

MANEJO DE IRRIGAÇÃO COM BASE NA EVAPOTRANSPIRAÇÃO PARA REDUÇÃO DO CONSUMO DE ÁGUA

*IRRIGATION MANAGEMENT BASED ON EVAPOTRANSPIRATION TO REDUCE WATER
CONSUMPTION*

Willian Bernardino Borges¹, Carlos Henrique Maia²

RESUMO

Considerando os recursos hídricos é importante evitar o desperdício desse bem natural. Para tanto, a aplicação de uma boa gestão e manejo rígido dos recursos hídricos não deixa de serem fundamentais para qualidade de vida, pois muitos produtores rurais ainda fazem uso inadequado da irrigação. Objetivou-se neste trabalho demonstrar comparativos das lâminas aplicadas pela irrigação sem emprego de manejo, com valores baseado na evapotranspiração durante o ciclo da cultura de milho em safra inverno 2015 na região de Rio Verde - Goiás. As lâminas de distribuições aplicadas atingiram valores em 04 das 06 fazendas um excesso de irrigação com um volume total de 96,38m³, percebendo um impacto pelo uso inadequado de água que poderá implicar na degradação do solo causando salinização e início de processos erosivos. Nas Fazendas 05 e 06 ocorreu déficit de aplicação de água durante o ciclo demonstrando um fator negativo devido à diminuição da produtividade em área com potencial de maior produção.

Palavras chaves: recursos hídricos, consumo de energia, cultura do milho, agrometeorologia.

ABSTRACT

Considering the water resources it is important to avoid wasting this natural good for both the application of good management and rigid management of water resources is not fundamental to quality of life, many rural producers still make inappropriate use of irrigation. The objective of this work was to demonstrate comparisons of the slides applied by irrigation without management, with values based on evapotranspiration during the corn crop cycle in winter crop 2015 in the region of Rio Verde – Goiás. The applied distribution slabs reached values in 04 of the 06 farms with an excess of irrigation with a total volume of 96.38m³, perceiving an impact by the inadequate use of water that could imply in the degradation of the soil causing salinization and beginning of erosive processes. On the Farm 5 and 6, there was a deficit of

¹ Graduando de Engenharia Ambiental pela Universidade de Rio Verde (UNIRV) – Rio Verde (GO), Brasil.

² Engenheiro Ambiental pela Universidade Católica de Goiás (UFG) – Goiânia (GO) Especialista em Planejamento e Gerenciamento de Recursos Hídricos pela Universidade Federal de Goiás (UFG).

Endereço de correspondência: Willian Bernardino Borges - Rua das Chácaras, Qd. 27 Lt. 02- Primavera – CEP 75.904.442 – Rio Verde (GO), Brasil – E-mail: tstwillian@hotmail.com.

water application during the cycle demonstrating a negative factor due to the decrease of productivity in an area with higher production potential.

Keywords: Water resources, energy consumption, corn crop, agrometeorology.

INTRODUÇÃO

A irrigação era conhecida somente como um meio de luta para sanar problemas contra a ausência de chuva. Agora, ela se posiciona além desta ideia, pois ela aumenta a renda com mais produtividade e principalmente de forma racional (BERNARDO et al. 2009).

A irrigação atualmente usa uma alta demanda de água entre as principais categorias de uso consultivo, como demonstram os dados de vazão consumida de um total de 1.161m³/s de consumo de água distribuída em 9 % destinado ao consumo urbano, 7 % para indústrias, 1% uso rural, 11 % para uso em criação de animais e com 72% somente para irrigação (ANA 2013).

O consumo de água com a irrigação confirma uma parcela de uso de 2.872 pivôs centrais somente no estado de Goiás e no município de Rio Verde com 61 pivôs distribuídos em 5,753 hectares (ANA, 2014).

Conforme dados da Organização das Nações Unidas para a Alimentação e Agricultura-FAO (1997) os órgãos internacionais visam à agricultura como o setor prioritário para implantar política de uso racional da água, a irrigação desperdiça em média 60% da água utilizada atualmente em projetos de irrigação, sendo que uma parcela de 10% deste valor se fosse economizado poderia abastecer boa parte da população mundial.

É importante evitar o desperdício desse recurso natural levando-se em consideração a situação do mundo atual, além de olhar para um futuro próximo de alterações no clima a aplicação de uma boa gestão e manejo rígido dos recursos hídricos como forma fundamental já que está também relacionada à qualidade de vida das pessoas (PIRES, et al., 2008).

Boa parte dos produtores rurais faz uso inadequado da irrigação. Para a realização do manejo da água da irrigação dependerá de controle diário da evapotranspiração durante o ciclo da cultura de forma que faça o uso racional da água de irrigação e minimizar o consumo de energia (SILVA E MAROUUELLI, 1996).

Com afinco nas atividades e projetos de irrigação, a estimativa das perdas pela evaporação e transpiração facilita o gerenciamento do recurso hídrico. Obtendo assim, uma das principais variáveis a serem observadas para planejar e implantar um bom manejo de irrigação como evapotranspiração (BERNARDO, 1995).

A evapotranspiração (ET) é um dos elementos de bastante relevância para ser aplicada em projetos de irrigação, até mesmo comparada a precipitação, teoricamente a (ET) representa a água a ser reposta na irrigação. Esta reposição da água evapotranspirada das plantas ao solo deverá ser realizada de forma natural (chuva) ou de forma artificial pela irrigação (CAMARGO e SENTELHAS, 1997; MARIANO, et al., 2011).

O cultivo do milho se dá em regiões com boa concentração de chuva basicamente a cultura do milho possui em média um consumo hídrico que irá variar com as condições climáticas que em média fica na faixa de 380 a 550 mm/ciclo. A exigência maior se dá nos períodos de pendão e enchimento dos grãos, fase importante para produção (ALBUQUERQUE, 2010).

O déficit de irrigação acarretará na redução da produtividade da cultura em decorrência da ausência de água no momento certo. Por outro lado, a irrigação de forma excessiva é de certa forma prejudicial, devido à ocorrência da saturação do solo, de forma a impedir uma boa aeração, tende a lixiviar nutrientes, proporcionar maior evaporação, início de erosão laminar e salinização prejudicando outros irrigantes que estão à jusante (HILLEL, 1982).

Conforme demonstrado até aqui, a importância de se ter manejo correto da água para irrigação é de extrema importância. Vale frisar que a irrigação não é somente captar, conduzir, e aplicar nas parcelas e sim tem que ser uma operação integrada com a retirada do excesso de água usado na aplicação produzindo uma relação água-planta e clima. Caso este tipo de manejo não seja conduzido o projeto será bem prejudicado e conseqüentemente o meio ambiente será atingido (BERNARDO et al., 2009). Por isso Sentelhas e Costa (2007) destacam a importância de verificar as irrigações deficientes que complementam as chuvas.

O objetivo do estudo foi comparar a quantidade de água irrigada sem manejo de irrigação pelo método manejado utilizando a evapotranspiração durante o ciclo da cultura do milho na safra inverno ano agrícola 2015 em Rio Verde – GO.

METODOLOGIA

O presente trabalho foi conduzido no ano de 2015, no município de Rio Verde, estado de Goiás, com a obtenção de dados diários da estação meteorológica convencional pertencente ao 10º distrito de meteorologia – INMET código OMM: 83470, localizado no Campus da Universidade de Rio Verde – UNIRV, com coordenada longitude UTM 503733.00 E, latitude UTM 8033545.00 S, e altitude: 774,62 m, de forma que se obtiveram os dados meteorológicos

para a realização do estudo tais como: temperatura máxima e mínima (°C), insolação (h), umidade relativa máxima e mínima (%), velocidade do vento (m/s) e pressão atmosférica (KPa).

A radiação solar global foi obtida através de modelos matemáticos capaz de realizar a estimativa do índice de radiação solar global com uso das variáveis climáticas, temperatura máxima e mínima (°C), umidade relativa máxima e mínima (%), velocidade do vento (m/s) e insolação (h) (ANGSTRÖM, 1924).

As variáveis foram coletadas da estação meteorológica, entre os meses de Janeiro e Setembro de 2015, considerando a safra de inverno de 06 (seis) produtores de milho que fazem irrigação de forma convencional da região do sudoeste goiano. Desse modo calculou-se a evapotranspiração de referência (ET₀) como base para a estimativa da evapotranspiração da cultura (ET_c), utilizando o software SMAI 2.0 copyright© desenvolvido pela Área de Hidráulica e Irrigação da UNESP – Ilha Solteira, (MARIANO, et al., 2011).

O Software realizou a estimativa da evapotranspiração de referência pelo método proposto por Penman-Monteith (ALLEN, 1998), conforme descrito na (Equação 1).

$$ET_0 = \frac{0,408\Delta * (R_n - G) + \gamma \frac{900}{T + 273} u_2 (e_s - e_a)}{\Delta + \gamma(1 + 0,34 * u_2)} \quad (Eq. 1)$$

Onde:

ET₀ – evapotranspiração de referência, mm.d⁻¹

Δ – gradiente da curva pressão vapor vs temperatura, kPa .°C⁻¹

R_n – radiação solar líquida disponível, MJ m⁻² .d⁻¹

G – fluxo de calor no solo, MJ m⁻² d⁻¹;

γ – constante psicrométrica, kPa °C⁻¹;

u₂ – velocidade do vento a 2 m, m/s⁻¹;

e_s – pressão de saturação do vapor de água atmosférico, kPa

e_a – pressão atual do vapor de água atmosférico, kPa

T_a – temperatura média diária do ar, °C.

O software baseou-se para elaboração do consumo de água, a cultura chamada de evapotranspiração da cultura (ET_c), com base no cálculo da ET_c que é realizado com o emprego da expressão (Equação 2). (DOORENBOS & KASSAN, 1979).

$$ET_c = K_c \cdot ET_0 \quad (Eq. 2)$$

Onde:

Kc - coeficiente da cultura

ET_o - evapotranspiração de referência, mm dia⁻¹

Como importante parâmetro no manejo da irrigação e devendo ser ajustado conforme as condições locais de cultivo a Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação (FAO) aplica os Coeficientes da Cultura (KC) ALLEN ET AL. (1998)

De acordo com Doorenbos e Pruitt, (1984) a utilização do Coeficiente da cultura (KC) irá variar seu efeito de acordo com a cultura, o local do plantio, as práticas de culturais e o clima que aplicado conforme sua escala fenológico.

O (KC) utilizado foi inserido no software conforme Tabela 1 para a obtenção da evapotranspiração da cultura (ET_c) conforme equação dois (2) apresentado pela FAO as compilações das principais culturas conforme seu ciclo (DOORENBOS e KASSAN, 1994).

Tabela 1 - Coeficiente de cultura (KC) proposto por Doorenbos e Kassan, (1994) para varias fazes do desenvolvimento da cultura do milho.

Fases do desenvolvimento da cultura do milho				
DAE ¹				
0 – 14	15 – 35	36 – 84	85 - 117	118 – 134...
0,50	0,85	1,20	0,95	0,60

¹ Dias após emergência.

O trabalho baseou-se nos dados de lamina irrigada em Pivô central de 06 (seis) produtores de milho caracterizado como convencional mecanizado sem uso de manejo de irrigação, propriedades da região de Rio Verde estado do Goiás de forma que obedecido os períodos da safra inverno Janeiro a Setembro 2015.

Posteriormente estes dados usados para comparativos aos dados dimensionados (estimados) via manejo com base na evapotranspiração, perfazendo dois grupos de dados, irrigação convencional e manejo de irrigação racional por ET_o.

Os dados da lâmina de água em formato diário dos produtores não foram possíveis sua aquisição por falta de arquivamento de forma que os dados já incluem do total aplicado pelos irrigantes as considerações das precipitações no decorrer do ciclo.

Para as lâminas de irrigação estimada adotou-se (Lamina Fixa), método usado para irrigação quando a evapotranspiração acumulada (ET_{ca}) atingir um determinado valor já pré-estabelecido, conforme o tipo de solo da região cujo manejo está sendo aplicado. Vale dizer que solos com capacidade de retenção de água a ET_{ca} será maior. (CONCEIÇÃO, 2005).

Exemplificado na (Tabela 2) a realização de tomada de decisão conforme demanda de ETca ao atingir valor aproximado a 20 mm sendo que neste período ocorreu durante os intervalos das irrigações, valores de precipitação pluvial (P) que serão descontados do valor da ETc acumulada (ETca), sendo que na ocorrência de precipitação acarretará em um maior intervalo de irrigação diminuindo as mesmas, perfazendo com isto uma redução de água e energia nos custos ambiental e financeiro.

Tabela 2 - Exemplo de planilha para controle da irrigação, considerando-se um turno de rega fixo igual há sete dias.

Dia	ETo (mm)	Kc (mm)	ETc (mm)	P (mm)	ETca (mm)	Ação
1/05/15	3,77	0,9	3,2	0	3,2	0
2/05/15	4,01	1,2	4,81	0	3,3 + 4,81 = 8,11	0
3/05/15	4,41	1,2	5,29	0	8,11 + 5,29 = 13,4	0
4/05/15	1,94	1,2	2,33	2,1	13,4 + 2,33 - 2,1 = 13,63	0
5/05/15	2,51	1,2	3,01	0	13,63 + 3,01 = 16,64	0
6/05/15	3,38	1,2	4,06	5,8	16,64 + 4,06 - 5,8 = 14,9	0
7/05/15	3,63	1,2	4,36	0	14,9 + 4,36 = 19,26	0
8/05/15	3,73	1,2	4,48	0	19,26 + 4,48 = 23,74	IRRIGAR
9/05/15	3,72	1,2	4,46	0	4,46	0
10/05/15	4,46	1,2	5,35	0	4,46 + 5,35 = 9,81	0

ETo é a evapotranspiração de referência; Kc é o coeficiente da cultura; ETc é a evapotranspiração da cultura ($ETc = ETo \cdot Kc$); P é precipitação pluvial; e ETca é a evapotranspiração acumulada (soma dos valores diários de ETc menos o valor de P, quando houver chuva). (CONCEIÇÃO, 2005).

Os valores de chuva normal climatológica, no período de 2015 aplicado junto ao histórico de 1961 – 1990 apresentados no (Gráfico 1) pode-se observar o comportamento sazonal dos períodos de chuvas e períodos secos na região e sua variação quanto ao ano de 2015, questão importante nas tomadas de decisão quanto ao período de irrigação.

Deste modo verifica-se que para a região de Rio Verde apresentam-se dois períodos distintos da precipitação, Janeiro a Abril chuvoso e com período de deficiência hídrica iniciada em Maio que se estende até o mês de Setembro, e o mês de Outubro inicia com reposição hídrica e excedente Novembro e Dezembro.

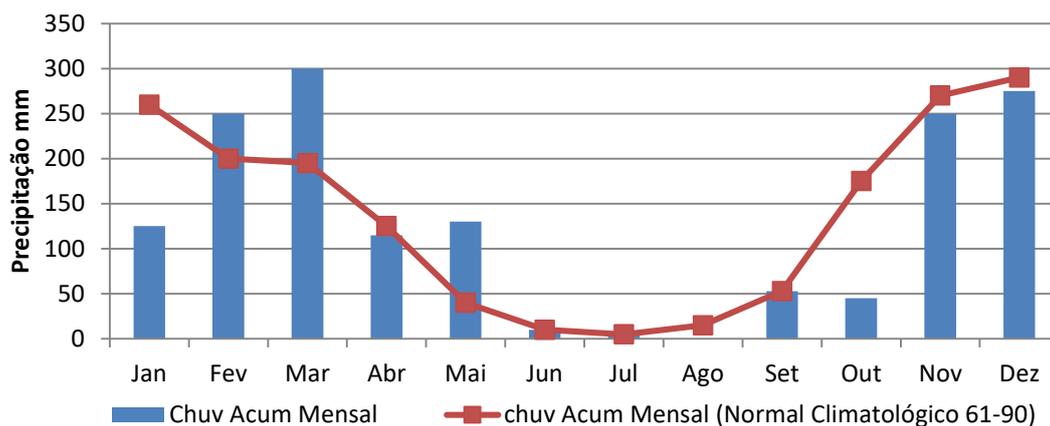


Gráfico 1 – Chuva Acumulada e Chuvas (Normal Climatológica) 61 – 90 de Rio Verde (GO) para o ano de 2015 (INMET, 2015).

É perceptível que em Janeiro e Outubro ocorreu pouca precipitação, conforme histórico da região enquanto que o mês de Março houve mais chuvas que o esperado. Com estes dados, o irrigante ponderar planejar melhor o manejo e estratégias de irrigação.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os Gráficos 2 e 3 representam o desenvolvimento das lâminas totais por ciclo de cada pivô representado (Faz 1, Faz 2, Faz 3, Faz 4, Faz 5 e Faz 6) que foram aplicadas pelos produtores e estão representados também os valores estimados de lamina total para cada Pivô sobre a base de cálculo da evapotranspiração de referência valores de Coeficiente de Cultivo (K_c) e precipitação.

Observando resultados na (Gráfico 2) a propriedade 1 (Faz 1) foi aplicado uma lâmina de 443 mm em seu ciclo de 112 dias, valor este comparado ao valor de 383 mm de lamina estimados com auxílio do software SMAI 2.0, demonstrando que ocorreu um excedente de aplicação em seu ciclo, de 60 mm.

Os demais resultados se transcrevem semelhantes e lâminas diferentes, como a propriedade 2 (Faz 2) aplicado uma lamina de 456 mm com ciclo de 115 dias, valor este comparado ao valor de 394 mm estimados, mostrando que ocorreu também um excedente de aplicação em seu ciclo de 62 mm.

Para a propriedade 3 (Faz 3) aplicando uma lamina de 419 mm com ciclo de 115 dias, valor este comparado ao valor de 393 mm estimados pelo software SMAI 2.0, mostra que ocorreu também um excesso em seu ciclo total de 26 mm.

Para a propriedade 4 (Faz 4) foi aplicado uma lamina total por ciclo de 431 mm com ciclo de 117 dias, valor este comparado ao de 399 mm estimados com auxílio do SMAI 2.0, mostra que ocorreu também um excesso em seu ciclo total de 32 mm. Perfazendo total das 04 (quatro) fazendas de 180mm.

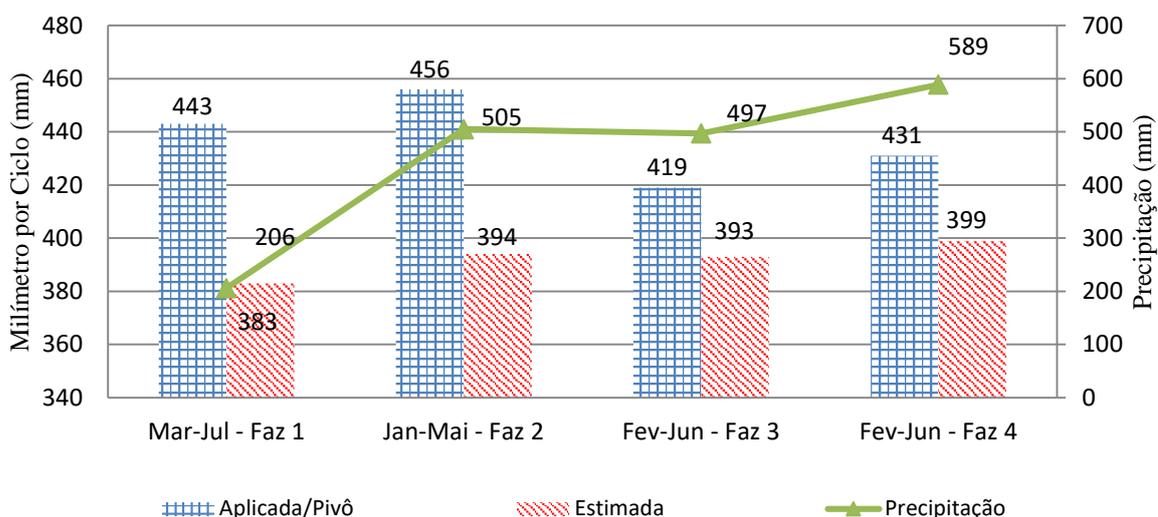


Gráfico 2 – Distribuição de lamina aplicada pelo irrigante com valores estimados pelo software SMAI, com a respectiva distribuição da precipitação para cada irrigante.

Desta forma observa-se que na (Gráfico 2) as laminas estimadas apresentaram em maior parte os ciclos estudados um índice inferior demonstrando, a princípio, que os produtores não basearam na evapotranspiração de referência (ET_o) para a realização do manejo da irrigação de reposição das lâminas requerida pela cultura no solo. Outros fatores associados a este resultado são as demandas de aplicação de fertilizantes líquidos.

Nota-se no (Gráfico 2) os índices de precipitação em sua maior parte foram superiores as laminas estimadas tornando boa parte das estimativas de evapotranspiração da cultura acumulada (ET_{ca}) durante o ciclo nulas para uma provável irrigação perfazendo uma economia de água quando se realiza o manejo.

O (Gráfico 3) verifica ocorrência de déficit na lamina irrigada aplicada caso este na Faz 5, demonstra que os valores estimados de 430mm foram superiores as lâminas aplicadas pelo produtor de 380mm. O mesmo resultado observado na Faz 6 estimado 401mm e aplicado 305.

Esta realidade ocorreu durante o ciclo demonstrando dentro de um conceito amplo, as considerações dos aspectos do sistema produtivo indicando fator negativo devido à diminuição da produtividade de alimento em área de potencial de maior produtividade.

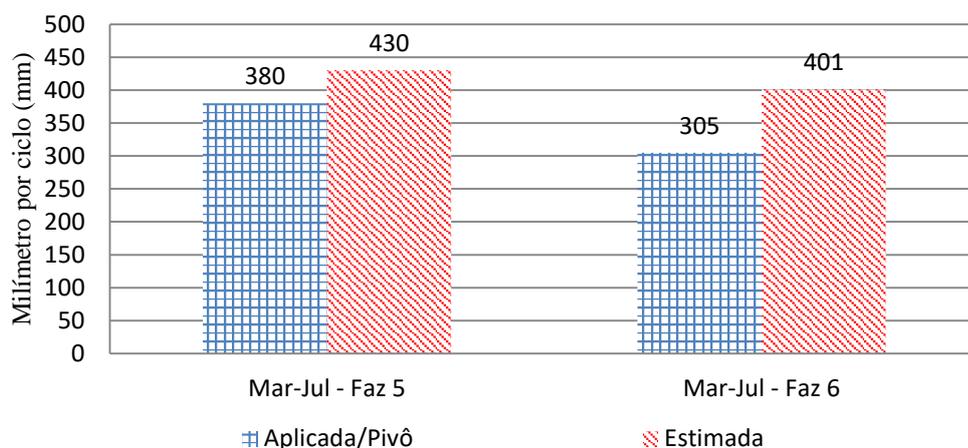


Gráfico 3 – Déficit de Lamina irrigada total.

Como visto os métodos de irrigação em muitas áreas ainda deixam a desejar visto que a irrigação como forma de garantir maior produção e bom desenvolvimento socioeconômico necessita de elevar a importância de reduzir as perdas de água dos sistemas de irrigação utilizadas sem necessidade, de certa forma irá também minimizar a contaminação pelos agroquímicos (CHISTOFIDIS, 2008).

De acordo com FAO (1997) a irrigação desenvolve considerável impacto ambiental tanto positivo como negativo, sendo como positivo é a possibilidade de produção de alimentos para consumo humano e animais em terras com processo de degradação.

Os impactos negativos perfazem gasto desnecessário de energia uso inadequado e quantidade de água demandada, implicando na degradação do solo causando salinização e podendo também iniciar processos erosivos implicando em qualidade e quantidade de água para produtores a jusante.

Na Tabela 3 estão distribuídos às laminas aplicadas excedentes nas propriedades estudadas, certificando assim os respectivos volumes de lamina em milímetros por hectare mm/há traduzidos em volume, metros cúbicos (m³), perfazendo um total dentre as 04 (quatro) propriedades que se destacaram como excedente na irrigação com demanda de excedente de 96,38 m³ de água.

Tabela – 3 Volume de água calculado como excedente

Propriedade	Ciclo		Excedente/mm	Volume total m ³
	Aplicado/mm	SMAI/INMET Estimado/mm		

Faz 1	443	383	60	49,8
Faz 2	456	394	62	15,5
Faz 3	419	393	26	15,08
Faz 4	431	399	32	16,0
			Total	96,38

Obs. 1,0 mm = 1,0 L/m² = 10,000L/há
1.0 m³ = 1.000L

Deste montante de água extrapolado para os devidos custos deste excedente, pode-se perceber que a perda da desnecessária de água ocasiona também em aumentos dos custos de produção, considerando as propriedades no ano agrícola de 2015 os valores em custo aplicados de irrigação perfaziam em 1.50 R\$.mm⁻¹.ha⁻¹ considerando a bandeira tarifaria vermelha (MARTINS, 2016).

Este valor multiplicado pelas respectivas laminas excedentes obteve para a Fazenda 1 com excedente de 60 mm/ha⁻¹ totalizou um valor total de R\$ 7.470, considerando sua respectiva área de 83 hectares.

A Fazenda 2 com excedente de 62 mm.ha⁻¹ totalizou um custo adicional de R\$ 2.325,00 considerando sua área de 25 hectares.

Os valores ficaram semelhantes para as fazendas 3 e 4 com valores de custo adicional de R\$ 2.262,00 com 58 hectares e R\$ 2.400,00 respectivamente com 50 hectares.

Consideração semelhante foi obtida por PEGORARE (2009) que relacionou o custo de energia da irrigação suplementar por lâmina aplicada que em sua análise a renda líquida por hectare foi maior em tratamentos com milho safrinha e mais rentável economicamente quando adotado o manejo de irrigação.

CONCLUSÕES

Os indicadores neste estudo trazem informações importantes e necessárias para avaliação de gastos efetivos de água e energia podendo-se concluir que a ausência de manejo adequado adotado pelo produtor acarreta em prejuízos para o mesmo e principalmente ao meio ambiente tanto com excedente ou déficit de lamina de água aplicada na irrigação.

REFERÊNCIAS

ALBUQUERQUE, P. E. P. *Manejo de irrigação na cultura do milho. Embrapa Milho e Sorgo. Sistema de Produção*, 1 ISSN 1679-012X Versão Eletrônica - 6ª edição Set./2010.

ALLEN, R. G.; Pereira, L. S.; Raes, D.; Smith, M. *Grop evapotranspiration: Guidelines for computing crop water requirements*. FAO irrigation and drainage. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations, 1998. 328p.

ANA & Embrapa/CNPMS (2014). "*Levantamento da Agricultura Irrigada por Pivôs Centrais no Brasil - ano 2013*". Disponível em: <http://metadados.ana.gov.br/geonetwork/>

ANA, Agência Nacional de Águas (Brasil). "*Conjuntura dos recursos hídricos no Brasil*": 2013 /Agência Nacional de Águas. - Brasília: ANA, 2013.432 p.

ANGSTRON, A. *Solar and terrestrial radiation*. Q. J. R. Meteorol. Soc., v.50, p.121-5, 1924

BERNARDO, S. *Manual de Irrigação*. 6 ed. Viçosa: UFV,1995. 657p.

BERNARDO, S.; SOARES, A. A.; MANTOVANI, E. C. *Manual de irrigação*. 8.ed. Viçosa: UFV, 2009. 625 p

BERNARDO, S.; SOARES, A. A.; MANTOVANI, E. C. *Manual de irrigação*. 7. ed. Viçosa: UFV, 2008. 596 p.

BLANEY, H.F.; CRIDDLE, W.D. *Determining consumptive use and irrigation water requirements*. Washington: USDA, 1961. 93p.

BRASIL. *Revista Brasileira de Agrometeorologia, Santa Maria*, v.5, n.1 p.89-97, 1997.

CAMARGO, Â. P.; SENTELHAS, P. C. *Avaliação do desempenho de diferentes métodos de estimativa da evapotranspiração potencial no Estado de São Paulo*, 1997

CONCEIÇÃO, M. A. F. *Sistema de Produção*, 10. Embrapa. Sistema de Produção de Uva de Mesa no Norte do Paraná ISSN 1678-8761 Versão Eletrônica Dez./2005.

CRISTOFIDIS, D. *Água, irrigação e segurança alimentar*. Item da Revista nº. 77, 1º Trimestre. Brasília. 2008, p, 16-21.

DOORENBOS, J. & KASSAN, A.H. *Yield response to water*. FAO. Irrig. and Drain. Paper 33, 1979, 193p.

DOORENBOS, J. & PRUITT, W.O. *Crop water requirements*. Rome: FAO, 1984. 144p. (FAO, Irrigation and Drainage Paper, 24).

DOORENBOS, J.; KASSAM, A. H. *Efeito da água no rendimento das culturas*. Campina Grande: UFPB, 1994. 306p. Estudos FAO. Irrigação e Drenagem, 33

FAO. *Small-scale irrigation for arid: Principles and options*. Rome, 1997. Disponível em www.fao.org/docrep/w3094E/w3094E00.htm. Acesso em 20 set.2016.

HILLEL, D. *Advances in irrigation*. New York: Academic Press, 1982. v. 1.

INMET - INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA. *Chuva Acumulada Mensal X Chuva Normal Climatológica 61-90*. Rio Verde – GO, 2015. Disponível em: <<http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=tempo/graficos>> Acesso em 2015.

MARIANO, J.C.Q.; SANTOS, G.O.; FEITOSA, D.G.; HERNANDEZ, F.B.T. *Sistema para Manejo da Agricultura Irrigada - SMAI* versão 2.0 copyright © UNESP Ilha Solteira. Disponível em: <<http://clima.feis.unesp.br/smai>> Acesso em: 2016

MARTINS T.M. Entrevista individual. In Tamires Martins. *Pesquisa de custos de irrigação ano 2015*.

MAROUELLI, W. A.; SILVA, W. L. C.; SILVA, H. R. *Manejo da irrigação em hortaliças*. 5. ed. Brasília, DF: EMBRAPA-SPI: EMBRAPA-CNPQ, 1996. 72 p.

PEGORARE A.B; Fedatto, E; Pereira, S.B; Souza, L.C.F; Fietz, C.R. *Irrigação suplementar no ciclo do milho “safrinha” sob plantio direto*. R. Bras. Eng. Agríc. Ambiental, v.13, n.3, p.262–271, 2009.

PIRES, R.C.M.; ARRUDA, F.B.; SAKAI, E.; CALHEIROS, R.D.O.; BRUNINI, O. *Agricultura Irrigada. Revista Tecnologia & Inovação Agropecuária*, n. 2, p.98-111, 2008.

SENTELHAS, P. C; COSTA, L. C 2007. *Agricultura irrigada sob os riscos das mudanças climáticas*. Brasília, n. 74/75, p. 93-95.

SMITH, M. CROPWAT *a computer program for irrigation planning and management*. Rome: FAO, 1992. 134p. (FAO Irrigation and Drainage, 46)

SILVA, W.L.C.; MAROUELLI, W.A. *Evaluation of irrigation scheduling techniques for processing tomatoes in Brazil*. In: International Conference on Evapotranspiration and Irrigation Scheduling, 1996, San Antonio. Proceedings. San Antônio: ASAE, 1996. p. 526.