
PRODUÇÃO DE DIFERENTES CULTIVARES DE BATATA SOB DISTINTAS LÂMINAS DE IRRIGAÇÃO¹

Sofia Michele Muchalak², Fernando França da Cunha³, Renato Anastácio Guazina⁴, Sebastião Ferreira de Lima⁵, Amanda Regina Godoy⁶

RESUMO

O máximo potencial produtivo das cultivares de batata e a qualidade dos tubérculos estão diretamente relacionados à disponibilidade hídrica no solo. Dessa forma, o objetivo do presente trabalho foi avaliar o efeito de distintas lâminas de irrigação nas características agronômicas de diferentes cultivares de batata na região nordeste de Mato Grosso do Sul. O experimento foi conduzido na Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, campus de Chapadão do Sul, MS, utilizando-se o delineamento experimental de blocos ao acaso em parcelas subdivididas, com quatro repetições, tendo nas parcelas quatro lâminas de irrigação (50, 75, 100 e 125% da quantidade de água para suprir a perda de água por evapotranspiração da cultura) e nas subparcelas três cultivares de batata (Asterix, Atlantic e CLL). Avaliaram-se os resultados do número de tubérculos por planta, massa média do tubérculo, produtividade comercial e eficiência do uso da água (EUA). O aumento da lâmina de irrigação proporcionou redução na eficiência do uso da água pela batata; e não afetou as demais características avaliadas. A cultivar Asterix deve ser preferida pelos agricultores de batata do nordeste Sul Mato-Grossense.

Palavras-chave: evapotranspiração, manejo da água, *Solanum tuberosum* L.

ABSTRACT

PRODUCTION OF DIFFERENT POTATO CULTIVARS UNDER DIFFERENT IRRIGATION DEPTHS

The maximum yield potential of potato cultivars and the quality of the tubers are directly related to soil water availability. Thus the aim of this study was to evaluate the effect of different irrigation depths on the agronomic characteristics of different potato cultivars in the northeast of Mato Grosso do Sul State, Brazil. The experiment was conducted in Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, campus de Chapadão do Sul, Brazil, using the experimental design of randomized blocks in a split plot design with four replications, in plots with four irrigation depths (50, 75, 100 and 125% of the amount of water to compensate for the loss of water by culture evapotranspiration) and the subplots, potato cultivars (Asterix, Atlantic and CLL). We assessed the results by number of tubers per plant, average tuber mass, business yield and water use efficiency (WUE). The increase in irrigation depth provides a reduction in water use efficiency by the potato; and does not affect the other parameters. The Asterix potato is to be preferred by farmer's Northeast Mato Grosso do Sul State.

Keywords: evapotranspiration, water management, *Solanum tuberosum* L.

Recebido para publicação em 29/06/2015. Aprovado em 05/11/2015.

1 - Extraído da dissertação de Mestrado da Primeira Autora.

2 - Eng. Agrônoma, Mestre em Agronomia, UFMS/Chapadão do Sul, MS. E-mail: sofia.muchalak@cerradinho.com.br

3 - Eng. Agrônomo, Professor Adjunto, UFVJM/Unai, MG. E-mail: fernando.cunha@ufvjm.edu.br

4 - Eng. Agrônomo, Doutorando em Agronomia, UFGD/Dourados, MS. E-mail: renatoaguazina@hotmail.com

5 - Eng. Agrônomo, Professor Adjunto, UFMS/Chapadão do Sul, MS. E-mail: sebastiao.lima@ufms.br

6 - Eng. Agrônoma, Professora Adjunta, UEPG/Ponta Grossa, PR. E-mail: amandagodoy@uepg.br

INTRODUÇÃO

A batata (*Solanum tuberosum* L.) caracteriza-se como uma das mais principais olerícolas, pelo seu consumo mundial, pela extensa área plantada e pela importância socioeconômica para os produtores rurais (CUNHA et al., 2014). A batateira é uma planta da família Solanácea, do grupo das raízes tuberosas, de grande importância na agricultura nacional, onde é cultivada em larga escala nas regiões Sudeste e Sul (GARCIA et al., 2015). A produção nacional de batata no ano de 2014, considerando as três safras, foi de 3.741.591 Mg, apresentando rendimento médio de 28,4 Mg ha⁻¹ (IBGE, 2015).

O cultivo da batata em regiões não tradicionais vem sendo estudado por diversos pesquisadores (CARDOSO et al., 2007; CUNHA et al., 2014). Um dos fatores primordiais para a expansão dessa cultura para outras regiões é a identificação de cultivares mais adaptadas às condições climáticas locais, que combinem maior produtividade com melhor qualidade, uma vez que o clima desempenha papel importante no comportamento de diversas cultivares (PÁDUA et al., 2009).

Entre os fatores climáticos que podem afetar o máximo potencial produtivo das cultivares, a disponibilidade hídrica no solo tem fundamental importância para o estabelecimento, desenvolvimento e produção de tubérculos pela cultura (MARQUELLI et al., 2001). Tanto a ocorrência de déficit hídrico quanto o excesso de água no solo podem limitar o desenvolvimento das plantas. Assim, a manutenção de condições hídricas favoráveis durante o ciclo da cultura é decisiva para obtenção de alta produtividade e boa qualidade do produto (MANTOVANI et al., 2013).

A maior sensibilidade da planta ao déficit hídrico ocorre nos estádios III (estolonização/tuberização) e IV (crescimento de tubérculos). Em contra partida, o excesso de água, no solo, nestas fases, também causa danos, principalmente pela redução da aeração do solo (DOORENDOS & KASSAM, 1979). O ideal, então, é que seja fornecido o suprimento de água adequado, ou seja, aquele dependente da evapotranspiração da cultura, mas que mantenha o conteúdo de água no solo sempre entre aos equivalentes à capacidade de campo e ao

fator de disponibilidade. Dessa forma, as plantas estarão sempre fotossinteticamente ativas, sem ocorrência de auto sombreamento, favorecendo a abertura estomática e conseqüentemente um incremento na massa seca acumulada pelos tubérculos (AGUIAR NETO et al., 2000; FERNÁNDEZ, 2008).

Mantovani et al. (2013) aplicaram diferentes frequências e lâminas de irrigação, via sistema de aspersão convencional, na batata cv. Ágata em São Gonçalo do Sapucaí-MG. Os autores verificaram que a maior produtividade total foi obtida com frequência de irrigação de seis dias e lâmina correspondendo a 106% da irrigação total necessária pela batata. Grimm et al. (2011) aplicando diferentes lâminas de irrigação, via aspersão, na batata cv. Asterix, em Santa Maria-RS, verificaram maiores produtividades quando a necessidade hídrica da cultura foi atendida plenamente com a reposição de 100% da ETc.

Diante do exposto, este trabalho teve como objetivo avaliar o efeito de distintas lâminas de irrigação nas características agrônômicas de diferentes cultivares de batata na região nordeste de Mato Grosso do Sul.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na área experimental do campus da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul situado em Chapadão do Sul-MS, com latitude de 18°47'39" Sul, longitude 52°37'22" Oeste e altitude de 820 metros. O clima, segundo classificação de Koppen, é do tipo tropical úmido (Aw), com estações bem definidas, chuvosa no verão e seca no inverno, apresenta temperatura média anual variando de 13 °C a 28 °C, precipitação média anual de 1.850 mm e umidade relativa média anual do ar de 64,8% (CASTRO et al., 2012).

O experimento foi realizado entre maio e setembro de 2011 e conduzido em esquema de blocos ao acaso em parcelas subdivididas, com quatro repetições, tendo nas parcelas quatro lâminas de irrigação (50, 75, 100 e 125% da ETc, ou seja, da quantidade de água para suprir a perda de água por evapotranspiração da cultura) e nas subparcelas três cultivares de batata (Asterix, Atlantic e CLL), sendo as duas primeiras tradicionais no cultivo

nacional e a última em fase de experimentação. As unidades experimentais foram constituídas de três canteiros com dimensões de 0,80 m x 1,40 m, sendo o espaçamento entre fileiras de 0,80 m e entre plantas de 0,35 m. A área de cada unidade experimental foi de 3,36 m², com um total de 12 plantas por unidade amostral.

O solo da área foi classificado como Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico argiloso (SOUZA *et al.*, 2013) e as curvas de retenção estão apresentadas na Figura 1. As curvas de tensão da água no solo foram obtidas nas camadas de 0-20 e 20-40 cm do solo, com as seguintes tensões: 10, 30, 50, 100, 500 e 1500 kPa. Os demais atributos físico-hídricos para as camadas 0-20 e 20-40 cm estão apresentados no Quadro 1, em que se observa homogeneidade das duas camadas analisadas.

O preparo do solo consistiu em uma aração profunda (0,30 m), seguida por duas gradagens para destorroamento e um preparo com enxada

rotativa. Posteriormente, foram abertos os sulcos para plantio dos tubérculos. Todas estas etapas foram realizadas uma semana antes do plantio. A adubação foi baseada na análise química do solo, seguindo recomendações da Comissão de Fertilidade dos Solos de Minas Gerais (CFSEMG, 1999). A adubação de plantio consistiu na aplicação por hectare de 100 kg de N, 550 kg de P₂O₅ e 350 kg de K₂O, tendo como fontes: a ureia, o superfosfato simples e o cloreto de potássio, respectivamente. A aplicação foi realizada manualmente, dentro do sulco de plantio, com posterior revolvimento para não ocorrer contato direto com o tubérculo.

Para o plantio, os tubérculos-semente foram tratados com Tiametoxam (175 mL 100 kg de tubérculos⁻¹), Carboxina + Tiram (60 + 60 g 100 kg tubérculos⁻¹) e Fipronil (50 g 100 kg de tubérculos⁻¹). O plantio foi feito manualmente, colocando-se um tubérculo-semente a cada 35 cm. Dentro dos sulcos os tubérculos-semente foram pulverizados com Fluazinam (750 mL ha⁻¹),

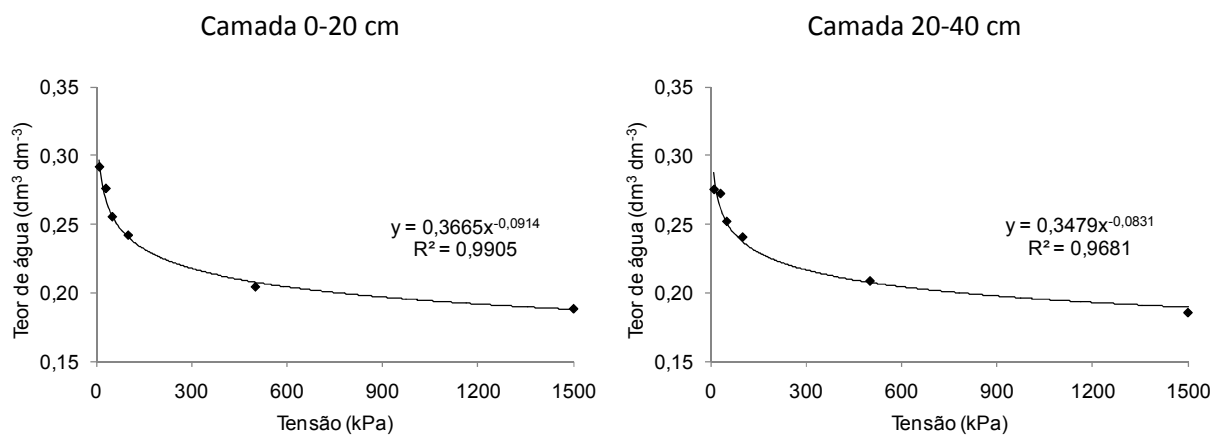


Figura 1. Curvas de retenção de água no solo (RICHARDS, 1949) para as camadas de 0-20 cm e 20-40 cm. Chapadão do Sul-MS, UFMS-CPCS, 2011.

Quadro 1. Valores médios, com seus desvios-padrão, da análise granulométrica, massa específica (ρ), massa específica da partícula (ρ_p), porosidade total (PT) e teores de água equivalentes à capacidade de campo (CC) e ao ponto de murcha permanente da planta (PMP), para as camadas 0-20 e 20-40 cm. Chapadão do Sul-MS, UFMS-CPCS, 2011.

Camada	Areia (%)	Silte (%)	Argila (%)	ρ (g cm ⁻³)
0-20 cm	49,06 ± 1,09	6,92 ± 1,43	44,02 ± 1,29	1,22 ± 0,02
20-40 cm	47,64 ± 1,11	6,59 ± 0,90	45,78 ± 0,98	1,20 ± 0,03

Camada	ρ_p (g cm ⁻³)	PT (%)	CC (dm ³ dm ⁻³)	PMP (dm ³ dm ⁻³)
0-20 cm	2,62 ± 0,05	53,52 ± 1,14	0,2662 ± 0,0050	0,1878 ± 0,0015
20-40 cm	2,66 ± 0,11	54,84 ± 2,93	0,2602 ± 0,0011	0,1895 ± 0,0006

Metamidofós (60 g 100 L⁻¹ de água) e Pencicuirom (1,25 kg ha⁻¹) e recobertos manualmente, com solo, posteriormente.

A fonte hídrica era constituída de um reservatório com capacidade de 5 m³ e 20 m de altura e o sistema de irrigação apresentava uma adutora de PVC de 50 mm de diâmetro e 30 m de comprimento e tubulação principal de PVC de 32 mm de diâmetro. Para cada fileira de planta foi adotada uma linha lateral que foi constituída de gotejadores com 16 mm de diâmetro interno, vazão de 1,58 L h⁻¹ e com espaçamento de 0,2 m entre emissores.

O turno de rega adotado foi de dois dias e a irrigação real necessária (IRN) e irrigação total necessária (ITN) da cultura da batata foram determinadas por meio das Equações 1 e 2, respectivamente.

$$IRN = \sum ETc - Pe \quad (1)$$

$$ITN = \frac{IRN}{Ea} \quad (2)$$

em que,

IRN = irrigação real necessária (mm);
 ETc = evapotranspiração da cultura (mm dia⁻¹);
 Pe = precipitação efetiva (mm);
 ITN = irrigação total necessária (mm); e
 Ea = eficiência de aplicação da água (decimal).

A evapotranspiração da cultura (ETc) da batata foi obtida utilizando-se a Equação 3:

$$ETc = ET0 Kc Kl Ks \quad (3)$$

em que,

ETc = evapotranspiração da cultura da batata (mm dia⁻¹);
 ET0 = evapotranspiração de referência (mm dia⁻¹);
 Kc = coeficiente da cultura (adimensional);
 Kl = coeficiente de localização (adimensional); e
 Ks = coeficiente dependente do teor de água no solo (adimensional).

A equação utilizada para estimar a evapotranspiração de referência (ET0) foi a de Penman-Monteith (ALLEN et al., 1998);

$$ET0 = \frac{0,408 s (R_N - G) + \gamma \frac{900}{t + 273} U_2 \frac{(e_s - e)}{10}}{s + \gamma (1 + 0,34 U_2)} \quad (4)$$

em que,

ET0 = evapotranspiração de referência (mm dia⁻¹);
 s = declividade da curva de pressão de saturação (kPa °C⁻¹);
 R_N = saldo de radiação (MJ m⁻² dia⁻¹);
 G = fluxo de calor no solo (MJ m⁻² dia⁻¹);
 γ = constante psicrométrica (kPa °C⁻¹);
 t = temperatura média do ar (°C);
 U₂ = velocidade do vento (m s⁻¹);
 e_s = pressão de saturação de vapor d'água (hPa); e
 e = pressão atual de vapor d'água (hPa).

As variáveis climáticas medidas próximo à área experimental foram: temperatura: medida em °C, com um sensor SME 160-30, com faixa de operação de -30 °C a +90 °C, com precisão de 0,5 °C; umidade relativa do ar: medida em porcentagem, com sensor HC 200, com faixa de operação de 10 a 100% e precisão de 3%; radiação solar global: medida por um sensor do tipo fotocélula especialmente projetado para absorver a luz na faixa de 400 a 1.000 nanômetros (nm) de comprimento de onda; e velocidade do vento: medida com o uso de um anemômetro de conchas operando na faixa de valores de 0,1 a 40 m s⁻¹.

Os valores de coeficiente de cultura (Kc) assumidos na pesquisa estão apresentados no Quadro 2 e os coeficientes de localização (Kl) e de teor de água do solo (Ks) foram obtidos por meio das equações 5 e 6, respectivamente.

$$Kl = 0,1\sqrt{P} \quad (5)$$

$$Ks = \frac{\ln[(Ua - PM) + 1]}{\ln[(CC - PM) + 1]} \quad (6)$$

em que,

Kl = coeficiente de localização (adimensional);
 P = maior valor considerado entre porcentagem de área molhada e sombreada (%);
 Ks = coeficiente dependente do teor de água no solo (adimensional);
 Ua = teor de água atual do solo (dag kg⁻¹); PM = ponto de murcha permanente (dag kg⁻¹) e CC = capacidade de campo (dag kg⁻¹).

Quadro 2. Coeficiente da cultura (Kc) conforme estágio de desenvolvimento da cultura da batata. Chapadão do Sul-MS, CPCS/UFMS, 2011.

Estádio de Desenvolvimento	Descrição do Estádio	Duração (dias)	Kc
I - Inicial	Plantio até emergência das hastes	7 - 10	0,45 - 0,55
II - Vegetativo	Emergência das hastes até o aparecimento dos estolões	15 - 20	0,45 - 0,55
III - Estolonização e início da tuberação	Início da formação dos estolões até o crescimento inicial dos tubérculos	15 - 20	0,75 - 0,85
IV - Crescimento de tubérculos	Início da tuberação até o início da senescência das plantas	40 - 55	1,00 - 1,10
V - Maturação	Início da senescência das plantas até a colheita dos tubérculos	10 - 15	0,65 - 0,75

Fonte: Adaptado de Allen et al. (1998) e Marouelli e Guimarães (2006).

A eficiência de aplicação (Ea) dos sistemas de irrigação foi obtida rotineiramente de acordo com Merriam e Keller (1978), assumindo-se um coeficiente de transmissividade igual a 90%. Para obtenção do coeficiente de uniformidade de distribuição (CUD), utilizou-se a equação 7, proposta por Keller e Karmeli (1975). A metodologia utilizada na avaliação, foi proposta por Denículi et al. (1980), que consiste na estimativa das vazões de 8 emissores ao longo da fita em 4 linhas do setor.

$$CUD = 100 \frac{\bar{x}}{\bar{X}} \quad (7)$$

em que,

CUD = coeficiente de uniformidade de distribuição (%);

\bar{x} = valor médio dos 25% menores valores de precipitação (mm); e

\bar{X} = média das precipitações (mm).

No manejo da cultura, o controle de plantas daninhas foi feito manualmente, conforme a necessidade. Antes da amontoa realizou-se a primeira pulverização da parte aérea utilizando-se: Fluzinam (750 mL ha⁻¹), Metamidofós (60 g 100 L⁻¹ de água) e Pencicrom (1,25 kg ha⁻¹). A amontoa foi feita 20 dias após o plantio, cobrindo-se as plantas com solo. O sistema de irrigação foi retirado e após a amontoa, inserido novamente sobre o amontoado de terra. Neste momento também foi realizada a cobertura com 100 kg ha⁻¹ de N, de forma convencional, utilizando a ureia

como fonte. Ao longo da condução da cultura, a partir de uma semana após a amontoa, foram feitas 10 pulverizações para controle de doenças e pragas, tendo um intervalo aproximado de uma semana entre as mesmas (FILGUEIRA, 2013).

A colheita foi realizada manualmente, 102 dias após o plantio. Para tanto, cinco dias antes da colheita foi feito o corte da parte aérea das plantas para acelerar a maturação. A retirada dos tubérculos foi feita com revolvimento manual do solo. Os tubérculos da área útil foram recolhidos para avaliação.

Foram avaliadas as seguintes características: número de tubérculos por planta, massa média do tubérculo, produtividade comercial (MAPA, 1995) e eficiência no uso da água (EUA). Para todos os tratamentos, a EUA, foi determinada pela razão entre a produtividade e quantidade de água utilizada no ciclo da cultura (Equação 8).

$$EUA = \frac{P}{V} \quad (8)$$

em que,

EUA = eficiência do uso da água (kg m⁻³);

P = produtividade total de batata (kg ha⁻¹); e

V = volume de água utilizada no período de produção (m³ ha⁻¹).

Os dados de características agrônomicas da batata foram submetidos às análises de variância e regressão. A comparação das médias foi realizada usando-se o teste de Tukey a 5% de probabilidade. Os modelos foram escolhidos com

base na significância dos coeficientes de regressão, utilizando-se o teste t a 10% de probabilidade, no coeficiente de determinação (R^2) e no fenômeno biológico. Para execução das análises estatísticas, foram utilizados os programas estatísticos “Assistat 7.7” e “Sigma Plot 11.0”.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores médios diários dos dados meteorológicos obtidos durante o período estudado estão apresentados na Figura 2A e 2B. Os valores médios de temperatura do ar apresentaram grandes oscilações durante todo o período experimental e variaram de 9,3 a 27,6 °C. A umidade relativa

do ar exibiu valores compreendidos entre 22,1 e 93,4% e apresentou comportamento oposto ao da temperatura do ar, ou seja, em seus respectivos momentos de máximo valor a outra variável obteve seus valores mínimos. Os valores médios mensais de ET_0 durante o estudo variaram de 1,06 a 5,85 mm dia⁻¹ e observou-se sensível aumento no final do período experimental, principalmente devido às maiores temperaturas e menores valores de umidade relativa do ar. De acordo com Costa (1994), alturas inferiores a 1 mm não podem ser consideradas precipitações pluviométricas, diante disso, houve apenas seis eventos em todo o período experimental, totalizando uma altura de 41,8 mm de chuva.

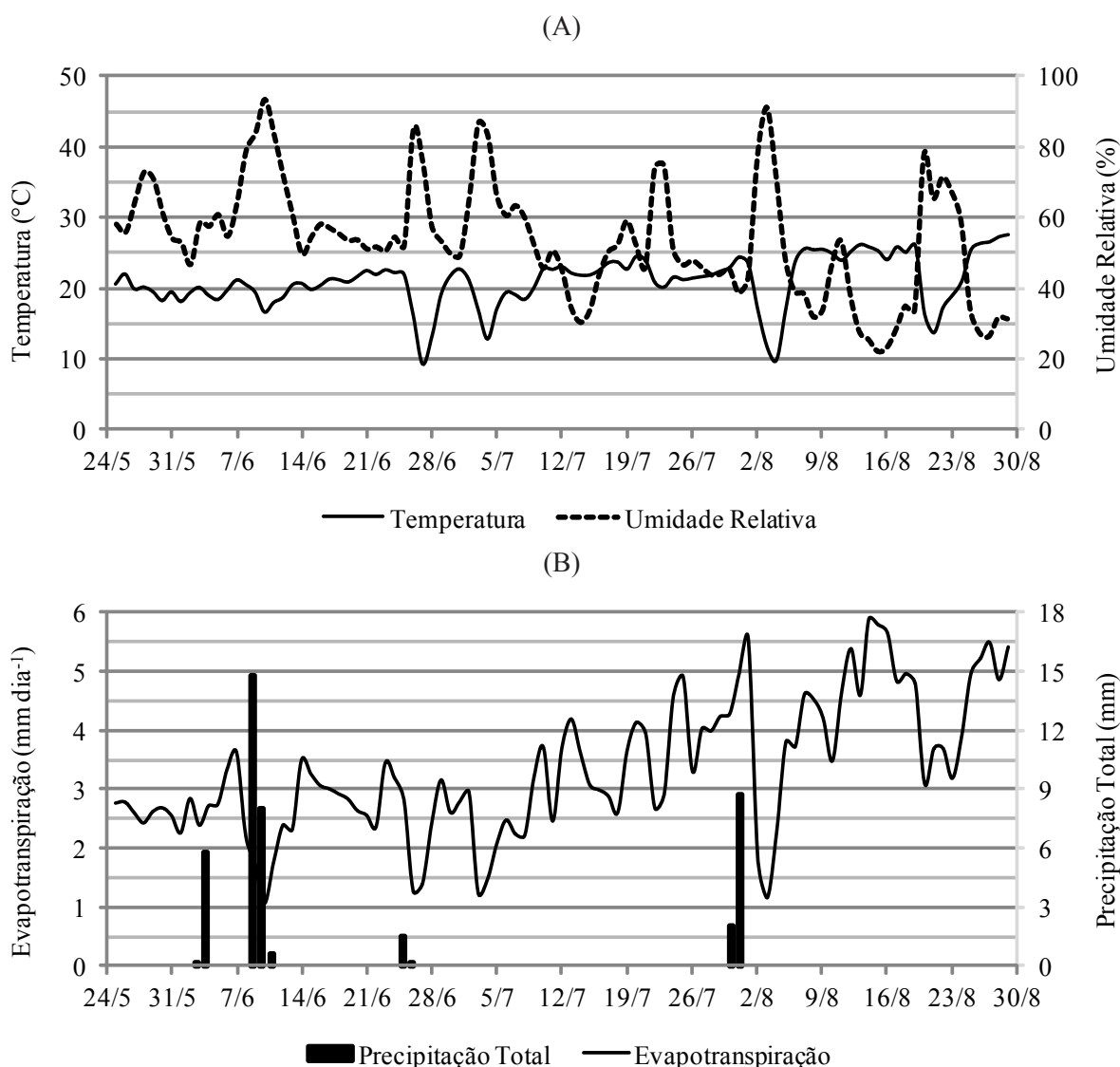


Figura 2. Variação diária dos dados climáticos no período experimental: (A) temperatura (°C) e umidade relativa (%) e (B) evapotranspiração de referência (mm dia⁻¹) e precipitação pluviométrica (mm). Chapadão do Sul-MS, CPCS/UFMS, 2011.

Na Tabela 3 estão apresentados os valores de precipitação efetiva, a irrigação real necessária e a soma de ambas, resultando na lâmina total de água aplicada em cada tratamento de irrigação. A precipitação efetiva, segundo Bernardo *et al.* (2008), é aquela fração da precipitação utilizada diretamente pela cultura, ou seja, é a quantidade de água que a planta utiliza em seus processos fisiológicos. A diferença entre essa e a precipitação total foi a quantidade de água que escoou superficialmente e que percolou abaixo do sistema radicular da cultura, após o solo imediatamente acima ter atingido o teor de água equivalente à capacidade de campo. No tratamento de lâmina de irrigação de 100% da ETc, por exemplo, dos 41,8 mm (Figura 2) de água adicionada ao solo via precipitação pluvial, apenas 12,1 mm (Quadro 3) foi considerada efetiva, ou seja, que ficou disponível no solo para a cultura. Esse baixo aproveitamento

foi devido à alta frequência de irrigação. Dessa forma, o solo sempre permaneceu próximo ao teor de água relativo à capacidade de campo, sendo necessária baixa quantidade de água para atingir a capacidade total de armazenamento.

No Quadro 4 está apresentada a análise de variância dos resultados do número de tubérculos por planta, massa de tubérculos, produtividade e eficiência no uso da água (EUA), das cultivares de batata (CB) em função das diferentes lâminas de irrigação aplicadas (LI). Não houve nenhuma interação significativa entre os fatores cultivares *versus* lâmina de irrigação, mostrando que a batata, indiferente da cultivar, comporta de forma semelhante em relação aos diferentes níveis de água no solo. Cunha *et al.* (2014), avaliando essas mesmas cultivares em diferentes sistemas de irrigação (Tripa e Gotejamento), também não encontraram interação significativa para cinco

Quadro 3. Precipitação efetiva, irrigação real necessária e lâmina de água total aplicada em cada tratamento. Chapadão do Sul-MS, CPCS/UFMS, 2011.

Evento	Lâminas de Irrigação			
	50% ETc	75% ETc	100% ETc	125% ETc
Precipitação Efetiva (mm)	21,4	18,4	12,1	12,1
Irrigação Real Necessária (mm)	121,7	182,6	243,4	304,3
Lâmina de Água Total (mm)	143,2	200,9	255,5	316,4

Quadro 4. Análises de variância do número de tubérculos por planta, massa de tubérculos (G), produtividade (Mg ha^{-1}) e eficiência no uso da água (EUA) (kg m^{-3}) pela batata. Chapadão do Sul-MS, CPCS/UFMS, 2011.

Fonte de Variação	Graus de Liberdade	Quadrado Médio			
		Nº tubérculos planta ⁻¹	Massa de tubérculos (g)	Produtividade (Mg ha^{-1})	EUA (kg m^{-3})
Bloco	3	2,55E+0 ^{ns}	5,44E+2 ^{ns}	2,27E+1 ^{ns}	7,07E+0 ^{ns}
LI	3	1,11E+1 ^{ns}	7,71E+1 ^{ns}	3,32E+1 ^{ns}	3,83E+1 ^{**}
Resíduo (a)	9	3,23E+0	3,01E+2	1,06E+1	3,71E+0
CB	2	5,99E+1 ^{**}	4,08E+3 ^{**}	1,42E+2 ^{**}	3,33E+1 ^{**}
CB x LI	6	7,58E+0 ^{ns}	2,47E+2 ^{ns}	1,26E+1 ^{ns}	5,18E+0 ^{ns}
Resíduo (b)	24	3,21E+0	2,60E+2	1,47E+1	3,46E+0
Total	47	6,64E+0	4,35E+2	2,07E+1	7,45E+0
CV (%) Parcela		40,33	34,54	42,87	51,87
CV (%) Subparcela		40,19	32,09	50,48	50,03

LI - lâmina de irrigação; CB - cultivar de batata; * $p < 0,05$; ** $p < 0,01$; ^{ns} não significativo.

fatores avaliados, incluindo número de tubérculos por planta e produtividade de batata. Verificou-se para o fator lâmina de irrigação efeito isolado ($p < 0,01$) somente para o que se refere à eficiência no uso da água (EUA). Possivelmente esse resultado possa ser explicado pelo fato de precipitações ocorridas no início do período experimental e no meio do ciclo da cultura da batata (Figura 2B). É oportuno ressaltar que as últimas duas precipitações ocorridas, que totalizaram a lâmina de 10,7 mm, coincidiram com os estádios III (estolonização/tuberização) e IV (crescimento de tubérculos), que segundo Doorendos & Kassam (1979), são as fases que a cultura da batata apresenta maior sensibilidade ao déficit hídrico. Em contrapartida, para o fator cultivar de batata, houve efeito significativo em todos os parâmetros avaliados. Segundo Filgueira (2013), a produtividade de uma cultura é função de complexos processos biológicos, fisiológicos, físicos e químicos, os quais são determinados pelas condições ambientais (clima, solo e água) e por fatores genéticos. Cunha et al. (2014) avaliando essas mesmas cultivares e no mesmo município, também encontraram diferenças para todos as variáveis avaliadas, mostrando que essas cultivares se comportam diferentemente para a região em estudo.

No Quadro 5, nota-se que as cultivares Asterix e CLL apresentaram o maior número de tubérculos por planta quando comparado estatisticamente a Atlantic. Em relação à massa de tubérculos, a cultivar Atlantic apresentou a maior massa que a Asterix que, por sua vez, foi maior que a produzida pela CLL. A maior produtividade de tubérculos foi

observada nas parcelas cultivadas com a cultivar Asterix, que apresentou valor 82,3% superior ao obtido com a segunda variedade mais produtiva, na presente pesquisa. Já a cultivar Atlantic apesar de ter a maior massa de tubérculos apresentou a menor produtividade, devido ao fato da mesma apresentar o menor número de tubérculos por planta, colaborando para que a mesma igualasse estatisticamente a produtividade da CLL.

Analisando, conjuntamente, todos os fatores avaliados na presente pesquisa, acredita-se que a cv. Asterix possua melhor adaptação ao clima e solo de Chapadão do Sul-MS. É oportuno ressaltar que essa cultivar apresenta maiores produtividades em períodos mais frios do ano (ABBA, 2008). Diferenças entre cultivares de batata, com reflexos na produtividade, também foram evidenciadas por outros trabalhos de pesquisa desenvolvidos em diferentes regiões do Brasil. Fontes et al. (2010), avaliando as cultivares Asterix e Atlantic em Viçosa-MG, observaram maior produtividade de batata pela cultivar Asterix ($38,6 \text{ Mg ha}^{-1}$). Já no estado de Sergipe, Corrêa Nunes (2002) relata que a cultivar Elvira apresentou a maior produção comercial ($22,5 \text{ Mg ha}^{-1}$), apresentando tubérculos com melhores características para a comercialização. Fernandes et al. (2011), estudando o comportamento de cinco cultivares de batata, em Itai-SP, observaram maiores produtividades pelas cultivares Mondial ($40,9 \text{ Mg ha}^{-1}$) e Asterix ($40,0 \text{ Mg ha}^{-1}$), sendo que os tubérculos produzidos pela Asterix, apresentaram alta produtividade de proteína, o que comercialmente é uma característica interessante, segundo os autores.

Quadro 5. Valores médios do número de tubérculos por planta, massa de tubérculos, produtividade e eficiência do uso da água (EUA) para três cultivares de batata. Chapadão do Sul-MS, CPCS/UFMS, 2011.

Cultivares	Nº tubérculos planta ⁻¹	Massa de tubérculos (g)	Produtividade (Mg ha ⁻¹)	EUA (kg m ⁻³)
Asterix	6,151 a	50,271 b	11,011 a	5,380 a
Atlantic	2,349 b	66,222 a	5,696 b	2,831 b
CLL	4,870 a	34,295 c	6,040 b	2,936 b
dms	1,581	14,235	3,378	1,640

dms - diferença mínima significativa. Médias seguidas de letras diferentes na coluna diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

Como observado no Quadro 5, houve diferença significativa entre as cultivares em relação a eficiência no uso da água. O maior valor de EUA, entre os tratamentos, foi de 5,390 kg m⁻³ obtido com a cultivar Asterix, principalmente devido ao fato dessa variedade ter apresentado maior produtividade dentre os materiais testados. Esses resultados evidenciam que a cv. Asterix apresentou maior capacidade de transformar volume de água aplicado em produção de tubérculos, quando comparado às cultivares CLL e Atlantic.

Os resultados das lâminas de irrigação em relação à eficiência no uso da água (EUA) podem ser observados na Figura 3. O aumento na lâmina de irrigação proporcionou menor EUA, devido a esses fatores serem inversamente proporcionais e a produtividade não ter sido maior nos tratamentos com maiores reposições hídricas, tal como observado no Quadro 4. A equação que melhor representou esse comportamento dos dados foi a linear decrescente, indicando que 73,17% da variação na eficiência no uso da água é explicada pela equação linear. À medida que se aumentou a lâmina de água utilizada na irrigação, diminuiu a eficiência no uso da água. Portanto, pode-se

concluir que a utilização da menor lâmina estudada, correspondente a 50% da ETc, não trará reduções significativas na produtividade de tubérculos e possibilitará ao produtor economia de água e de energia elétrica. Tais resultados corroboram com os apresentados por Topak et al. (2011), em estudos sobre diferentes regimes de irrigação por gotejamento na cultura da beterraba açucareira (*Beta vulgaris* L.), no qual os tratamentos com menores regimes de irrigação (25 e 50% da ETc) apresentaram maior EUA (8,71 e 8,41 kg m⁻³).

A batateira, segundo Hayashi (2010), está entre as culturas mais eficientes na produção da matéria comercial por unidade de água, juntamente com a cebola, o amendoim e a cenoura. Para cada metro cúbico de água aplicada, se produz em média 3,82 kg de tubérculos, comparado com apenas 1,09 kg de grãos de milho. Fernández (2008), trabalhando com diferentes níveis de irrigação em batata na cidade de Santa Maria-RS, obteve a média de eficiência no uso da água na ordem de 11,7 kg m⁻³, com valores extremos de 14,8 kg m⁻³ para o tratamento de chuvas 2003/04 + 25 mm e, 8,8 kg m⁻³ no tratamento irrigado (chuvas 2003/04 + 216 mm).

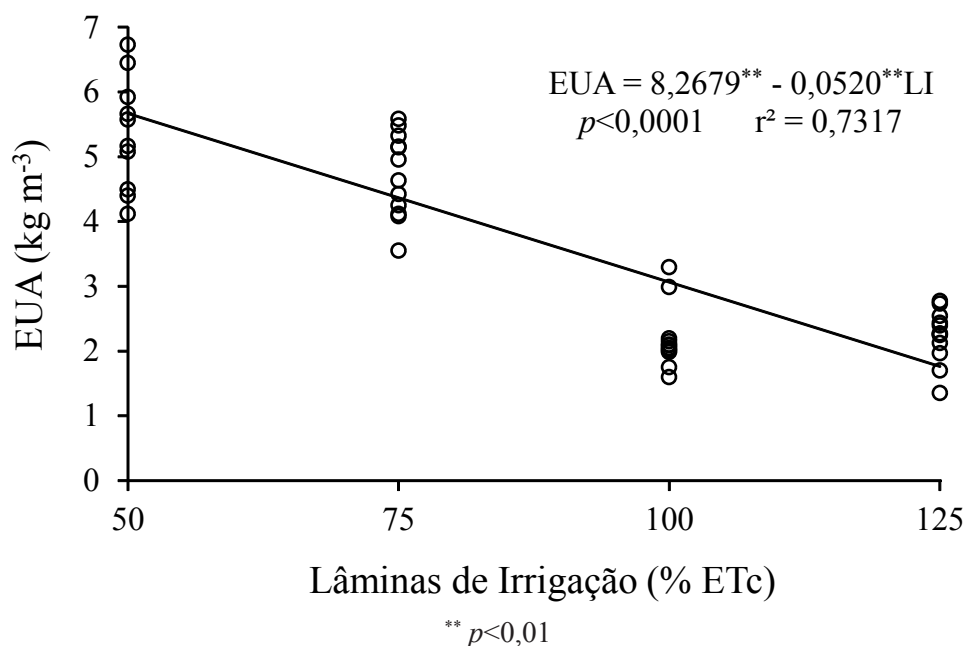


Figura 3. Estimativa da eficiência do uso da água (EUA) em função das lâminas de irrigação (LI). Chapadão do Sul-MS, CPCS/UFMS, 2011.

CONCLUSÕES

- A cultivar Asterix apresentou melhores índices de produtividade e deve ser preferida pelos agricultores de batata para cultivo do nordeste Sul Mato-Grossense;
- O aumento na lâmina de irrigação proporcionou redução na eficiência no uso da água pela batata e não afetou as demais características avaliadas, podendo-se recomendar, então, a aplicação de 50% da ETc já que não trouxe reduções significativas na produtividade de tubérculos e possibilitou economia no uso da água.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABBA. Associação Brasileira da batata. **Valor Nutricional. A batata como alimento**. 2008. Disponível em: <<http://www.abbabatatabrasileira.com.br/>>. Acesso em: 30 de maio de 2013.

AGUIAR NETO, A.O.; RODRIGUES, J.D.; PINHO, S.Z. Análise de crescimento na cultura da batata submetida a diferentes lâminas de irrigação. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.35, n.5, p.76-88, 2000.

ALLEN, R.G.; PEREIRA, L.S.; RAES, D.; SMITH, M. **Crop evapotranspiration: Guidelines for computing crop water requirements**. Rome: FAO, 1998. 300p. (Irrigation and Drainage Paper, 56)

BERNARDO, S.; SOARES, A.A.; MANTOVANI, E.C. **Manual de irrigação**. 8.ed. Viçosa: Editora UFV, 2008. 625p.

CARDOSO, A.D.; ALVARENGA, M.A.R.; MELO, T.L.; VIANA, A.E.S. Produtividade e qualidade de tubérculos de batata em função de doses e parcelamentos de nitrogênio e potássio. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.31, n.6, p.1729-1736, 2007.

CASTRO, M.A.; CUNHA, F.F.; LIMA, S.F.; PAIVA NETO, V.B.; LEITE, A.P.; MAGALHAES,

F.F.; CRUZ, G.H.M. Atributos físico-hídricos do solo ocupado com pastagem degradada e floresta nativa no cerrado Sul-Mato-Grossense. **Brazilian Geographical Journal**, Ituiutaba, v.3, n.2, p.498-512, 2012.

CFSEMG. **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5ª aproximação**. 20.ed. Viçosa: Editora UFV, 1999. 359p.

CORRÊA NUNES, M.U. Produtividade e principais problemas fitossanitários de cultivares de batata em Sergipe. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.20, n.3, p.424-427, 2002.

COSTA, M.H. **Análise de dados de precipitação**. Viçosa: AEAMG, 1994. 21p. (Caderno didático, nº 11)

CUNHA, F.F.; GODOY, A.R.; MUCHALAK, S.M.; LIMA, S.F.; LEAL, A.J.F.; BAILO, F.H.R.; GUAZINA, R.A. Produção de cultivares de batata em diferentes sistemas de irrigação. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v.30, n.1, p.55-64, 2014.

DENÍCULI, W.; BERNARDO, S.; THIÁBAUT, J.T.L.; SEDIYAMA, G.C. Uniformidade de distribuição de água, em condições de campo num sistema de irrigação por gotejamento. **Revista Ceres**, Viçosa, v.27, n.50, p.155-162, 1980.

DOORENBOS, J.; KASSAM, A.H. **Yield response to water**. Rome: FAO, 1979. 193p. (Irrigation and Drainage Paper, 33)

FERNANDES, A.M.; SORATTO, R.P.; EVANGELISTA, R.M.; SILVA, B.L.; SOUZA-SCHLICK, G.D. Produtividade e esverdeamento pós-colheita de tubérculos de cultivares de batata produzidos na safra de inverno. **Revista Ciência Agrônômica**, Fortaleza, v.42, n.2, p.502-508, 2011.

FERNANDÉZ, S.C. **Morfofisiologia da cultura da batata submetida a diferentes regimes hídricos**. 2008. 112p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) - Universidade Federal de

Santa Maria, Santa Maria, 2008.

FILGUEIRA, F.A.R. **Novo manual de olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças**. 3.ed. Viçosa: Editora UFV, 2013. 421p.

FONTES, P.C.R.; BRAUN, H.; BUSATO, C.; CECON, P.R. Economic optimum nitrogen fertilization rates and nitrogen fertilization rate effects on tuber characteristics of potato cultivars. **Potato Research**, New York, v.53, n.3, p.167-179, 2010.

GARCIA, E.L.; CARMO, E.L.; PÁDUA, J.G.; LEONEL, M. Potencialidade de processamento industrial de cultivares de batatas. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.45, n.10, p.1742-1747, 2015.

GRIMM, E.L.; HELDWEIN, A.B.; RADONS, S.Z.; MALDANER, I.C.; TRENTIN, G.; BOSCO, L.C. Produtividade da batata em função da irrigação e do controle químico da requeima. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.15, n.2, p.125-130, 2011.

HAYASHI, P. Produção de batata e os recursos hídricos. **Batata Show - A Revista da batata**, Itapetininga, v.10, n.27, p.52-53, 2010.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Levantamento sistemático da produção agrícola**. 2014. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/>>. Acesso em: 27 de outubro de 2015.

KELLER, J.; KARMELI, D. **Trickle irrigation design**. Glendora: Rain Bird Sprinkler Manufacturing, 1975. 133p.

MANTOVANI, E.C.; ZAMBOLIM, L.; SOUZA, D.O.; SEDIYAMA, G.C.; PALARETTI, L.F. Produtividade e qualidade de tubérculos de batata sob diferentes regimes de irrigação por aspersão convencional. **Horticultura Brasileira**, Vitória da

Conquista, v.31, n.4, p.528-533, 2013.

MAPA. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Norma de identidade, qualidade, acondicionamento e embalagem da batata para fins de comercialização**. Portaria nº 69 de 21 de fevereiro de 1995.

MAROUELLI, W.A.; GUIMARÃES, T.G. **Irrigação na cultura da batata**. Itapetininga: Associação Brasileira da Batata, 2006. 66p.

MAROUELLI, W.A.; SILVA, W.L.C.; SILVA, H.R. **Irrigação por aspersão em hortaliças: Qualidade da água, aspectos do sistema e método prático de manejo**. Brasília: Embrapa Hortaliças, 2001. 111p.

MERRIAM, J.L.; KELLER, J. **Farm irrigation system evaluation: A guide for management**. Logan: Utah State University, 1978. 271p.

PÁDUA, J.G.; MESQUITA, H.A.; CARMO, E.L.; DUARTE, H.S.S.; DIAS, J.P.T.; DUARTE FILHO, J. Potencial produtivo de cultivares francesas de batata para o estado de Minas Gerais. **Revista Trópicos: Ciências Agrárias e Biológica**, Chapadinha, v.3, n.2, p.73-78, 2009.

RICHARDS, L.A. Methods of measuring soil moisture tension. **Soil Science of American Journal**, Baltimore, v.68, n.1, p.95-112, 1949.

SOUZA, E.J.; CUNHA, F.F.; MAGALHAES, F.F.; SILVA, T.R.; BORGES, M.C.R.Z.; ROQUE, C.G. Métodos para estimativa da umidade do solo na capacidade de campo. **Revista de Ciências Agro-Ambientais**, Alta Floresta, v.11, n.1, p.43-50, 2013.

TOPAK, R.; SÜHERI, S.; ACAR, B. Effect of different drip irrigation regimes on sugar beet (*Beta vulgaris* L.) yield, quality and water use efficiency in Middle Anatolian, Turkey. **Irrigation Science**, New York, v.29, n.1, p.79-89, 2011.