

Caracterização energética da bainha de *Bactris gasipaes* em diferentes espaçamentos

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

Laboratório de Energia de Biomassa/ Universidade Federal do Paraná

Resumo: A bainha é o principal resíduo gerado durante o beneficiamento do palmito na indústria. Uma das alternativas para mitigar esse passivo é aproveitá-lo como fonte primária de energia. Neste contexto, este estudo teve como objetivo avaliar a produção e a qualidade energética da bainha de *Bactris gasipaes* Kunth em plantios com diferentes espaçamentos. Os dados são oriundos de plantios experimentais no município de Morretes-PR, onde foram coletados 9 indivíduos por espaçamento. As propriedades analisadas foram massa seca, umidade, poder calorífico, materiais voláteis, cinzas, carbono fixo e o estoque em energia potencial. Os resultados apontaram não haver diferenças significativas entre os espaçamentos para todas as variáveis analisadas, exceto para massa seca, em que os materiais oriundos do espaçamento 2 apresentaram as maiores médias (41,39 kg ha⁻¹). O espaçamento não influencia na qualidade energética das bainhas e, apesar de conter um elevado percentual de material inorgânico, apresenta potencial de utilização energética.

Palavras-chave: Pupunheira, Biomassa para energia, Palmito.

Energetic characterization of foliaceous sheath from *Bactris gasipaes* in different spacing

Abstract: The foliaceous sheath is the main waste generated during the heart of palm industrial processing. An alternative for the mitigation of these liabilities is using it as a primary source of energy. In this context, this study had as the goal evaluate the production and energetic quality from foliaceous sheath of *Bactris gasipaes* Kunth in plantations with different spacing. The data are from experimental plantations in the city Morretes-PR, where were collected nine individuals per spacing. The analyzed properties were dry mass, moisture, calorific value, volatile materials, ash, fixed carbon and potential energy storage. The results indicated no significant difference between the spacing for all the analyzed variables, except to dry mass, in which materials from spacing 2 presented a highest mean (41,39 kg ha⁻¹). The spacing don't have influence over foliaceous sheath's energetic quality, although contains high percentage of inorganic material, the foliaceous sheath has potential energetic uses.

Keywords: Peach palm, Biomass for energy, Heart of palm.

1. INTRODUÇÃO

A pupunheira é uma monocotiledônea, pertencente à família *Arecaceae* e do gênero *Bactris*, cujo a própria *Bactris gasipaes* é a principal representante. Tem como característica o caule do tipo estipe, com diâmetro entre 10 a 30 cm e podem alcançar 25 metros de altura. Localizado no ápice do estipe encontra-se uma coroa de 15 a 25 folhas pinadas. As folhas jovens não-expandidas dão origem ao palmito e à sua capa de proteção, a bainha (Clement, 1988).

Nas últimas décadas houve um crescimento na extração de palmito a partir da pupunheira. Esse aumento é devido às vantagens desta cultura frente às demais espécies produtoras de palmito, como a possibilidade de colheita a partir dos dois anos e a realização de cortes anuais (Sousa et al., 2011).

Durante o processamento, estipe e folhas são deixados no campo e as três ou quatro camadas de bainha que envolvem o palmito, tornam-se resíduos na indústria de beneficiamento. Em casos como os de plantios experimentais na Estação Experimental do Instituto Agrônomo do Paraná (IAPAR), apenas 10% da massa do indivíduo é palmito e os outros 90% se tornam passivos.

Nesse contexto, com propósito da utilização do resíduo industrial de bainha como fonte de energia primária, esse trabalho objetivou avaliar a produção e a qualidade energética da bainha em plantios de *Bactris gasipaes* em diferentes espaçamentos.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento está implantado no IAPAR, situado no município de Morretes, região litorânea do Estado do Paraná. O clima da região é do tipo Cfa, quente e temperado, segundo a classificação de Köppen, com temperatura média anual de 21,3 °C e pluviosidade de 1984 mm. Os dados são oriundos de indivíduos de *B. gasipaes* cultivados em dois espaçamentos: Espaçamento 1 (2x1 m) e espaçamento 2 (1x1 m), onde que foram coletadas nove plantas por tratamento, sendo o palmito colhido e pesado com as bainhas ainda em campo para a obtenção da massa verde ().

As bainhas foram separadas do palmito, em seguida as amostras foram secas em estufa a 105 ± 2 °C e a umidade base úmida foi determinada de acordo com equação (1). (ABNT, 2017)

Para a determinação da qualidade energética foram quantificados os percentuais de material volátil, cinzas e carbono fixo (ASTM, 2019). O poder calorífico superior foi determinado em bomba calorimétrica da marca IKA® C5000 de acordo com a ASTM (2017), e o poder calorífico

inferior e útil foram calculados a partir das equações (2 e 3), como descrito para diversas biomassas, foi adotado o teor de hidrogênio 6% (Cortez et al., 2008). O estoque de energia potencial foi calculado de acordo com a equação (4).

(1)

(2)

(3)

(4)

Em que: Ubu = Umidade base úmida (%); Mu = massa verde (kg); Ms = massa seca (kg); PCI = poder calorífico inferior (kcal kg⁻¹); PCS = poder calorífico superior (kcal kg⁻¹); H = teor de hidrogênio na biomassa, adotado 6%; PCU = poder calorífico útil (kcal kg⁻¹); EP = estoque de energia potencial (Mcal ha⁻¹).

Os dados foram analisados em delineamento inteiramente casualizado simples, com dois tratamentos e dezoito repetições para todas as variáveis, com o auxílio do *software* R versão 3.6.0 (R Core Team, 2019) utilizando o pacote “*ExpDes.pt*” (Ferreira et al., 2018). Primeiramente, aplicou-se o teste de Bartlett visando verificar a homogeneidade da variância, em seguida, realizou-se a análise de variância pelo teste F a 5% de significância e quando as diferenças foram significativas, aplicou-se o teste de Tukey a 95% de probabilidade para a comparação das médias.

Ainda no *Software* R foi realizada a correlação de Pearson, utilizando o pacote “*Stats*” e a análise de variância pelo teste F a 5% de significância.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Figura 1 são apresentados os resultados da produção de palmito comestível e massa seca de bainha por hectare em função dos espaçamentos. A análise de variância foi significativa para ambas variáveis, revelando que o espaçamento 2 apresenta as maiores médias para a produção de palmito e consequentemente, maiores quantidades biomassa seca da bainha.

Foi possível observar que no espaçamento 1 cada quilograma de palmito gerou 1,4 kg ha⁻¹ de massa seca da bainha, enquanto que no plantio do espaçamento 2 a relação diminui para 0,89 kg ha⁻¹, evidenciando que o menor espaçamento, 1, gera menos resíduos em função da quantidade de palmito produzida, situação essa mais desejável.

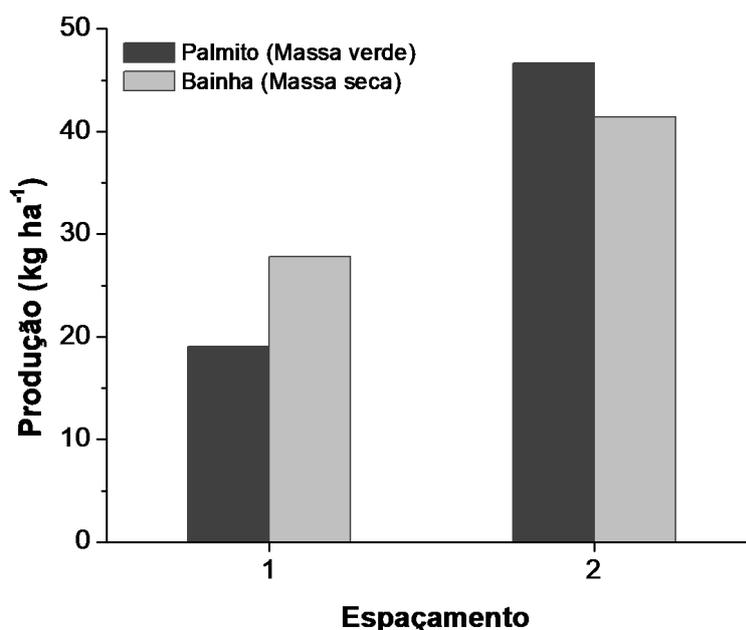


Figura 1. Produção de Palmito e bainha

Para as demais variáveis, a análise de variância apontou não haver diferença significativa entre os tratamentos a 5% de significância, ou seja, estatisticamente a qualidade energética da bainha independe do espaçamento (Tabela 1).

Tabela 1. Valores médios de umidade, poder calorífico, materiais voláteis, cinzas e carbono fixo da bainha nos espaçamentos analisados.

Variável	Unidade	Espaçamento 1	Espaçamento 2
Umidade base umidade	(%)	50,25 ± 0,33* a	52,08 ± 0,30 a
Umidade base seca	(%)	101,73 ± 0,94 a	109,83 ± 1,04 a
Poder calorífico superior	(kcal kg ⁻¹)	4235,83 ± 0,86 a	4209,00 ± 0,52 a
Poder calorífico útil	(kcal kg ⁻¹)	1644,83 ± 2,88 a	1549,03 ± 2,51 a
Estoque Energia potencial	(Mcal ha ⁻¹)	46,46 ± 3,86 a	64,21 ± 3,12 a
Materiais voláteis	(%)	74,23 ± 0,10 a	72,96 ± 0,19 a
Cinzas	(%)	3,24 ± 0,38 a	3,70 ± 0,46 a
Carbono Fixo	(%)	22,53 ± 0,11 a	23,34 ± 0,21 a

Letras minúsculas seguidas da mesma letra não diferem entre os espaçamentos. * = erro padrão da média.

As bainhas apresentaram teor de umidade elevado (>50%) influenciando diretamente no poder calorífico útil. A partir da análise de regressão linear (Figura 2) observou-se que a quantidade de energia útil do combustível (bainha) é inversamente proporcional ao conteúdo de umidade, ou seja, para cada 1% de umidade há uma redução de 47,6 kcal kg⁻¹.

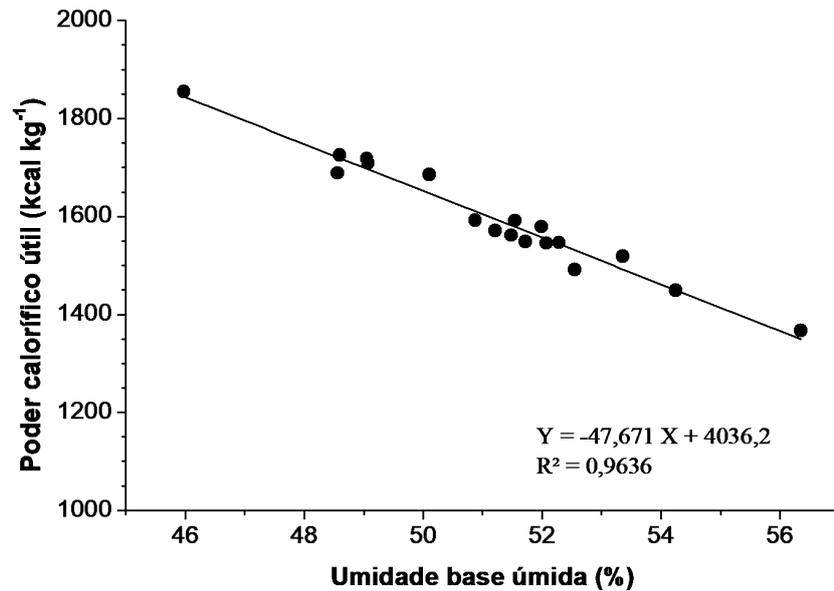


Figura 2. Análise de regressão para o poder calorífico útil em função da umidade

A partir da análise da correlação de Pearson (Figura 3), pôde ser verificado que não a correlação entre poder calorífico útil e cinzas não é significativa, por isso não foi realizada a regressão.

	PCS	PCU	Ubu	MV	CZ	CF
PCS	1,00					
PCU	0,44 ^{ns}	1,00				
Ubu	-0,26 ^{ns}	-0,98*	1,00			
MV	0,28 ^{ns}	0,51*	-0,49*	1,00		
CZ	-0,52*	-0,41 ^{ns}	0,33 ^{ns}	-0,81*	1,00	
CF	0,03 ^{ns}	-0,44 ^{ns}	0,48*	-0,85*	0,39 ^{ns}	1,00

Figura 3. Análise de correlação de Pearson para poder calorífico

Para o estoque de energia potencial, apesar de não haver diferença significativa, foi possível observar que o espaçamento 2 apresentou maior média, e isto está relacionado, principalmente, com a quantidade de massa seca produzida por hectare.

A partir da química imediata é possível averiguar a qualidade energética do combustível avaliando a quantidade de material que é liberada no estado gasoso (material volátil), sólido (carbono fixo) e de materiais inorgânicos (cinzas), sendo este último considerado resíduo do processo de combustão.

As amostras apresentaram materiais voláteis acima de 72% e quantidade de carbono fixo maiores que 22%, além de elevados percentuais de cinzas (>3%) o que é considerado alto quando

deseja-se destinar essa biomassa para combustão direta. Logo, quando empregada na geração primária de energia poderá implicar em mais intervenções (manutenção) no equipamento de conversão energética, uma vez que estes materiais não participam do processo de combustão podendo gerar incrustações e escórias no interior do equipamento (Pelanda et. al., 2015).

Uma rota alternativa de aproveitamento dessa biomassa seria aplicar essa em processos de carbonização, pois o material apresenta alto teor de carbono fixo e o carvão produzido com material apresentará características de alto valor calórico.

4. CONCLUSÕES

O menor espaçamento proporciona uma menor quantidade de bainha em função da quantidade de palmito comestível produzida.

O espaçamento não influencia na qualidade energética das bainhas, e apesar de conter um elevado percentual de material inorgânico em sua biomassa, apresenta potencial de utilização como fonte primária de energia nas indústrias de beneficiamento de palmito.

5. REFERÊNCIAS

Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 14929: Determinação do teor de umidade de cavacos - Método por secagem em estufa**. Rio de Janeiro, 2017

ASTM. **D240-17: Standard Test Method for Heat of Combustion of Liquid Hydrocarbon Fuels by Bomb Calorimeter**. ASTM International, 2017.

ASTM International. **ASTM E870-82(2019) Standard Test Methods for Analysis of Wood Fuels**. West Conshohocken, PA; ASTM International, 2019

Clement, C. R. Domestication of the Pejibaye Palm (*Bactris gasipaes*): Past and Present In The palm – Tree of Life: Biology, Utilization and Conservation. **Advances in Economic Botany**, New York, v. 6 p. 155-174, 1988.

Cortez, L. A. B.; Lora, E. E. S., Gómes, E. O. **Biomassa para energia**. Campinas: Editora da UNICAMP; 2008

Ferreira, E. B.; Cavalcanti, P. P.; Nogueira, D. A. **ExpDes.pt: Pacote Experimental Designs (Portuguese)**, (2018).

Pelanda, K. A. et al. Avaliação das possíveis implicações do uso de diferentes biomassas florestais como biocombustível em geradores de vapor. **Revista Ciência da Madeira (Brazilian Journal of Wood Science)**, v. 6, n. 2, Set. 2015.

R Core Team (2019). **R: A language and environment for statistical computing**. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria.

Sousa, E. P. et al. Competitividade da produção de palmito de pupunha no Espírito Santo e em São Paulo. **Rev. Econ. Sociol. Rural**, Brasília, v. 49, n. 1, p. 157-179, Mar. 2011.

