

## **PRODUTIVIDADE ENERGÉTICA DO SORGO BIOMASSA EM DIFERENTES ÉPOCAS DE COLHEITA**

**RAÚL ANDRES MARTINEZ URIBE<sup>1</sup>, PATRÍCIA CHIARA SILVÉRIO<sup>2</sup>, GUSTAVO  
HENRIQUE GRAVATIM COSTA<sup>3</sup>, SANDRO CIARAMELLO<sup>4</sup>, LEONARDO DE  
ALMEIDA STRINGACI<sup>5</sup>**

<sup>1</sup> Eng. Agrônomo, Prof. Assistente, Engenharia de Biossistemas, Faculdade de Ciências e Engenharia, UNESP, Tupã – SP, (014) 3404-4276, raul@tupa.unesp.br

<sup>2</sup> Engenheira Agrônoma, Profa. Ma., ETEC, Cerqueira César-SP

<sup>3</sup> Tecnólogo, Prof. Dr, USC, Bauru- SP.

<sup>4</sup> Engenheiro Elétrico, Mestrando, USC, Bauru- SP.

<sup>5</sup> Tecnólogo, Mestrando, USC, Bauru- SP.

Apresentado no  
XLVI Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2017  
30 de julho a 03 de agosto de 2017 - Maceió - AL, Brasil

**RESUMO:** Com o objetivo de observar a influência da época de colheita do sorgo biomassa na produtividade de megawatt, foi testado o cultivar Palo Alto®, semeado em 14/12/2015 e densidade de 150.000 plantas.ha<sup>-1</sup>. O experimento foi conduzido em blocos ao acaso, com 4 tratamentos e 4 repetições, até 16 de abril de 2016. Foram testadas épocas de colheita: T0- pré-florescimento, T1- florescimento, T2 grão leitoso e T3- grão duro. Foi realizada a biometria, para determinação da massa de matéria fresca (TCH) de 2 metros lineares (ao acaso) das parcelas de cada tratamento. Foram coletadas amostras da biomassa para determinação da umidade. A seguir, o TCH foi corrigido para que todas as biomassas apresentassem 50% de umidade, sendo posteriormente calculado a quantidade de energia produzida por hectare (MW.ha<sup>-1</sup>), considerando valores obtidos na literatura em que o sorgo biomassa apresenta 16,736 MJ.kg<sup>-1</sup>. Os tratamentos não apresentaram diferenças significativas na produtividade de MW.ha<sup>-1</sup> com médias de 210,67 MW.ha<sup>-1</sup>. Entretanto houve diferença na produtividade de massa verde sendo maior nas três primeiras épocas (96,54; 103,71; 92,36 Mg ha<sup>-1</sup>, respectivamente). Demonstra-se que o sorgo biomassa pode ser colhido já desde a época de pré-florescimento (PF), com 90 dias aliando alta produtividade de fitomassa e rendimento energético

**PALAVRAS-CHAVE:** Sorghum bicolor L. Moench, bioenergia, co-geração.

## **ENERGY PRODUCTIVITY OF SORGHUM BIOMASS IN DIFFERENT HARVEST TIMES**

**ABSTRACT:** With the aim of observing the influence of the sorghum biomass harvest epoch on the productivity of megawatt by hectare, the cultivar Palo Alto® sown on 12/14/2015 whit density of 150,000 plants/ha. The experiment was conducted in a randomized block design, with 4 treatments and 4 replications, each plot constituted of 52.5 m<sup>2</sup> of area, conducted until 16th of April, 2016. Those were tested related to the harvest epoch T0- pre-flowering, T1- flowering, T2- milk grain and T3- hard grain. The biometry was held for determination of the fresh matter mass of 2 linear meters (random). Biomass samples were collected to determination of moisture. Following, the TCH has been corrected so that all biomass

presented 50% moisture, and then calculated the amount of energy produced per hectare ( $\text{MW}\cdot\text{ha}^{-1}$ ), whereas the biomass sorghum has  $16.736 \text{ MJ}\cdot\text{Kg}^{-1}$ . The treatments didn't show significant difference in the productivity With averages of  $210.67 \text{ MW}\cdot\text{ha}^{-1}$ . However, there was a difference in the yield of green mass being higher in the first three seasons (96.54; 103.71;  $92.36 \text{ Mg ha}^{-1}$ , respectively). It is demonstrated that biomass sorghum can be harvested already since the pre-flowering season (PF), with 90 days combining high phytomass yield and energy yield.

**KEYWORDS:** Sorghum bicolor L. Moench, bioenergy, Cogeneration

**INTRODUÇÃO:** No panorama energético mundial, o Brasil destaca-se por possuir uma matriz energética altamente sustentável devido à presença das usinas hidrelétricas e à produção de energia alternativa às não renováveis como o etanol, energia elétrica provenientes da queima do bagaço da cana-de-açúcar, entre outras. (NEVES; CONEJERO, 2010). Em 2014/2015, diferentes regiões do Brasil se depararam com reduções nos índices de pluviosidade, resultando em um cenário de escassez hídrica, diminuindo a oferta de água para o abastecimento e par geração de energia elétrica (ANA, 2014). Visto que 63,7% da energia elétrica produzida no país é proveniente de usinas hidrelétricas, existe a necessidade de incentivar as fontes alternativas para geração de bioenergia. As usinas de cana-de-açúcar apresentam posição de destaque na cogeração, por serem independentes e descentralizadas, podendo minimizar ocorrências de crises energéticas (MARQUES et al., 2008). Entretanto, segundo a Empresa em Pesquisa Energética (EPE), se o potencial técnico desta fonte fosse plenamente aproveitado, a bioeletricidade proveniente da cana-de-açúcar teria capacidade de representar 24% do consumo nacional na rede até 2024 (UNICA, 2016). Todavia, observa-se um período anual de pelo menos 5 meses ociosos pela entressafra e pela manutenção das estruturas, que poderiam ser minimizados implantado as culturas energéticas em áreas de reforma de canaviais. Uma dessas culturas é o sorgo biomassa que produz energia elétrica através da queima direta nas caldeiras das usinas. Desta forma o objetivo da pesquisa foi avaliar a influência da época de colheita do sorgo biomassa na produtividade de megawatt, indicando a possibilidade de diminuir o tempo da cultura no campo.

**MATERIAL E MÉTODOS:** O estudo foi conduzido na Fazenda Capão Rico, localizada na Rodovia Presidente Castello Branco, Km 283, no sentido capital – interior, no município de Águas de Santa Bárbara no Estado de São Paulo. A classificação do solo é Latossolo vermelho distrófico; o clima da região segundo Köppen é Cwa (clima subtropical), a fazenda está localizada na latitude de  $22^{\circ}50'34''\text{S}$  e longitude  $49^{\circ}11'02''\text{W}$  e altitude média de 616 m. A Figura 1 apresenta o local do experimento conforme descrito. Foi testado o cultivar Palo Alto®, semeado em 14/12/2015 com densidade de  $150.000 \text{ plantas}\cdot\text{ha}^{-1}$ . O experimento foi conduzido em blocos ao acaso, com 4 tratamentos e 4 repetições, até 16 de abril de 2016. Foram testadas épocas de colheita (Figura 2): T0- pré-florescimento, T1- florescimento, T2 grão leitoso e T3- grão duro. Foi realizada a biometria, para determinação da massa de matéria fresca (TCH) de 2 metros lineares (ao acaso) das parcelas de cada tratamento. Foram coletadas amostras da biomassa para determinação da umidade. A seguir, o TCH foi corrigido para que todas as biomassas apresentassem 50% de umidade, sendo posteriormente calculado a quantidade de energia produzida por hectare ( $\text{MW}\cdot\text{ha}^{-1}$ ), considerando que o sorgo biomassa apresenta poder calorífico superior de  $16,736 \text{ MJ}\cdot\text{kg}^{-1}$  (EMBRAPA, 2014). A adubação de plantio foi  $44 \text{ Kg ha}^{-1}$  de ureia (45% N),  $400 \text{ Kg ha}^{-1}$  de super fosfato simples (20%  $\text{P}_2\text{O}_5$ ; 12% S e 20% de Ca) e  $83 \text{ Kg ha}^{-1}$  de cloreto de potássio (60%  $\text{K}_2\text{O}$ ).

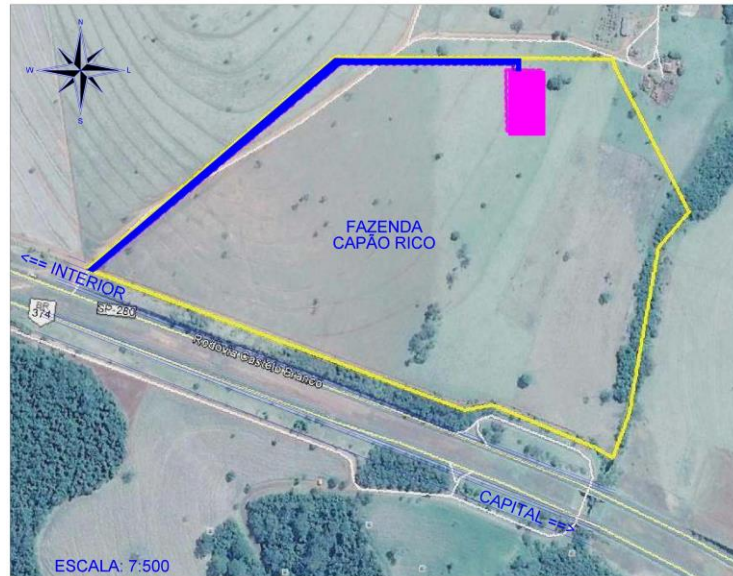


FIGURA 1. Localização do experimento.

Foi aplicado o herbicida Atrazina (50%) em pré-emergência para controle inicial das plantas invasoras, e 21 dias após a semeadura (DAS) foi aplicado conjuntamente o fungicida Tebuconazole (85% + 62,5%) para evitar o ataque do patógeno *Claviceps africana* que ocasiona o ergot ou “doença açucarada”, e os inseticidas Fipronil (25%), para controle de formigas cortadeiras (*Atta* sp.) e Piretróide (35%) para controle de lagartas na fase vegetativa como a Lagarta-do-cartucho (*Spodoptera frugiperda*), sendo que todos os produtos são registrados para a cultura do sorgo no Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA). Também foi realizada adubação de cobertura com ureia na dose de 100 Kg ha<sup>-1</sup> 21 DAS. Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância pelo teste F, e o teste de comparação de médias, pelo teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ) utilizando o programa ASSISTAT® versão 7.6 beta (SILVA, 2009).

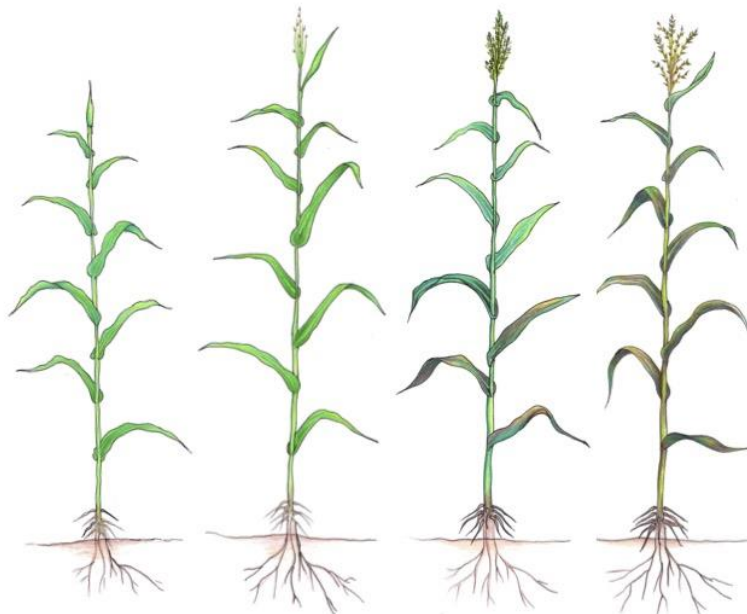


FIGURA 2. Épocas de colheita (em sequência) pré-florescimento, florescimento, grão leitoso e grão duro.

**RESULTADOS E DISCUSSÃO:** Os tratamentos não apresentaram diferenças significativas na produtividade de MW.ha<sup>-1</sup> com médias de 210,67 MW.ha<sup>-1</sup> (Tabela 1). Entretanto houve diferença na produtividade de massa verde (TMVH) sendo maior nas três primeiras épocas (96,54; 103,71; 92,36 Mg ha<sup>-1</sup>, respectivamente). Demonstra-se que o sorgo biomassa pode ser colhido já desde a época de pré-florescimento (PF), com 90 dias aliando alta produtividade de fitomassa e rendimento energético

TABELA 1. Produtividade energética (MW. ha<sup>-1</sup>) e de massa verde (TMVH) do sorgo biomassa em quatro épocas diferentes. Águas de Santa Bárbara-SP. Safra 2015/2016.

Épocas de Colheita	TMVH (Mg ha <sup>-1</sup> )	Produtividade (MW. ha <sup>-1</sup> )
PF (pré-florescimento)	96,54 a	189,07a
F (Florescimento)	103,71 a	228,99a
GL (Grão Leitoso)	92,36 ab	236,04a
GD (Grão Duro)	73,54 b	188,58a
C.V. (%)	20,00	17,31

C.V.: coeficiente de variação.

**CONCLUSÕES:** O sorgo biomassa produz 103,71 Mg ha<sup>-1</sup> de matéria verde 90 dias após a semeadura gerando, em média 210,67 MW. ha<sup>-1</sup>, constituindo uma importante e rápida cultura bioenergética.

## REFERÊNCIAS

ANA. Agência Nacional de Águas. **Conjuntura dos recursos hídricos no Brasil** - Encarte Especial sobre a Crise Hídrica, 2014. Disponível em: <<http://conjuntura.ana.gov.br/docs/crisehidrica.pdf>>. Último acesso em: 05 out. 2016

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA MILHO E SORGO. **Cultivo do sorgo**. Brasília, 2014.

MARQUES, M. O.; MUTTON, M. A.; NOGUEIRA, T. A. R.; TASSO JÚNIOR, L. C.; NOGUEIRA, G. A.; BERNARDI, J. H. **Tecnologias na Agroindústria Canavieira**. Jaboticabal: FCAV, 2008.

NEVES, M. F.; CONEJERO, M. A. **Estratégias para a Cana no Brasil: um negócio mundial**. 1ed. São Paulo: Atlas, 2010.

SILVA, F. A. S. E.; AZEVEDO, C. A. V. **Principal Components Analysis in the Software Assistat-Statistical Attendance**. In: WORLD CONGRESS ON COMPUTERS IN AGRICULTURE, 7, Reno-NV-USA: American Society of Agricultural and Biological Engineers, 2009.

ÚNICA - UNIÃO DA INDÚSTRIA DA CANA-DE-AÇÚCAR. **Notícias do site da UNICA**. Disponível em: <<http://www.unica.com.br/noticia/20030441920334398749/no-senado-porcento2C-unica-defende-fortalecer-presenca-da-biomassa-nos-leiloes-de-energia/>>. Último acesso em: 25 ago. 2016.