1. Valores médios das variáveis dendrométricas, biomassa seca e poder calorífico superior para estipe de *Bactris gasipaes*.

| | Altura m | Diâmetro 10 cm | Diâmetro 30 cm | Biomassa seca kg ha ⁻¹ | PCS kcal kg ⁻¹ |
|--------------------|-------------|-------------------|-------------------|--------------------------------------|------------------------------|
| <i>B. gasipaes</i> | 2,67± 0,37 | 13,35± 0,42 | 12,73± 0,50 | 115,68± 9,51 | 4141± 1,21 |

A Tabela 2 apresenta os resultados médios para umidade, poder calorífico útil e estoque de energia potencial entre os nove tratamentos (períodos). A análise de variância mostrou que há diferenças significativas para as três variáveis.

Tabela 2. Valores médios para as variáveis umidade base úmida, poder calorífico útil e estoque de energia potencial entre os períodos.

| Tratamento | Umidade base úmida (%) | Poder calorífico útil (kcal kg ⁻¹) | Estoque de energia potencial (Mcal ha ⁻¹) |
|------------|---------------------------|---|--|
| T0 | 83,83 ± 0,06 a | 114 ± 2,78 f | 14,75 ± 4,53 e |
| T3 | 80,64 ± 0,25 b | 256 ± 6,48 e | 33,82 ± 7,21 d |
| T6 | 81,45 ± 0,10 b | 219 ± 2,46 e | 24,93 ± 4,34 d |
| T9 | 79,43 ± 0,22 b | 308 ± 4,71 e | 33,67 ± 4,61 d |
| T16 | 73,43 ± 0,17 c | 573 ± 2,58 d | 65,36 ± 6,97 c |
| T23 | 73,64 ± 0,17 c | 564 ± 2,61 d | 64,24 ± 6,90 c |
| T30 | 63,19 ± 0,52 d | 1025 ± 5,51 c | 114,05 ± 8,65 b |
| T45 | 37,36 ± 1,37 e | 2168 ± 8,34 b | 266,36 ± 16,99 a |
| T60 | 19,67 ± 0,78 f | 2947 ± 2,67 a | 339,52 ± 16,22 a |

A partir da análise de regressão linear foi possível verificar uma forte correlação entre as variáveis, indicando que a umidade base úmida exerce uma influência negativa no poder calorífico útil (Figura 1A). Resultado inverso é observado quando se correlaciona o período de dias que os discos permaneceram secando, apontando uma correlação positiva, como pode ser observado na Figura 1B.

Figura 1. Gráfico de regressão linear com linha de tendência. A – Poder calorífico útil x Umidade base úmida. B – Poder calorífico útil x Dias.

Na Figura 2 é possível verificar que com o avançar dos dias a curva de secagem decresce

enquanto o estoque em energia aumenta, com incrementos significativos a partir de T30 e com valores satisfatórios de energia estocada a partir de T45 (>260 Mcal ha⁻¹). De T30 para T45 observou-se uma redução de aproximadamente 40% do valor médio de umidade da biomassa implicando em um aumento de 2,33 vezes (~133%) no estoque de energia potencial, indicando que 45 dias seja o período mínimo para se obter uma biomassa com umidade adequada para combustão.

Figura 2. Influência da secagem ao longo do tempo no estoque potencial de energia.

4. DISCUSSÃO

O estoque de energia é dado a partir da relação entre a produção de biomassa seca e o valor energético liberado pelo combustível durante o processo de combustão. Os plantios de *B. gasipaes* no litoral do Paraná apresentaram elevada produção de biomassa por hectare (>110 kg) podendo este resultado ser atribuído às condições fisioedafoclimáticas que, consequentemente, influenciam na produção individual da palmeira.

A quantidade de resíduo gerado a partir do estipe durante a colheita do palmito, observado nesta pesquisa, foi de aproximadamente 2,31 kg por indivíduo, sendo 3,7 vezes superior ao encontrado por Goodman et al. (2013) (~ 0,619 kg ind⁻¹) para *B. gasipaes* em plantios naturais na Amazônia Peruana; e 2,2 vezes maior que o relatado por Ares et al. (2002) (~ 1,03 kg ind⁻¹) para indivíduos cultivados na Costa Rica. Portanto, é possível inferir que indivíduos oriundos de plantios homogêneos tendem a produzir mais biomassa comparado aos de ocorrência natural.

O emprego da biomassa lignocelulósica como fonte primária de energia deve atender algumas características, uma delas é um baixo teor de umidade (<30%). Neste estudo foi possível observar que o teor de umidade desejável ocorreu após os 45 dias, para melhor aproveitamento dos estipes da pupunheira como fonte primária de energia, é recomendado que permaneça em campo para a perda gradativa de umidade.

5. CONCLUSÕES

Pode-se concluir com a realização deste trabalho que os estipes da pupunheira podem ser utilizados como fonte de energia, entretanto recomenda-se que eles permaneçam ao ar livre por no mínimo 30 dias, para perda de umidade e melhor aproveitamento da energia potencial estocada.

6. REFERÊNCIAS

American Society for Testing and Materials. D240-14: Standard Test Method for Heat of Combustion of Liquid Hydrocarbon Fuels by Bomb Calorimeter. West Conshohocken, PA, 2017.

Ares, A, Boniche, J, Molina, E, Yost RS. *Bactris gasipaes* agroecosystems for heart-of-palm production in Costa Rica: Changes in biomass, nutrient and carbon pools with stand age and plant density. *Field Crops Research*, 2002; 74 (1): 13–22.

Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 14929: Madeira - Determinação do teor de umidade de cavacos - Método por secagem em estufa Rio de Janeiro, RJ, 2003.

Bellettini, S, Corrêa Júnior, C. Palmeiras para produção de palmitos no litoral do paraná: uma alternativa ao extrativismo predatório. In: *Estratégias metodológicas da extensão rural do Paraná*, volume II. ed. Curitiba: EMATER, 2010. p. 56–60.

Clement, CR. Introdu o   pupunha. [cited 2018 mar. 17]. Available from: <https://www.inpa.gov.br/pupunha/revista/clement-intro.html>.

Ferreira, EB; Cavalcanti, PP; Nogueira, DA. *ExpDes.pt: Pacote Experimental Designs (Portuguese) R package version 1.2.0*, 2018.

Goodman, RC. Phillips, OL, Torres, DCT, Freitas, L, Cortese, ST, Monteagudo A et al. Amazon palm biomass and allometry. *Forest Ecology and Management*, 2013, v 310, 994–1004.

Lorenzi, H, Souza, HM, Costa-Medeiros, JT, Cerqueira, LSC, Behr N. *Palmeiras brasileiras e ex ticas e cultivadas*. 1^a ed. [s.l.] Editora Plantarum Ltda, 2004.

R Core Team, R. R: A language and enviromental for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing. Viena, Austria, 2019.