

Aplicação de lâminas de irrigação em função da evaporação de mini-tanque evaporímetro no cultivo de mudas de pinhão manso

Reginaldo Ferreira Santos¹; Carlos Emir Scandolara Furlanetto²; Wesley Esdras Santiago³; Augustinho Borsoi¹ e Deonir Secco¹

¹ Faculdade Assis Gurgacz – FAG e Programa de Mestrado em Energia na Agricultura da Universidade Estadual do Oeste do Paraná.

² Curso de Agronomia da FAG - Avenida das Torres n. 500, CEP: 85.806-095, Bairro Santa Cruz, Cascavel, PR. caremir@uol.com.br, reginaldof@fag.edu.br

Resumo: O objetivo deste trabalho foi estimar e avaliar o comportamento das diferentes variáveis fenométricas do pinhão manso, submetido ao manejo de reposição da água, utilizando evaporímetro alternativo para as medições de evaporação. O pinhão manso é uma oleaginosa, que pode obter destaque na produção de biodiesel no Brasil, sendo uma planta perene aparenta resistência a condições adversas de clima e solo. O experimento foi conduzido na Fazenda Escola da Faculdade Assis Gurgacz, Cascavel, PR. O cultivo foi realizado em vasos sob estufa de polietileno de baixa densidade nos meses de fevereiro a abril de 2009, com diferentes níveis de irrigação tomando como base a evaporação de um minitanque evaporímetro. O delineamento foi inteiramente casualizado com cinco tratamentos e quatro repetições, consistindo no manejo de 50%, 100%, 150%, 200% e 250% de reposição da evaporação. As variáveis fenométricas avaliadas foram diâmetro do caule, altura de planta, número de folhas, comprimento de raiz e massa seca e fresca de folhas, caule e raiz. Foi feita a análise de variância e regressão utilizando o programa ASSISTAT 7.5. As variáveis analisadas apresentaram respostas positivas ao aumento da lâmina de irrigação, sendo o tratamento com 250% o que apresentou maiores médias de características fenométricas para peso da folha seca e verde, peso do caule seco e verde, peso da raiz seca e verde, comprimento do caule, diâmetro do caule e comprimento da raiz, com exceção da quantidade de folhas que teve o tratamento com 200% obtendo o maior resultado entre os tratamentos. Deste modo, se conclui que para a cultura de pinhão manso a irrigação deve ser aplicada em níveis acima de 200% da evaporação.

Palavras-chave: *Jatropha curcas*, estresse hídrico, evapotranspiração.

Application of irrigation water due to the evaporation of mini-tank evaporimeter in the cultivation of jatropha seedlings

Abstract: The aim of this study was to estimate and evaluate the behavior of different growth variables of jatropha, submitted to the management of replacement of water by using evaporimeter alternative for measurements of evaporation. *Jatropha curcas* is an oil, which can get highlighted in the production of biodiesel in Brazil and is a perennial plant resistance appears to adverse climate and soil. The experiment was conducted at the Faculty of Assis School Gurgacz, Cascavel. The cultures were grown in pots under greenhouse low density polyethylene in the months February to April 2009, with different levels of irrigation building on the evaporation of a evaporimeter. The completely randomized design with four replications and five treatments, consisting in the management of 50%, 100%, 150%, 200% and 250% replacement of evaporation. The growth variables were measured stem diameter, plant height, leaf number, root length and fresh and dry weight of leaves, stems and roots. It was made by analysis of variance and regression using the program ASSISTAT 7.5. The

variables analyzed showed positive responses to increased irrigation, and treatment with 250% presented the highest average weight for phenometric characteristics of dry and green leaf, stem dry weight and green, dry root weight and green, length stem, stem diameter and root length, except the amount of leaves that had treatment with 200% achieving the highest result among the treatments. Thus, we conclude that for the cultivation of *Jatropha* to irrigation should be applied at levels above 200% of evaporation.

Key words: *Jatropha curca*, water deficit, evapotranspiration.

Introdução

O pinhão manso tem se destacado como oleaginosa por suas características, como rusticidade, resistência a estresse hídrico e solos com baixa fertilidade, facilidade de tratos culturais e por seus diversos usos (Drumound, 2008). Segundo Severino *et al.* (2006), em diversos países, há programas ou iniciativas incentivando o plantio de pinhão manso, mas em nenhum deles esta cultura é tradicional, nem existem lavouras bem estabelecidas (com pelo menos 5 anos) onde se possa confirmar sua produtividade e rentabilidade.

O solo armazena água proveniente das chuvas, esta água pode retornar a atmosfera através da evaporação direta do solo e da transpiração através das plantas, devido a necessidade de estimação destes fatores, denominou-se a evapotranspiração, que é a soma da evaporação da água do solo e da transpiração da água das plantas. A evapotranspiração é normalmente expressa em milímetros (mm) por espaço de tempo, este tempo pode variar de entre horas até décadas, sendo muito comum verificarmos as exigências hídricas de culturas em milímetros (mm) por ciclo da cultura. Pode-se estimar esta necessidade através de lisímetros ou estimá-la através de equações (Filgueira, 2000).

O uso da irrigação em período de seca é primordial para o cultivo das espécies agrícolas. No Brasil muitos produtores ainda utilizam a irrigação baseada em experiências individuais, o que pode levar a excesso ou a falta de água em períodos críticos do cultivo. A deficiência de água no solo é normalmente o fator limitante para a obtenção de produtividades (Marouelli e Silva, 1996). Assim, a reposição de água no solo por meio da irrigação na quantidade adequada e no momento oportuno é decisiva para o sucesso da produção. Faz-se necessário um manejo adequado da água e um controle rigoroso da umidade do solo durante o ciclo de desenvolvimento da cultura (Andrade Junior e Klar, 1997).

É importante identificar os períodos críticos de utilização da água em cada cultura, em algumas plantas é nesta fase que ocorre um considerável incremento de peso e produtividade. Visando uma maior produtividade, a quantidade de água útil disponível no solo deve ser

mantida acima de 80% em todo o ciclo da cultura, normalmente, quanto maior a quantidade de água útil disponível no solo, maior a produtividade (Filgueira, 2000).

Segundo Santos *et al.* (1994), o manejo da água na agricultura, através dos estudos agrometeorológicos, destaca-se como uma prática de múltiplas aplicações, principalmente sobre projetos e operação de sistemas de irrigação. No entanto, uma estimativa da quantidade de água necessária para que uma cultura qualquer não tenha o seu crescimento ou desenvolvimento afetado por estresse hídrico se faz necessária, esta estimativa é definida como evapotranspiração máxima.

Segundo Albuquerque *et al.*, (1997), os estudos sobre a evapotranspiração têm-se desenvolvido muito rapidamente nos últimos anos, em função do progresso na coleta e processamento de dados, em decorrência do incremento da informática como uma ferramenta útil nesse campo. Entretanto, embora haja essa grande facilidade, a aquisição de instrumentação elaborada é ainda onerosa e envolve metodologia, geralmente, sofisticada e laboriosa.

O custo relativamente elevado do tanque classe A, torna a utilização de evaporímetros alternativos muito atrativa, em alguns casos, como por exemplo, o de pequenos sistemas de irrigação, a variação entre o sistema classe A e o evaporímetro alternativo é considerada aceitável, sendo esta variação de aproximadamente 18% (Cruz e Barreto, 2002).

Varias pesquisas tem surgido com o intuito de conhecer melhor as exigências e produtividade e manejo do pinhão manso devido principalmente, às recentes alterações climáticas globais. Neste sentido a evapotranspiração, a irrigação e manejo das culturas, podem ser considerados como fatores relevantes na produtividade das culturas.

O objetivo deste trabalho foi estimar e avaliar as diferentes variáveis fenométricas do pinhão manso, submetido ao manejo de reposição da água, utilizando evaporímetro alternativo para as medições de evaporação.

Material e Métodos

O experimento foi realizado no Centro de difusão de Tecnologia da Faculdade Assis Gurgacz durante os meses de fevereiro a abril de 2009, localizado na latitude 24°56'39.37''S e longitude 53°30'30.74''O, com uma elevação aproximada de 695 metros. O solo utilizado foi coletado numa profundidade de 20 cm do perfil horizontal, em área virgem alocada no mesmo local do experimento, ao solo foi introduzido 10% de esterco de gado curtido, formando uma fração 9:1.

O cultivo foi realizado em estufa de polietileno de baixa densidade. Adotou-se o delineamento inteiramente casualizado, com quatro repetições e cinco tratamentos, perfazendo um total de 20 parcelas, cada parcela foi representada por um vaso plástico com capacidade de 18 litros. Os tratamentos foram constituídos pelo manejo de 50%, 100%, 150%, 200% e 250% de reposição de água, baseado na evaporação de dois minitanques evaporímetros, formados de PVC com diâmetro de 20mm. Os minitanques estavam localizados entre as parcelas, a uma altura de um metro, apoiados por um pedestal. Estes evaporímetros eram verificados e preenchidos com água até a altura de 5mm da borda periodicamente.

Após 71 dias do início do experimento, no momento da coleta, foram pesadas e contabilizadas as folhas, o diâmetro (cm), altura (cm) e peso do caule (g) e comprimento (cm) e peso das raízes (g), logo após as partes das plantas foram secadas em estufa de ventilação forçada a uma temperatura de 65°C por um período de 48 horas.

Após a coleta dos dados foram realizado a análise da variância, o teste de comparação de média e a análise de regressão.

Resultados e Discussão

Os dados de evaporação do minitanque evaporímetro, coletados durante o período de aplicação dos tratamentos, são apresentados na figura 1. A evaporação máxima foi de 4,1mm.dia⁻¹, a mínima foi de 0,80mm.dia⁻¹ e a média de todas as medidas efetuadas foi de 2,1mm dia⁻¹.

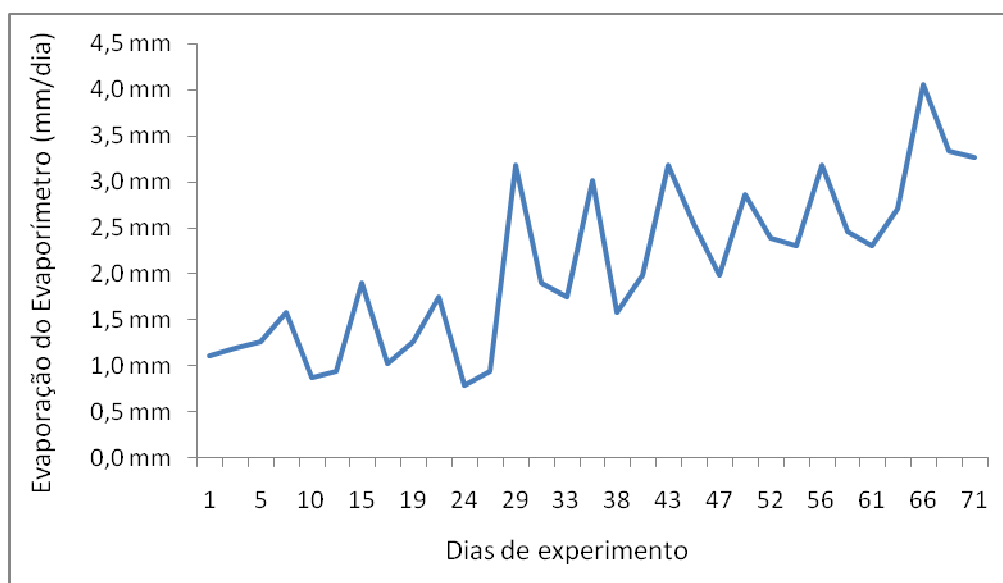


Figura 1: Evaporação do minitanque evaporímetro (mm/dia)

Os valores acumulados das lâminas de irrigação aplicadas nos tratamentos são encontrados na Figura 2. 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 término do experimento (71 dias após o plantio) de aproximadamente 45mm, 91mm, 136mm e 181mm, 227mm nos tratamentos T50, T100, T150, T200 e T250, respectivamente. A lâmina aplicada no tratamento T250 foi cinco vezes superior à lâmina aplicada no tratamento T50, evidenciando ter ocorrido uma ampla variação no teor de água no solo para o desenvolvimento do pinhão manso.

É importante salientar que, nessas lâminas de irrigação por tratamento não foi considerada a irrigação feita até o período de estabelecimento da cultura.

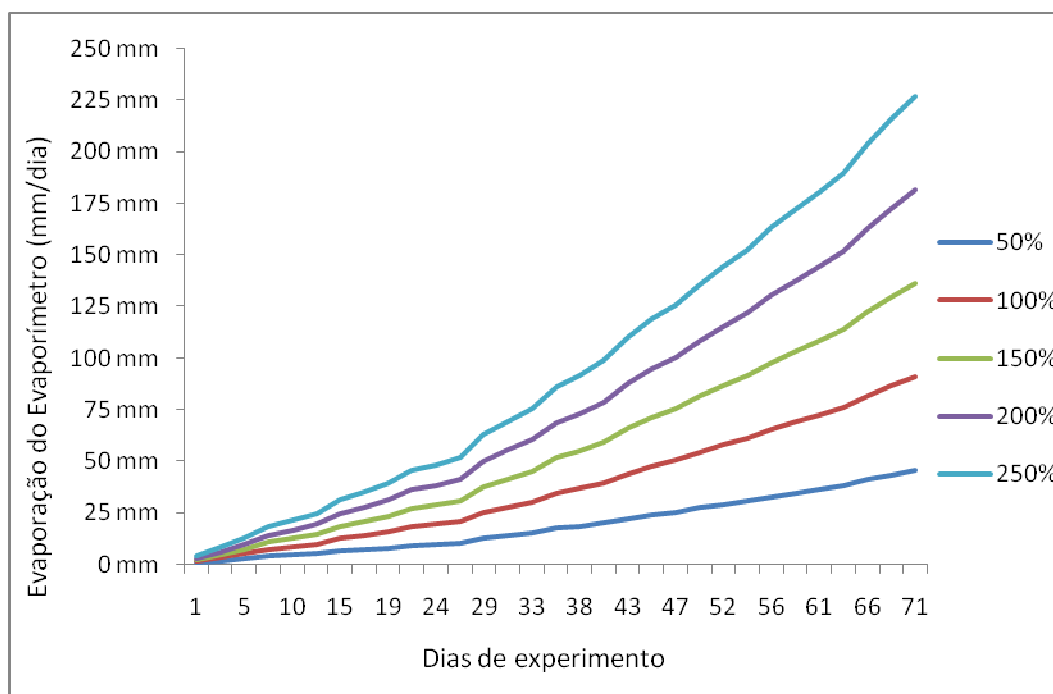


Figura 2: Irrigação acumulada nos tratamentos em função dos níveis de irrigação.

Na Tabela 1, são apresentados os dados médios relativos ao peso da folha seca, peso do caule seco, peso da raiz seca, peso da folha verde, peso do caule verde, peso da raiz verde para os diferentes níveis de irrigação. Os níveis de irrigação baseados na evaporação do minitanque evaporímetro afetaram significativamente os componentes de produção (peso da folha seca, peso do caule seco e peso da raiz verde) ao nível de 1% de significância, expressando de uma maneira geral, a mesma tendência observada por Júnior e Klar (1997) ao avaliar desenvolvimento de alface a 5% de significância.

De acordo com o coeficiente de variação, os dados apresentaram-se homogêneos com baixa dispersão, indicando valores mais representativos para o peso da folha verde e peso do caule verde (8,46% para ambos) que ocorreu devido a diferença na disponibilidade de água e conseqüente absorção pelas plantas. Efeito oposto foi observado no peso do caule seco (3,01%) em virtude da retirada da água através de secagem na estufa, o que proporcionou maior padronização das repetições.

Tabela 1: Resumo da análise de regressão do peso seco e verde das plantas.

	Massa seca da folha	Massa seca do caule	Massa seca da raiz	Massa fresca da folha	Massa fresca do caule	Massa fresca da raiz
MG	18,35*	26,35*	13,35 *	75,78 *	75,78 *	136,44 *
CV	6,9098	3,0168	6,5712	8,46	8,46	7,31
R ²	0,9988	0,9999	0,9612	0,9897	0,9897	0,9997

MG: Média geral; CV: Coeficiente de variação; * Significativo ao nível de 1% de probabilidade pelo teste de Tukey; Ns: Não significativo ao nível de 1% de probabilidade pelo teste de Tukey; R²: Coeficiente de Regressão.

Segundo a linha de tendência das variáveis relativas ao peso seco das plantas e do peso verde, há forte evidência que o aumento na lâmina de água disponibilizada para os tratamentos implica em um maior desenvolvimento da planta como pode ser observado nas figuras abaixo.

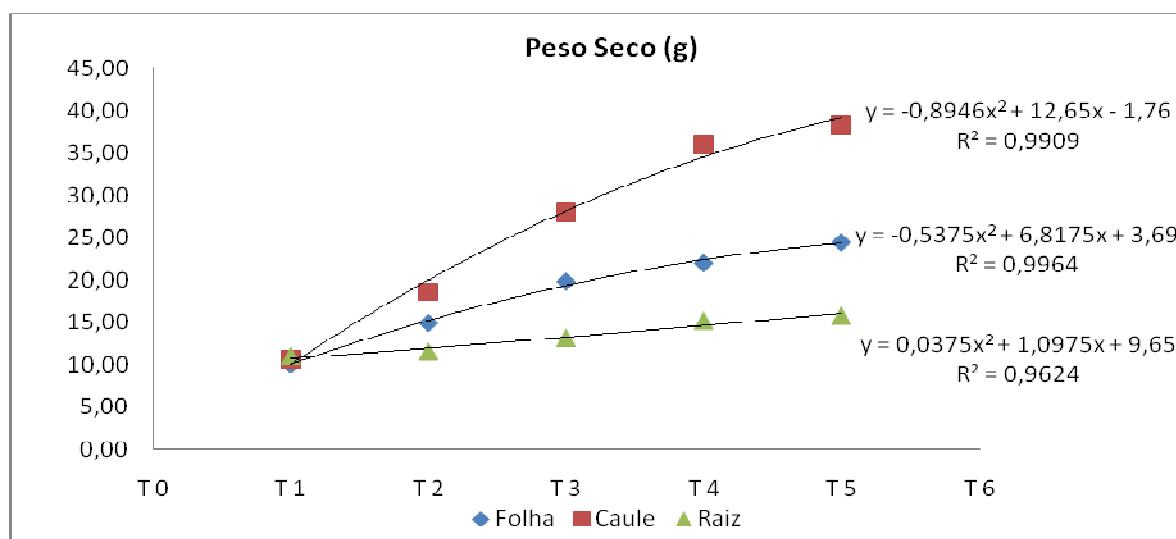


Figura 3: Análise regressão do peso seco das plantas de pinhão manso.

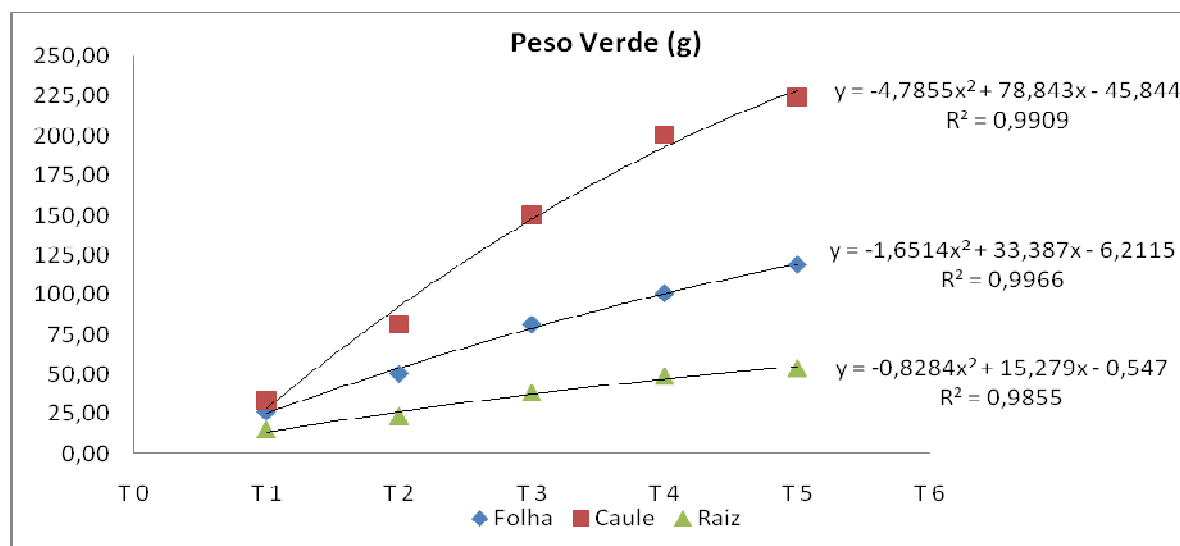


Figura 4: Análise de regressão do peso verde das plantas de pinhão manso.

Através do coeficiente de regressão, R^2 que indica a correlação entre os dados, verifica-se que houve variação de 0,0001 entre a lâmina aplicada e o resultado obtido, com comportamento quadrático. Pavani *et al.*, (2008) encontrou resultado semelhante em massa seca e número de grãos ao avaliar efeitos de irrigação na cultura do feijoeiro. Em relação ao peso da raiz seca, peso da folha verde e peso do caule verde, não ocorreu comportamento quadrático, apesar de existir uma equação de ajuste com coeficiente (R^2) considerável, sendo eles respectivamente 0,9612; 0,9897; e 0,9897. Os valores de R^2 expressam o comportamento da curva de produção, indicando o ponto máximo e início de declínio. Nesta pesquisa o comportamento dos dados não foram suficientes para alcançar o nível máximo de produção, sendo indicada a continuidade explorando outros índices de irrigação.

Segundo a Tabela 2, todas as variáveis analisadas apresentaram diferença ao nível de 1% de significância para os tratamentos, sendo a média geral para quantidade de folhas de 13,15 folhas por planta, comprimento do caule 34,15 cm, diâmetro do caule 6,73 cm, e comprimento da raiz de 25,05 cm. De acordo com o coeficiente de variação os dados apresentaram ser homogêneos com baixa dispersão, apresentando os valores mais representativos para a quantidade de folhas (8,72%) e os menos representativos para comprimento do caule (4,19%).

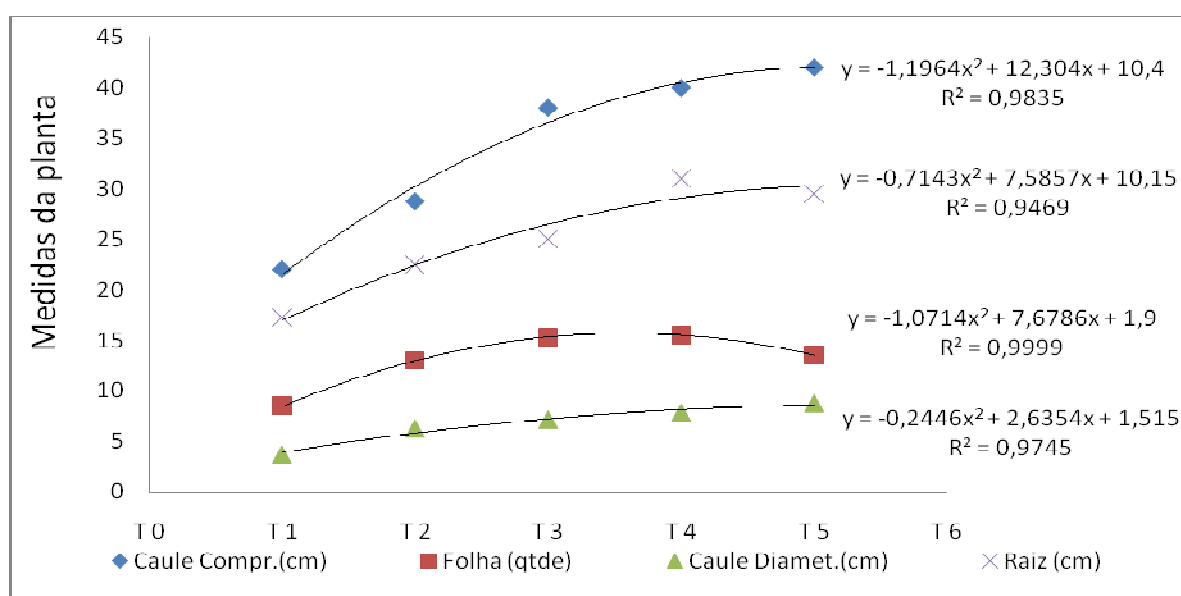
Interpretando a tabela associada ao gráfico de análise de regressão para as variáveis, confirma-se o resultado esperado pelo valor de R^2 , onde todos os parâmetros apresentaram-se com coeficiente acima de 0,8 o que segundo Fernandes *et al.*, (2006) valida as equações como altamente confiáveis.

Tabela 2: Resumo da análise de regressão das medidas das plantas de Pinhão Manso.

	Número de folhas	Comprimento do caule	diâmetro do caule	comprimento da raiz
MG	13,15 *	34,15 *	6,73 *	25,05 *
CV	8,7295	4,1926	5,0242	6,076
R ²	0,9999	0,9834	0,9999	0,9653

MG: Média geral; CV: Coeficiente de variação; *Significativo ao nível de 1% de probabilidade pelo teste de Tukey; Ns: Não significativo ao nível de 1% de probabilidade pelo teste de Tukey; R²: Coeficiente de Regressão.

Seguindo a mesma tendência do peso seco para folha, caule e peso da raiz verde, as medidas da planta (quantidade de folhas, comprimento do caule, diâmetro do caule e comprimento da raiz) apresentaram resposta quadrática em relação aos níveis de irrigação testados (Figura 5), ou seja, a curva de regressão proposta para estes parâmetros possibilita o acompanhamento detalhado do desenvolvimento da cultura em diferentes níveis de irrigação, monitorando a cultura quando irrigada em qualquer período através da equação de regressão obtida.

**Figura 5:** Análise de regressão das medidas fenométricas do Pinhão Manso.

Na Tabela 3 são mostrados os valores já observados pelo comportamento da regressão. Verifica-se que para massa seca o maior peso de folhas foi de 24,45g para o tratamento com maior reposição de água e 10,25g para o tratamento com apenas 50% do valor evaporado. Nota-se que para peso do caule e raiz secos, folha, caule e raiz fresca o comportamento foi semelhante ao do peso de folhas secas, indicando que os dados possuem a tendência de aumento diretamente proporcional ao aumento da lâmina de irrigação.

Tabela 3: Valores médios das variáveis fenométricas do pinhão manso submetidos a variação de níveis de irrigação

Tratamento	MASSA SECA (g)			MASSA FRESCA (g)		
	Folha	Caule	Raiz	Folha	Caule	Raiz
50%	10,25 d	10,67 d	11,25 c	26,77 e	33,35 e	15,24 e
100%	14,90 c	18,65 c	11,55 c	50,65 d	81,58 d	23,72 d
150%	19,80 b	28,00 b	13,18 b	81,58 c	150,16 c	38,73 c
200%	22,75 ab	36,03 a	15,23 a	100,91 b	200,70 b	49,10 b
250%	24,45 a	38,40 a	15,80 a	119,03 a	224,44 a	54,10 a
MG	18,35*	26,35*	13,35 ns	75,78 ns	138,05*	136,44 ns
CV (%)	6,91	3,01	6,57	8,46	8,46	7,31

MG: Média geral; CV: Coeficiente de variação; *Significativo ao nível de 1% de probabilidade pelo teste de Tukey; ns: Não significativo ao nível de 1% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Conclusão

As variáveis analisadas apresentaram tendências de respostas significativas ao aumento da lâmina de irrigação. A aplicação da lâmina de 250% do valor da evaporação apresentou maiores médias de características fenométricas para massa da folha seca e fresca, massa do caule seco e fresco, massa de raiz seca e fresca, comprimento do caule, diâmetro do caule e comprimento da raiz, com exceção da quantidade de folhas que teve o tratamento com 200% obtendo o maior resultado entre os tratamentos.

Referências

ALBUQUERQUE, P.E.; KLAR, A.E.; GOMIDE, R.L. Estimativa da evapotranspiração máxima do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) em função do índice de área foliar e da evaporação do tanque Classe A. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, 1997.

ANDRADE JÚNIOR A.S; KLAR, A.E. Manejo da irrigação da cultura da alface (*Lactuca sativa* L.) através do tanque Classe A. **Sci. agric.** v. 54 n. 1-2, 1997.

CRUZ, O. C.; BARRETO, A. C. **Otimização dos recursos hídricos na agricultura irrigada utilizando um minitank evaporímetro como alternativa de estabelecimento de manejo de irrigação.** In 3º Seminário “Energia na Agricultura”, Uberaba, 2002.

DRUMOUND et al. **Pinhão-manso *Jatropha curcas* L.**. Disponível em: <http://www.cpatas.embrapa.br/public_eletronica/downloads/SDC212.pdf>. Acesso em: 27 maio de 2009

FERNANDES, A. L.T. FOLEGATTI, M. V.; PEREIRA, A. R. Avaliação de diferentes métodos de estimativa da evapotranspiração da cultura do crisântemo (*chrysanthemum* spp.) cultivado em estufa plástica. Botucatu, **Revista Irrigação**, v. 11,n.2, abr-jun, 2006.

- FILGUEIRA, F. A. R. **Novo manual de olericultura**. Viçosa: Editora UFV. 2000. 402p.
- JÚNIOR, A. S.A e KLAR, A. E. Manejo da irrigação da cultura da alface (*Lactuca sativa* L.) através do tanque classe A. **Sci. agric.** vol. 54 n. 1-2 Piracicaba Jan./Aug. 1997.
- MAROUELLI, W. A; SILVA, H.R. **Manejo da irrigação em hortaliças**. 4 Ed., Brasília: EMBRAPA-SPI, 1996. 72 p.
- PAVANII, L. C.; S. LOPES, A. S. e GALBEIRO, R. B. Manejo da irrigação na cultura do feijoeiro em sistemas plantio direto e convencional. **Eng. Agríc.** vol.28 no.1 Jaboticabal Jan./Mar. 2008.
- SANTOS, A. O.; BERGAMASCHI H.; CUNHA G. R. Avaliação de métodos para a estimativa da evapotranspiração máxima da alfafa. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v. 2, p 37 – 42, 1994.

Recebido em: 22/09/2010

Aceito para publicação em: 25/10/2010