

Manejo de irrigação com evaporímetro em *Crambe abyssinica*

Reginaldo Ferreira Santos^{1,2}, Carlos Henrique Fornasari² Deonir Secco², Samuel Nelson Melegari de Souza², Tiago Roque Benetoli da Silva³, Douglas Bassegio²

¹Faculdade Assis Gurgacz – FAG, Curso de Agronomia. Avenida das Torres n. 500, CEP: 85.806-095, Bairro Santa Cruz, Cascavel, PR.

²Universidade Estadual do Oeste do Paraná – UNIOESTE, PPGEA – Programa de Pós Graduação em Energia na Agricultura – Nível Mestrado, Cascavel /PR.

³Universidade Estadual de Maringá – UEM, Departamento de Ciências Agronômicas, Campus de Umuarama. Estrada da Paca s/n, CEP: 87500-000, Bairro São Cristóvão, Umuarama, PR.

reginaldof@fag.edu.br, carlos_fornasari@hotmail.com, deonir.secco@unioeste.br, samuel.souza@unioeste.br, trbsilva@uem.br, doglas14@hotmail.com

Resumo: Este trabalho avaliou o comportamento fenométrico da cultura do crambe sob diferentes níveis de irrigação. Foi utilizado o delineamento experimental inteiramente casualizados, no qual os tratamentos foram distribuídos em cinco níveis de manejo de irrigação, com quatro repetições, resultando em 20 parcelas experimentais. Os níveis de água para irrigação foram calculados em função da quantidade evaporada de um mini tanque evaporímetro: $T_1 = 0,5$, $T_2 = 1,0$, $T_3 = 1,5$, $T_4 = 2,0$ e $T_5 = 2,5$ vezes a reposição da água evaporada. Foram avaliados ao fim do ciclo experimental a altura de planta (AP), número de folhas (NF), pendão floral (PF), massa fresca (MF) e massa seca de planta (MS). Observou-se que o crambe respondeu de forma crescente ao aumento dos níveis de reposição de água com um efeito quadrático. Os resultados evidenciaram efeitos significativos, com valores máximos estimados de AP 107,6 cm, NF 16,7, PF 21,5, MF 184,8 g e MS 25,4 g respectivamente para a reposição de irrigação em função da evaporação de 2,65 para AP, 2,98 para NF, 3,39 para PF, 5,79 para MF e 5,79 para a MS.

Palavras-chave: *Crambe abyssinica*, irrigação, mini-tanque evaporímetro.

Irrigation management in Crambe

Abstract: This study evaluated the response of the crambe crop under different irrigation levels. The randomized experimental design was used in which treatments were divided into five levels of irrigation management, with four replications resulting in 20 experimental plots. The levels of irrigation water were calculated according to the amount evaporated from a mini-tank evaporimeter: $T_1 = 0.5$, $T_2 = 1.0$, $T_3 = 1.5$, $T_4 = 2.0$ and $T_5 = 2.5$ times replacement of evaporated water. At the end of the experimental cycle the plant height (PH), number of leaves (NF), tassel flower (PF), fresh weight (FW) and dry matter (DM) were evaluated. It was observed that the crambe plants responded on a growing way to rising levels of water replacement with a quadratic effect. The results showed significant effects, with maximum values estimated AP 106.6 cm, 18.6 NF, PF 23.4, MF 23.9 g 166.4 g DM respectively for the replacement of irrigation due to the evaporation of 2, 6 for AP, 2.9 to NF, 4.3 for PF, MF and 6.0 to 5.3 for MS.

Key words: *Crambe abyssinica*, irrigation, mini-evaporation.

Introdução

O esgotamento dos combustíveis fósseis, bem como a sua cota de colaboração ao aquecimento global, tem despertado o interesse no mundo científico e governamental na busca de alternativas por fonte renovável, viável e sustentável. Dentre as fontes disponíveis no Oeste do Paraná, destaca o uso da biomassa de crambe. O crambe (*Crambe abyssinica*) é uma planta da família das crucíferas, pode ser considerado como uma alternativa de cultivo de entressafra, por seu baixo custo de produção, relativa tolerância a períodos secos e de baixa temperatura. Pelas características físico química do óleo pode ser utilizado na indústria fina. Nesta região especificamente está sendo proposto para ser utilizado como óleo vegetal isolante e produção de biodiesel (Santos, et al. 2010 e Broch et al., 2010).

É uma cultura originário da região mediterrânea, possui teor de óleo por volta de 38% nos grãos com elevada quantidade de ácido erúico (mais de 50% segundo Laghetti, 1995, como cita CARLSON, 2007 até 57% de ácido erúico), óleo graxo este que vem sendo estudado como aditivo para evitar a oxidação em outros óleos graxos, inseticida e plástico biodegradável (Neves et al., 2007).

A pesquisa no Brasil apresenta elevada diversificação e dispõe de inúmeras plantas oleaginosas com elevado potencial para produzir óleo como fonte de matéria prima para a geração de energia (Beltrão, 2006). Dentre as várias espécies de oleaginosas, o Crambe abyssinica, vem a ser uma alternativa para o período de entressafra e inverno (Oplinger, 1991).

Crambe é uma cultura de estação amena que tem seu melhor desenvolvimento em regiões semiáridas com dias quentes (21°C a 32°C), noites frias (10°C a 15°C) e baixa umidade (Glaser, 1996).

A pluviosidade anual nas áreas de crambe geralmente é suficiente para a cultura, e irrigação adicional, não é uma prática muito utilizada (Carlson et al, 2007). O crambe tolera uma precipitação anual de 350 a 1200 mm. É sensível ao déficit hídrico, e seu sistema radicular pode alcançar profundidades superiores a 15 cm tornando as plantas tolerantes a períodos de estiagem (Carlson et al, 2007; Knights, 2002). Sob condições de estresse, as plantas chegam desenvolver longas raízes, que mais tarde, posteriormente, se tornam cônicas (Oplinger et al, 2008). É mais tolerante à seca do que o milho, canola, mostarda ou a soja em todos os estádios de desenvolvimento (Glaser, 1996).

A transferência de água do sistema solo-planta para a atmosfera ocorre de forma lenta, em resposta às diferenças de potencial de água no solo. Segundo Pereira *et al.*, (1997), o consumo de água de uma cultura está ligada diretamente da demanda energética atmosférica,

do conteúdo de água no solo e da resistência da planta à perda de água para a atmosfera. Para o sistema ideal de manejo, de quanto e quando irrigar é fundamental o entendimento das necessidades hídricas de uma cultura. A demanda de água requerida para a prática da irrigação, o decréscimo de sua disponibilidade e o elevado custo da energia necessária à sua aplicação têm aumentado o interesse pela racionalização desse recurso, de forma a diminuir as suas perdas (Azevedo et al., 1999).

O conhecimento dos fatores climáticos é de fundamental importância para o sistema de manejo racional da irrigação. Estes fatores disponibiliza com uma aproximação bastante boa, estimar a evapotranspiração, que é o consumo de água de um determinado local, através da evaporação da água do solo e pela transpiração das plantas, gerada durante o processo de fotossíntese (Hernandez et al., 2001).

Dentre os fatores físicos que afetam a evapotranspiração, destacam-se a radiação solar, a temperatura do ar e da água, a umidade relativa do ar, o vento e a disponibilidade de água no solo. O tipo de vegetação e o estágio de desenvolvimento, sendo que o consumo de água pela planta pode implicar aumento de produtividade (Vieira et al., 2009).

Desse modo, o manejo da quantidade de água a ser aplicado pode contar hoje com a disponibilidade de vários equipamentos, dentre eles o uso de evaporímetro, conhecido por ser de fácil manuseio a campo e baixo investimento, o que favorece a determinação da demanda hídrica da cultura (Volpe e Churata- Masta, 1988; Lima, 1989; Bastos, 1994).

Apesar dos estudos já realizados sobre a evapotranspiração, ainda há poucas informações sobre o comportamento de plantas ao manejo de irrigação com mini evaporímetro. Esta informação é de alta relevância para o manejo da irrigação, principalmente em ambiente protegido. Face ao exposto objetivou-se, neste trabalho, avaliar o efeito da aplicação crescente de irrigação em função da evaporação de um mini tanque evaporímetro no cultivo de crambe.

Material e Métodos

O experimento foi conduzido em casa de vegetação na Fazenda Escola da FAG-Faculdade Assis Gurgacz em Cascavel-PR, no período de 28 de julho a 28 de outubro de 2009.

Adotou-se o delineamento experimental em blocos inteiramente casualizados, no qual os tratamentos foram distribuídos em 5 níveis, com quatro repetições, sendo os fatores cinco níveis de irrigação, $T_1 = 0,5$, $T_2 = 1,0$, $T_3 = 1,5$, $T_4 = 2,0$ e $T_5 = 2,5$ de reposição da água evaporada, resultando em 20 parcelas.

Os níveis de água para irrigação foram calculados em função da quantidade evaporada do mini-tanque evaporímetro. Cada parcela experimental correspondeu a um vaso plástico com capacidade de 12 litros. O crescimento das plantas foi avaliado ao fim do experimento através de: altura da planta (AP), número de folhas (NF), pendão floral (PF), massa fresca (MF) e massa seca (MS). Foi realizada a análise da variância e o teste de Tukey para comparação entre as médias experimentais.

A análise estatística das variáveis estabelecidas foi processada pelo software ASSISTAT 7.5 beta (Silva, F.A.S., 2008), com nível de significância de 5% de probabilidade.

Resultados e Discussão

A evaporação máxima foi de 4,5 mm.dia⁻¹, a mínima de 2,5 mm.dia⁻¹ e a média de todas as medidas efetuadas de 3,5 mm.dia⁻¹. Comparando-se os valores médios de evaporação medidos dentro da estufa com os valores médios obtidos no posto meteorológico localizado na Coodetec Cascavel, PR (3,9 mm.dia⁻¹), durante o mesmo período, notou-se uma diferença entre eles de 0,4 mm (equivalente a 10 %), a qual é justificada, principalmente, em função da menor exposição aos ventos e à radiação solar a que foi submetido o evaporímetro situado dentro da estufa, concordando com os resultados obtidos por Alves & Klar (1996).

A utilização do mini tanque evaporímetro para o manejo da irrigação pode ser adotado pelo produtor sem grandes dificuldades, pois o instrumental requerido é relativamente simples, fácil manuseio e boa precisão na medição da evaporação de uma superfície livre de água.

Observou-se uma pequena diferenciação entre as lâminas de irrigação no início da aplicação dos tratamentos. Essa diferença foi se acentuando com o decorrer do experimento, atingindo valores no final do período de aproximadamente 22,8, 45,6, 68,5, 91,2 e 114 mm nos tratamentos com a aplicação respectivamente de lâmina de água em função da evaporação de 0,5, 1,0, 1,5, 2,0 e 2,5 respectivamente. A lâmina aplicada no tratamento com a aplicação de 2,5 vezes foi quatro vezes superior à lâmina aplicada no tratamento com lâmina de 0,5 vezes, evidenciando ter ocorrido uma ampla variação no teor de água no solo para o desenvolvimento do crambe.

Os resultados na Tabela 1 apresentam as equações de estimativa de fenometria do crambe e a análise de variância em função de níveis de reposição de irrigação com base na evaporação do mini tanque evaporímetro.

Tabela 1 – Equações da fenometria do crambe em função de níveis de reposição de irrigação com base na evaporação do mini tanque evaporímetro

Variável	Equação de regressão	R ²	Ymáximo
Altura de Planta (cm)	$Y = -15,857x^2 + 84,071x - 3,8$	0,96**	107,63
Pendão Floral	$Y = -1,5x^2 + 8,95x + 3,4$	0,99**	16,75
Número de Folhas	$Y = -1,7143x^2 + 11,643x + 1,7$	0,98**	21,47
Massa Fresca (g)	$Y = -5,1543x^2 + 59,715x - 11,896$	0,99**	184,85
Massa Seca (g)	$Y = -0,5514x^2 + 6,3923x + 6,868$	0,99*	25,39

F = Fisher = n.s.; * e ** significam não significativo, significativo a 5 e 1% de probabilidade, respectivamente.

A evolução da altura das plantas em função do aumento da lâmina de irrigação pode ser verificado com a aplicação da equação apresentada na Tabela 1. Em todos os tratamentos, observou-se um comportamento assintótico que, conforme demonstrado pelos elevados valores dos coeficientes de ajuste mostrados nesta figura, foi bem representado pelo modelo quadrático. Durante todo o período analisado, plantas de maior altura foram observadas nos tratamentos com os manejos de irrigação que aplicaram maiores lâminas de água. Maiores valores de altura de planta nos tratamentos irrigados foram também observados por Alves (1999) e Karasawa et al., (2001). Plantas com menor disponibilidade hídrica tendem a apresentar menor altura, pois a restrição hídrica pode afetar os processos metabólicos do crescimento das plantas (Taiz e Zager, 2006).

O aumento do número de ramificação segundo Oliveira (2002) está relacionado a maior disponibilidade de água no solo, o que segundo o autor ocasiona maior diferenciação das gemas laterais para a formação de novos ramos, influenciando efetivamente na produção final. Para a variável número de folhas evidencia que a melhor lâmina de irrigação seria a de 2,93 vezes a quantidade evaporada pelo mini tanque evaporímetro.

Ao avaliar o número de pendão floral em função da lâmina de irrigação, observou-se crescimento quadrático, a aplicação crescente de água influenciou significativamente, alcançando o valor médio máximo de pendão floral de 23,4, que pela equação quadrática ($-0,0001x^2 + 0,0895x + 3,4$) apresentou a necessidade de aplicação de irrigação de 4,3 vezes a mais da lâmina evaporada, modelo de comportamento assintótico semelhante ao observado para a altura de plantas. O coeficiente de ajuste das regressões foi de 0,99, demonstrando a adequabilidade deste modelo para avaliar esta característica.

A evolução do número de pendão floral por planta observada nos diferentes regimes de irrigação, indica que os menores valores de pendão floral foram observados naqueles

tratamentos com menor percentual de irrigação. Ao longo do período de avaliação, o número de pendão floral variou de forma significativa entre os percentuais de manejo de aplicação de água, indicando que a irrigação, mesmo em quantidades menores, induziu a um aumento de pendão floral. Este aumento no PF com a irrigação, pode aumentar número de gemas, influenciando indiretamente a produção.

Acréscimos significativos no número de pendão floral por planta em tratamentos irrigados também foram observados por Karasawa (2001). Embora não se observando resposta significativa á irrigação em relação ao PF, Alves (1999) e Vilella (2001) observaram uma tendência de PF com o aumento na lâmina de água de irrigação. Os resultados obtidos neste estudo indicam que as plantas apresentaram um aumento tanto em altura quanto no PF, concluindo-se que ocorreu crescimento e não apenas um alongamento. Trabalhando com café em Lavras, Carvalho et al., (2006) também, encontraram resultados similares em relação ao aumento de PF a irrigação.

O numero de folhas também apresentou resposta direta a função quadrática em relação às lâminas de irrigação, similar ao número de folhas e massa fresca de folhas. O aumento da adição de água respondeu ao acréscimo no crescimento e no numero de folhas. Andriolo et al. (2003) obtiveram, em estudo sobre crescimento e desenvolvimento de plantas de até 21,20 folhas por planta.

Para a variável massa fresca os tratamentos também influenciaram significativamente no desenvolvimento da cultura. Os resultados da massa fresca mostraram resposta quadrática ($-0,0005x^2 + 0,5971x - 11,896 \quad R^2 = 0,99$), indicando acréscimo de MF do crambe à medida que aumentaram as lâminas de irrigação aplicadas até o nível de 5,9 vezes da evaporação do mini tanque evaporimetro. Andrade Júnior et al., (1992), analisando os efeitos de quatro níveis de irrigação baseados na evaporação constataram que a massa fresca apresentaram respostas quadráticas, alcançando os valores máximos com o nível de irrigação correspondente a 0,75 da evaporação de um tanque classe “A” em ambiente protegido. Os resultados do comportamento dos valores médios de massa fresca em função dos níveis de irrigação nos trabalhos de Vilas Boas et al., (2007), também apresentaram respostas quadráticas, indicando um acréscimo na massa fresca, à medida que se aumentaram as lâminas de irrigação aplicadas até valores máximo de 1,26 vezes de reposição de água de irrigação. É importante ressaltar que as maiores produtividades foram obtidas aplicando-se lâminas de irrigação superiores a 100% de reposição de água, devido possivelmente à eficiência global do sistema.

Seguindo a mesma tendência da massa fresca, a variável massa seca obteve influencia no desenvolvimento da cultura, sendo observada uma diferença significativa nos tratamentos. A melhor lâmina de irrigação segundo a resposta quadrática ($= -6E-05x^2 + 0,0639x + 6,868$ $R^2 = 0,99$), foi de 5,3. Hamada (1993), estudando a aplicação de lâminas de água (0,6, 0,8, 1,0 e 1,20% da evaporação do tanque Classe A) através de gotejo, verificou que o maior valor de matéria seca total acumulada foi de 13 g planta⁻¹, alcançada com o tratamento de 100% da evaporação; já os melhores resultados de produtividade e produção de plantas de melhor qualidade comercial foram obtidos através da aplicação do nível de irrigação equivalente a 1,2 vez da evaporação.

O comportamento da massa seca de folhas apresentou comportamento similar as demais variáveis fenométrica avaliadas, onde o aumento das lâminas de irrigação corresponderão ao aumento da tendências de aumento de produção de massa seca.

Conclusões

Houve efeito no manejo de irrigação com manejo baseado em informações do mini tanque evaporímetro ao crescimento do crambe.

O manejo de irrigação com aplicação de 2,5 vezes o manejo da irrigação não foi suficiente para se encontrar o ponto de máximo dentro dos tratamentos propostos.

O aumento da lâmina de irrigação acresceu os valores das variáveis fenométricas estudadas.

Referências

ANDRADE JUNIOR, A.S. de; KLAR, A.E. **Manejo da irrigação da cultura da alface (*Lactuca sativa* L.) através do tanque Classe A.** Disponível em: <<https://www.scielo.br>> Acesso em: 12 fev. 2007.

ALVES, D.R.B.; KLAR, A.E. Comparação de métodos para estimar evapotranspiração de referência em túnel de plástico. **Irriga** v.1, n.2, p.26-34, 1996.

ALVES, M. E. B. **Respostas do cafeeiro (*Coffea arábica* L.) a diferentes lâminas de irrigação e fertirrigação.** 1999. 94 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 1999.

ANDRADE JÚNIOR, A. S. de. **Manejo da irrigação da cultura da alface (*Lactuca sativa* L.) através do tanque classe A.** Botucatu: UNESP, 1994. 104p. Dissertação Mestrado.

ANDRIOLO, J. L.; ESPINDOLA, M. C. G.; STEFANELLO, M. O. Crescimento e desenvolvimento de plantas de alface provenientes de mudas com diferentes idades fisiológicas. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.33, n.1, p.35-40, 2003.

AZEVEDO, H.J.; BERNARDO, S.; RAMOS, M.M.; SEDIYAMA, G.C.; CECON, P.R. Influência de elementos do clima e da pressão de operação do aspersor no desperdício de água, em um sistema de irrigação por alta pressão. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v.18, n.4, p.53-62, 1999.

BERLATO, M.A., MOLION, L.C.B. Evaporação e Evapotranspiração. Porto Alegre : IPAGRO, 1981. 96 p. (**Boletim técnico 7**).

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

BIODIESEL, I., 2006, Brasília, DF, Brasília, DF: Ministério da Ciência e **Tecnologia**, **Associação Brasileira das Instituições de Pesquisa Tecnológica**, 2006. 2 v.

BUTRINOWSKI, I. T.; SANTOS, R. F.; MAGGI, M. F.; BORSOI, A.; FRIGO, E. P.; BASSEGIO, D.; Manejo da irrigação com mini-tanque evaporímetro em Crambe abyssinica, **Cultivando o Saber**, Cascavel, v.4, n.3, p.54-65, 2011.

CAMPOS, J.H.B.C; SILVA,V.P.R; AZEVEDO, P.V; BORGES, C.J.R.; SOARES, J.M.; MOURA, M.S. B; SILVA, B.B. **Rev. bras. eng. agríc. ambient.** vol.12, n.2 Campina Grande Mar./Apr. 2008.

CARVALHO, C.H.M.; COLOMBO, A; SCALCO, M. S.; MORAIS, A.R. Evolução do crescimento do cafeeiro (*Coffea arabica* L.) irrigado e não irrigado em duas intensidades de plantio. Evolução do crescimento do cafeeiro (*Coffea arabica* L.) irrigado e não irrigado em duas intensidades de plantio. **Ciênc. agrotec.** v.30 n.2 Lavras Mar./Apr. 2006

DALMAGO, G.A., HELDWEIN, A.B., NIED, A.H. Relação entre a evaporação medida com minitanques no interior de estufas plásticas e na estação meteorológica. In: JORNADA INTEGRADA DE PESQUISA ENSINO E EXTENSÃO, **Anais**. 1997, Santa Maria, RS. Santa Maria : PRPGP/Universidade Federal de Santa Maria, 1997a. p. 634.

DALSASSO, L.C.M. **Consumo d'água e coeficiente de cultura do tomateiro (*Lycopersicon esculentum*, M.) e do pepino (*Cucumis sativus*, L.) cultivados em estufa plástica**. Santa Maria : UFSM, 1997, 84 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Curso de Pós-Graduação em Agronomia, Universidade Federal de Santa Maria, 1997.

DANTAS, R.T.; ESCOBEDO, J.F. Parâmetros agrometeorológicos e rendimento da alface (*Lactuca sativa* L.) em ambientes natural e protegido. **Energia na Agricultura**, Botucatu, v.13, n.3, p.10-15, 1999

ECHER, M. DE M.; SIGRIST, J. M. M.; GUIMARÃES, V. F.; MINAMI, K. Efeito do espaçamento no comportamento de cinco cultivares de alface. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.18.

FARIAS, J. R. B.; BERGAMASCHI, H.; MARTINS, S. R. Evapotranspiração no interior de estufas plásticas. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, v. 2, p. 17- 22, 1994.

FERNANDES, C.; CORÁ, J. E.; ARAÚJO, J. A. C. Reference evapotranspiration estimation inside greenhouses. **Scientia Agricola**, n. 3, v. 60, p. 591-594, 2003.

FUNDAÇÃO, M.S., www.fundacaoms.org.br/request, acesso em 27/10/2009, Maracajú-MS, 2008.

HERNANDEZ, F. B. T.; JÚNIOR, J. A.; LOPES, A. DA S.; **Irrigação na cultura da pupunha**, Curso sobre cultivo processamento e comercialização de palmito pupunha, 2001, Londrina, Iapar, p.107-126.

JASPER, S. P.; **Cultura do crambe (crambe abyssinica hochst): avaliação energética, de custo de produção e produtividade em sistema de plantio direto**, Universidade estadual paulista “julio de mesquita filho” ,faculdade de ciências agrônômicas campus de botucatu agosto – 2009. Dissertação de Doutorado em Agronomia.

KARASAWA, S.; FARIA, M. D.; GUIMARÃES, R. J. **Desenvolvimento do cafeeiro (Coffea arabica L.) em função do parcelamento de adubação e lâminas d'água aplicada**. In: Simpósio Brasileiro de Pesquisa em Cafeicultura Irrigada, 4., 2001, Araguari, MG. **Anais**. Uberlândia: ICIAG/UFU, 2001. p. 25-28.

LAGHETTI G. Yield and oil quality in selected lines of *Crambe abyssinica* grow in Italy, **Industrial crops and products**, Itália, 1995.

MEDEIROS, J. F.; PEREIRA, F. A. C.; PEREIRA, A. R. et al. Comparação entre a evaporação em tanque classe A padrão e em mini-tanque, instalados em estufa e estação meteorológica. In: **Anais. X CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA**, Piracicaba, 1997. Anais Piracicaba: SBA, 1997. p. 228-230.

MORGAN, K. T.; PARSONS, L. R.; WHEATON, T. A. Comparison of laboratory - and field - derived soil water retention curves for a fine sand soil using tensiometric resistance and capacitance methods. **Plant and Soil, Dordrecht**, v.234, n.2, p.153-157, 2001.

OPLINGER, E.S. Crambe, **Alternative field crops manual**. University of Wisconsin and University of Minnesota. St. Paul, MN 55108. July, 1991. p.507-508, 2000. p.569-577, 2004.

Pereira, A. R.; Villa Nova, N. A.; Sedyama, G. C. **Evapotranspiração**. São Paulo: FEALQ, 183p., 1997.

PETROBIO. **Biodiesel: Viabilidade Econômica**. São Paulo: Petrobio, 2005. 24p.

RURAL SEMENTES. **Crambe alternativa para produção de óleo**. Disponível em: <w.ruralsementes.com.br>. Acesso em: 13 fev. 2011.

S.S. **Resposta do tomateiro irrigado a níveis de reposição de água no solo** . II Seminário Iniciação Científica – IFTM, Campus Uberaba, MG. 20 de outubro de 2009.

SANTOS, S. R. DOS; PEREIRA, G. M. Comportamento da alface tipo americana sob diferentes tensões de água no solo, em ambiente protegido. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v.24, n.3,

SANTOS, R.F.; FORNASSARI, C.H.; SECCO, D.; SOUZA, S.N.M.; BORSOI, A. Secagem e extração de óleos em plantas com potencial energético. In. **Anais**. 8º Congresso Internacional sobre Geração Distribuída e Energia no Meio Rural, Campinas AGRENER GD 2010.

SILVA, F. A. S., **ASSISTAT 7.5 beta**, DEAG-CTRN-UFCG, Campina Grande-PB, 2008.

SOUZA, I. H, DE.; ANDRADE, E. M. DE.; SILVA, E. L. DA. Avaliação hidráulica de um sistema de irrigação localizada de baixa pressão, projetado pelo software “bubbler”, **Eng. Agríc.**, Jaboticabal, v.25, n.1, p.264-271, jan./abr. 2005.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal**. 3ed. ARTMED, Porto Alegre, 2004, 719 p.

TRZECIAK, M. B.; NEVES, M. I. B. DAS.; VINHOLES, P. DA S.; VILLELA, F. A.; **Utilização de sementes de espécies oleaginosas para produção de biodiesel**, informativo abrates, vol.18, nº.1,2,3 p.030-038, 2008.

VEDANA, U. Crambe (*Crambe abyssinica*) **Promissora planta para Biodiesel**. Maio 2007. Disponível em <http://www.biodieselbr.com/blog/2007/05/crambe_abyssinicapromissora-planta-para-biodiesel>. Acesso dia 28 de fevereiro de 2009.

VIEIRA, T.A.; SANTANA, M.J. de; BARRETO, A.C.; BEIRIGO, J.D.C.; SOUZA, VILAS BOAS, R.C.; CARVALHO, J.A.; GOMES, L.A. A.; SOUZA, KLEBER J.; RODRIGUES, R.C.; SOUSA, ALEXANDRE M. G. Efeito da irrigação no desenvolvimento da alface crespa, em ambiente protegido, em Lavras, MG. **Revista Brasileira Engenharia Agrícola e Ambiental**. v.11, n.4, Campina Grande July/Aug. 2007

VILELLA, W. M. da C. **Diferentes lâminas de irrigação e parcelamento de adubação, no crescimento, produtividade e qualidade dos grãos do cafeeiro (*Coffea arabica* L.)**. 2001. 96 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2001.

Recebido para publicação em: 29/01/2012

Aceito para publicação em: 12/02/2012