

EFICIÊNCIA NO USO DA ÁGUA E ACÚMULO DE MATÉRIA NA BATATA-DOCE EM FUNÇÃO DE LÂMINAS DE IRRIGAÇÃO

FÁBIO TEIXEIRA DELAZARI¹; MARIANE GONÇALVES FERREIRA¹; GUSTAVO HENRIQUE DA SILVA²; FRANÇOISE DALPRÁ DARIVA¹; DAVI SOARES DE FREITAS¹ E CARLOS NICK¹

¹ Universidade Federal de Viçosa – Departamento de Fitotecnia - Av. Ph Rolfs Campus 36.570-000 Viçosa, MG - Brasil. E-mail: fabiodelazari@gmail.com, marianegonferreira@gmail.com, fran_dariva@hotmail.com, davi.freitas@ufv.br, carlosnickg@gmail.com

² Universidade Federal de Viçosa – Departamento de Engenharia Agrícola - Av. Ph Rolfs Campus 36.570-000 Viçosa, MG. E-mail: gustavoagro10@gmail.com

1 RESUMO

Dentre os processos biológicos que afetam a produtividade da batata-doce destaca-se o déficit hídrico, diante disso, a irrigação torna-se uma importante técnica para a obtenção de maiores rendimentos agrícolas. Com a limitação na disponibilidade de água para a agricultura e os altos custos de energia, torna-se necessário a adoção de estratégias de manejo hídrico da cultura. Assim, o objetivo desse trabalho foi determinar as lâminas de irrigação que resultem na máxima produção de matéria fresca e porcentagem de matéria seca da batata-doce. O experimento foi instalado em outubro de 2011 em Viçosa/MG, em ambiente protegido localizado na área experimental de Irrigação e Drenagem da Universidade Federal de Viçosa. Foram avaliadas as cultivares Amanda e Duda, irrigadas por meio de gotejamento. Para aplicação dos tratamentos, calculou-se a demanda de água pela cultura, determinando-se a lâmina referente a 100% da Irrigação Real Necessária (IRN), a partir da qual, foram aplicadas as lâminas referentes a 50, 75 e 125% da IRN. A lâmina de água que proporcionou a maior produção de matéria fresca de raízes tuberosas para a cultivar Amanda foi de 322 mm, que resultou numa produção de 49,8 t ha⁻¹. Para a cultivar Duda a lâmina foi de 348 mm, para produção de 57,4 t ha⁻¹ de matéria fresca. As porcentagens de matéria seca mais elevadas (34,8 e 45,3%) foram obtidas com aplicação de lâminas de 323,3 e 347,3 mm, para as cultivares Amanda e Duda.

Palavras-chave: *Ipomoea batatas* (L.) Lam., economia de água, manejo de irrigação.

DELAZARI, F.T.; FERREIRA, M.G.; SILVA, G.H.; DARIVA, F.D.; FREITAS, D.S.; NICK, C.

WATER USE EFFICIENCY AND MATTER ACCUMULATION IN SWEET-POTATO DUE TO DIFFERENT IRRIGATION BLADES

2 ABSTRACT

Among the biological processes that affect the productivity of sweet potatoes, the water deficit stands out, and irrigation becomes an important technique to obtain higher agricultural yields. With the limited availability of water for agriculture and high energy costs, it is necessary to

Recebido em 09/10/2015 e aprovado para publicação em 09/03/2017

DOI: <http://dx.doi.org/10.15809/irriga.2017v22n1p115-128>

adopt strategies for water management of the crop. Thus, the objective of this work was to determine the irrigation depths that result in the maximum yield of fresh matter and percentage of dry matter of sweet potato. The experiment was installed in October 2011 in Viçosa/MG, in a protected environment located in the experimental area of Irrigation and Drainage of the Federal University of Viçosa. Cultivars Amanda and Duda, irrigated by means of drip irrigation, were assessed. For the application of the treatments, the water demand was calculated by the culture, determining the slide referring to 100% of the Required Real Irrigation (RRI), from which the slides referring to 50, 75 and 125% of the RRI. The water blade that provided the highest fresh matter yield of tuberous roots for the Amanda cultivar was 322 mm, which resulted in a yield of 49.8 t ha⁻¹. For cultivar Duda, the blade was 348 mm, for the production of 57.4 t ha⁻¹ of fresh matter. The highest dry matter percentages (34.8 and 45.3%) were obtained with slides of 323.3 and 347.3 mm for cultivars Amanda and Duda.

Keywords: *Ipomoea batatas* (L.) Lam., water saving, irrigation management.

3 INTRODUÇÃO

Batata-doce, *Ipomoea batatas* (L.) Lam., é uma espécie pertencente à família Convolvulaceae e originária da América do Sul com ampla adaptação às condições climáticas do Brasil. No ano de 2013, foram produzidas no Brasil aproximadamente 506 mil toneladas, valor que corresponde a cerca de 0,5% da produção mundial (FAO, 2013).

A batata doce é considerada uma cultura rústica, pois exhibe grande resistência a pragas, boa resposta à aplicação de fertilizantes, apresenta fácil manutenção e ampla adaptação às condições adversas de solo e clima. Além disso, armazena reservas nutritivas em suas raízes, constituindo uma fonte de carboidratos, vitaminas e minerais, os quais proporcionam imenso potencial alimentício e industrial (SILVA et al., 2008), sendo também uma cultura promissora para a cadeia de agroenergia (produção de etanol) (CASTRO; EMYGDIO, 2009; GONÇALVES NETO et al., 2011).

Dentre os processos biológicos que afetam a produtividade da cultura destaca-se o déficit hídrico, o qual prejudica o sistema fotossintético das plantas pela restrição na abertura estomática (YORDANOV et al., 2003). Com a redução da fotossíntese ocorre o decréscimo na produção de carboidratos que posteriormente seriam armazenados pelas plantas para serem utilizados em outras etapas vitais para seu desenvolvimento (SINGELS et al., 2005).

Diante disso, a irrigação surge como uma importante técnica para a obtenção de maiores rendimentos agrícolas. A irrigação, atualmente, está sendo amplamente explorada em diversas culturas em condições edafoclimáticas distintas (MELO et al., 2010). Porém, com a limitação na disponibilidade de água para a agricultura, os altos custos de energia (LÓPEZ-MATA et al., 2010; MANTOVANI et al., 2013) e a crescente preocupação mundial com os recursos hídricos, torna-se necessária a adoção de estratégias de manejo. Dessa forma, é possível contribuir para a economia de água sem prejuízos a produtividade das culturas que demandam irrigação.

O manejo adequado e estratégico da água pode ser feito utilizando-se o índice de eficiência de uso da água para o planejamento e a tomada de decisão da irrigação, aumentando-se assim, a produtividade das culturas (KARATAS et al., 2009).

Com isso, os objetivos desse trabalho foram encontrar as relações entre lâmina de irrigação com a matéria fresca e porcentagem de matéria seca das raízes tuberosas, além de determinar as lâminas de máximas produção de matéria fresca e porcentagem de matéria seca, para as condições edafoclimáticas de Viçosa, Minas Gerais.

4 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na Área Experimental de Irrigação e Drenagem do Departamento de Engenharia Agrícola, na Universidade Federal de Viçosa, em Viçosa-MG, situada na latitude de 20° 45' S, longitude de 42° 52' W e altitude de 648 m, no período de outubro de 2011 a abril de 2012. O solo na área experimental foi classificado como Franco-argilo-arenosa (LEMOS; SANTOS, 1996), e as características químicas e físico-hídricas são apresentadas na Tabela 1.

Tabela 1. Resultados das análises química e físico-hídricas do solo da área experimental

Propriedades físico-hídricas do solo											
Prof.	CC ¹	PMP ²	Argila	Silte	Areia	Classificação Textural					
Cm	-- kg kg ⁻¹ --		----- % -----			-					
0-30	0,384	0,218	34	17	49	Franco-argilo-arenosa					
Propriedades químicas do solo											
Prof.	pH H ₂ O	P	K	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Al ³⁺	H+Al	T	V	MO	P-rem
Cm	-	- mg dm ⁻³ -		----- cmol _c dm ⁻³ -----					%	dag kg ⁻¹	mg L ⁻¹
0-30	6,1	58,1	557,0	3,7	1,2	0,0	2,1	8,4	75,2	2,4	34,3

P e K disponíveis extraídos com Mehlich I; Ca, Mg e Al trocáveis extraídos com KCl 1 mol L⁻¹; Acidez potencial a pH 7,0 extraída com acetato de cálcio 1 mol L⁻¹.

¹Capacidade de campo, ²Ponto de murcha permanente e ³Densidade do solo. Classificação textural segundo a Sociedade Brasileira de Ciências dos Solos (Lemos & Santos, 1996).

Foram utilizadas as cultivares de batata-doce Amanda e Duda, foram as que apresentaram os melhores resultados na produtividade e resistência a pragas e doenças com muito interessante para uma agricultura mais sustentável. O plantio ocorreu no dia 23 de outubro de 2011 e a colheita no dia 29 de abril de 2012.

O preparo do solo para o plantio foi realizado com enxada rotativa, seguida da formação manual das leiras espaçadas de 1,0 m. Em função das características químicas do solo (Tabela 1) não foram realizadas adubações com fertilizantes fosfatados e potássicos. A adubação nitrogenada (200 kg ha⁻¹) foi realizada aos 30 e 60 dias após o plantio por fertirrigação.

O ensaio foi instalado em ambiente protegido, sendo as mudas dispostas em leiras espaçadas de 1,0 m e dentro de cada leira as plantas foram dispostas a cada 0,25 m. As parcelas experimentais possuíam área total de 4,50 m² e área útil de 1,00 m².

O delineamento experimental foi o bloco casualizados (DBC) no esquema fatorial 2x4 com quatro repetições, constituído de duas cultivares e quatro lâminas de irrigação: 50, 75, 100, e 125% da irrigação real necessária, IRN (Tabela 2).

Tabela 2. Tratamentos, lâminas percentuais e lâminas totais de irrigação aplicadas no ciclo da cultura da batata-doce em cada tratamento para as cultivares Amanda e Duda

Tratamento	Lâmina percentual da	Lâmina total	
	IRN	Cultivar Amanda	Cultivar Duda
	(%)	(mm)	(mm)
T1	50	217,8	246,4
T2	75	281,8	311,1
T3	100	345,7	375,9
T4	125	409,6	440,6

A cultura foi irrigada por gotejamento, utilizando um equipamento da marca John Deere Water, que opera com vazão de 1,71 L/h e espaçamento entre gotejadores de 0,3 m, o sistema apresentou um coeficiente de uniformidade de Christiansen (CUC) de 94 % e intensidade de aplicação de 5,70 mm h⁻¹.

Para os tratamentos de lâmina de irrigação, foi utilizada a irrigação real necessária (IRN), definida pela equação (1).

$$IRN = 10 \times (CC - PMP) \times f \times Z \quad (1)$$

Em que:

IRN - irrigação real necessária, em mm

CC - capacidade de campo, em m³ m⁻³

PMP - ponto de murcha permanente, em m³ m⁻³

f - fator de disponibilidade hídrica

Z - profundidade radicular efetivo, em cm

No manejo da lâmina de irrigação utilizou-se a frequência de molhamento de dois a três dias, sendo a demanda hídrica calculada por meio da estimativa da evapotranspiração da cultura (ETc). Os valores dos fatores disponibilidade hídrica e profundidade radicular efetiva máxima utilizada foram de 0,5 e 30 cm, respectivamente.

Determinou-se a demanda hídrica da batata-doce utilizando-se coeficientes de ajuste em relação à evapotranspiração de referência (ETo). A lâmina líquida de irrigação foi calculada por meio de um balanço hídrico, em que a entrada de água foi a irrigação e a saída, a ETc. As equações 2 e 3, propostas por Allen et al. (1998), foram utilizadas para estimar a evapotranspiração da cultura.

$$ETc = ETo \times Kc \quad (2)$$

$$Kc = (Kcb \times Ks) + Ke \quad (3)$$

Em que:

ETc - evapotranspiração da cultura, em mm d⁻¹

ETo - evapotranspiração de referência, em mm d⁻¹

Kc - coeficiente da cultura

Kcb - coeficiente basal da cultura

Ke - coeficiente da evaporação do solo

Ks - coeficiente de estresse

O ciclo da batata-doce foi dividido em fases fenológicas baseadas no período de crescimento ou período vegetativo, relacionado ao sombreamento da área onde cada fase assumiu um valor distinto do coeficiente de cultura (Kc), o qual corresponde a um valor específico de graus dias acumulado (GDA).

Para os cálculos, utilizou os valores de Kcb inicial, intermediário e final de 0,15; 1,10 e 0,55, respectivamente (ALLEN et al., 1998). Os valores de Ke variaram durante o ciclo da cultura, com magnitudes de 0,54 e zero para o início e final do ciclo, respectivamente. A diferença entre os Ke foi devido a diferença na exposição da superfície do solo durante o ciclo da cultura, uma vez que no estágio inicial a pouca cobertura do solo, diferentemente do que ocorre na fase final do ciclo, onde as folhas cobrem, aproximadamente, toda a superfície exposta. O Ks permaneceu, praticamente, constante (1,0) durante o ciclo de desenvolvimento da cultura devido a pequena faixa entre as irrigações.

A primeira fase iniciou logo após o transplante das mudas estendendo-se até próximo de 10% de área sombreada, o que correspondeu a um período de 20 dias (GDA de 110 °C para as duas cultivares). A segunda fase, teve duração de 40 dias (GDA de 278 °C para ambas cultivares), e foi finalizada quando cerca de 75% da área estava coberta pela cultura. A terceira fase da cultura se iniciou quando 75% da área se encontrava sombreada (Allen et al., 1998) e estendeu-se até o fechamento total da área, tendo duração de 110 (GDA de 1018 °C) e 136 dias (GDA de 1278 °C), para Amanda e Duda, respectivamente. A última fase correspondeu a um período de 20 dias (GDA de 1218 e 1498 °C para a cultivar Amanda e Duda, respectivamente), até a colheita da cultura.

Para determinação da matéria fresca foram realizadas colheitas manualmente nas parcelas úteis de cada experimento e após determinou-se o volume da produção de cada parcela e comparadas as matéria fresca médias de cada tratamento, sendo o resultado obtido convertido em toneladas de raiz tuberosa por hectare (t ha⁻¹). Para determinar a porcentagem de matéria seca dividiu-se a massa de matéria seca pela de matéria fresca e o valor multiplicado por 100 para converter o resultado em porcentagem.

A eficiência do uso da água (EUA) no final do ciclo fenológico foi definida pela relação entre a matéria seca (MS) e o volume de água aplicada (V), expressa em kg m⁻³. A expressão seguinte foi utilizada no cálculo do EUA:

$$EUA = \frac{MS}{V} \quad (4)$$

Em que,

EUA - Eficiência no Uso da Água, kg m⁻³

MS - Matéria Seca, kg

V - Lâmina aplicada, m³

A relação entre as variáveis dependentes (matéria fresca, porcentagem de matéria seca e eficiência no uso da água) e as independentes (lâminas de irrigação aplicada) foi obtida por análise de regressão do tipo polinomial de segundo grau.

Os valores obtidos nas repetições foram submetidos a análises de variância e elaboradas regressões com uso do aplicativo SAEG 9.1. Os coeficientes encontrados para as equações de

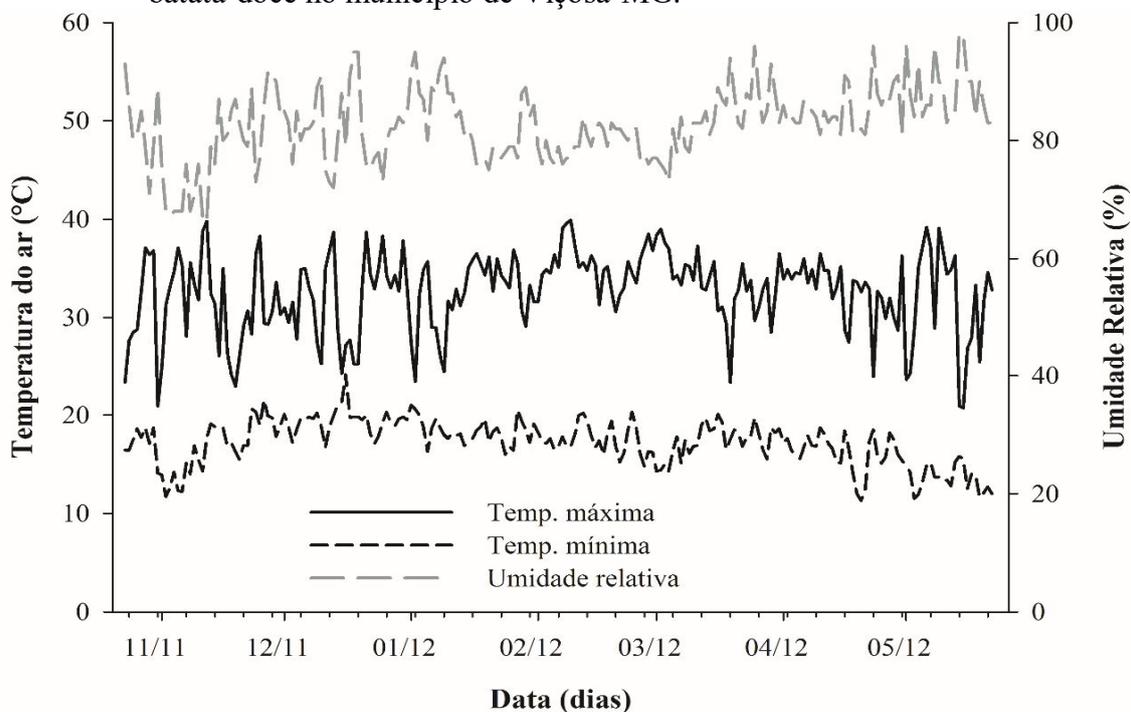
regressão foram submetidos ao teste “t”, com posterior correção, considerando-se o Quadrado Médio do Resíduo e os Graus de Liberdade da ANOVA e o Quadrado Médio Independente da Regressão.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Clima

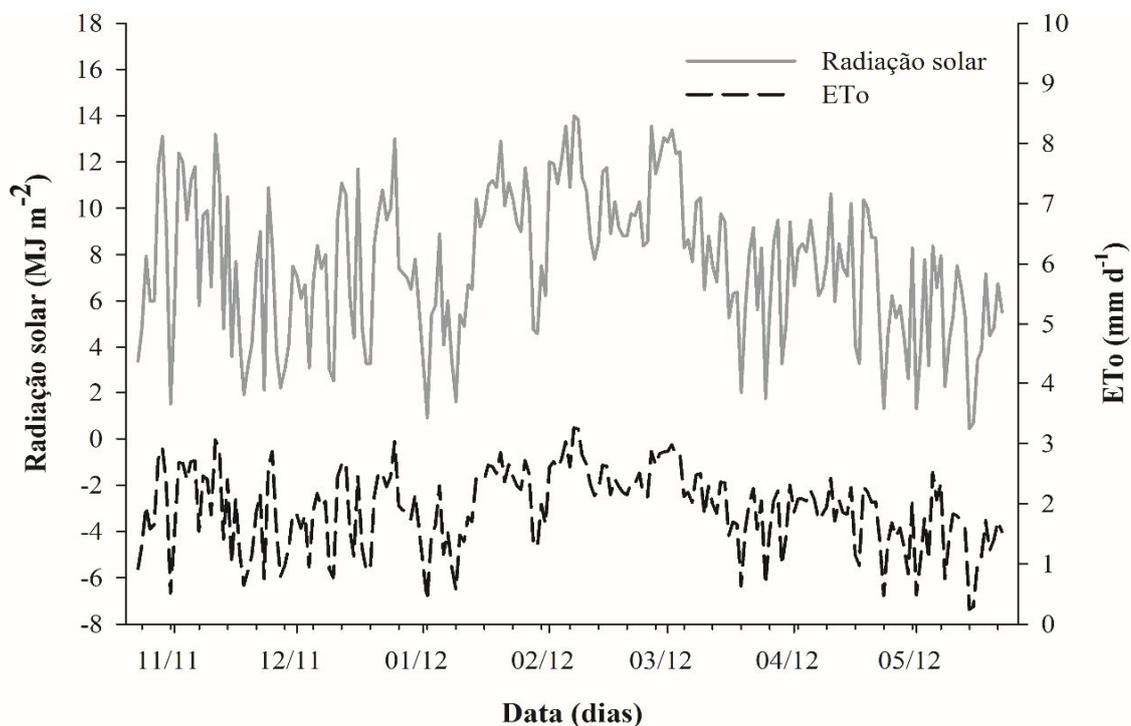
Durante os ciclos da cultura as médias das temperaturas máxima e mínima e a umidade relativa para no local do experimento foram respectivamente, 39,9; 11,3 °C e 83% (Figura 1), obtidas por meio de estação meteorológica. A batata-doce se desenvolve melhor quando a temperatura média é superior a 24 °C, sendo que em temperaturas inferiores a 10 °C o crescimento da planta é severamente retardado (SILVA et al., 2008).

Figura 1. Temperaturas máxima e mínima e umidade relativa para o período de cultivo da batata-doce no município de Viçosa-MG.



A média da irradiação solar e evapotranspiração de referência no período para o experimento foram de 7,5 MJ m⁻² e 1,9 mm, respectivamente (Figura 2).

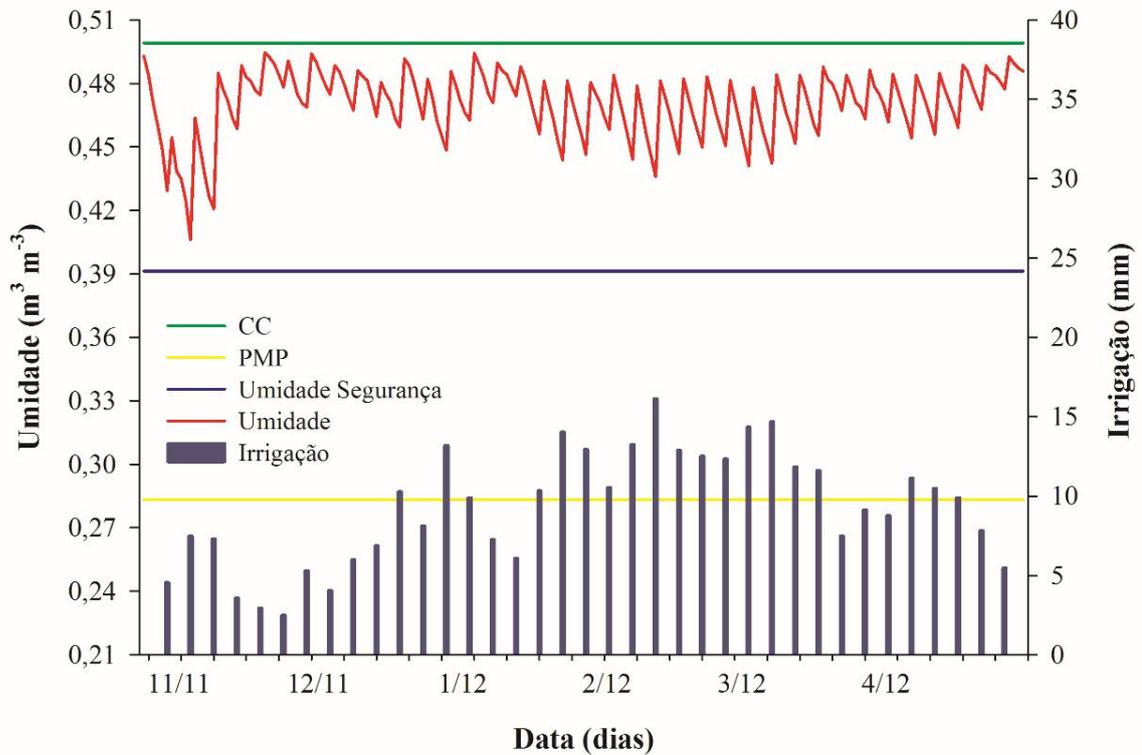
Figura 2. Radiação solar (MJ m^{-2}) e Evapotranspiração de referência (mm dia^{-1}) para o período de cultivo da batata-doce no município de Viçosa-MG.



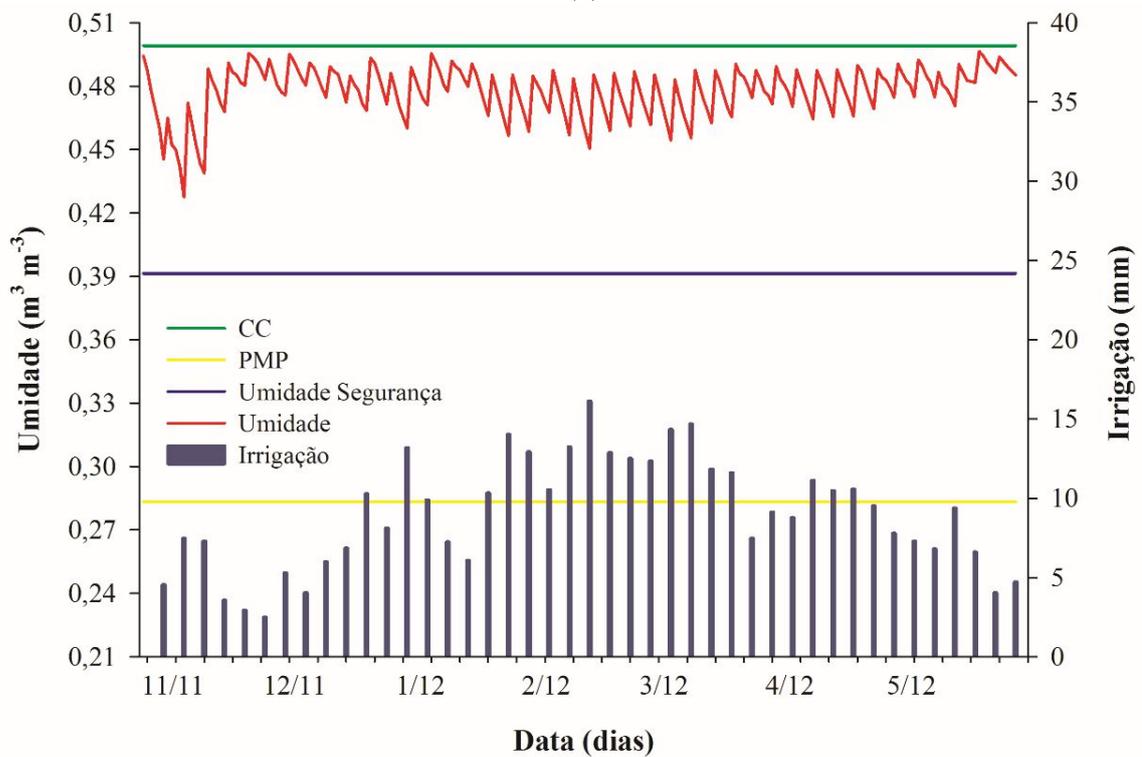
Na Figura 3, são apresentados os balanços hídricos, o limite superior (capacidade de campo) e inferior (ponto de murcha permanente), a irrigação, fator de disponibilidade hídrica (f) (40%) e a umidade do solo para o tratamento com lâmina de 100% da IRN para a cultivar Amanda (Figura 3a) e Duda (Figura 3b).

Figura 3. Balanço hídrico para o tratamento de lâmina de irrigação, 100%, e limites de armazenamento de água no solo para o manejo da cultura da batata-doce para a cultivar Amanda (a) e Duda (b).

3 (a)

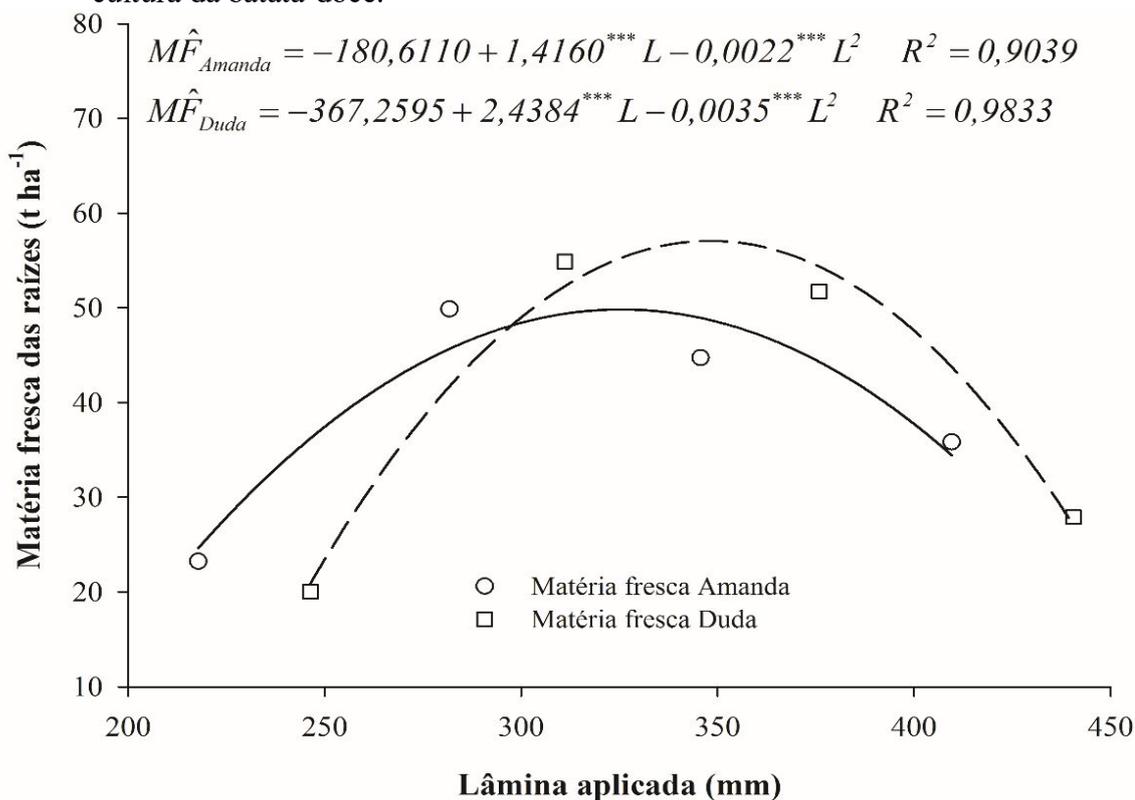


3 (b)



Na Figura 4 é apresentada a relação entre a matéria fresca da raiz e a lâmina de água aplicada no ciclo. Observa-se um crescimento da matéria fresca à medida que se aumenta a lâmina aplicada, até atingir um valor máximo de 47,2 e 57,4 t ha⁻¹, com a aplicação de 322 e 348 mm para a cultivar Amanda e Duda, respectivamente. Echer et al. (2009) obteve a maior produção de massa fresca para as raízes tuberosas de 36,5 t ha⁻¹, um valor inferior obtido no presente trabalho. O coeficiente de determinação (R²) para as cultivares Amanda e Duda foram de 90,39 e 98,33%, respectivamente, o que indica que o modelo escolhido foi capaz de explicar os dados coletados.

Figura 4. Matéria fresca de raízes tuberosas (t ha⁻¹) em função da lâmina aplicada no ciclo da cultura da batata-doce.



***Significativo ao nível de 1% de probabilidade pelo teste "t"

Observa-se aumento da matéria fresca da raiz tuberosa na batata-doce com o aumento da lâmina aplicada até um ponto em que, se aplicando mais água, a matéria fresca começa a decrescer. Este comportamento foi visualizado por Andrade Júnior & Klar (1997) e Vilas Boas (2006), à medida que se aumentou a quantidade de água aplicada, houve incrementos positivos de produtividade de alface até atingir um valor máximo. Após esse valor (crítico, houve decréscimo de rendimento com o aumento de lâmina total aplicada.

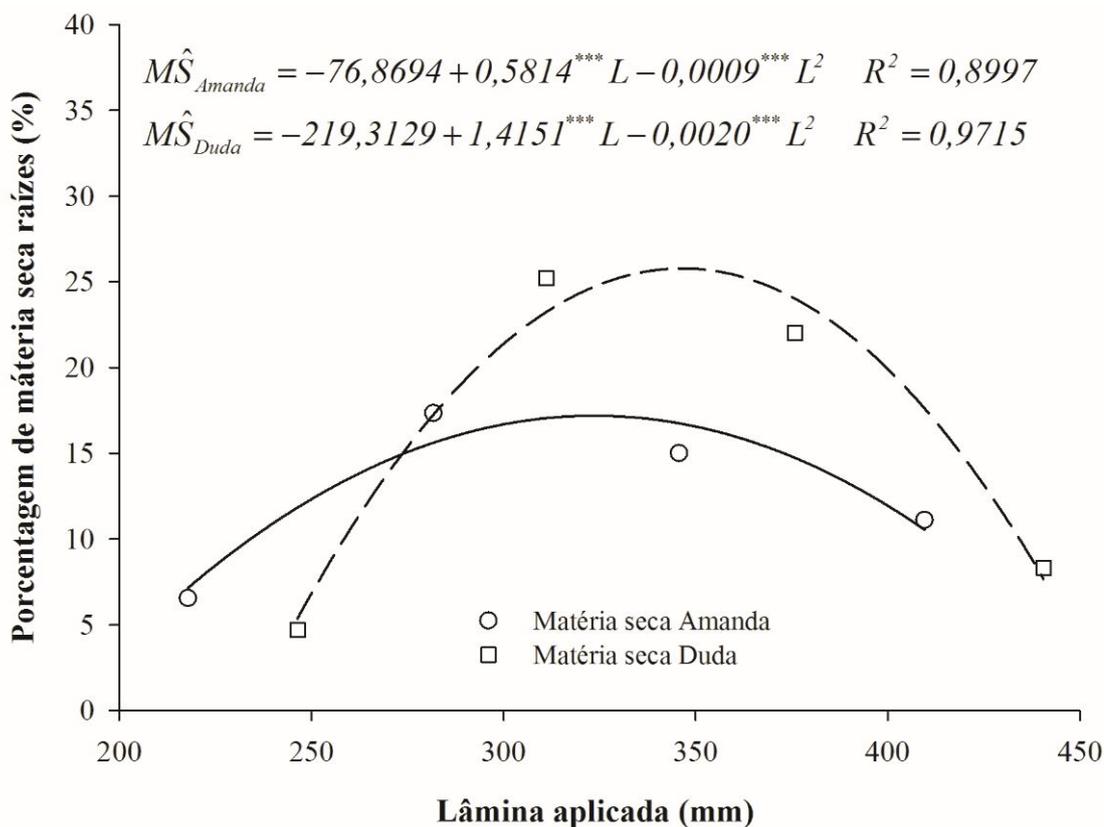
Isso pode ser explicado pelo fato da água ser um fator limitante à produção, pois em condições de déficit hídrico ocorre a redução da capacidade das plantas de maximizar a interceptação da radiação fotossinteticamente ativa (BASTOS et. al., 2002; MELO et. al., 2010). Assim, a medida que aumenta a disponibilidade de água, a cultura pode expressar melhor o seu potencial produtivo pelo aumento da capacidade fotossintética. Por outro lado, o excesso de água no solo pode comprometer a produtividade e a produção de matéria fresca da cultura, uma vez que acarreta a redução da aeração na zona radículas das plantas, além de provocar a lixiviação de nutrientes (BERNARDO, 2006).

Na Figura 5 apresenta-se a relação entre a porcentagem da matéria seca da raiz e a lâmina de água aplicada no ciclo. Observa-se um aumento da porcentagem de matéria seca à medida que se aumenta a lâmina aplicada, até atingir um valor máximo de 34,8 e 45,3%, com a aplicação de 323,3 e 347,3 mm, para a cultivar Amanda e Duda, respectivamente.

Valadares Filho et al. (2002) encontrou valores de porcentagem de matéria seca da raiz de 29,13% e 29,2%, respectivamente. Os menores valores encontrados por esses autores podem estar relacionados com as condições de manejo adotadas, as quais refletem diretamente na rapidez com que as plantas atingem o índice de área foliar máximo e com a longevidade foliar (PEREIRA & MACHADO, 1987; FERNANDES et al., 2010), sendo observado raízes com maior produtividade após os 1018 °C de GDA.

Em comparação, na cultura da cana-de-açúcar foi observado que ao aumentar a quantidade de água aplicada, houve incremento positivo de produtividade até atingir um valor máximo. Após esse valor, houve decréscimo de rendimento com o aumento da lâmina total aplicada (BERNARDO, 2006). Essa comparação é de grande importância, pois reforça o potencial da batata-doce para a produção de etanol em áreas marginais onde o regime pluviométrico não permite o cultivo da cana-de-açúcar, uma vez que a demanda hídrica da batata-doce é cerca de três vezes menor que a da cana-de-açúcar (DIAS, 2010).

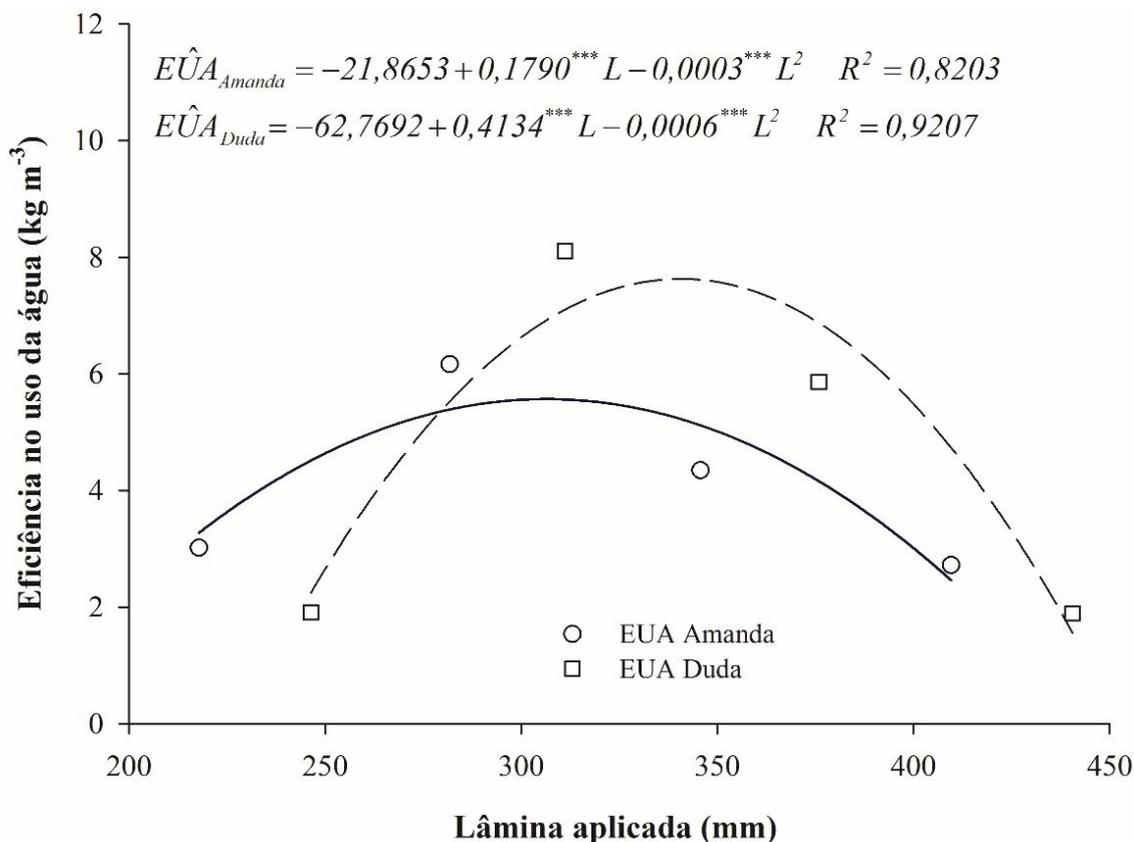
Figura 5. Porcentagem de matéria seca de raízes tuberosas (%) em função da lâmina de aplicada no ciclo da cultura da batata-doce.



***Significativo ao nível de 1% de probabilidade pelo teste "t"

Na Figura 6 apresenta-se a relação entre a eficiência no uso da água e a lâmina de água aplicada no ciclo. Observa-se um aumento da porcentagem de matéria seca à medida que se aumenta a lâmina aplicada, até atingir um valor máximo de 4,8 e 8,4 kg m⁻³, com a aplicação de 298,3 e 344,5 mm, para a cultivar Amanda e Duda, respectivamente.

Figura 6. Eficiência no uso da água (kg m^{-3}) em função da lâmina de aplicada no ciclo da cultura da batata-doce.



***Significativo ao nível de 1% de probabilidade pelo teste “t”

A água é um fator preponderante para o êxito da agricultura e seu manejo racional é imprescindível na otimização da produção agrícola (DELGADO, et al., 2010). Além disso, mudanças nos níveis desse recurso resultam em maiores variações no rendimento das culturas, expressando a alta sensibilidade do rendimento aos níveis desse fator (FRIZZONE, 2009; SANTOS JÚNIOR et al, 2014).

O uso eficaz de água implica na máxima captura de umidade do solo para a transpiração que envolve também reduzida transpiração não-estomática e mínima perda de água por evaporação do solo, resultando em melhorias na condição hídrica e garantia de sucesso produtivo (BLUM, 2009).

A cultivar Duda se mostrou mais eficiente na utilização da água, uma vez que apresentou maior rendimento de matéria seca em relação a cultivar Amanda, sendo esse maior rendimento (42,86%) obtido com o aumento de apenas 13,41% na lâmina aplicada. Mantovani et al. (2013), trabalhando com as mesmas cultivares, encontraram maior eficiência no uso da água para a cultivar Duda com relação a produtividade em t ha^{-1} . A cultivar Duda obteve produtividade superior à da cultivar Amanda, com um pequeno aumento na lâmina de irrigação, o que evidencia a superioridade dessa cultivar em relação a cultivar Amanda na eficiência do uso da água.

7 CONCLUSÕES

Para as condições experimentais, a lâmina que proporcionou a maior matéria fresca (47,2 e 57,4 t ha⁻¹) foi a de 322 e 348 mm e para a porcentagem de matéria seca (34,8 e 45,3%) foi a de 323,3 e 347,3 mm para a cultivar Amanda e Duda, respectivamente.

A cultivar Duda se mostrou mais eficiente na utilização da água, sendo mais indicada principalmente para regiões onde não se consegue satisfazer a demanda evapotranspiratória da cultura.

8 AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela concessão de bolsa de estudo; à Fundação de Amparo à Pesquisa de Minas Gerais (FAPEMIG), pelo apoio financeiro, à Universidade Federal do Tocantins por ceder as *cultivares* de batata-doce utilizada na pesquisa.

9 REFERÊNCIAS

ALLEN, R.G.; PEREIRA, L.S.; RAES, D.; SMITH, M. **Guidelines for computing crop water requirements**. Rome: FAO. 1998. 308 p. (FAO Irrigation and Drainage, 56).

ANDRADE JÚNIOR, S. de; KLAR, A. E. Manejo da irrigação da cultura da alface (*Lactuca sativa* L.) através do tanque classe A. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 54, n. 1/2, p. 31-38, jan./ago. 1997.

BASTOS, E. A.; RODRIGUES, B. H. N.; ANDRADE JÚNIOR, A. S.; CARDOSO, M. J. Parâmetros de crescimento do feijoeiro caupi sob diferentes regimes hídricos. **Revista de Engenharia Agrícola**, v. 22, n. 1, p. 43-50, 2002.

BERNARDO S. **Manejo da irrigação na cana-de-açúcar, Alcoolbrás**. São Paulo, 2006. p. 72-80.

BLUM, A. Effective use of water (EUW) and not water-use efficiency (WUE) is the target of crop yield improvement under drought stress. **Field Crops Research**, v. 112, n. 26, p. 119–123, jul. 2009.

CASTRO, L.A.S.; EMYGDIO, BM. **Batata-doce para produção de biocombustível**. 2009. *Infobibos* - Informações Tecnológicas. Disponível em: <http://www.infobibos.com/Artigos/2009_4/BatataDoce/index.htm>. Acesso em: 16 mar. 2010.

DELGADO, A. R. S.; DUARTE, W. S.; LIMA, V. N.; CARVALHO, D. F. Modelagem matemática para otimização da produção e renda de melão e melancia em função de lâminas de água e doses de Nitrogênio. **Irriga**, Botucatu, v. 15, n. 1, p. 1-9, 2010.

DIAS, L.E. Culturas bioenergéticas para a produção de etanol. **Boletim Informativo da Sociedade Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa-MG, 2010. p. 10-15.

ECHER, F.R.; DOMINATO, J.C.; CRESTE, J.E. Absorção de nutrientes e distribuição da massa fresca e seca entre órgãos de batata-doce. **Horticultura Brasileira**, v. 27, p. 176-182. 2009.

FERNANDES, A.M.; SORATTO, R.P.S; SILVA, B.L.; SOUZA-SCHLICK, G.D. Crescimento, acúmulo e distribuição de matéria seca em cultivares de batata na safra de inverno. **Pesquisa agropecuária brasileira**, Brasília, v.45, n.8, p.826-835, ago. 2010.

FAO. **Food and Agriculture Organization of the United Nations**. 2013. Disponível em <<http://www.fao.org.br/>>. Acesso em 04 de Setembro de 2015.

FRIZZONE, J.A. Otimização em irrigação com déficit. In: Paz, V.S.P.; OLIVEIRA, A.S.; PEREIRA, F.A.C.; GHEYI, H.G. (Ed.). **Manejo e sustentabilidade da irrigação em regiões áridas e semi-áridas**. Cruz das Almas: UFRB, Núcleo de Engenharia de Água e Solo, 2009. p. 273-308.

GONÇALVES NETO, A.C.; MALUF, W.R.; GOMES, L.A.A.; GONÇALVES, R.J.S.; SILVA, V.F.; LASMAR, S. Aptidões de genótipos de batata-doce para consumo humano, produção de etanol e alimentação animal. **Pesquisa agropecuária brasileira**, v.46, n.11, p.1513-1520, 2011.

KARATAS, B.S.; AKKUZU, E.; UNAL, H.B.; ASIK, S.; AVCI, M. Using satellite remote sensing to assess irrigation performance in water user associations in the Lower Gediz Basin, Turkey. **Agricultural Water Management**. v. 96, p. 982-990, 2009.

LEMOS, R.C. de.; SANTOS, R.D. dos. **Manual de descrição e coleta de solo no campo**. Sociedade Brasileira de Ciência do Solo - Centro Nacional de Pesquisa de Solos. 3ª Ed., p. 83, Campinas-SP, 1996.

LÓPEZ-MATA, E.; TARJUELLO, J.M.; JUAN, J.A.; BALLESTEROS, R.; DOMÍNGUEZ, A. Effect of irrigation uniformity on the profitability of crops. **Agricultural Water Management**. V. 98, p. 190-198, 2010.

MANTOVANI, E.C; DELAZARI, F.T.; DIAS, L.E.; ASSIS, I.R.; VIEIRA, G.H.S.; LANDIM FM. Eficiência no uso da água de duas cultivares de batata-doce em resposta a diferentes lâminas de irrigação. **Horticultura Brasileira**. v. 31, p. 602-606, 2013.

MELO, A.S.; SUSSUNA, J.F.; FERNANDES, P.D.; BRITO, M.E.B.; SUSSUNA, A.F.; OLIVEIRA, A. Crescimento vegetativo, resistência estomática, eficiência fotossintética e rendimento do fruto da melancia em diferentes níveis de água. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v. 32, n. 1, p. 73-79, 2010.

PEREIRA, A.R.; MACHADO, E.C. **Análise quantitativa do crescimento de comunidades vegetais**. Campinas: Instituto Agrônomo, 1987. 33p. (IAC. Boletim técnico, 114).

SANTOS JÚNIOR, J.L.C.; FRIZZONE, J.A. & PAZ, V.P.S. Otimização do uso da água no perímetro irrigado formoso aplicando lâminas máximas de água. **Irriga**, Botucatu, v. 19, n. 2, p. 196-206, 2014.

SILVA, J. B. C.; LOPES, C. A.; MAGALHÃES, J. S. **Cultura da batata-doce (*Ipomoea batatas L.*)**. Brasília: EMBRAPA-CNPq, 2008. (Sistema de produção, n. 6). Disponível em: <<http://www.cnpq.embrapa.br/sistprod/batata doce/index.htm>>. Acesso em: 27/07/2015.

SINGELS, A.; DONALDSON, R.A.; SMIT, M.A. Improving biomass production and partitioning in sugarcane: theory and practice. **Field Crops Research**, v.92, p. 291-303, 2005.

VALADARES FILHO, S. de C.; ROCHA JÚNIOR, V. R.; CAPPELLE, E.R. **Tabelas brasileiras de composição de alimentos para bovinos**. Viçosa: UFV. 2002. p. 297.

VILAS BOAS, Renato Carvalho. **Cultivo de alface crespa em ambiente protegido sob diferentes lâminas de irrigação**. 2006. 64f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola/Irrigação e Drenagem) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

YORDANOV, I.; VELIKOVA, V.; TSONEV, T. Plant responses to drought and stress tolerance. **Bulgarian Journal of Plant Physiology**, Special Issue, p. 187-206, 2003.