

LEVANTAMENTO DO CUSTO DE ENERGIA EM SISTEMAS DE IRRIGAÇÃO POR PIVÔ CENTRAL PARA CULTURA DO MILHO NA REGIÃO DE ANÁPOLIS-GO

BIANCA SOARES PIERRE¹, MARIA JOSELMA DE MORAES², SANDRA MÁSCIMO DA COSTA E SILVA³, MARIA FERNANDA LOPES DA SILVA⁴

¹. Graduanda em Engenharia Agrícola, UEG/Anápolis-GO, (62) 99197-9109, bianca_pierre@hotmail.com

². Prof^a DSc em Engenharia Agrícola, UEG/Anápolis-GO, (62)992464108, mjmoraes60@gmail.com

³. Prof^a DSc em Engenharia Agrícola, UEG/Anápolis-GO, (62) 98169-2039, sandramascimo@hotmail.com

⁴. Graduanda em Engenharia Civil, UNIOESTE/Cascavel-PR, (45) 98824-8752, maria.fer.lopes@hotmail.com

Apresentado no

XLVI Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2017
30 de julho a 03 de agosto de 2017 - Maceió - AL, Brasil

RESUMO: Os custos gerados na produção agrícola afetarão diretamente os ganhos do produtor, sendo as tarifas de energia consideradas importantes variáveis no custo final da irrigação. Objetivou-se com a realização deste trabalho determinar o custo da energia elétrica na participação do custo de produção para a cultura do milho em Anápolis-GO, irrigado por pivô central. Para determinação da lâmina de irrigação foram levantados os dados de umidade, densidade e textura do solo. Com os valores de lâmina, levantou-se o tempo de funcionamento dos conjuntos motobombas, tanto do recalque como da pressurização, com isto determinando-se o custo de energia. Para levantamento do custo de energia foram aplicados diferentes cenários, que foram: grupo A - com tarifas convencional e verde e demanda, e grupo B - tarifa de serviços de irrigação. Para cada um dos diferentes cenários, foram determinados o consumo sem bandeira tarifária, com bandeira amarela, com vermelha patamar I e com vermelha patamar II. A tarifa de serviços de irrigação, sem bandeira tarifária, é a que mais contribuiria para o ganho do produtor, sendo que o custo da irrigação ficou em torno de 10% do custo total. Os piores resultados foram obtidos com demanda e bandeira tarifária vermelha patamar II.

PALAVRAS-CHAVE: Tarifa de energia, Motores elétricos, Demanda.

SURVEY OF ENERGY COST IN IRRIGATION SYSTEMS BY CENTRAL PIVOT FOR CORN CULTURE AT ANÁPOLIS-GO REGION.

ABSTRACT: The costs generated in the agricultural production will directly affect the producer's gains, with the energy tariffs being considered important variables in the final cost of the irrigation. The objective of this work was to determine the cost of electricity in the participation of the production cost for the corn culture in Anápolis-GO, irrigated by central pivot. To determine the irrigation depth, the density texture and soil moisture were collected. With the values of the irrigation depth, the operating time of the motor-pump assemblies was brought up, for both the repression and the pressurization, and with that determining the energy cost. To collect the value of the energy cost different scenarios were applied: group A – with conventional and green tariffs, and demand, and group B – tariff of irrigation services. For each of the different scenarios, the consumption was determined without tariff flag, with yellow flag, with red I and with red II. The tariff for irrigation services, without tariff flag, is the one that would be the most contributory to the producer's profit, with the irrigation cost

being around 10% of the total cost. The worst results were obtained with demand and red flag tariff II.

KEY WORDS: Energy tariff, Electric motors, Demand.

INTRODUÇÃO

As diversas culturas produzidas em nossa sociedade utilizam de recursos naturais indispensáveis à sobrevivência, onde o principal recurso utilizado é a água. Carvalho et al. (2015), relataram que em regiões agrícolas a água é determinante nas oscilações de produtividade. Sem a quantidade ideal de precipitações para manter o desenvolvimento normal do que almeja nas plantas, o agricultor teria que utilizar de meios para buscar o rendimento máximo das culturas.

Uma das práticas que vem a garantir uma boa produtividade na safra é a utilização da irrigação, que de acordo com a CONAB (2010), é uma operação agrícola que tem como objetivo suprir artificialmente a necessidade de água da planta. Para grãos, um sistema muito utilizado é o pivô central, que de acordo com a EMBRAPA (2003), consiste de uma única lateral, que gira em torno do centro de um círculo. Segundo Moraes et al. (2014), a irrigação por pivô central necessita de um sistema de bombeamento, formado por um conjunto ou vários conjuntos motobomba, para suprir a pressão de serviço necessária dos aspersores do sistema de irrigação. O tamanho do motor ou dos motores do sistema de bombeamento depende principalmente da declividade do terreno e da pressão de serviço dos aspersores.

Conforme Albuquerque et al. (2010), o sistema de pivô é um dos métodos mais utilizados na irrigação para aumento da produtividade. Embora esses sistemas sejam mais caros para se instalar em locais menores e irregulares, implementá-los pode ainda ser rentável se os preços do produto estiver em boa cotação (BOYER et al, 2014). De acordo com Oliveira Filho et al. (2010), o motor, é o equipamento responsável pela transformação da energia elétrica em energia mecânica. As horas de funcionamento e o uso (contínuo ou não) dos motores devem ser considerados para cálculos de demanda de potência e rendimento, pois influenciam diretamente nos custos com eletricidade.

No Brasil, a energia elétrica, nos últimos 10 anos, tem seus valores aumentados acima da inflação, tornando-se um bem com elevado custo, e com a necessidade de se utilizar a energia elétrica e a água na agricultura em grandes quantidades para aumentar a produtividade das culturas, os custos gerados irão afetar diretamente nos custos de produção e consequentes ganhos.

Frizzoni (2013) diz que as culturas diferem em seu valor final de mercado, dependendo do tipo (perceível ou não), da variedade, da qualidade, da sazonalidade, da oferta e demanda do mercado e da comercialização, sendo muitas vezes variáveis e de difícil previsão. Turco et al. (2009), expõem que as tarifas de energia são as mais importantes variáveis no custo final da irrigação, dessa forma na análise de rentabilidade para o produtor, no sistema pivô central, consideram-se principalmente os gastos com energia. Objetivou-se assim com a realização deste trabalho determinar o custo da energia elétrica na participação do custo de produção para a cultura do milho em Anápolis-GO, irrigado por pivô central.

MATERIAL E MÉTODOS

Este trabalho foi realizado utilizando como base uma propriedade rural na região do município de Anápolis-GO com localização geográfica definida pelas coordenadas

16°23'27.17"S e 48°52'45.27"W, apresentando altitude média de 1090 m. Possui uma área de produção agrícola com irrigação por pivô central (Figura 1), que durante o período outono/inverno de 2016, produziu a cultura do milho, sobre plantio direto, em uma extensão de 40 hectares.

O clima da região, segundo a classificação de Köppen é do tipo Aw, clima tropical com estação seca no inverno (maio-outubro) e chuvas no verão (novembro-abril). A temperatura média anual está em torno de 22° C (GOIÁS, 2016), a precipitação média para a região é de 1200 mm, sendo que os meses com maior precipitação pluviométrica média em ordem são: dezembro, janeiro, fevereiro, março, novembro, outubro, abril, setembro, maio, junho, agosto e julho (CARDOSO et al, 2014).



FIGURA 1. Sistema de irrigação por pivô central pertencente a propriedade do presente estudo na cidade de Anápolis-GO, 2016.

Considerou-se neste experimento a total ausência de chuvas no período das safras, fazendo uso apenas dos sistemas de irrigação para o desenvolvimento das culturas. O recurso hídrico utilizado para abastecimento dos pivôs pertencem a Bacia Hidrográfica do Meia Ponte. O pivô consta de um conjunto motobomba próprio, trabalhando com a bomba abaixo do nível do reservatório (afogada).

Realizou-se visitas à propriedade para obter as seguintes informações: data de semeadura, a variedade ou híbrido, a densidade de plantio, o espaçamento entre linhas, profundidade efetiva do sistema radicular, o tempo de irrigação utilizado, a época de colheita, o uso de máquinas e equipamentos e seu grau de tecnologia, além da finalidade da comercialização do milho.

As características físicas do solo foram determinadas para cálculos de lâminas de irrigação. Para estas análises (umidade, densidade aparente do solo, e textura), utilizou-se a metodologia de Donagema et al. (2011).

Conforme metodologia de Bernardo et al. (2006), os cálculos das lâminas de irrigação foram realizados para a cultura do milho, sendo os dados de Evapotranspiração obtido pela Tabela 1:

TABELA 1. Estádio de desenvolvimento, valores de coeficiente de cultura (Kc) e duração em dias para a cultura do milho.

Estádio	Cultura do Milho			
	I	II	III	IV
Duração (dias)	20	25	35	15
Kc	0,5	0,68	1,05	0,9

Fonte: Adaptado de FERREIRA et al., 2015.

Para o cálculos de energia, foi realizado a caracterização do conjunto motobomba utilizado no pivô da área, Tabelas 2.

TABELA 2. Características técnicas do conjunto motobomba utilizado para irrigação da cultura do milho.

<i>Descrição do conjunto motobomba utilizado no pivô da cultura do milho</i>	
Fabricante/modelo da bomba	Ksb/100-315
Diâmetro comercial do rotor (mm)	401
Fabricante do motor elétrico	WEG
Potência do motor (CV/kW)	50/36,8
Altura manométrica (mca)	35
Vazão (m ³ h ⁻¹)	300
Rotação (rpm)	1750
Rendimento do motor elétrico (%)	91,7
Fator de potência do motor elétrico	0,86

Fonte: WEB Equipamentos.

Considerou-se que os pivôs trabalham em ultra baixa pressão, com a menor lâmina de 3,98 mm por volta com o percentímetro a 100%. O valor máximo de lâmina a aplicar é de 8 mm por volta, em um tempo de 21 horas. Logo, para lâminas que foram menores que 3,98 mm, o pivô foi ajustado para a menor lâmina que é de 3,98 mm e tempo de 10,45 horas.

Com as especificações necessárias dos conjuntos das motobombas e dos pivôs, calculou-se para cada área, o tempo de funcionamento, em horas por mês, definido de acordo com a capacidade do pivô e necessidade hídrica das culturas, para determinação mensal de energia gasta.

Posteriormente calculou-se a demanda a ser contratada, seguindo a metodologia de Frizzone e Andrade Júnior (2005). O valor, em reais, da demanda contratada por kWh, foi obtido pela resolução da ANEEL n.º 01/2016 do boletim tarifário da CELG, para irrigantes com inscrição estadual.

A demanda da área foi obtidas pela potência de entrada do motor com um fator de segurança de 1,15. A potência de entrada (Pe), em kW, é definida pela equação (12).

$$Pe = Ps / N \quad (1)$$

em que,

Ps é a potência do motor, e
N é o rendimento do motor.

O valor de consumo, em R\$/kWh, foi determinado utilizando o boletim tarifário da CELG, estabelecido pela resolução da ANEEL n.º 01/2016 que autoriza a CELG a aplicar os preços de fornecimento de energia elétrica para o irrigante, já inserindo os impostos pertinentes (ICMS + PIS, CONFINS), nos meses respectivos ao uso da motobomba para irrigação do milho.

Para esta avaliação do custo de energia considerou-se que o agricultor estaria inserido nos grupos A e B, sendo que no grupo A, há a influência da demanda e consumo, onde estabeleceu-se o nível de tensão de fornecimento para atuar as modalidades tarifárias, de tarifa verde e convencional. Para o grupo B, a atividade do consumidor foi considerada a de serviços de irrigação. Também considerou-se sem e com a presença de 3 bandeiras tarifárias (Amarela, vermelha I e vermelha II), formando 12 cenários para as duas culturas, como descrito: a) Cenário 1- Grupo A, tarifa convencional; b) Cenário 2 - Grupo A, tarifa convencional com bandeira amarela; c) Cenário 3 - Grupo A, tarifa convencional com bandeira vermelha patamar I; d) Cenário 4- Grupo A, tarifa convencional com bandeira vermelha patamar II; e) Cenário 5- Grupo B, tarifa de serviços de irrigação (somente consumo); f) Cenário 6 - Grupo B, tarifa de serviços de irrigação com bandeira amarela; g) Cenário 7 - Grupo B, tarifa de serviços de irrigação com bandeira vermelha patamar I; h) Cenário 8 - Grupo B, tarifa de serviços de irrigação com bandeira vermelha patamar II; i) Cenário 9- Grupo A, tarifa verde; j) Cenário 10 - Grupo A, tarifa verde com bandeira amarela; k) Cenário 11 - Grupo A, tarifa verde com bandeira vermelha patamar I; l) Cenário 12- Grupo A, tarifa verde com bandeira vermelha patamar II;

Conforme a resolução da ANEEL, n.º 441 de 09 de setembro de 2010, que garante 80% de desconto do consumo para o grupo A e 67% de desconto para o grupo B, usado no período de 21 h 30 min às 06 h, determinou-se o consumo, e posterior custo de energia em cima das horas que possuíam desconto (d) e das sem desconto (s/d), para cada cenário. Determinou-se os respectivos gastos mensais que somados a demanda (para o grupo A), resultaram no total do consumo para cada cenário, da cultura do milho. Dividiu-se pelo tamanho da área, o custo de energia total para cada hectare.

O levantamento do custo de produção das culturas foi estipulado por meio de dados adquiridos da safra 2016/01 para julho, pela Federação da Agricultura e Pecuária de Goiás (FAEG), onde os custos são estimados, tendo por base os preços correntes de todos os insumos e serviços a serem utilizados no decorrer do processo produtivo.

O custo de produção total (Custo de produção com a irrigação), foi estabelecido pela metodologia exposta por Frizzone e Andrade Júnior (2005), para a análise de investimento, com a determinação do benefício custo (B/C) das produções, também realizada por Sandri et al. (2014). O B/C foi calculado em função da Equação 2 :

$$B/C = \text{Receitas/Despesas} \quad (2)$$

em que,

Receitas, é o valor obtido com a comercialização, e
Despesas, é o custo de produção total.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na cultura do milho transgênico, a semeadura, colheita e manejo foram realizadas por sistemas mecanizados. A cultura foi semeada de maneira adensada, sendo a semeadura feita em 10 de abril de 2016, e colheita em julho de 2016, e sua produção comercializada para consumo animal. As características do solo para a área são apresentados na Tabela 3.

TABELA 3. Características físico-hídricas médias para a camada de 0 a 0,40 m de profundidade do solo da área estudada.

θ_{cc}	θ_{pmp}	ds	W	Granulometria		
				Argila	Silte	Areia
-----($m^3 m^{-3}$)-----		($kg m^{-3}$)	(%)	-----(%)------		
0,3933	0,1505	1250	23	9	44	47

θ_{cc} - umidade do solo à capacidade de campo; θ_{pmp} - umidade do solo no ponto de murchamento permanente; ds - densidade do solo; W - umidade do solo.

De acordo com a EMBRAPA (2010), a densidade encontrada corresponde a uma faixa de valores compatíveis a um solo silto-argiloso. Já as análises texturais, mostraram que a área possui solo classificado como franco-arenoso, sendo o solo da propriedade foi classificado como Latossolo Vermelho Amarelo.

A irrigação sendo realizada diariamente durante todo o ciclo da cultura, concordou com Mendes et al. (2015), que estudando diferentes solos recomendaram que em solos arenosos a irrigação deve ser mais frequente que em solos argilosos. Como relatado por Reinert e Reichert (2006), a textura do solo influencia na força de retenção de água.

A diferença de concordância entre as metodologias é devido método proposto não ser o mais recomendado, pois é pouco preciso. Segundo Costa et al. (1997), os métodos mais indicados nessas determinações seriam os de campo, seguidos pelos de laboratório nos quais os mais indicados são o da câmara de pressão de Richards, como verificado por Davalo (2013), mas o objetivo do trabalho não se centralizou nesses conhecimentos. Além disso, Antunes Júnior (2016) e Klein et al. (2010), concordam que o valor do ponto de murcha permanente é apenas uma referência visto que não expressa a condição real da planta, apresentando sintomas de murchamento antes que o valor referencial fosse atingido.

TABELA 4. Horas de funcionamento em cada estágio por mês da cultura do milho, cultivado em Anápolis-GO, no período outono/inverno 2016.

<i>Fase / Mês</i>	<i>h/v</i>	<i>L/v</i>	<i>TR</i>	<i>Ht</i>
I / Abril	10,45	3,98	21	219,45
II / Maio	10,45	3,98	25	261,25
III / Maio	15,32	5,83	6	91,92
III / Junho	15,93	6,07	29	461,97
IV / Junho	13,65	5,20	1	13,65
IV / Julho	15,75	6,00	14	220,50
Total	81,55		96	1007,49

h/v - horas de funcionamento do pivô para percorrer uma volta; *L/v* - lâmina de irrigação aplicada por volta; *TR* - turno de rega, em dias; *Ht* - horas de funcionamento totais do equipamento.

As lâminas de irrigação obtidas para o ciclo do milho foi de 462,68 mm, coincidindo a da EMBRAPA (2006), assim como os dados de Ferreira et al. (2015) com valores variando

de 400 a 700 mm. No entanto, apesar dos cálculos de lâmina ideal a ser aplicada, para a área de 3,22 e 3,79 mm no estágio I e II respectivamente, a quantidade precipitada pelo equipamento ultrapassou a requerida pelas culturas, pois a mínima intensidade de aplicação é maior que a requerida. Isso procedeu-se com a eficiência do pivô a 90%. Assim, o irrigante do presente estudo por possui um sistema distribuidor de água além do requerido por volta nas fases iniciais, teve o consumo hídrico aumentado em 20,55 mm para o milho.

O pivô regulado a 100% está aplicando essas lâminas excessivas em um tempo de 54 horas. Aplicar lâminas em excessos traz sérios prejuízos a produção, pois o excesso pode provocar lixiviação na área, e por se tratar principalmente de plantio direto aplicar a mais pode aumentar e crescer consideravelmente o número de fungos nas plantas. Ferreira et al. (2015), também observou as perdas por percolação.

Os cálculos realizados para cada fase das culturas auxiliam no controle da atividade e na preservação dos recursos utilizados, pois têm-se um valor a ser seguido em cada dia de funcionamento, para não haver a utilização excessiva. Em muitos casos, segundo Moraes et al. (2014), o pivô central é empregado sem critérios necessários para que se possa obter o máximo de rendimento de uso dos recursos água e energia elétrica. Por outro lado, Cunha et al. (2013), relataram que a lâmina precipitada de cada estágio não deve ser inferior à necessária, em qualquer uma das fases das culturas, para a economia do sistema. Caso contrário, apesar da diminuição dos custos, haverá uma redução na produtividade causada pelo estresse hídrico, também impactando nas receitas do produtor.

Com a potência de entrada de 40,13 kW, potência aparente de 47 kVa, a demanda contratada da propriedade é de 110 kW devido a presença de outro pivô. Na aplicação dos valores do grupo A a tarifa convencional tem valor de R\$32,22 o kW, e para tarifa verde R\$10,57 o kW. Para o consumo grupo A e B, considerou-se o horário fora de ponta.

O custo da energia, conforme a bandeira tarifária imposta ao consumidor, apresenta diferenças, sendo os maiores valores de energia elétrica encontrados para a bandeira tarifária vermelha patamar II. Quando se compara todas as tarifas aplicadas, o custo de energia por hectare pode variar em até R\$ 227,90 por hectare, considerando os valores extremos, ou seja, grupo sem a presença da bandeira tarifária e grupo A, tarifa convencional com bandeira tarifária vermelha patamar II, conforme mostra a Figura 2.

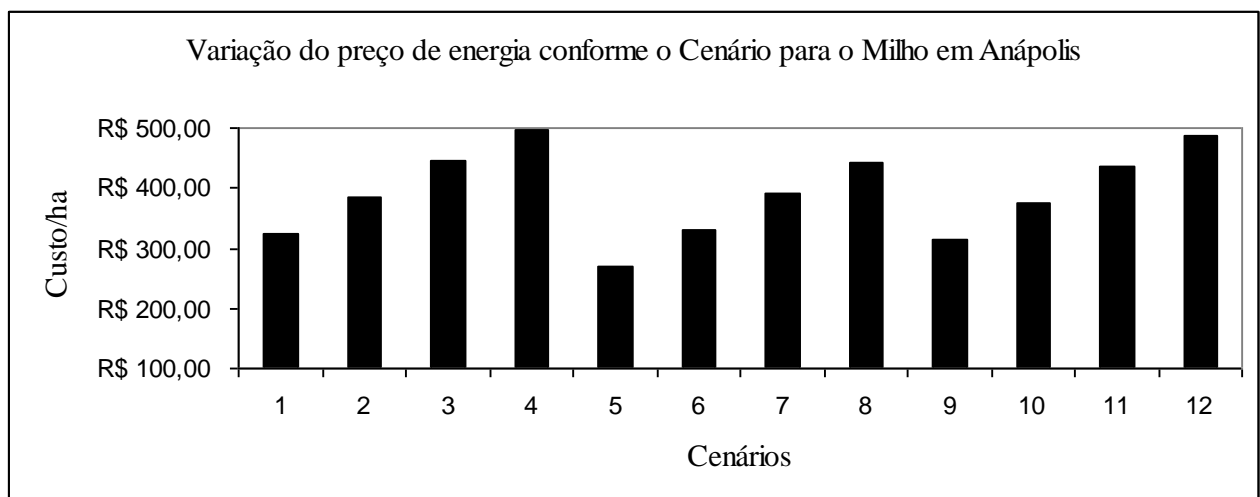


FIGURA 2. Variação do preço de energia em reais, para um hectare, mediante os cenários aplicados para a cultura do milho, cultivado em Anápolis-Go, no período de outono/inverno de 2016.

1 - Grupo A, tarifa convencional; 2 - Grupo A, tarifa convencional com bandeira amarela; 3 - Grupo A, tarifa convencional com bandeira vermelha patamar I; 4 - Grupo A, tarifa convencional com bandeira vermelha patamar II; 5 - Grupo B, tarifa de serviços de irrigação (somente consumo); 6 - Grupo B, tarifa de serviços de

irrigação com bandeira amarela; 7 - Grupo B, tarifa de serviços de irrigação com bandeira vermelha patamar I; 8 - Grupo B, tarifa de serviços de irrigação com bandeira vermelha patamar II; 9 - Grupo A, tarifa verde; 10 - Grupo A, tarifa verde com bandeira amarela; 11 - Grupo A, tarifa verde com bandeira vermelha patamar I; 12 - Grupo A, tarifa verde com bandeira vermelha patamar II.

Considera-se que a vantagem é muito maior, para a cultura do milho quando é empregado o grupo B, sem demanda, pois têm-se retornos financeiros maiores do que em relação ao grupo A com tarifa verde e A tarifa convencional respectivamente.

O grupo B possui a vantagem de proporcionar ao produtor somente o pagamento de taxas mínimas quando o sistema não estiver sendo utilizado. Já o grupo A, por contratar demanda, sempre terá este custo mesmo com o sistema inoperante. O grupo A tarifa verde, é a melhor opção quando se trata de demanda contratada, Turco et al. (2009), em estudos expõem que a tarifa verde é mais rentável ao fazer uso dos sistemas de irrigação por pivô central.

A produtividade do milho, 211,75 sacas/hectare, encontrada na propriedade foi superior a da região de Goiás com 109,3 sacas por hectare em 2014/15, conforme informa a CONAB (2016). Acredita-se que o manejo da irrigação aliado ao plantio direto tenha proporcionado condições ideais para o desenvolvimento da cultura. Para a safra 2015/16, contabilizou-se que os valores só diminuí devido as instabilidades climáticas e aumento dos custos de produção da maior parte da região Centro-Oeste (CONAB, 2016).

O próprio valor de diferença no custo de energia pelos cenários é justamente o que produtor deixa de ganhar optando por esses dois cenários de maior e menor valor. Ou seja, as diferenças no custo de energia pelos cenários implicam no ganho do produtor. A participação da irrigação no custo de produção pode chegar a quase 10%, variando entre 9,6 a 5,5%. Em termos percentuais, esse valor pode se considerar baixo, mas em reais traz grandes diferenças no lucro do produtor.

Devido a alta produtividade da cultura do milho, a irrigação foi considerada recompensada, pois Oliveira e Zocoler (2013), relatam que quando as plantas demonstram alto potencial produtivo, trazem o benefício de pagar os investimentos. Além disso, na análise de investimento feita pela relação Benefício/Custo demonstrou-se que em todos os cenários simulados a cultura obteve um ganho favorável de até 1,73 reais a cada real investido.

CONCLUSÕES

A irrigação aliada ao plantio direto com uso de alta tecnologia proporcionou as culturas uma produtividade acima da média para a região de Goiás. No entanto, deve-se irrigar somente o necessário que irá garantir a boa produtividade, uma vez que a agricultura é considerada uma atividade de alto risco, visto que o preço pago pode ser menor do que ao investido. Observou-se que o produtor obteve lucro na produção de milho, não importando o grupo e a bandeira tarifária, pois na época da realização do experimento, ambas as culturas estavam com o preço de mercado em alta, devido a baixa oferta destes produtos. Verificou-se também que em todos os cenários a tarifa de serviços de irrigação é a que mais contribuiria para o ganho do produtor irrigante por envolver somente o consumo (sem demanda).

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA - ANEEL. Resolução normativa. nº 414. 2016.

ALBUQUERQUE, P. E. P. D.; COUTINHO, A. C.; GONÇALVES, P. P.; AGOSTINHO, E. M. Uso Eficiente da Água de Irrigação e da Energia Elétrica em Cultura de Milho sob Pivô Central num Plantio Comercial em Várzea da Palma. **In: CONGRESSO NACIONAL DE EMBRAPA, MILHO E SORGO 28**, 2010, Goiânia. **Anais...** Várzea da Palma, Ed. EMBRAPA, 2010. p. 3209-3215.

ANTUNES JÚNIOR, E.J. **Desempenho operacional e propriedades físico-mecânicas de um Latossolo em função do tipo de pneu e cargas aplicadas à barra de tração**. 2016. 69 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola), Universidade Estadual de Goiás, Anápolis, 2016.

BERNARDO, S.; SOARES, A. A.; MANTOVANI, E. C. **Manual de irrigação**. 8º Ed. Viçosa: Ed. UFV, 2006. 625 p.

BOYER, C.N.; LARSON, J.A.; ROBERTS, R.K.; McCLURE, A.T.; TYLER, D.D. The impact of field size and energy cost on the profitability of supplemental corn irrigation. **Revista Agricultural Systems** 127, USA: Teennessee, p.61-69, 2014.

CARDOSO, M.R.D.; MARCUZZO, F.F.N.; BARROS, J.R. Classificação climática de Köppen-Geiger para o estado de Goiás e o Distrito Federal. **Revista do Curso de Geográfica (ACTA)**, Boa Vista, v.8, n.16, p.40-55, 2014.

CARVALHO, C.M.D; MARINHO, A.B.; VIANA, T.V.D.A. VALNIR JÚNIOR, M.; GOMES FILHO, R.R.; CARVALHO, L.L.S.D. Eficiência do uso da água na produção do pinhão-mansão no semiárido nordestino. **Revista Agrarian**, Dourados, v.8, n.29, p.296-303, 2015.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO - CONAB. **Custos de produção agrícola: A metodologia da Conab**. Brasília: Ed. Conab. 2010. 60p.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO - CONAB. Acompanhamento da safra brasileira: **In: Décimo segundo levantamento**. Brasília: Ed. Conab. 2016. 184p.

DONAGEMA, G.K.; CAMPOS, D.V.B.; CALDERANO, S.B.; VIANA, J.H.M. **Manual de Métodos de Análise de Solo**. 2. ed., Rio de Janeiro-RJ, Ed.: EMBRAPA, 2011, 50 p.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. Seleção do sistema de irrigação. Sete Lagoas, MG: Ed. EMBRAPA. 2003. 18 p. (Circular Técnica 14)

FEDERAÇÃO DA AGRICULTURA E PECUÁRIA DE GOIÁS - FAEG. **Estimativa de Custo de Produção: Milho transgênico**, jul/2016. 2016.

FERREIRA, F.E.P. **Uso do software intecperímetro® na avaliação do manejo da irrigação nas culturas do milho e feijão**. 2015. 84 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola), Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2015.

FRIZZONI, J.A. **Os métodos de irrigação**. Piracicaba: Dep. Eng. Rural - ESALQ/USP, 2013. 21 p. Disponível em:
<http://www.gpeas.ufc.br/disc/sup/selecao_sistema_irrigacao.pdf> Acesso em: 17 ago. 2016.

FRIZZONI, J.A.; ANDRADE JÚNIOR, A.S. **Planejamento de irrigação: Análise de decisão de investimento**. 1º Edição. DF: Brasília, Ed. EMBRAPA Informação Tecnológica, 2005. 626 p.

GOIÁS. Clima. 2016, Goiás. Disponível em:
<<http://www.goias.gov.br/paginas/conhecagoias/aspectos-fisicos/clima>> Acesso em: 01 set. 2016.

GOOGLE EARTH. Disponível em: <<https://www.google.com/earth>> Acesso em 15 de setembro de 2016.

KLEIN, V.A.; BASEGGIO, M.; MADALOSSO, T.; MARCOLIN, C.D. Textura do solo e a estimativa do teor de água no ponto de murcha permanente com psicrômetro. **Revista Ciência Rural**, Santa Maria, v. 40, n. 7, p. 1550-1556, jul, 2010.

MENDES, W.C.; ALVES JUNIOR, J.; CUNHA, P.C.R.; SILVA, A.R.; EVANGELISTA, A. W. P.; CASAROLI, D. Lixiviação de nitrato em função de lâminas de irrigação em solos argiloso e arenoso. *Irriga, Botucatu*, Ed. Especial: **IRRIGA & INOVAGRI**, p. 47-56, 2015.

MORAES, M.J.; OLIVEIRA FILHO, D.; MANTOVANI, E.C.; MONTEIRO, P.M.B.; MENDES, A.L.C.; DAMIÃO, J.A.C. Automação em sistema de irrigação tipo pivô central para economia de energia elétrica. **Revista Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 34, n. 6, p. 1075-1088, 2014.

OLIVEIRA FILHO, D.; RIBEIRO, M.C.; MANTOVANI, E.C.; SOARES, A.A.; FERNANDES, H.C. Dimensionamento de motores para o bombeamento de água. **Revista Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v.30, n.6, p.1012-1022, 2010.

OLIVEIRA, J.S.; ZOCOLER, J.L. Custos da irrigação e receita líquida do feijoeiro em um sistema pivô central sob variação do comprimento da tubulação de recalque e desnível topográfico. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v.33, n.1, p.121-128, jan./fev. 2013.

SANDRI, D; PEREIRA, J.A.; VARGAS, R.B. Custos de produção e rentabilidade produtiva da melancia sob diferentes lâminas e sistemas de irrigação. **Revista Irriga, Botucatu**, v.19, n. 3, p.414-429, 2014.

TURCO, J.E.P.; RIZZATTI, G.D.S.G.; PAVANI, L.C. Custo de energia elétrica em cultura do feijoeiro irrigado por pivô central, afetado pelo manejo da irrigação e sistemas de cultivo. **Revista Engenharia Agrícola, Jaboticabal**, v.29, n.2, p.311-320, 2009.