



Produtividade da água na bataticultura de Ibicoara na Chapada Diamantina, Bahia

Water productivity in potato grown in Chapada Diamantina, Bahia

Murillo Anderson Gonçalves Barbosa*¹, Vital Pedro da Silva Paz², Karoline Santos Gonçalves³, Lucylia Suzart Alves⁴,
Elizana Karla Andrade Almeida⁵

Resumo: As altas necessidades hídricas na bataticultura, associada a elevados custos de produção, altos riscos característicos da atividade e perspectiva de retorno financeiro compensador fazem com que a irrigação seja prática indispensável para a obtenção de produtividade. Objetivou-se realizar uma análise da produtividade da água no cultivo irrigado de batata. Os dados foram levantados em áreas de cultivo comercial localizada na região da Chapada Diamantina, Bahia. Para a determinação da produtividade física da água, utilizaram-se dados de produtividade da cultura, do volume de água proveniente da precipitação adicionado ao aplicado por irrigação e da evapotranspiração da cultura nas safras 2013/2014 e 2015. A produtividade física média da água para a cultura da batata irrigada por pivô central, na região da Chapada Diamantina, BA foi de 7,22 kg m⁻³ (safra 2013/2014) e 9,12 kg m⁻³ (safra 2015). A produtividade econômica da água teve um incremento de produtividade da primeira para segunda safra, no entanto, ocorreram mais perdas de água na segunda do que na primeira, o que indica uma necessidade de manejo de irrigação adequado para um maior ganho econômico.

Palavras-chave: *Solanum tuberosum*; Irrigação; Eficiência do uso da água.

Abstract: High water requirements in bataticulture (potato crop), associated with high production costs, high risks characteristic of the activity and prospect of a compensating financial return make irrigation an indispensable practice for the attainment of productivity. The objective of this study was to conduct a water productivity analysis in irrigated potato cultivation. The data was collected in areas of commercial cultivation located in the region of Chapada Diamantina, Bahia. For the determination of the physical productivity of the water, crop productivity, water volume from the precipitation added to the irrigation applied and crop evapotranspiration were used for the 2013/2014 and 2015 harvests. The average physical productivity of water for The cultivation of potato irrigated by central pivot in the Chapada Diamantina, BA region was 7.22 kg m⁻³ (crop year 2013/2014) and 9.12 kg m⁻³ (crop 2015). The economic productivity of water had an increase in productivity from the first to the second harvest, however, there were more water losses in the second one than in the first one, which indicates a need for adequate irrigation management for a greater economic gain.

Keywords: *Solanum tuberosum*. Irrigation. Water use efficiency.

*Autor para correspondência

Recebido para publicação em 23/02/2016; aprovado em 15/02/2017

¹Doutor em Ciências Agrárias, Professor da Rede DeVry Brasil, Faculdade Área 1, Salvador - BA, murilloanderson@hotmail.com.

²Doutor em Agronomia, Professor titular da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, NEAS/UFRB, Cruz das Almas - BA.

³Doutora em Agronomia, Bolsista PNPd da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, NEAS/UFRB, Cruz das Almas - BA.

⁴Doutoranda em Engenharia Agrícola da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, NEAS/UFRB, Cruz das Almas - BA.

⁵Graduanda em Engenharia Civil, Faculdade de Tecnologia e Ciências, FTC, Salvador - BA.



INTRODUÇÃO

Segundo dados da FAO (2013), a parte da água disponível para agricultura irrigada terá redução em 40% até 2050. Há água suficiente em nível mundial, mas distribuída de forma desigual. Como exemplo pode-se citar o Brasil, com disposição de 12% da água doce do mundo, onde há áreas com acentuada escassez e conflitos (MARENGO; SILVA, 2006). A visão de abundância de água é enganosa, haja vista a concentração de 74% da disponibilidade hídrica está na Amazônia, que contém somente 5% da população do país (ANA, 2007).

A distribuição irregular das chuvas, durante o ciclo de desenvolvimento da planta, pode explicar a variabilidade do seu rendimento ao longo dos anos (BERGAMASCHI et al., 2007). No entanto, há um crescente investimento dos produtores em sistemas de irrigação como tentativa de manter a produtividade dos cultivos em períodos de escassez hídrica (MARTIN et al., 2012). A agricultura irrigada é conhecida como a maior usuária de água doce no mundo, sendo responsável pelo consumo de 69%. O consumo da água por outros setores, como as indústrias e para uso doméstico, perfaz 31% (PIRES, 2008). Para que haja agricultura irrigada são necessários altos investimentos que representam custos, os quais devem ser pagos pela produtividade das culturas, proporcionado pelo suprimento de água às plantas. Os investidores em agricultura irrigada, na maioria das vezes, têm que optar pelo destino do uso da água como: reduzir a área irrigada, suprimindo totalmente a necessidade hídrica da cultura, ou aumentar a área irrigada e suprir parcialmente a necessidade hídrica de forma que haverá um retorno econômico que pague o investimento. Determinar a melhor opção não é uma tarefa fácil, uma vez que poderia exigir a análise econômica complexa para maximizar os retornos financeiros (MARTIN, 2012).

Com base nessa problemática é que há décadas especialistas vêm estudando a eficiência de uso da água (EUA) pelas culturas irrigadas, segundo Playan e Mateos (2006), a EUA pode ser definida como a produtividade agrícola por unidade de volume de água aplicado, podendo ser expressa em termos de $\text{kg}\cdot\text{m}^{-3}$, ou em termos de unidades monetárias ($\text{R}\$\text{m}^{-3}$), como forma alternativa.

Segundo Costa et al. (2012), desde a década de 1990, os especialistas passaram a denominar o termo eficiência de uso da água (EUA), por um novo termo, importado da economia e denominado produtividade da água (PA), e que de acordo com Costa et al. (2011), representa a medição da riqueza gerada por unidade de água aplicada na irrigação, tornando-se um instrumento imprescindível na medida em que permite a comparação da água utilizada em setores econômicos distintos.

A conservação e a economia desempenham papel fundamental para conviver com períodos de escassez (PEREIRA et al., 2002), para um uso adequado da água em termos de economia e produtividade agrícola outros fatores devem ser levados em conta para adequada aplicação da irrigação, incluindo material genético, práticas de manejo, práticas agrônomicas e as políticas de incentivo à produção (MOLDEN et al. 2003). Os índices de produtividade da água relacionam o rendimento das culturas e o valor econômico da produção por unidade de lâmina d'água aplicada e/ou consumida (MOLDEN, 2003; BOS et al., 2005).

As elevadas necessidades hídricas na bataticultura, associada a elevados custos de produção, altos riscos característicos da atividade e perspectiva de retorno financeiro compensador fazem com que a irrigação seja prática indispensável para a obtenção de produtividade elevada no empreendimento, em especial nos plantios realizados na estação seca ou em lugares de pouca chuva. O controle da irrigação é essencial para a obtenção de rendimento elevado porque a cultura é sensível tanto à irrigação excessiva quanto insuficiente (ALVARENGA, 2004).

Um uso ineficiente da água pode ser causado por uma irrigação inadequada e tem o efeito de proporcionar desuniformidade da produtividade das culturas e desperdício de água, ou seja, baixa produtividade da água. Convencionalmente, define-se "Eficiência de Uso de Água" como um termo de produtividade – produção da cultura por unidade de volume de água (Jones, 2004). No entanto, o termo é amplamente mal usado e confundido com o antigo termo de "Eficiência de Irrigação" (proporção de água usada que é consumida pela cultura). Perry et al. (2009) utilizaram o termo "Produtividade da Água" para definir a produção econômica da cultura por unidade de volume de água consumida.

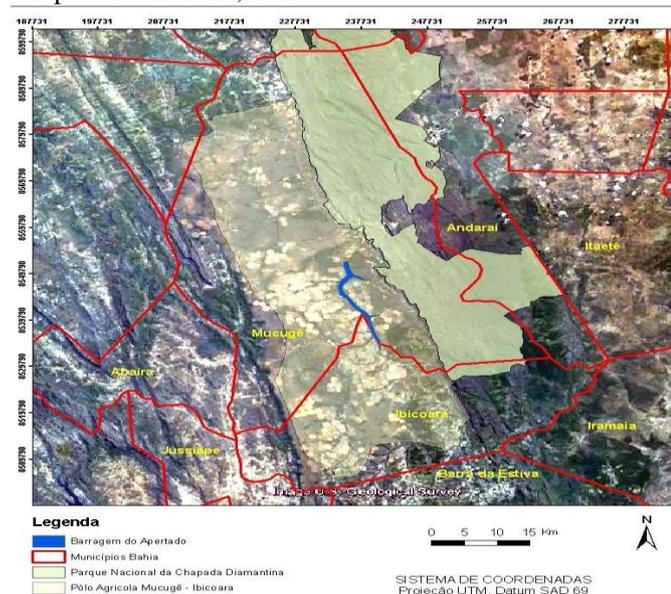
Os métodos mais utilizados para a irrigação da cultura da batata são aspersão convencional, canhões autopropelidos e pivô central, aplicando-se grandes volumes de água por turno, necessários para suprir a demanda da cultura por vários dias e gerando algumas consequências negativas que decorrem do seu uso como aplicação excessiva e desperdício de água. Com base no exposto, objetivou-se realizar uma análise da produtividade da água em áreas de cultivo comercial de batata localizadas na região da Chapada Diamantina, Bahia.

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado em lotes agrícolas comerciais de cultivo de batata (*Solanum tuberosum*) na Fazenda Bagisa S/A Agropecuária e Comércio, latitude 13°17'S, longitude 41°24'W e altitude de 1100 m. A área de estudo é pertencente ao Agropolo Ibicoara-Mucugê e está situada no distrito de Cascavel, município de Ibicoara, na região da Chapada Diamantina, Bahia. A área pertence ao bioma Caatinga, mas se apresenta numa mancha de vegetação de Cerrado relictual (JUNCA et al., 2005). O clima é do tipo Aw (KOTTEK et al., 2006), cuja precipitação média é de 1100 mm anuais, com temperaturas entre 13 e 30°C. A principal fonte hídrica é a barragem do Apertado – Rio Paraguaçu com 106 milhões de metros cúbicos e potencial de irrigação de 16 mil ha ano⁻¹. O principal sistema de irrigação é do tipo pivô central (Figura 1).

A área cultivada com batata é de 375 ha e representa 60% da área total cultivada da propriedade. Para determinação da evapotranspiração de referência (ET₀), utilizou-se o método de Penman-Monteith, preconizado pela FAO (TURCO; FERNANDES, 2003), descrito por Doorenbos e Kassam (2000) e Pereira et al. (2002).

Figura 1. Localização do Agropolo Ibicoara-Mucugê, no distrito de Cascavel, município de Ibicoara, na região da Chapada Diamantina, Bahia



Fonte: Google Earth (2015).

A necessidade hídrica foi calculada através do cálculo da evapotranspiração da cultura (Equação 1).

$$ETc = ETo \cdot Kc \quad (1)$$

Em que: ETc – evapotranspiração da cultura (mm dia⁻¹); Kc – coeficiente de cultura (referência da região), varia com as fases fenológicas e também entre espécies e variedades/cultivares (DOORENBOS; KASSAM, 2000).

As lâminas de irrigação foram obtidas através da Equação 2.

$$LLm = \sum_{i=1}^n (NI_{di}) \quad (2)$$

Em que: LLm – lâmina líquida de irrigação mensal (mm mês⁻¹); NI_{di} – necessidade de irrigação diária (mm); n – número de dias do mês.

Para obtenção da lâmina bruta mensal de irrigação, dividiu-se a lâmina líquida mensal pela eficiência de aplicação do sistema de irrigação.

No cálculo de ETo pelo método de Penman-Monteith, foram utilizados dados obtidos na estação agrometeorológica automática. Os valores de produtividade da água, referentes a duas safras 2013/2014 e 2015 foram obtidos considerando-se a produtividade da cultura utilizando as Equações 3 e 4.

$$PA_{Vtap} = \frac{Y}{V_{tap}} \quad (3)$$

Em que: PA_{Vtap} - produtividade da água com base no volume total de água aplicada, correspondendo à soma da irrigação (I) e precipitação (P), kg m⁻³; Y - rendimento econômico da cultura ao final do ciclo de produção, kg; V_{tap} - volume total de água aplicada, (I+P), m³.

$$PA_{Vet} = \frac{Y}{V_{et}} \quad (4)$$

Em que: PA_{Vet} - produtividade da água com base no volume de água evapotranspirado pela cultura durante o ciclo de produção, kg m⁻³; Y - rendimento econômico da cultura ao final do ciclo de produção, kg; V_{et} - volume de água evapotranspirado pela cultura, m³.

Utilizou-se da Equação 5 para calcular a produtividade econômica da água com base no valor da produção de cultura irrigada, obtendo-se resultados com unidades em R\$ m⁻³

$$PEA_i = \frac{Y_{\$i}}{V_{ap}} \quad (5)$$

Em que: Y_{\$i} - valor da produção oriunda de cultura irrigada (R\$)

O valor da produção com uso da irrigação (Y_{\$i}) foi obtido a partir de uma série mensal de preços de mercado de batata praticados por ocasião da colheita através da Empresa Baiana de Alimentos (EBAL).

A partir dos dados de produção de frutos, do volume de água proveniente da precipitação pluviométrica e aplicado por irrigação, da evapotranspiração da cultura (ETc), e dos preços de mercado foi possível analisar ao final do ciclo, a eficiência do uso de água em termos de produtividade da água na cultura da batata em cada período de estudo.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 1 observa-se os valores médios, máximos e mínimos de produtividade com relação às médias de volume de água aplicado em duas safras de cultivo da batata, estas variaram de 15,53 a 56,63 t ha⁻¹ (safra 2013/2014) e de 8,78 a 55,35 t ha⁻¹ (safra 2015), com médias superiores à nacional, sendo as médias dos respectivos períodos de 33,24 t ha⁻¹ e 34,67 t ha⁻¹, e as médias nacionais para a cultura de 24,25 t ha⁻¹ em 2014 e 24,74 t ha⁻¹ em 2015 (IBGE, 2015).

Para a produtividade com base no volume total de água aplicado (PA_{Vtap}) e evapotranspirado (PA_{Vet}), para as duas safras em estudo verificou-se que as médias PA_{Vtap} foram inferiores as médias de PA_{Vet}, isto implica dizer, com base nas equações apresentadas, que o volume de água aplicado foi maior que o volume de água evapotranspirado, indicando cenário de excesso. Nota-se que seria possível aumentar a eficiência do uso da água sem comprometimento da produtividade de matéria fresca de frutos, fazendo-se uma análise da quantidade de água aplicada no momento da irrigação.

Tabela 1. Produtividade da cultura da batata, produtividade da água com base no volume total de água aplicada (PA_{Vtap}) e no evapotranspirado (PA_{Vet}) durante as duas safras de cultivo.

	Safr 2013/2014		
	(Área total colhida - 266,9 ha)		
	Produtividade (t ha ⁻¹)	PA _{Vtap} (kg m ⁻³)	PA _{Vet} (kg m ⁻³)
Máx.	56,63	12,09	18,98
Min.	15,53	3,93	5,33
Média	33,24	7,22	11,00
	Safr 2015		
	(Área total colhida - 375 ha)		
Máx.	55,35	14,75	22,51
Min.	8,78	2,20	3,43
Média	34,67	9,12	13,75

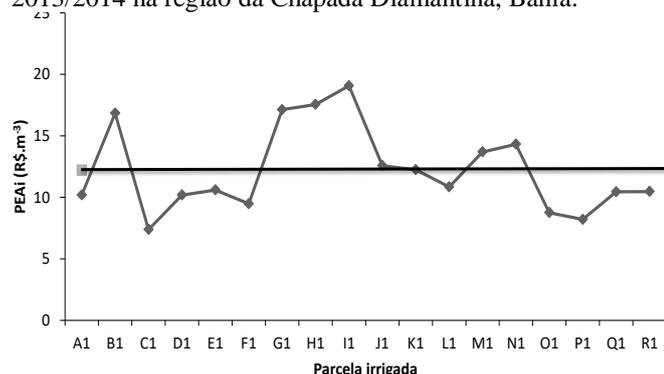
Os resultados demonstram que apesar de obter altas produtividades, quando comparadas as produtividades médias nacionais, citadas pelo IBGE (2005), houve excesso irrigação e que há possibilidade de aumentar a eficiência do uso da água e da receita líquida da produção, uma vez que os custos com a irrigação serão reduzidos, além da necessidade de otimizar o uso da água devido à escassez dos recursos hídricos, corroborando com Frizzone (2014) que afirma que uma irrigação ótima implica em menores lâmina aplicadas em relação à irrigação plena.

Os investidores em agricultura irrigada tem tendências a aplicar mais água que o recomendado, como mostra Lima et al. (2015) analisando o desempenho da irrigação em projeto hidroagrícola no Sul da Espanha verificaram que os índices de eficiência da irrigação foram elevados. Esse acréscimo de água utilizado pelo agricultor, embora de uso não-consuntivo (FRIZZONE, 2007, MATEOS, 2013), neste caso, poderia ser considerado intuitivamente pelo agricultor, como um uso benéfico, utilizado para lixiviação de sais, sendo que alguns solos factíveis de salinização pela irrigação deficitária, no entanto essa não é a realidade da região em estudo na Chapada Diamantina, sendo os solos da área, profundo e com boa drenabilidade.

A produtividade média da água total aplicada foi de 7,22 kg m⁻³ (safra 2013/2014) e 9,12 kg m⁻³ (safra 2015). Bahramlo (2006), trabalhando com a eficiência do uso da água em irrigação por aspersão na bataticultura no Iran, obteve um valor médio de produtividade de 2,74 kg m⁻³. O valor máximo de produtividade encontrado em por Kosari e Montazar (2007) após um estudo de análises de produtividades foi de 5,7 kg m⁻³.

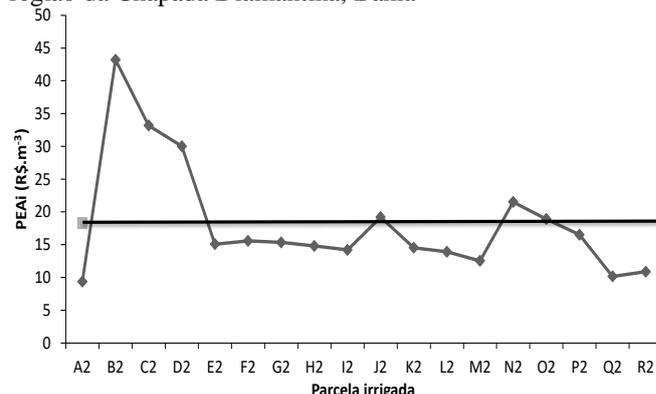
Nas Figuras 2 e 3 são apresentados valores de produtividade econômica em 18 parcelas de cultivo para as duas safras analisadas e o valor médio da produtividade representado pelo segmento de reta. Observa-se que os menores valores de produtividades obtidos são da ordem de 7,0 e 9,0 R\$ m⁻³, parcelas para a safra 2013/2014 e 2015, respectivamente, sendo os valores médios 12 e 18 R\$ m⁻³. As máximas produtividades econômicas obtidas encontram-se em torno de 19 e 43 R\$ m⁻³ para a mesma ordem de anos. Observa-se que de uma safra para outra ocorreu um incremento na produtividade econômica média de 6 reais por metro cúbico de água aplicado. O que ocorreu foi uma valorização, em termos econômicos, do tubérculo visto que os excessos, com base nas subtrações entre o volume aplicado e o evapotranspirado, foram maiores para a safra 2014/2015.

Figura 2. Produtividade econômica da água na cultura da batata, com base no valor da produção EBAL, safra 2013/2014 na região da Chapada Diamantina, Bahia.



*Atualizado em julho de 2014. Na ocasião, o dólar médio norte americano estava cotado em R\$ 2,225.

Figura 3. Produtividade econômica da água na cultura da batata, com base no valor da produção EBAL, safra 2015 na região da Chapada Diamantina, Bahia



*Atualizado em julho de 2014. Na ocasião, o dólar médio norte americano estava cotado em R\$ 2,225.

CONCLUSÕES

A produtividade econômica da água para a cultura da batata aumentou de uma safra anual para outra na região de estudo da Chapada Diamantina, Bahia. A produtividade da água com base no volume total de água aplicado apresentou valores inferiores à produtividade do com base no volume evapotranspirado, demonstrando excessos de irrigação.

AGRADECIMENTOS

À CAPES, pelo financiamento do projeto e concessão de bolsas.

REFERÊNCIAS

- ANA. GEO Brasil: recursos hídricos: resumo executivo. Ministério do Meio Ambiente; Agência Nacional das Águas; Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente: Brasília, 2007. 60p.
- ALVARENGA, M. A. R. Tomate: produção em campo, em casa de vegetação e em hidroponia. Lavras:UFLA, 2004. 400p.
- BAHRAMLO, R.. Evaluation of sprinkler Irrigation effects on water use efficiency of common varieties of potato (A case study in Hamedan). Proceeding of national conference on management of irrigation and drainage schemes, University of Ahvaz, Iran, 2006.
- BERGAMASCHI, H.; WHEELER, T. R.; CHALLINOR, J. A.; COMIRAN, F.; HECKLER, B. M. M. Maize yield and rainfall on different spatial and temporal scales in Southern Brazil. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v.42, n.5, p.603-613, 2007.
- BOS, M. G.; BURTON, M. A., MOLDEN, D. J. Irrigation and drainage performance assessment: practical guidelines. Wallingford: CABI International, 2005. 158p.
- COSTA, R. N. T.; OLIVEIRA, V. R.; ARAÚJO, D. F. Planejamento, gerenciamento e uso racional de águas em perímetros públicos de irrigação. In: MEDEIROS, S. S.;

- GHEYI, H. R.; GALVÃO, C. O.; PAZ, V. P. S. (Ed.). Recursos hídricos em regiões áridas semiáridas. Campina Grande: INSA, 2011. p. 87 – 102.
- COSTA, R. N. T.; ARAÚJO, D. F.; ARAÚJO, H. F.; MOREIRA, O. C. Alternativas para uso racional da água em perímetros irrigados por superfície. In: GHEYI, H. R.; PAZ, V. P. S.; MEDEIROS, S. S.; GALVÃO, C. O. (Ed.). Recursos hídricos em regiões semiáridas. Campina Grande: INSA, 2012. p. 117 – 128.
- DOORENBOS, J.; KASSAM, A. H. Efeito da água no rendimento das culturas. 2. ed. Trad. de H. R. Gheyi; A. A. Souza; F. A. V. Damasceno e J. F. Medeiros. Campina Grande: UFPB, 2000. 221p. (Estudos FAO: Irrigação e Drenagem, 33).
- ENGLISH, M.; NAVAJD, S. Perspectives on deficit irrigation. *Agricultural Water Management*, v.32, p.1-14, 1996.
- FAO. FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. Statistical Yearbook 2013. Disponível em: <http://www.fao.org/economic/ess/ess-publications>>. Acesso em: 20 jun. 2013.
- FRIZZONE, J. A. Planejamento da irrigação com uso de técnicas de otimização. *Revista Brasileira de Agricultura Irrigada*, Fortaleza, v. 1, n. 1, p. 24–49, dez. 2007.
- FRIZZONE, J. A. Otimização em Irrigação com Déficit. In: PAZ, V.P. S.; OLIVEIRA, A.S.; PEREIRA, F. A. e GHEYI, H. R. Manejo e Sustentabilidade da Irrigação em Regiões Áridas e Semi-Áridas. Cruz das Almas: UFRB, 2014. p. 274 – 307.
- GOOGLE. Google Earth. Version Pro 6.0. 2015. Agropolo Ibicoara-Mucugê, município de Ibicoara, Chapada Diamantina, Bahia. Disponível em: <<https://www.google.com.br/earth/download/gep/agree.html>>. Acesso em: 2 de jun. de 2015.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Produção agrícola municipal 2014. Disponível em: <<http://cidades.ibge.gov.br/>>. Acesso em: 01 jun. 2014.
- JUNCA, F. A.; FUNCH, L.; ROCHA, W. Biodiversidade e conservação da Chapada Diamantina. Brasília, Ministério do Meio Ambiente, Série Biodiversidade 13, 2005.
- KOTTEK, M.; GRIESER, J.; BECK, C.; RUDOLF, B.; RUBEL, F. World map of the Köppen-Geiger climate classification updated. *Meteorol Z.*, v. 15, p. 259–263, 2006.
- LIMA, S. C. R. V.; FRIZZONE, J. A.; MATEOS, L.; FERNANDEZ, M. S. Desempenho da Irrigação em um projeto hidroagrícola no sul da Espanha: metodologia para análise da eficiência de uso da água. *Revista Brasileira de Agricultura Irrigada*, Fortaleza, v. 4, n. 2, p. 59–77, 2015.
- MARENGO J. A.; SILVA DIAS M. . Mudanças climáticas globais e seus impactos nos recursos hídricos. Águas Doces no Brasil-capital ecológico usos múltiplos, exploração racional e conservação. 3ed.: IEA/USP, 2006, v. 2, p. 63-109.
- MARTIN, J. D.; CARLESSO, R.; AIRES, N. P. Irrigação deficitária para aumentar a produtividade da água na produção de silagem de milho. *Irriga, Botucatu*, Edição especial, p.192-205, 2012.
- MATEOS, L. Identifying a new paradigm for assessing irrigation system performance. *Irrigation Science*, Amsterdam, v. 27, p. 25–34, 2013.
- MOLDEN, D. Accounting for water use and productivity. Colombo: International Irrigation Management Institute (SWIM Paper 1). 1997. 16 p.
- KOSARI, H.; MONTAZAR, A. Water productivity analysis of some irrigated crops in Iran. In: LAMADDALENA, N. et al. (Ed.). *Water saving in Mediterranean agriculture and future research needs*. 56. ed. Bari: Ciheam, 2007. p. 109-120. (B).
- PLAYAN, E.; MATEOS, L. Modernization and optimization of irrigation systems to increase water productivity. *Agricultural Water Management*, Amsterdam, v. 80, p. 100 – 116, 2006.
- PEREIRA, L. S.; OWEIS, T.; ZAIRI, A. Irrigation management under water scarcity. *Agricultural Water Management*, v.57: p.175-206, 2002.
- PIRES, R. C. D. M.; ARRUDA, F. B.; SAKAI, E.; CALHEIROS, R. D. O.; BRUNINI, O. Agricultura irrigada. *Revista Tecnologia & Inovação Agropecuária*, São Paulo, p.98-111, 2008.
- TURCO, J. E. P.; FERNANDES, E. J. Determinação da acurácia de instrumentos de medidas para obter a evapotranspiração de referência pelo método de Penman Monteith. *Engenharia Agrícola*, v. 23, n. 2, p. 243-249, maio/ago., 2003.