

## POTENCIAL ENERGÉTICO DO PALHIÇO DA CANA-DE-AÇÚCAR CULTIVADA EM DIFERENTES REGIMES HÍDRICOS

SOFIA TITTOTO<sup>1</sup>, ANDERSON PRATES COELHO<sup>2</sup>, ALEXANDRE BARCELLOS DALRI<sup>3</sup>,  
JOÃO ALBERTO FISCHER FILHO<sup>4</sup>, ROGÉRIO TEIXEIRA FARIA<sup>5</sup>

<sup>1</sup> Enga. Agrônoma, FCAV/UNESP, Jaboticabal – SP, sofs\_tittoto@hotmail.com

<sup>2</sup> Eng. Agrônomo, Doutorando em Agronomia, FCAV/UNESP, Jaboticabal – SP

<sup>3</sup> Eng. Agrícola, Prof. Assistente, Depto. Engenharia Rural, FCAV/UNESP, Jaboticabal – SP

<sup>4</sup> Eng. Agrônomo, Mestrando em Agronomia, FCAV/UNESP, Jaboticabal – SP

<sup>5</sup> Eng. Agrônomo, Prof. Assistente, Depto. Engenharia Rural, FCAV/UNESP, Jaboticabal – SP

Apresentado no

XLVII Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2018  
06, 07 e 08 de agosto de 2018 - Brasília - DF, Brasil

**RESUMO:** O setor sucroenergético brasileiro vem se destacando como uma nova opção para a geração de energia elétrica do país de forma renovável e sustentável. Torna-se cada vez mais frequente o uso do palhiço da cana-de-açúcar como fonte adicional de biomassa além do uso tradicional do bagaço. O objetivo do trabalho foi comparar a produtividade energética do palhiço de cinco cultivares de cana-de-açúcar cultivadas sob irrigação suplementar, e sob condição não irrigada. O experimento foi instalado na área experimental de irrigação da FCAV/UNESP, utilizando irrigação por gotejamento subsuperficial, com as cultivares CTC 4, IACSP 93-3046, RB 86-7515, IACSP 95-5000 e IAC 91-1099 sendo plantadas por meio de mudas pré-brotadas (MPB). Na análise estatística do experimento, composto por blocos incompletos balanceados (BIB), foi utilizado o programa estatístico SAS® versão 9.3. A irrigação foi acionada quando a deficiência hídrica acumulada na área era de 30 mm. No ciclo total da cana-soca foram necessárias 12 irrigações, totalizando uma lâmina de 360 mm a mais na área irrigada. No sequeiro a cultivar IAC5000 apresentou maior produção de massa seca total, tem potencial para produzir 11,72 t.ha<sup>-1</sup> e 6.117 kWh ha<sup>-1</sup>. No regime de irrigação suplementar a cultivar IAC1099 apresentou produção de massa seca total igual 10,92 t ha<sup>-1</sup>, com potencial para gerar 6.564 quilowatts hora por hectare. A irrigação suplementar não promoveu aumento significativo na produtividade energética do palhiço da cana-de-açúcar para as cultivares CTC 4, IACSP 93-3046, RB 86-7515, IACSP 95-5000 e IAC 91-1099.

**PALAVRAS-CHAVE:** cultivares, irrigação suplementar, produtividade energética

## POTENTIAL ENERGY OF SUGARCANE STRAW CULTIVATED IN DIFFERENT WATER REGIME

**ABSTRACT:** The sugarcane crop in Brazil has emerged as a new option for the country's electricity generation in a renewable and sustainable way. Sugar cane straw is increasingly used as an additional source of biomass in addition to the traditional use of bagasse. The objective of this work was to compare the energetic productivity of the sugar cane cultivars of five sugarcane cultivars grown under supplementary irrigation and under non-irrigated condition. The experiment was installed in the irrigation experimental area of the FCAV / UNESP, using subsurface drip irrigation, with cultivars CTC 4, IACSP 93-3046, RB 86-7515, IACSP 95-5000 and IAC 91-1099 pre-sprouted sugarcane plantlets. In the statistical analysis of the experiment, composed of incomplete balanced blocks (BIB), the statistical program SAS® version 9.3 was used. Irrigation was triggered when the water deficit accumulated in the area was 30 mm. Twelve irrigations were required for the total cane-stalk cycle, totaling an additional 360 mm blade in the irrigated area. In the dry season, the cultivar IAC5000 had the highest total dry mass production, with a potential to produce 11.72 t.ha<sup>-1</sup> and 6.117 kWh ha<sup>-1</sup>. In the supplementary irrigation regime, the cultivar IAC1099 showed a total dry mass of 10.92 t ha<sup>-1</sup>, with potential to generate 6,564 kilowatt hours per hectare. Supplementary irrigation did not promote a significant increase in energy yield of sugar cane straw for cultivars CTC 4, IACSP 93-3046, RB 86-7515, IACSP 95-5000 and IAC 91-1099.

**KEYWORDS:** cultivars, supplementary irrigation, energetic productivity.

## INTRODUÇÃO

A cultura da cana-de-açúcar é de extrema importância nacional, a produção no Brasil cresceu de forma acelerada após o estabelecimento do Proálcool, em novembro de 1975, passando de um patamar de pouco menos de 100 milhões de toneladas por ano para um novo patamar em torno de 220 milhões de toneladas por ano, em 1986/87. O cultivo da cana só voltou a crescer na safra 93/94, desta vez, motivado pelo aumento das exportações de açúcar. A partir daí o crescimento da produção tem ocorrido de forma contínua (com exceção do período entre 1998 a 2001, quando houve uma queda gerada pela crise no setor).

Com o sucesso dos veículos flex fuel, lançados no mercado nacional em 2003, a produção de cana-de-açúcar voltou a ter um crescimento acelerado, para atender ao aumento da demanda de álcool hidratado, se aproximando de 520 milhões de toneladas em 2007. A partir de 2008 foi visto o início da crise no setor sucroenergético e então a cogeração de energia pelas usinas vem se tornando não somente um produto e fonte de receita adicional da industrialização da cana-de-açúcar, mas um ponto chave à viabilidade econômica para a instalação de novos projetos e também para o aumento da rentabilidade financeira.

A ausência de sistemas de cogeração capazes de gerar e comercializar energia elétrica excedente à rede, pode se tornar um fator limitante para a permanência de algumas unidades industriais na cadeia produtiva. Crises energéticas sempre trazem à tona a vulnerabilidade do sistema de geração concentrada em poucos combustíveis, tornando-se assim, as fontes alternativas, soluções que podem atender de forma satisfatória as comunidades (KAZAY; LEGEY, 2002).

O objetivo do trabalho foi comparar a produtividade energética do palhiço de cinco cultivares de cana-de-açúcar cultivadas sob irrigação suplementar e não irrigada.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi na FCAV, UNESP, Campus de Jaboticabal, SP na área experimental de irrigação. As coordenadas geográficas são 21°14'50" de latitude Sul e 48°17'5" de longitude Oeste. Altitude média de 570 m e clima do tipo Cwa (subtropical). O solo da área experimental é classificado como Latossolo Vermelho eutroférico (EMBRAPA, 1999), possui com relevo suave ondulado. A precipitação anual média é de 1425 mm, e apresenta um total médio para o mês mais chuvoso (dezembro) de 255,2 mm, e de 25,3 mm para o mês mais seco (julho).

O experimento constituiu de dois fatores: irrigado (I) e não irrigado (NI), com 12 blocos. Esses fatores foram alocados nas parcelas e as cultivares nas subparcelas. O delineamento experimental utilizado foi o em blocos incompletos balanceados (BIB), com três cultivares por parcela. O palhiço da cana-de-açúcar foi estimado a partir de 3 colmos de cana-de-açúcar por subparcela em balança eletrônica de duas casas decimais.

O plantio da cana-de-açúcar foi realizado no dia 14 de novembro de 2014. Foram plantadas mudas pré-brotadas produzidas pelo IAC/Centro de Cana, Ribeirão Preto. Foram utilizadas duas mudas por metro de sulco, ou seja, o espaçamento de plantio foi de 50 cm entre plantas, já entre linhas foi de 1,5 m, o equivalente a 13.333 mudas ha<sup>-1</sup>. A princípio, esse sistema de plantio melhora o vigor e garante padronização das respectivas cultivares plantadas.

As parcelas experimentais foram compostas por quatro linhas de cana-de-açúcar, com 4,5 metros de comprimento cada uma. Neste estudo foram analisadas cinco cultivares de cana-de-açúcar, a saber: CTC 4, IACSP93-3046, RB86-7515, IACSP95-5000 e IAC91-1099. As linhas externas e as extremidades das linhas centrais, 1 m em cada extremo da linha de cana-de-açúcar, foram consideradas como bordadura. O preparo de solo foi realizado por uma ação corretiva de subsolagem seguida de uma gradagem niveladora.

Como uma tonelada de colmos de cana-de-açúcar tem o equivalente a 6.560 MJ de energia, particionada em 140 kg de açúcar (2.340 MJ), 280 kg de bagaço (2.110 MJ, com 50% de umidade) e 280 kg de palha (2.110 MJ, com 50% de umidade) (LINERO, 2012), e uma tonelada de palha gera 560,3 kWh. A partir desses dados foi estimado a produtividade energética média para as diferentes variedades de cana-de-açúcar cultivada nos dois regimes hídricos. Foram utilizados os dados da massa fresca e retirando 50% da umidade da palha citado por Linero (2012), foi possível quantificar a produtividade energética da palha em relação a quilowatts por hectare.

O sistema de irrigação foi instalado antes do plantio da cana-de-açúcar. Foi utilizado o gotejamento subsuperficial. A vazão nominal do tubo gotejador é de 5 L h<sup>-1</sup> m<sup>-1</sup>.

A evapotranspiração de referência (ET<sub>o</sub>) foi estimada diariamente pela equação de Penman-Monteith (ALLEN *et al.*, 1998) e a evapotranspiração da cultura da cana-de-açúcar (ET<sub>c</sub>), foi estimada com os coeficientes de cultura (k<sub>c</sub>), de acordo com Doorenbos e Kassam (2000).

Neste trabalho, a irrigação suplementar preconizada consistia em suprir as deficiências hídricas da cana-de-açúcar até o início da maturação. A irrigação suplementar foi realizada sempre que ocorreu um déficit hídrico acumulado da cultura de 30 mm, ou seja, a cultura era irrigada sempre que o somatório da evapotranspiração da cultura menos a precipitação total fosse maior que 30 mm, essa lâmina de irrigação foi baseada no trabalho de Dalri e Cruz (2002), em que os autores não observaram diferença significativa na produtividade de colmos de cana-de-açúcar utilizando lâminas de irrigação de 10, 20 e 30 mm.

O segundo corte da cana-de-açúcar (primeira soca), ocorreu em maio de 2016. Para cada uma das variedades supracitadas foram devidamente coletadas amostras e aferidos as massas dos materiais, sendo: massa fresca palha contida no colmo e a massa do ponteiro. Esta biomassa foi retirada de 3 colmos de cada subparcela dos dois tratamentos, sequeiro e irrigado a fim de se saber sua massa e posteriormente seu potencial energético. A massa fresca total do ponteiro e do colmo de cada subparcela foram coletadas e armazenadas separadamente em sacos plásticos e pesados em balança eletrônica com precisão de 0,01g.

Foram retiradas amostras das massas frescas total, do colmo e do ponteiro e pesadas novamente em balança eletrônica com precisão de 0,01g. A massa fresca das folhas do colmo e ponteiro obtidas foram secas em estufa com circulação forçada à temperatura de 70 °C, por 48 horas até atingir massa constante. Após as 48 horas em estufa foram pesadas novamente obtendo a massa seca das folhas do colmo e a massa seca do ponteiro de cada subparcela.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com Figura 1A, é possível analisar a quantidade (kg ha<sup>-1</sup>) de massa fresca do ponteiro, palha do colmo e total da cana de açúcar sequeiro, e a na Figura 1B apresenta a produtividade de palha obtida com as cinco cultivares de cana-de-açúcar cultivada sob irrigação. O elevado coeficiente de variação obtido na amostragem prejudicou a análise dos dados. A irrigação não proporcionou aumento na massa fresca de palha da cana-de-açúcar para as variedade estudadas.

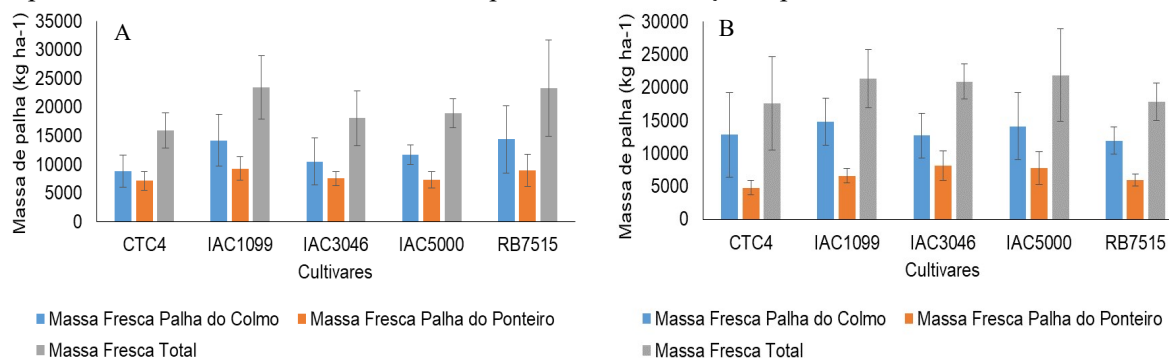


Figura 1. Massa fresca da palha do colmo e massa fresca do ponteiro de cinco cultivares de cana-de-açúcar cultivada em condição de sequeiro (A) e irrigada (B).

As Figuras 2A e 2B apresentam a massa seca do colmo e do ponteiro da cana-de-açúcar. A irrigação não promoveu aumento significativo do aumento de massa seca da cana-de-açúcar para as cinco cultivares estudadas. No sequeiro os potenciais energéticos (kWh ha<sup>-1</sup>) obtidos pela palha da cana-de-açúcar foram, 6117, 5977 e 5840 kWh ha<sup>-1</sup> para as cultivares IAC5000, IAC1099 e IAC3046, respectivamente.

No regime irrigado os potenciais foram 6564, 6535 e 5312 kWh ha<sup>-1</sup> para as variedades IAC1099, RB7515 e IAC5000.

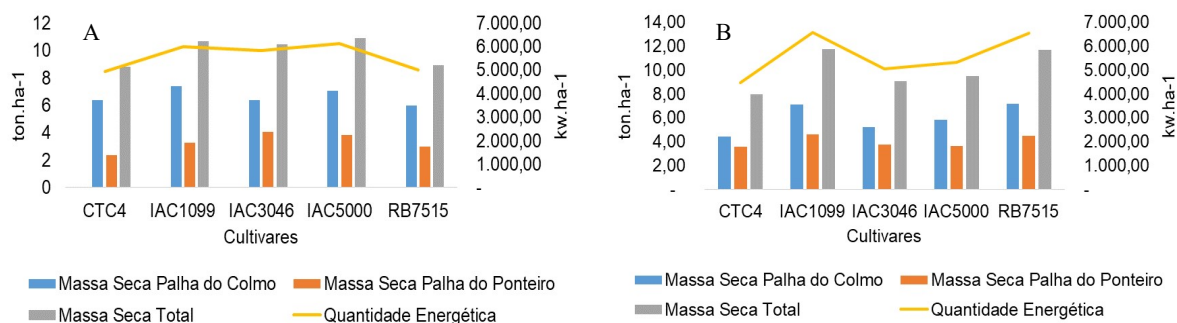


Figura 2. Produtividade de massa seca do colmo da cana-de-açúcar, ponteiro e total e a quantidade potencial de energia de cinco cultivares de cana-de-açúcar cultivada em condição de sequeiro (A) e irrigada (B).

## CONCLUSÕES

A irrigação suplementar não proporcionou diferença significativa na produtividade energética do palhço da cana-de-açúcar entre as cultivares: CTC 4, IACSP 93-3046, RB 86-7515, IAC 91-5000 e IAC 91-1099.

No sequeiro a cultivar IAC 91-5000 apresentou produção de massa seca total igual a 11,72 t ha<sup>-1</sup>, com potencial para gerar 6.117 kWh ha<sup>-1</sup>.

No regime de irrigação suplementar a cultivar IAC 91-1099 apresentou produção de massa seca total de 10,92 t ha<sup>-1</sup>, com potencial para gerar 6.564 kWh ha<sup>-1</sup>.

## REFERÊNCIAS

- ALLEN, R. G.; PEREIRA, L. S.; RAES, D.; SMITH, M. **Crop evapotranspiration** - Guidelines for computing crop water requirements. Rome: FAO. 1998. 300 p. (FAO Irrigation and Drainage Paper 56).
- DALRI, A. B.; CRUZ, R. L. Produtividade da cana-de-açúcar fertirrigada com N e K via gotejamento subsuperficial. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v.28, n. 3, p. 516-524, 2008.
- EMBRAPA - EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Sistema Brasileiro de classificação de Solos. Brasília, 1999. 412 p.
- KAZAY, H. F.; LEGEY, L. F. L. Fontes alternativas de energia: o que o Brasil tem feito? *Revista Brasil Sempre*, Rio de Janeiro, v. 3, n. 10, p. 2-9, 2002.
- LINERO, F. A. B. Biomassa adicional para aumento da geração de eletricidade. In: *Curso de Caldeiras, Vapor e Geração de Energias Renováveis*, Centro de Tecnologia Canavieira, CTC. Ribeirão Preto, SP, 2012.
- DOORENBOS, J., KASSAM, A.H. **Efeito da água no rendimento das culturas**. Boletim n.33. Ed.2, Campina Grande, UFPB, 2000, p.150-154.