



Determinação do coeficiente de cultura (Kc) e eficiência do uso de água do alecrim-pimenta irrigado¹

Otávio D. Lopes², Mauro K. Kobayashi³, Flávio G. Oliveira⁴, Ivan C. A. Alvarenga⁵,
Ernane R. Martins⁴ & Carlos E. Corsato³

RESUMO

Objetivou-se com este estudo determinar os coeficientes de cultura (Kc), a eficiência do uso de água (EUA) do alecrim-pimenta contemplando a produção de biomassa e óleo essencial. O experimento foi conduzido em lisímetro de drenagem, no Instituto de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Minas Gerais, em Montes Claros, MG. O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados, cujos tratamentos correspondiam a sete lâminas de água (0,5; 0,75; 1,0; 1,2; 1,4; 1,65 e 1,9 ETo), e três repetições. A evapotranspiração potencial de referência utilizada no cálculo das lâminas de irrigação foi obtida pelo método de Penman-Monteith. Os tratamentos foram submetidos à análise de regressão. Os resultados indicam que o alecrim-pimenta apresenta resposta positiva ao aumento da lâmina d'água aplicada. O tratamento responsável pelo maior índice de eficiência do uso da água, foi o tratamento 6 (1,65 ETo), com 1,26 kg m⁻³ para a produção de matéria fresca em função da lâmina aplicada. A produtividade de óleo essencial foi de 59,12 kg ha⁻¹ aos 120 dias após transplante, para o tratamento 7 (1,9 ETo). Os coeficientes de cultura (Kc) médios determinados em todo o ciclo da cultura, variaram de 0,98 na fase inicial, 1,20 no desenvolvimento vegetativo e 1,52 no florescimento.

Palavras-chave: consumo de água, evapotranspiração, biomassa, óleo essencial

Determination of crop coefficient (Kc) and water use efficiency for irrigated rosemary peppermint

ABSTRACT

The aim of this study was to determine the crop coefficient (Kc), water use efficiency (WUE) of the *Lippia sidoides* Cham. contemplating the production of biomass and essential oil and growth parameters. The experiment was conducted in drainage lysimeter at the Instituto de Ciências Agrárias of the Universidade Federal de Minas Gerais, at Montes Claros, MG. The experimental design was randomized blocks, with the treatments corresponding to seven water depths (0.5; 0.75; 1.0; 1.2; 1.4; 1.65 and 1.9 ETo), and three replications. The potential evapotranspiration of reference used in the calculation of the irrigation was obtained by the Penman Monteith method. The treatments were submitted to regression analysis. The results indicate that *Lippia sidoides* Cham has a positive response with increased water depth applied. The treatment 6 (1.65 ETo) was the one with the highest efficiency rate of water use, with 1.26 kg m⁻³ for the production of fresh weight as a function of the water depth. The yield of essential oil was 59.12 kg ha⁻¹ at 120 days after transplanting, for treatment 7 (1.9 ETo). The mean crop coefficients (Kc) determined throughout the crop cycle ranged from 0.98 in the initial phase, 1.20 and 1.52 in vegetative growth during flowering.

Key words: consumption of water, evapotranspiration, biomass, essential oil

¹ Parte da Dissertação de Mestrado do primeiro autor

² Freelance. Fone: (38) 9812-2555. E-mail: otavioldl@gmail.com

³ UNIMONTES, Av. Reinaldo Viana, Bico da Pedra, CEP 39440-000, Janaúba, MG. Fone: (38) 3821-2756. E-mail: mauro.koji@unimontes.br; carlos.corsato@unimontes.br

⁴ UFMG/ICA. C.P. 135, Bairro Universitário, CEP 39404-006, Montes Claros, MG. Fone: (38) 2101-7722. E-mail: flaviogoliveira@ibest.com.br; ernane-martins@ufmg.br

⁵ Mestrando em Agroecologia. Fone: (38) 8403-2009. E-mail: pytchouai@gmail.com

INTRODUÇÃO

Historicamente, as plantas medicinais têm função importante para as populações tradicionais e seus princípios ativos servem como insumo para a fabricação de medicamentos, fornecendo também substâncias intermediárias, usados na produção de drogas semissintéticas. Segundo Martins et al. (2000), 80% da população mundial faz uso de alguma espécie medicinal no combate a algum problema de saúde e, com o aumento da demanda dos fitomedicamentos, esta opção vem sendo cada vez mais empregada na indústria farmacêutica, na forma de infusões, óleos essenciais, medicamentos e cosméticos.

O alecrim-pimenta (*Lippia sidoides* Cham.) é uma planta medicinal com excelente potencial para exploração comercial. Sua fitomassa apresenta grande potencial para o consumo in natura (infusões, chás, etc) e industrial, sendo aproveitada em diversas formas de uso. Sua principal forma de aproveitamento é o óleo essencial, contendo principalmente timol e carvacrol (Matos et al., 1999); possui valor econômico relevante, o que pode ser uma alternativa para o aumento de renda da agricultura familiar.

O alecrim-pimenta tem ação contra impinges, acne, pano branco, aftas, escabiose, caspa, maus odores nos pés e axilas, sarna e pé-de-atleta, além de atuar contra inflamações da boca e garganta, como antiespasmódico e estomáquico (Martins et al., 2000). O uso popular deste óleo tem amplo apoio experimental em termos de atividade antibacteriana (Bertini et al., 2005) e antifúngica (Fontenelle et al., 2007). Estudos demonstraram que o alecrim-pimenta apresenta efeito gastroprotetor em modelo de lesões gástricas induzidas por etanol (Monteiro et al., 2007). A planta também é indicada no tratamento da gengivite marginal em cães, comprovando seu uso veterinário (Girão et al., 2001).

Levando em consideração os estudos agrônômicos, verifica-se que a influência do sombreamento no cultivo de *Lippia sidoides* (Souza et al., 2007), indica que a produção de óleo essencial e a fitomassa são favorecidas sob luz plena, embora o sombreamento parcial não comprometa sua produção, visto que a luz controla o acúmulo de matéria seca na planta, contribuindo para o desenvolvimento vegetativo, porém sob a influência do sombreamento a planta se adapta à nova condição e regula seu metabolismo.

Um dos fatores mais importantes para o desenvolvimento de qualquer espécie é a água, cuja falta caracteriza uma das principais restrições ao crescimento e desenvolvimento das espécies cultivadas. Para atender à demanda mundial de alimentos, os agricultores praticam, então, a agricultura irrigada, com o objetivo de evitar perdas ou aumentar a produção. Resultados mostram que, à medida em que a lâmina de irrigação aumenta, um volume maior de água é disponibilizado para as plantas, diminuindo o gasto de energia, para absorvê-la (Santos & Carlesso, 1998).

Segundo Miranda & Pires (2001), a evapotranspiração é o processo simultâneo de transferência da água para a atmosfera por evaporação da água do solo e por transpiração das plantas. Para Pereira et al. (1997), evapotranspiração foi um termo utilizado por Thornthwaite, no início dos anos quarenta, para expressar a ocorrência simultânea da evaporação e da transpiração.

A metodologia para a programação adequada ao manejo da irrigação em função de medidas climatológicas, de forma quantificada, exige a aplicação de cálculos sequenciais a partir de equações formatadas previamente. De acordo com Medeiros et al. (2004), o Kc é um parâmetro relacionado aos fatores ambientais e fisiológicos das plantas devendo, preferencialmente, ser determinado para as condições locais nas quais será utilizado. Os valores quantificados das oscilações na demanda temporal com base no Kc, recomendados por Doorenbos & Kassam (1994), variam de acordo com a fase de desenvolvimento da cultura utilizada, uma vez que no ambiente atmosférico a dinâmica de fluxo de água é uma função conjunta dos fatores climáticos da região. O método de Penman-Monteith (FAO), é recomendado como método padrão para a definição e cálculo da evapotranspiração de referência, por levar em conta uma gama de dados climáticos em sua determinação.

Como é crescente o interesse pelas espécies com propriedades medicinais, muitos estudos referentes ao cultivo dessas plantas vêm sendo realizados mas a determinação das exigências hídricas desse grupo de plantas também é incipiente; sendo assim, o norte de Minas Gerais é uma região com abundância de espécies mais deficitária em recursos hídricos.

Neste contexto, determinou-se a lâmina total de água consumida em determinado ciclo do alecrim-pimenta, os coeficientes da cultura ao longo deste período do ciclo nas condições climáticas da região e a eficiência do uso da água em relação à sua massa fresca e ao óleo essencial, bem como a produção de biomassa e o óleo essencial, em Montes Claros, sob regime de irrigação.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi instalado na área experimental do Instituto de Ciências Agrárias (ICA) da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG) situado no município de Montes Claros, MG, cujas coordenadas geográficas são 16° 41' S e 43° 50' W e altitude de 646,29 m. O clima é denominado Aw – clima tropical de savana com inverno seco e verão chuvoso, também classificado como semiárido, segundo a classificação de Köppen.

O experimento ocorreu no período de 15 de maio a 15 de setembro de 2009. O tipo de solo na área é classificado como Latossolo Vermelho-Amarelo, de textura argilosa.

Na quantificação da água disponível no solo utilizou-se o método de balanço de água no solo; para isto, foi montada uma estrutura que permite o armazenamento da água percolada em cada parcela experimental.

No processo de construção foram utilizados lisímetros de drenagem com capacidade para 1 m³ e diâmetro médio de 1,305 m (caixas de fibra com diâmetro superior de 1,51 m e inferior de 1,10 m) e altura de 0,76 m. Esses lisímetros foram preenchidos com 950 kg de solo seco. O volume ocupado foi de 0,9 m³ e a densidade do solo correspondeu a 1060 kg m⁻³; cada lisímetro foi conectado a um coletor, com capacidade para 7 L, por meio de tubos de PVC de ½”, com o objetivo de coletar a água drenada.

O experimento foi conduzido em uma área de 22 m de comprimento por 10 m de largura, na qual foram instalados 21 lisímetros de drenagem.

As mudas foram produzidas a partir de estacas obtidas no Horto Medicinal do ICA/UFMG. Adotou-se o delineamento em blocos casualizados com sete tratamentos e três repetições, totalizando 21 parcelas; os tratamentos foram constituídos de sete lâminas de água correspondentes a 0,5; 0,75; 1,0; 1,2; 1,4; 1,65 e 1,9 vezes a ETo, compondo os tratamentos T1; T2; T3; T4; T5; T6 e T7, respectivamente.

O plantio do alecrim-pimenta foi realizado em covas com espaçamento de 0,4 m entre fileiras e 0,4 m entre plantas na linha, formando uma área por planta de 0,16 m², totalizando nove plantas por lisímetro (composto de três fileiras com três plantas cada um), sendo 189 plantas no total do experimento. A adubação foi realizada com esterco de curral curtido na quantidade de 12 kg m⁻², ou 0,48 kg por cova, sendo a cova de 0,20 x 0,20 m.

O solo de cada parcela experimental foi saturado e as caixas foram tampadas para impedir a evaporação da água a fim de se obter a capacidade de campo após a drenagem total, que ocorreu três dias depois da saturação; com isto se permitiu o início do experimento para a realização do balanço hídrico.

Em seguida às drenagem total dos lisímetros, realizou-se o transplântio das mudas, 30 dias após o plantio das estacas, realizado em 18/05/2009.

Para o experimento, o fator de disponibilidade de água no solo foi estipulado a partir do conhecimento empírico da alta exigência hídrica da espécie e em razão das condições climáticas de Montes Claros proporcionarem uma alta evapotranspiração (baixa umidade relativa do ar e altas temperaturas), sendo seu valor igual a 0,7. Para a eficiência de aplicação (Ea), utilizou-se o valor máximo (1), por se tratar de lâmina aplicada diretamente dentro do lisímetro.

As irrigações foram realizadas com turno de rega de três dias, a água foi aplicada por meio de uma mangueira de jardim pressurizada conectada a um hidrômetro para quantificação, de acordo com os tratamentos estabelecidos; diariamente, era feita a coleta da água drenada de cada lisímetro, em coletores de 7 L, no posto de coleta dos lisímetros e medida em proveta de 1000 mL. Considerou-se, no presente trabalho, um volume de solo de profundidade de 0,70 m, para as determinações dos componentes do balanço hídrico da cultura do alecrim-pimenta.

Obteve-se a evapotranspiração da cultura correspondente ao consumo de água pela planta, através do volume aplicado menos o volume drenado, ao longo do ciclo. Os dados climáticos necessários para o método foram obtidos na estação Meteorológica, instalada no Instituto de Ciências Agrárias da UFMG, em Montes Claros, à distância de 10 m em relação ao experimento.

Utilizando os valores diários das evapotranspirações de referência e da cultura para os tratamentos com maiores produtividades ocorridos por maior disponibilidade hídrica, calcularam-se os coeficientes de cultura nas diferentes fases fenológicas, por meio da Eq. 1, apresentada por Doorenbos & Pruitt (1975), como:

$$Kc = \frac{ETc}{ETo} \quad (1)$$

em que:

ETc - evapotranspiração da cultura, em mm dia⁻¹

ETo - evapotranspiração de referência, em mm dia⁻¹

Para efeito do cálculo dos coeficientes de cultivo médios, o ciclo da cultura foi dividido em quatro fases fenológicas, definidas de acordo com a metodologia de Doorenbos & Pruitt (1975), da seguinte forma: I) fase inicial: do plantio até 10% de cobertura do solo; II) fase de crescimento: do final da fase inicial até a cobertura total do solo; III) fase intermediária: do estabelecimento da cobertura total do solo até o início da maturação dos frutos e IV) fase final: colheita.

Em virtude da cultura não ter atingido seu último estágio de desenvolvimento (fase IV) utilizaram-se, para efeito do cálculo do coeficiente de cultivo (Kc), as três primeiras fases, uma vez que sua parte comercial (parte aérea), deve ser utilizada antes da senescência. Verificou-se para este cálculo, que a fase inicial de cultivo foi estabelecida do transplântio até os primeiros 25 dias; a fase de desenvolvimento vegetativo foi estabelecida do 26 até o 79º dia; já a fase de florescimento, do 80º dia até o 118º dias após o transplântio.

De acordo com Doorenbos & Kassam (1994), a eficiência do uso de água (EUA) das culturas pode ser determinada tanto para a produção biológica como para a produção de toda a planta ou parte dela, e neste trabalho ela foi determinada para a produção de matéria fresca e do óleo essencial do alecrim-pimenta, por meio da relação entre a massa fresca ou verde total produzida (e óleo essencial) em t ha⁻¹ (ou kg ha⁻¹) e a quantidade de água consumida pela cultura na parcela em m³ ha⁻¹, expressa em t m⁻³ (ou kg m⁻³). A eficiência do uso de água foi obtida por meio da Eq. 2:

$$EUA = \frac{Y}{W} \quad (2)$$

em que:

EUA - eficiência do uso da água, t m⁻³ (ou kg m⁻³)

Y - rendimento da cultura, t ha⁻¹

W - quantidade de água consumida pela cultura, m³ ha⁻¹

Realizou-se a colheita 120 dias após o transplântio, cortando-se os ramos inteiros das plantas até a altura de 15 cm acima da superfície do solo. Amostras do material fresco contendo folhas e caules (cerca de 100 g), foram submetidas a extração e determinação do teor de óleo essencial (T). Duas amostras de 100 g por cada tratamento foram retiradas, totalizando 42 amostras, para a extração de óleo essencial. A extração foi realizada por hidrodestilação em aparelho de Clevenger, por quatro horas, e o resultado expresso em g de óleo por 100 g de matéria seca (Ming et al., 1996).

Realizaram-se as determinações do teor de óleo essencial apenas no dia da colheita, isto é, aos 120 dias, que foram utilizadas para o cálculo do rendimento de óleo essencial. Os resultados foram submetidos à análise de regressão.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Figura 1 demonstra que a evapotranspiração da cultura foi maior no tratamento correspondente à maior lâmina de água (tratamento 7), fato explicado pela maior disponibilidade hídrica para a planta, ocasionando maior consumo de água por transpiração e consequente aumento na produção de matéria seca (12,4 g planta⁻¹ para o tratamento 1, que é de menor lâmina e 77,2 g planta⁻¹ para o tratamento 7) e perda por evaporação em virtude do tratamento possuir maior teor de água no solo.

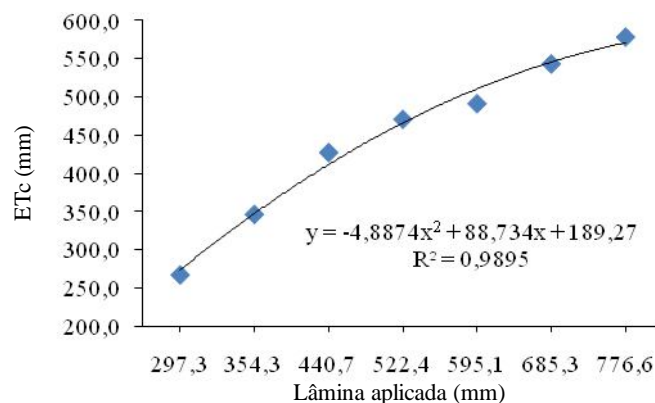


Figura 1. Evapotranspiração do alecrim-pimenta (*Lippia sidoides* Cham.) em níveis crescentes de lâminas de água aplicadas

A resposta mais proeminente das plantas ao déficit hídrico, segundo Mcree & Fernández (1989), consiste no decréscimo da produção da área foliar, do fechamento dos estômatos, da aceleração da senescência e da abscisão das folhas, culminando na redução da produção. Esses fatos podem explicar os resultados obtidos neste trabalho, no qual as menores lâminas de água foram responsáveis pelas menores produções e as maiores lâminas culminaram em produções de matéria seca maiores.

A Figura 2 demonstra os resultados obtidos da evapotranspiração da cultura (ETc) de todos os tratamentos, ao longo do ciclo do alecrim-pimenta. Observa-se crescimento gradativo no valor de ETc em decorrência do desenvolvimento

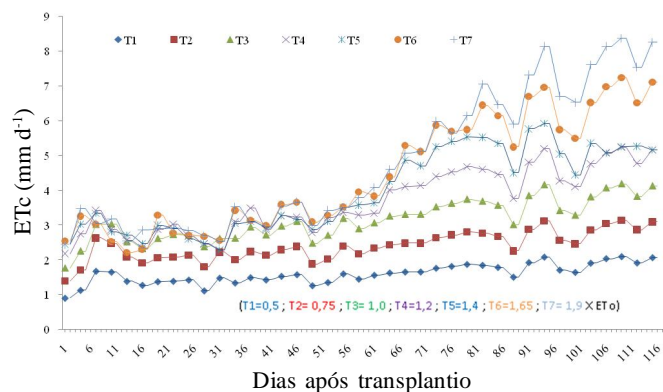


Figura 2. Evapotranspiração diária da cultura (ETc) para o período de 15 de maio a 15 de setembro de 2009 do alecrim-pimenta submetido a níveis crescentes de lâmina d'água

da planta, sobremaneira a partir do 45º dia após o transplantio, em que a planta se encontra praticamente no meio de sua fase de desenvolvimento vegetativo (26 até o 79º dia), e também diversas oscilações em alguns períodos, em virtude, sobretudo, da queda de temperatura média. O tratamento T7 apresenta maior ETc a partir do 80º dia após o transplantio, aproximadamente.

Em experimento realizado por Costa Filho et al. (2006), avaliou-se a influência de diferentes regimes hídricos (0, 50, 75 e 100% de água disponível) sobre o crescimento e desenvolvimento de *Ocimum gratissimum* L. e se verificou que o crescimento dos indivíduos foi semelhante até o 21º dia após o transplantio; após este período a diferença foi significativa nos indivíduos que receberam maior suprimento hídrico.

Observaram-se diferenças significativas na variável óleo essencial (T); desta forma, o teor de óleo essencial cresceu de forma quadrática com o aumento da lâmina e pela produção máxima até o dia da colheita (Figura 3), indicando que o estresse hídrico resultou em menor produção de óleo; já a lâmina por excesso apresenta maior teor de óleo na produção de fitomassa. De maneira similar, Santos & Innecco (2004) observaram em experimento com *Lippia alba*, no qual foram realizadas apenas duas colheitas, aos 60 e aos 120 dias, que esta última proporcionou o maior rendimento de óleo. Segundo os autores, tal resultado ocorreu pelo fato da planta estar plenamente estabelecida na segunda colheita.

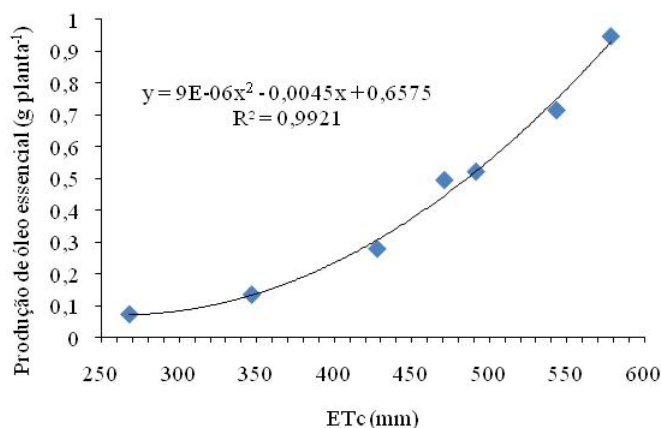


Figura 3. Produção de óleo essencial (tratamento) da parte aérea do alecrim-pimenta (*Lippia sidoides* Cham.) em função da ETc

Pode-se perceber, na Figura 3, que as maiores lâminas d'água proporcionaram maiores produções de óleo essencial (T7) aos 120 dias após o transplantio do alecrim-pimenta (0,95 g planta⁻¹) visto que, em trabalho apresentado por Figueiredo et al. (2009), com a mesma espécie em Montes Claros, elas apresentaram valores de 2,34 ± 1,15 g de óleo essencial aos 180 dias; recomendam-se, portanto, maiores lâminas d'água aos 180 dias após o transplantio.

Percebe-se, neste trabalho, que quanto maior a disponibilidade hídrica maior também é a produtividade de óleo essencial, contrapondo valores encontrados por Martins et al. (2000).

A eficiência de uso da água (EUA) para a produção de matéria fresca em função da lâmina aplicada, apresentada na

Figura 4A, alcançou o valor máximo de $1,26 \text{ kg m}^{-3}$ no tratamento 6 ($1,65 \times \text{ETo}$) de segunda maior lâmina de água, diminuindo até o tratamento, correspondente à menor lâmina de água, ao valor de $0,39 \text{ kg m}^{-3}$.

Demonstra, também, haver um limite de resposta da EUA em função da quantidade de água aplicada, que nem sempre otimiza o recurso d'água (Souza et al., 2005); deve-se, portanto, atentar para o volume de água a ser aplicado a fim de não onerar o custo de produção da cultura do alecrim-pimenta visto que a água é um bem de custo elevado nos dias de hoje. Este limite de resposta da EUA representa um gasto maior de água não só pela cultura e, sim, também pela perda por evaporação e percolação do excesso de água, pois os valores de matéria fresca e seca obtidos no cultivo do alecrim-pimenta demonstram resposta positiva ao aumento de lâmina d'água.

A determinação da eficiência do uso da água é de grande importância para a otimização do recurso água. A Figura 4B apresenta a eficiência de uso de água para o óleo essencial, demonstrando uma relação direta na produção de óleo essencial ao aumento de lâmina de água, apresentando valores de $7,61 \text{ g m}^{-3}$ no tratamento 7 ($1,9 \times \text{ETo}$) de maior lâmina de água, diminuindo até o tratamento correspondente à menor lâmina de água, ao valor de $1,53 \text{ g m}^{-3}$.

Os valores médios de coeficiente de cultura (Kc) representados pela relação entre a evapotranspiração da cultura (ETc) e a evapotranspiração de referência (ETo), estão

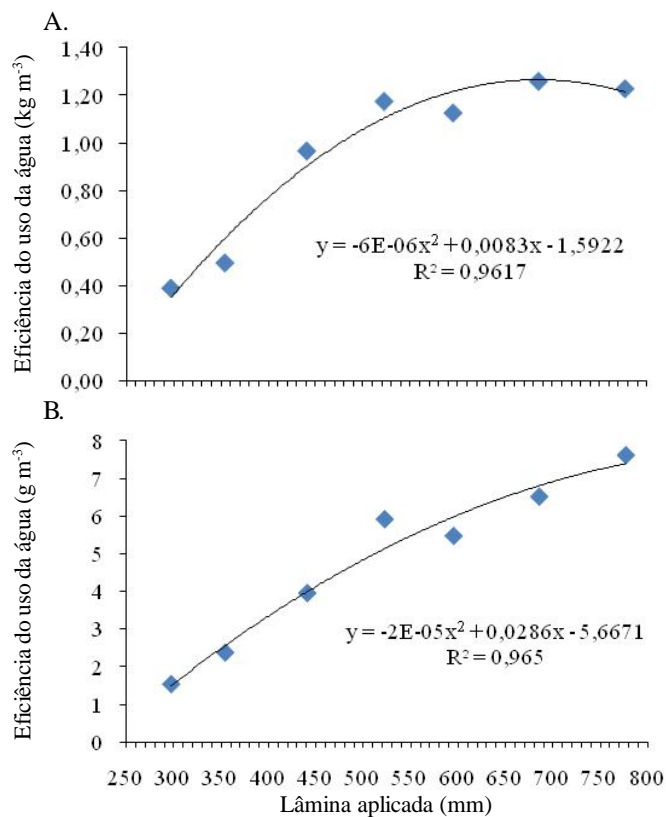


Figura 4. Eficiência do uso de água de irrigação para a produção de matéria fresca em alecrim-pimenta (*Lippia sidoides* Cham.) em kg m^{-3} (A) e para a produção de óleo essencial em g m^{-3} (B) em função das lâminas de água aplicadas

apresentados na Figura 5; a fase final não foi mencionada em virtude da cultura não ter chegado a essa fase.

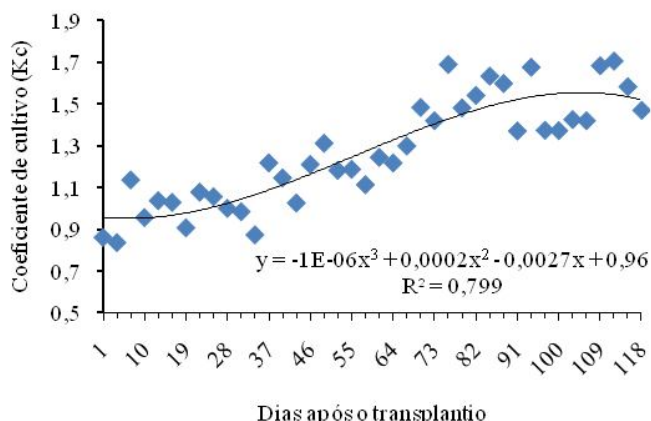


Figura 5. Coeficiente de cultura (Kc) do alecrim-pimenta (*Lippia sidoides* Cham.) em decorrência do seu estágio de desenvolvimento

O coeficiente de cultura (Kc) variou ao longo dos estágios de seu desenvolvimento, observando-se valores médios de 0,98 na fase inicial (0-25 dias após transplantio - DAT), 1,20 no desenvolvimento vegetativo (26-79 DAT) e 1,52 (80-118 DAT) no florescimento.

Observa-se que esses valores são bastante altos por demonstrarem a variabilidade observada entre os valores de Kc. Em trabalho realizado por Moreira et al. (2009) com alecrim-pimenta em vaso, também se observou esta grande variabilidade no Kc no decorrer das fases fenológicas, os quais variaram de 0,73 a 1,43, fato correlacionado com a diferenciação das exigências hídricas durante as fases fenológicas da cultura que ainda não foram determinadas por estudos; deste modo, ressalta-se a necessidade de mais pesquisas a respeito dos estágios de desenvolvimento da cultura em questão, pois se pode perceber que este alto Kc demonstra que o alecrim-pimenta possui alta demanda hídrica. Teixeira et al. (1999), salientam que os valores de Kc variam também com a variedade, manejo cultural, sistema de irrigação, tipo e cobertura do solo e método de estimativa de ETo adotado.

Ante os dados apresentados neste trabalho percebe-se que, em sua maioria, houve uma resposta positiva de produtividade do alecrim-pimenta por meio do aumento de lâmina d'água. Levando em consideração o crescimento, deve-se considerar que em alguns tratamentos ocorreu maior produtividade de folhas; em outros, maior comprimento dos ramos, o que pode interferir no diâmetro do caule. Vários tratamentos podem apresentar muito peso em relação ao caule devido o diâmetro e a altura serem de maior valor do que os demais tratamentos.

Por fim, o tratamento T7 apresentou melhor resposta para os parâmetros de desenvolvimento a partir do 80º dia após ter ocorrido o transplantio, o mesmo se constatando para a eficiência de uso de água para o óleo essencial; já o tratamento T6 apresentou melhores relações para a eficiência de uso de água para a matéria fresca.

CONCLUSÕES

1. A produção de óleo essencial de alecrim-pimenta respondeu positivamente ao aumento da lâmina de água; a lâmina aplicada de 685,3 mm foi responsável pela eficiência do uso da água (EUA) mais elevada, 1,26 kg m⁻³ para a produção de matéria fresca, enquanto para a produção de óleo essencial a maior lâmina (776,6 mm) aplicada foi responsável pela melhor eficiência do uso de água 7,61 g m⁻³

2. Os coeficientes de cultura (Kc) médios determinados em todo o ciclo da cultura variaram de 0,98 na fase inicial, 1,20 no desenvolvimento vegetativo e 1,52 no florescimento.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Laboratório de Plantas Medicinais da UFMG/ICA, à FAPEMIG, pelo suporte financeiro, e à CAPES E CNPq, pelas bolsas de mestrado.

LITERATURA CITADA

- Bertini, L. M.; Pereira, A. F.; Oliveira, C. L. L.; Menezes, E. A.; Morais, S. M.; Cunha, F. A.; Cavalcanti, E. S. B. Perfil de sensibilidade de bactérias frente a óleos essenciais de algumas plantas do Nordeste do Brasil. *Revista Infarma*, v.17, p.80-83, 2005.
- Costa Filho, L. O.; Encarnação, C. R. F.; Oliveira, A. F. M. Influência hídrica e térmica e desenvolvimento de *Ocimum gratissimum* L. *Revista Brasileira de Plantas Mediciniais*, v.8, p.8-13, 2006.
- Doorenbos, J.; Kassam, A. H. Efeito da água no rendimento das culturas. Campina Grande: UFPB, 1994. 306p. Estudos FAO: Irrigação e Drenagem, 33
- Doorenbos, J.; Pruitt, W. O. Crop water requirement's: Revised, Roma: FAO, 1975. 144 p. Irrigation and Drainage Paper, 24
- Figueiredo, L. S.; Bonfim, F. P. G.; Siqueira, C. S.; Fonseca, M. M.; Silva, A. H.; Martins, E. R. Efeito da época de colheita na produção de fitomassa e rendimento de óleo essencial de alecrim-pimenta (*Lippia sidoides* Cham.). *Revista Brasileira de Plantas Mediciniais*, v.11, p.154-158, 2009.
- Fontenelle, R. O. S.; Morais, S. M.; Brito, E. H. S.; Kerntopf, M. R.; Brillhante, R. S. N.; Cordeiro, R. A.; Tomé, A. R.; Queiroz, M. G. R.; Nascimento, N. R. F.; Sidrim, J. J. C.; Rocha, M. F. G. Chemical composition, toxicological aspects and antifungal activity of essential oil from *Lippia sidoides* Cham. *Journal of Antimicrobial Chemotherapy*, v.59, p.934-940, 2007.
- Girão, V. C. C.; Pinheiro, D. C. S. N.; Morais, S. M. de.; Gioso, M. A. Efeito protetor do extrato etanólico de *Lippia sidoides* (alecrim-pimenta) nas gengivites marginais de cães. *Ciência Animal*, v.11, p.13-16, 2001.
- Martins, E. R.; Castro, D. M.; Castelani, D. C.; Dias, J.E. Plantas medicinais. Viçosa: UFV, Imprensa Universitária, 2000. 220p.
- Matos, F. J. A.; Machado, M. I. L.; Craveiro, A. A.; Alencar, J. W. Silva, M. G. Medicinal plants of Northeast Brazil containing thymol and carvacrol - *Lippia sidoides* Cham. and *L. gracillis* H. B. K. (Verbenaceae). *Journal of Essential Oil Research*. v.11, p.666-668, 1999.
- McCree, K. J.; Fernández, C. J. Simulation model for studung physiological water atress responses of whole plants. *Crop Science*, v.29, p.353-360, 1989.
- Medeiros, G. A.; Arruda, F. B.; Sakai, E. Relações entre o coeficiente de cultura e cobertura vegetal do feijoeiro: Erros envolvidos e análises para diferentes intervalos de tempo. *Acta Scientiarum*, v.26, p.513-519, 2004.
- Ming, L. C.; Figueiredo, R. O.; Machado, S. R.; Andrade, R. M. C. Yield of essential oil of and citral content in different parts of lemongrass leaves (*Cymbopogon citratus* (D.C.) Stapf.) Poaceae. *Acta Horticulturae*, v.1, p.555-559, 1996.
- Miranda, J. H.; Pires, R. C. de M. Série Engenharia Agrícola Irrigação. Piracicaba: FUNEP, 2001. 410p.
- Monteiro, M. V. B.; Leite, A. K. R. M.; Bertini, L. M.; Morais, S. M.; Nunes-Pinheiro, D. C. S. Topical anti-inflammatory, gastroprotective and antioxidant effects of the essential oil of *Lippia sidoides* Cham. leaves. *Journal of Ethnopharmacology*, v.111, p.378-382, 2007.
- Moreira, E. D. S.; Oliveira, F. G.; Figueiredo, F. P.; Melo, M. T. P. DE.; Carvalho Junior, W. G. O.; Martins, E. R. Evapotranspiração e coeficiente da cultura do alecrim-pimenta (*Lippia sidoides* Cham.) sob diferentes lâminas de irrigação. in: congresso nacional de irrigação e Drenagem, 57, 2009, Monte Claros. Anais... Montes Claros: UFV, 2009.
- Pereira, A. R.; Nova, N. A. V.; Sediyaama, G. C. Evapo(transpi)ração. Piracicaba: FEALQ, 1997. 183p.
- Santos, M. R. A.; Innecco, R. Adubação orgânica e altura de corte da erva-cidreira brasileira. *Horticultura Brasileira*, v.22, p.182-185, 2004.
- Santos, R. F.; Carlesso R. Déficit hídrico e os processos morfológico e fisiológico das plantas. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.2, p.287-294, 1998.
- Souza, M. F. de; Gomes, P. A; Souza Júnior, I. T.; Fonseca, M. M.; Siquiera, C. S; Figueiredo, L. S. de; Martins, E. R. Influência do sombreamento na produção de fitomassa e óleo essencial em Alecrim-pimenta (*Lippia sidoides* Cham.) *Revista Brasileira de Biociências*, v.5, p.108-110, 2007.
- Souza, V. F. de; Frizzone, J. A. de; Folegatti, M. V.; Viana, T. V. de A. Eficiência do uso de água pelo maracujazeiro amarelo sob diferentes níveis de irrigação e doses de potássio. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.9, p.302-306, 2005.
- Teixeira, A. H. C.; Azevedo, P. V. de; Silva, B. B. da; Soares, J. M. Consumo hídrico e coeficiente de cultura da videira na região de Petrolina, *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*. v.3, p.413-416, 1999.