

CONSUMO E CUSTO DE ENERGIA ELÉTRICA EM CULTURA DE CANA-DE-AÇÚCAR IRRIGADA

J. E. P. TURCO ⁽¹⁾, R.G.BRUNINI ⁽²⁾

¹ Prof. Adjunto III - Departamento de Engenharia Rural –FCAV/UNESP, Via de acesso Prof. Paulo Donato Castellane, s/n, CEP: 14884-900, Jaboticabal, SP, email: jepturco@fcav.unesp.br

² Doutorando em Agronomia (Ciência do Solo) FCAV/UNESP, Jaboticabal, SP

Apresentado no
XLV Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2016
24 a 28 de julho de 2016 - Florianópolis - SC, Brasil

RESUMO: Com este trabalho o objetivo foi analisar o consumo, custo de energia elétrica, e resultado econômico em cultura de cana-de-açúcar irrigada. A pesquisa foi desenvolvida em uma estrutura denominada Bacia Hidrográfica Experimental do Departamento de Engenharia Rural, Universidade Estadual Paulista, FCAV/UNESP, Brasil. Nessa estrutura, foram utilizadas duas superfícies caracterizadas como HI (horizontal irrigada), HNI (horizontal não irrigada). A rega na superfície foi realizada no final da tarde, utilizando-se sistema de irrigação por gotejamento. O consumo de energia elétrica do sistema de irrigação foi medido por meio da utilização de um medidor de energia (mod. Microvip3 - Elcontrol, Itália). Foi estudado o custo da energia elétrica para dois grupos tarifários, Grupo A e Grupo B. Os preços do kWh dos sistemas tarifários de energia elétrica foram obtidos na CPFL (Companhia Paulista de Força e Luz). Os resultados desse estudo mostram que o melhor horário para irrigar é no horário noturno (21:30 – 6:00) com conseqüente economia do custo da irrigação. O sistema tarifário Grupo B, com desconto especial para irrigantes no período noturno foi a opção mais adequada para a cultura de cana-de-açúcar.

PALAVRAS-CHAVE: cana de açúcar, sistemas tarifários de energia, energia elétrica.

CONSUMPTION AND COST OF ELECTRIC ENERGY IN IRRIGATED CULTURE OF SUGAR CANE

ABSTRACT: The objective of this work was analyze the consumption, electric energy cost, and economic results in sugar cane crop irrigated. The research was developed in a structure named “Experimental Hydrographic Basin” at the Rural Engineering Department of the Paulista State University – UNESP Câmpus of Jaboticabal, São Paulo, Brazil. In this structure, we used two surfaces characterized as HNI (irrigated horizontal), NIH (not irrigated horizontal). The irrigation in surface was held at late afternoon, using a drip irrigation system. Was studied the cost of the electric energy for two tariff groups, Group A and Group B. The prices of kWh of the tariff systems of electric energy had been gotten in the CPFL (São Paulo Company of Force and Light). We studied the cost of electricity tariff for two groups, Group A and Group B. The price of electricity was obtained from the São Paulo Company of Force and Light. The results of this study show that the best time to irrigate is in the evening hours (21:30 to 6:00) with a consequent saving of energy cost of irrigation. The tariff system Group B, with special discount for irrigation during the night was the most appropriate option for the sugar cane crop.

KEYWORDS: sugar cane, tariff systems of energy, electric energy.

INTRODUÇÃO: No Brasil a cultura de cana-de-açúcar é de grande importância econômica. Atualmente ocupa mais de 9,9 milhões de hectares, com produção de aproximadamente 700 milhões de toneladas (Instituto de Economia Agrícola - IEA, 2015). Com destaque para o Estado de São Paulo que tem a maior área e a maior produção no país, com 5,4 milhões de hectares e 400 milhões de

toneladas (AGRIANUAL, 2015). A adoção de técnicas racionais de manejo conservacionista do solo e da água é de fundamental importância para a sustentabilidade dos sistemas agrícolas, de tal forma que se possa, economicamente, manter ao longo do tempo esses recursos com quantidade e qualidade suficientes para a manutenção de níveis satisfatórios de produtividade (WUTKE et al., 2000). A busca de tecnologia para obter o aumento da produtividade de culturas tem aumentado o interesse pela irrigação, possibilitando aos agricultores irrigantes maiores produções em locais e épocas em que a distribuição natural de chuvas não ocorre uniformemente. Nas regiões onde a insuficiência ou a má distribuição das chuvas, em alguns períodos do ano, inviabiliza a exploração agrícola econômica, a irrigação justifica-se como recurso tecnológico indispensável ao aumento da produtividade das culturas, além de contribuir para a utilização mais intensa de recursos produtivos ociosos na propriedade rural (FRIZZONE et al., 1994). A irrigação é responsável por grande parte do consumo de energia no meio rural. Normalmente, o produtor rural não adota um método de controle de irrigação; usualmente irriga em excesso, temendo que a cultura sofra estresse hídrico, o que pode comprometer a produção. Esse excesso tem como consequência o desperdício de energia elétrica e de água. Diante da possibilidade de escassez de energia, aliada à rápida elevação dos custos, procura-se racionalizar o seu uso, utilizando a água de forma mais eficiente na irrigação. As tarifas de energia são as mais importantes variáveis no custo final da irrigação. Alves et al. (2003) desenvolveram um trabalho de custo da energia elétrica na irrigação para diferentes regiões brasileiras, levando em consideração, tarifas, época do ano e tempo de bombeamento. Recomendam nesse trabalho que a tarifa verde e azul com desconto são as melhores opções para o usuário, desde que o tempo diário de bombeamento seja de até 21h. Para o estudo da eficiência do manejo da irrigação, deve-se priorizar o retorno econômico ao irrigante, cuja quantidade de água e época de aplicação são de grande importância para se obter a máxima produção econômica (PAZ et al., 1997). Com este trabalho o objetivo foi analisar o consumo, custo de energia elétrica, e resultado econômico em cultura de cana-de-açúcar irrigada.

MATERIAL E MÉTODOS: A pesquisa foi desenvolvida em área experimental do Departamento de Engenharia Rural da FCAV/UNESP, Câmpus de Jaboticabal, SP, situada a 21°14'05" de latitude Sul, 48°17'09" de longitude Oeste e altitude de 613,68 m, em uma estrutura denominada "Bacia Hidrográfica Experimental", descrita com detalhes por Turco et al., (1997). O clima de acordo com a classificação de Köppen é do tipo Cwa. Nessa estrutura foi realizado o experimento no período de abril de 2014 a abril de 2015, na qual foram utilizadas superfícies de 10,5 m², caracterizadas como HI (superfície horizontal – com irrigação), HNI (superfície horizontal – sem irrigação). Nas superfícies da área experimental foi plantada a variedade RB 85-5453. A quantidade de água aplicada em cada superfície foi função dos valores da ETo, obtidos pelo método de Penman-Monteith corrigido por Turco et al., 2012. A irrigação foi efetuada na superfície irrigada quando a umidade do solo atingia o valor de capacidade de campo (θ_{cc}), mantendo o solo em cerca de 25% de umidade. A irrigação, do tipo gotejamento, em cada superfície foi realizada por meio da instalação de seis mangueiras de 3,5 m de comprimento, perfuradas a cada 20 cm, em toda a sua extensão. O sistema de irrigação, do tipo gotejamento possui um reservatório que é alimentado pelo sistema de abastecimento da FCAV/UNESP e uma bomba d'água acoplada a um motor de indução trifásico da marca WEG de 1/3 CV. O consumo de energia elétrica do motor do sistema de irrigação foi medido por meio da utilização de um medidor de energia (mod. Microvip3 - Elcontrol, Itália). Foi estudado o custo da energia elétrica para dois grupos tarifários: Grupo A e Grupo B. Para o Grupo A, foram determinados os dispêndios com a energia para tarifa Convencional, Verde e Azul (bandeira verde); além da tarifa especial para irrigantes no período noturno (Portaria DNAEE 105 de 3-4-1992, Resolução ANEEL 277 de 19-7-2000, e Resolução ANEEL 540 de 1º-10-2002). O preço da energia elétrica foi obtido junto a Companhia Paulista de Força e Luz – CPFL, e refere-se ao ano de 2016. Ao final do experimento foi realizada a colheita no dia 08/04/2015, todas as plantas foram pesadas e a produtividade calculada através do peso total por metro em três repetições. Os valores foram estimados para um hectare. Os dados foram submetidos à análise de variância pelo teste F seguido da aplicação do teste de Tukey (p<0,05). Foram relacionados o consumo (kWh) e custo (R\$) da energia elétrica com a produtividade obtida. O resultado econômico foi estudado subtraindo a receita da produção da cana-de-açúcar do custo do consumo de energia elétrica para todos os sistemas tarifários.

RESULTADOS E DISCUSSÃO: O consumo de energia durante o ciclo da cultura foi de 1.328,06 kWh.ha⁻¹ e a produtividade de 152,00 t.ha⁻¹ (Figura 1), concordando com Morais et al.(2011) que relatam que sistemas de irrigação demandam quantidades significativas de energia elétrica, o que aumenta consideravelmente o custo de produção. Pela análise da Figura 2, percebe-se que o sistema tarifário Grupo B com desconto especial para irrigantes no período noturno obteve o menor custo, seguido pelo Grupo B, Grupo A Verde e/ou Azul com desconto, Grupo A Verde e/ou Azul e Grupo A convencional, porém este sistema só pode ser contratado se o agricultor tiver um transformador de até 112,5 kVA instalado em sua propriedade. A este sistema tarifário não se aplica cobrança de demanda de energia elétrica. Pela análise da Tabela 1, percebe-se que o sistema tarifário Grupo B, com desconto obteve maior resultado econômico, pois diminuiu o gasto com energia elétrica em relação os outros sistemas tarifários, corroborando com Rizzatti (2011) que relata que o sistema tarifário Grupo B, com desconto especial para irrigantes no período noturno é a opção mais adequada para o manejo da irrigação, pois diminuiu o gasto com energia elétrica, resultando, portanto maior retorno econômico. O agricultor deve se adequar ao sistema tarifário que lhe permite maior economia, fazendo ou trocando de contrato com a distribuidora de energia elétrica. Além de variar o sistema tarifário, o produtor pode adequar sua irrigação para se encaixar em uma alternativa, a de desconto noturno. Verifica-se nas Tabelas 1 e 2 que é viável a irrigação da cana-de-açúcar utilizando qualquer sistema tarifário.

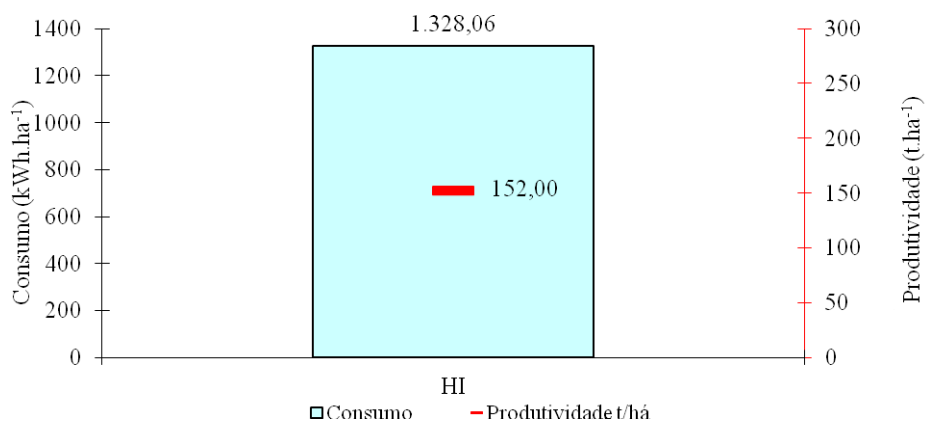


Figura 1. Consumo de energia elétrica ativa e produtividade por hectare.

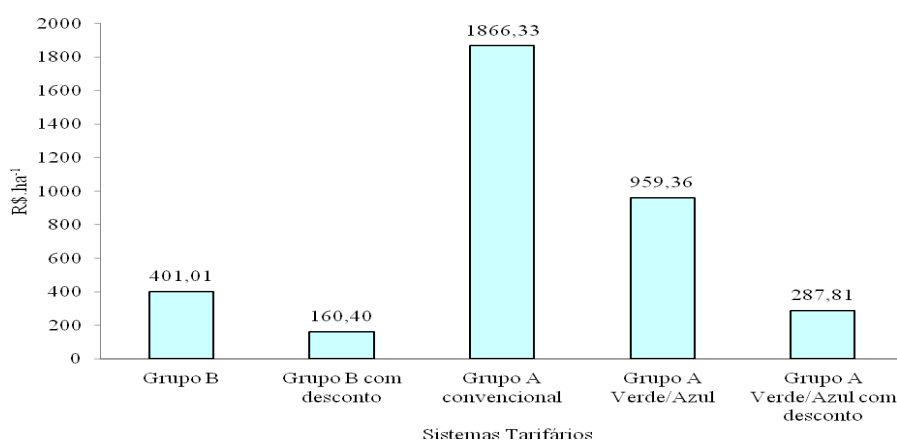


Figura 2. Estimativa do custo do consumo de energia elétrica (CCEE), para os sistemas tarifários estudados.

Tabela 1. Resultado econômico para os sistemas tarifários estudados.

SISTEMAS TARIFÁRIOS	RECEITA (R\$ ha⁻¹)	CCEE (R\$ ha⁻¹)	RESULTADO ECONÔMICO (R\$ ha⁻¹)
Grupo B	8.147,20	401,01	7.746,19
Grupo B com desconto	8.147,20	160,40	7.986,80
Grupo A convencional	8.147,20	1866,33	6.280,87
Grupo A Verde/Azul	8.147,20	959,36	7.187,84
Grupo A Verde/Azul com desconto	8.147,20	287,81	7.859,39

Tabela 2. Produtividade e receita da cultura no sequeiro e irrigada.

Superfícies	PRODUTIVIDADE (t ha⁻¹)	RECEITA (R\$ ha⁻¹)
HNI	91,00	4.877,60
HI	152,00	8.147,20

CONCLUSÕES: O sistema tarifário Grupo B, com desconto especial para irrigantes no período noturno foi a opção mais adequada para a cultura de cana-de-açúcar e é viável a irrigação da cana-de-açúcar.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

- AGRIANUAL - **Anuário estatístico da agricultura**. São Paulo: FNP Consultoria e Comércio, p.239-242, 2015.
- ALVES, J.; FIGUEREDO, L.G.M.; COELHO, R.; ZOCOLER, J.L. **Custo da energia elétrica na irrigação**. In: Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola, 32, Goiânia. SBEA, 2003.
- FRIZZONE, J. A.; BOTREL, T. A.; FREITAS, H. A. C. Análise comparativa dos custos de irrigação por pivô central, em cultura de feijão, utilizando energia elétrica e óleo diesel. **Engenharia Rural**. Piracicaba, v. 5, n. 1, p. 34-53, 1994.
- IEA - Instituto de Economia Agrícola. **Banco de dados**. São Paulo: IEA. <<http://www.iea.sp.gov.br/out/verTexto.php?codTexto=13601>> 20 Mai. 2015.
- RIZZATTI, G. S. **Consumo e custo de energia elétrica em feijão (Phaseolus vulgaris L) irrigado, afetado por quatro métodos de manejo de irrigação**. 2011. 53 f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Jaboticabal, 2011.
- MORAES, M.J.; FILHO, D.O.; VIEIRA, G.H.S; SCARCELLI, R.O.C. Gerenciamento do lado da demanda no bombeamento de água para perímetro irrigado. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.25, n.9, p.875-882, 2011.
- PAZ, V.P.S.; FRIZZONE, J.A.; BOTREL, T.A.; FOLEGATTI, M.V. Redução na receita líquida por déficit ou excesso de água na cultura do feijoeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.32, n.9, p.869-875, 1997.
- TURCO, J. E. P.; PINOTTI JUNIOR, M.; RODRIGUES, T. J. D.; FERNANDES, E. J. Desenvolvimento da cultura de soja em terrenos com diferentes exposições e declividades. **Engenharia Agrícola**, v.17, n.2, p.21-28, 1997..
- TURCO, J. E.; MILANI, A. P.; FERNANDES, E. J. Adequacy of the Penman-Monteith method to irrigated surface with different exposures and declivity. In: International Conference of Agricultural Engineering. 2012. **Anais...** Valencia: CIGR – AGENG 2012. **Anais**.
- WUTKE, E.B.;ARRUDA, F.B.; FANCELLI, A.L.; PEREIRA, J.C.V.N.A.; SAKAI, E.; FUJIWARA, M.; AMBROSANO, G.M.B. Propriedades do solo e sistema radicular do feijoeiro irrigado em rotação de culturas. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.24, n.3, p.621-33, 2000.