

EFICIÊNCIA DO USO DA ÁGUA NA PRODUÇÃO DE ALFAFA SOB DIFERENTES MANEJOS DE IRRIGAÇÃO

MARIA DOLORES BARBOSA LIMA¹, MURILO SOUSA CARRIJO¹, KÁTIA APARECIDA DE PINHO COSTA², HUGO DE ALMEIDA DAN³, GUSTAVO ANDRÉ SIMON¹

¹Faculdade de Agronomia, Universidade de Rio Verde - FESURV, Rio Verde (GO), lima@fesurv.br, carrijoms@hotmail.com.

²Instituto Federal Goiano, Campus de Rio Verde, Rio Verde(GO), katiaroo@hotmail.com

³Pós-graduando Departamento de Agronomia, Universidade Estadual de Maringá, Maringá (PR), halmeidadan@gmail.com

1 RESUMO

Os tensiômetros e tanques classe A tem sido usados para indicar o momento de aplicação da lâmina de irrigação nas diferentes culturas. O objetivo desse estudo foi avaliar a eficiência do uso de água sob diferentes manejos de irrigação no desenvolvimento da cultura da alfafa, em experimento conduzido em área do campus da Universidade de Rio Verde, em Rio Verde - GO, sob delineamento em blocos casualizados, com cinco repetições, sendo as parcelas compostas por quatro tratamentos: T1 irrigado conforme a leitura dos tensiômetros; T2 irrigado segundo a evapotranspiração da cultura; T3 Irrigado com turno de rega pré-estabelecido, e o T4 testemunha (irrigado até o estabelecimento da cultura). Determinou-se a eficiência do uso da água (EUA), como também a produção de massa verde (PMV) e massa seca (PMS). O uso do turno de rega consumiu mais água do que os demais tratamentos. O manejo com tensiômetros não diferiu do tanque de evaporação classe A para a produção total, mas apresentou a maior eficiência do uso da água para o segundo corte da alfafa.

Palavras-chave: Tensiômetro, tanque Classe "A", plantas forrageiras, *Medicago sativa*, evapotranspiração.

CARRIJO, M.S.; LIMA, M.D.B.; COSTA, K.A.; DAN H.A.; SIMON, G. A.
WATER USE EFFICIENCY IN ALFALFA PRODUCTION UNDER DIFFERENT IRRIGATION MANAGERMENTS

2 ABSTRACT

Tensiometers and Class A Pans have been used to indicate the time for the application of irrigation in different cultures. The objective of this study was to evaluate the irrigation management strategies for alfalfa development in an experiment carried out at the University of Rio Verde, Rio Verde - Goiás, under a randomized block design with five replications, main plots consisting of three irrigation treatments: T1 water application following the tensiometer reading, T2 water application according to crop evapotranspiration, T3 water application following a schedule with irrigation pre-established, and T4 control (irrigated until establishment of culture). Shoot weight, dry matter, yield, and water use efficiency (WUE) were determined. The use of irrigation scheduled consumed more water than the other

treatments. The use of a tensiometer for irrigation management did not differ from irrigation using Class A Pan; however, it promoted the highest water use efficiency in the second alfalfa cut.

Keywords: Tensiometer, Class A Pan, forage plants, *Medicago sativa*, Evapotranspiration.

3 INTRODUÇÃO

Os sistemas intensivos de produção têm aumentado a demanda por produção de forragens de alta qualidade para a alimentação do rebanho leiteiro. No entanto, o problema de produção e armazenamento de forragens para o rebanho durante o inverno nas regiões consideradas bacias leiteiras, ocasionam entraves para o setor.

A qualidade da alfafa (*Medicago sativa*) é maior que de gramíneas perenes com o mesmo estágio de desenvolvimento, principalmente, devido ao potencial de ingestão associado com a alta digestibilidade (Sleugh et al., 2000).

A irrigação é uma das práticas agrícolas que mais interfere na produção de alimentos. O conhecimento das possíveis interações entre os fatores climáticos, edáficos e da espécie forrageira pode auxiliar no manejo e na utilização das pastagens, com o objetivo de maximizar a eficiência de colheita da forragem produzida (Lopes, 2002).

Na região Centro-Oeste do Brasil, em média, a evapotranspiração potencial anual é maior que a precipitação, provocando déficit hídrico na entressafra (outono-inverno). As oscilações climáticas associadas aos sistemas de cultivo de plantas forrageiras com diferentes épocas de produção ao longo do ano, promovem redução na produtividade, bem como provocam um dos maiores problemas da bovinocultura, que é a estacionalidade de produção de carne e/ou leite. Esse fato tem levado várias instituições de pesquisa a desenvolver técnicas para a irrigação de plantas forrageiras (Rassini, 2001).

No Brasil, ainda há agricultores que irrigam suas lavouras baseados em frequências e lâminas de irrigação pré-estabelecidas, caracterizando o turno de rega. Mas, de acordo com Moraes et al. (2006), o tensiômetro tem sido muito usado por permitir uma medida direta do “status” de energia da água contida no solo, sendo o estado energético da água (potencial total) que determina o seu movimento no solo e sua disponibilidade para as plantas. Gondim et al. (2000), avaliaram a utilização do tensiômetro de mercúrio, do Tanque Classe A e da equação de Hargreaves, na determinação da lâmina de água a ser aplicada na irrigação do caupi, e concluíram que a irrigação monitorada pelos tensiômetros demandou menor quantidade de água e, conseqüentemente, implicou em maior eficiência no uso da água que o Tanque Classe A e equação de Hargreaves.

Desta forma, objetivou-se com este trabalho, avaliar as estratégias de manejo da irrigação e a eficiência no uso da água (EUA) no desenvolvimento da cultura da alfafa na região Sudoeste do Estado de Goiás.

4 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no período de maio a novembro de 2008, em área experimental da Universidade de Rio Verde/FESURV, situada no município de Rio Verde – GO, localizado a 17° 47' 53" latitude (S), 51° 55' 53" longitude (W), com altitude média de 648m, em solo classificado como Latossolo Vermelho distroférico com textura argilosa

(Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, 2006). A cultura utilizada foi a alfafa (*Medicago sativa*), cultivar Crioula. O clima é do tipo Aw – tropical chuvoso, conforme classificação de Köppen, apresentando temperaturas mínimas e máximas na média dos últimos cinco anos de 17,5°C e 30°C, respectivamente. A umidade relativa do ar média é 66,7% e a precipitação total anual média é de 1640 mm, com estações do ano seca e chuvosa, bem definidas.

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados, no esquema de parcelas repetidas no tempo, com quatro tratamentos de irrigação alocados na parcela e os três cortes na sub-parcela e cinco repetições.

Os cortes foram realizados sucessivamente a cada 35 dias, em média, sempre que mais de 50% das plantas apresentavam pelo menos 10% de florescimento. Totalizaram-se três cortes durante o período experimental (20/08/2008, 24/09/2008 e 29/10/2008).

Cada parcela experimental foi constituída por 6 linhas de plantio com 5 m de comprimento, espaçadas de 0,3 m, totalizando área de 9,0 m² (6 x 5 m x 0,3 m), sendo considerada 4,8 m² como área útil, representada pelas 4 linhas centrais com 4 m de comprimento, desprezando-se 0,5 m das extremidades.

A irrigação foi realizada por microaspersão modelo “Single pice”, Antelco, espaçados de 1,5 m entre microaspersores, com vazão de 70 L h⁻¹. A retenção de água no solo (% peso), entre 0 e 30 cm de profundidade, foi ajustada à equação de Van Genuchten, nos intervalos de 10 a 1.500 KPa produzindo a seguinte relação:

$$\Theta = 0,15 + 0,23[1 + (1,076 * h)^{1,36}]^{(-1 + 1/1,36)} \quad (1)$$

onde:

Θ = Umidade em volume

h = tensão em Kpa

Os teores de umidade oriundos da equação acima permitiram determinar a lâmina bruta a ser aplicada em todos os tratamentos irrigados, considerando-se a equação:

$$LL = (CC - UC) \times Z \quad (2)$$

$$LB = LL/Ef \quad (3)$$

em que :

LB = Lâmina bruta, mm

LL = Lâmina líquida, mm

Ef = Eficiência do sistema (80 %)

CC = capacidade de campo, g/g

UC = umidade crítica da cultura, g/g

Z = profundidade do sistema radicular, 300 mm.

Determinou-se à partir da curva característica de umidade do solo, (equação 1), a lâmina bruta a ser aplicada em todos os tratamentos, que correspondeu a 15,0 mm. Para isso, aplicou-se 10 KPa representando a umidade do solo na Capacidade de Campo(CC) e 40 KPa para a Umidade Crítica da cultura(UC), a fim de determinar os teores de umidade em volume (equação 1) e aplica-los nas equações 2 e 3, obtendo-se assim a lâmina bruta de aproximadamente 15 mm.

O momento da aplicação da lâmina para cada tratamento era determinado de acordo com os tratamentos: para o tratamento T1, irrigado segundo a leitura dos tensiômetros, foram instaladas duas baterias com três tensiômetros em cada, com profundidades de 15, 30 e 45 cm, nos quais eram feitas leituras diárias para indicar o momento de irrigar. A irrigação era iniciada quando os tensiômetros instalados a 15,0 cm de profundidade indicavam leituras médias de -0,40 atm.

Para o tratamento T2, irrigado de acordo com a evapotranspiração da cultura, foram feitas leituras diárias no tanque classe “A” localizado na estação meteorológica do Campus da Universidade de Rio Verde. Em função dos valores do coeficiente do tanque (K_p) e do coeficiente cultural (K_c) foi calculada a evapotranspiração da cultura de acordo com Doorenbos & Pruitt (1977) pelas seguintes equações:

$$ET_o = E_o \times K_p \quad (4)$$

$$ET_c = ET_o \times K_c \quad (5)$$

A irrigação era efetuada quando o somatório da evapotranspiração calculada diariamente atingia a lâmina necessária de 15 mm. Considerou-se $K_p = 0,65$, e K_c para o estágio vegetativo = 0,4 e para o estágio vegetativo pleno e reprodutivo = 0,9, conforme Doorenbos & Kassam (1994).

Para o tratamento T3, calculou-se o turno de rega pela equação seguinte, estabelecendo-se o turno de rega de três dias.

$$TR = (CC - PM) \times d_a \times f \times z / 10 \times ET_c,$$

onde:

TR = turno de rega, em dia;

ET_c = evapotranspiração da cultura, em mm/dia;

f = fator de disponibilidade de água;

CC = capacidade de campo do solo, % em peso;

PM = ponto de murcha permanente, % em peso;

d_a = densidade do solo, em g/cm^3 ;

z = profundidade efetiva das raízes da planta, em cm.

Considerou-se para o cálculo do turno de rega, a densidade aparente do solo de 1,24 g/cm^3 , $ET_c = 4,0 \text{ mm dia}^{-1}$ e fator de disponibilidade de água de 0,4.

O tratamento T4 foi irrigado até o estabelecimento da cultura, aos 20 DAE, à partir dessa data o tratamento não mais recebeu irrigação, sendo considerado testemunha, data em que se iniciou o manejo da irrigação pelo tensiômetros, tanque classe A e turno de rega, respectivamente nos demais tratamentos.

Para avaliar a produção de massa seca, foram realizados cortes da forrageira, com auxílio de tesoura de aço a uma altura de 5 cm distante do solo. O material coletado no campo foi acondicionado em saco plástico, identificado e enviado ao laboratório, para determinação da massa seca total. Em seguida, o material foi colocado em estufa de ventilação forçada a ar, com temperaturas de 58 a 65°C por 72 horas, para determinação da massa seca parcial.

Foi determinada a eficiência do uso da água (EUA), para cada corte, de acordo com Pieterse et al. (1997), através da seguinte expressão: $EUA = (MS/CA)$, onde: MS = massa seca ($kg \text{ ha}^{-1}$) e CA = consumo de água (mm), ocorrida no intervalo de tempo entre dois cortes consecutivos (mm).

Após a coleta dos dados, estes foram submetidos à análise de variância, utilizando-se o programa SISVAR, no esquema de parcelas repetidas no tempo e aplicando-se o teste de Tukey a 5% de significância, para comparação das médias (Ferreira, 2000).

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Figura 1 percebe-se que o método do turno de rega (T3) consumiu 18% mais água do que o manejo da irrigação usando-se o tanque Classe A (T2), e 13,5% a mais do que o uso de tensiômetros (T1). No tratamento testemunha (T4), esta constou da irrigação normal para o estabelecimento da cultura e com chuvas ocorridas no período (109mm). Infere-se portanto, que a produção de alfafa na região central do país na época da seca é reduzida sem o uso da irrigação, aquiescendo o exposto por Heinemann et al. (2006), da necessidade de suprir a cultura de alfafa com irrigação nessa época. Esse estudo está de acordo com o conduzido por Lopes et al. (2004), os quais avaliaram o manejo de irrigação, por tensiometria e pelo tanque classe “A”, e concluíram que o manejo por tensiometria resultou em maior eficiência de uso da água de irrigação do que pelo tanque “Classe A”.

Já Fernandes (2008), comparando três métodos para estimar a lâmina de irrigação, concluiu que o método do tanque Classe A superestimou os valores de lâminas de irrigação em relação aos métodos de tensiômetros, nas duas primeiras camadas de solo estudadas.

Em relação à produção total de massa verde, verifica-se que o manejo da irrigação utilizando-se tensiômetros (T1) não diferiu significativamente em relação ao manejo da irrigação usando o tanque de evaporação classe A (T2), porém revelou maior produção de massa verde em relação ao manejo da irrigação pelo método do turno de rega (T3). A produção de massa seca (2,95 t ha⁻¹) acompanhou o mesmo comportamento, ou seja, não houve diferença significativa entre T1 e T2, mas T1 superou o tratamento T3 e T4. A produção total de massa seca observada nesse experimento no tratamento T1 (Figura 1), em um período de 3 meses (3 cortes), equivale aos resultados observados por Heinemann et al. (2006), de 13,3 t ha⁻¹ para produção anual.

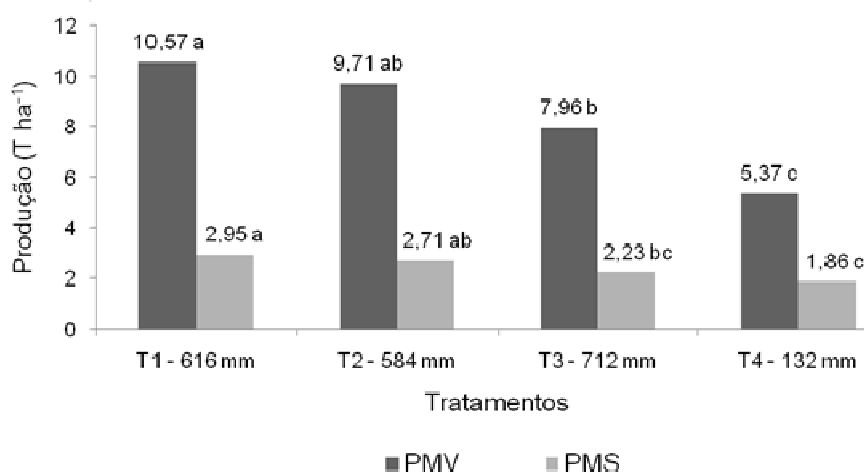


Figura 1. Produção total de massa verde (PMV) e de massa seca (PMS) da alfafa Crioula sob os tratamentos de irrigação: T1(tensiômetros), T2 (tanque classe A), T3(turno de rega), T4(testemunha). Médias seguidas de mesma letra, não diferem pelo teste de Tukey ($P > 0,05$).

Analisando-se produção de massa verde (PMV) e de massa seca (PMS) separadamente nos três cortes de alfafa crioula sob os diferentes manejos de irrigação (Tabela 1) verifica-se que a maior produção de massa verde no primeiro corte ocorreu pelo uso de tensiômetros. Nota-se que não houve diferença entre as produções obtidas com o manejo da irrigação com tanque Classe A e turno de rega, apenas entre estes e a testemunha. No segundo corte, as produções mantiveram-se estatisticamente iguais, porém superiores à testemunha. Já no terceiro corte a testemunha mostrou-se superior aos tratamentos irrigados, igualando-se ao manejo da irrigação com o tanque de evaporação classe A. Após o período de estresse hídrico a que foi submetida durante os meses de agosto e setembro, imposto pelos objetivos deste experimento, a cultura respondeu de maneira bastante significativa ao estímulo provocado pelos 109,0 mm de chuva ocorridos no mês de outubro. De acordo com Hoogenboom et al. (1987), em condições de déficit hídrico há maior expansão das raízes, devido ao secamento da superfície do solo. Durante o desenvolvimento das plantas, a densidade e o comprimento de raízes aumentam até o início da floração das plantas, decrescendo posteriormente, com diminuição na eficiência de absorção de água. Neste contexto, Santos e Carlesso (1998), afirmam que em plantas submetidas ao déficit hídrico gradual ou a deficiência de água no solo no início do seu ciclo, mais facilmente ocorre a adaptação das plantas. A tolerância da planta ao déficit hídrico parece ser um importante mecanismo de resistência, para a manutenção do processo produtivo em condições de baixa disponibilidade de água às plantas. A produção de massa seca (PMS) seguiu o mesmo comportamento da PMV.

Tabela 1. Produção de massa verde (PMV) e de massa seca (PMS) de três cortes da alfafa Crioula sob os tratamentos de irrigação: T1(tensiômetros), T2 (tanque classe A), T3(turno de rega), T4(testemunha). Rio Verde, 2011

Tratamento		PMV (kg ha ⁻¹)		
	1º Corte	2º Corte	3º Corte	Médias
T1	4.968aA	2.435aC	3.171bB	3.525
T2	3.508bA	2.628aB	3.569abA	3.235
T3	3.066bA	1.909aB	2.985bA	2.653
T4	983 cB	253 bC	4.130aA	1.788
Médias	3.131	1.806	3.464	
CV %	----- 12,97 -----			
		PMS (kg ha ⁻¹)		
T1	1.426aA	661aB	861bB	982
T2	1.057 bA	697aB	953bA	902
T3	944bA	501aB	781bA	742
T4	371cB	87bC	1.405aA	621
Médias	949	486	1.000	
CV %	----- 13,96 -----			

Médias seguidas de mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha, para o mesmo componente, não diferem pelo teste de Tukey (P>0,05).

Avaliando-se a eficiência do uso da água (Tabela 2), observou-se maior EUA no 2º corte para o tratamento T1 (uso do tensiômetro). O uso de turno de rega pré-estabelecido para o manejo da irrigação superestima a lâmina a ser aplicada, resultando por isso numa menor eficiência do uso da água. Neste trabalho, o tensiômetro e o tanque classe para o 1º e 3º cortes mostraram-se iguais, evidenciando dessa forma, que a lâmina a ser aplicada pode ser baseada tanto no manejo da irrigação pelo método do tanque classe A, quanto por tensiômetros, ou

seja, ambos os métodos podem ser usados por produtores ou técnicos com nível médio de tecnologia e conhecimento e que queiram maior eficiência do uso da água. No entanto, Gondim et al. (2000), verificaram que a irrigação monitorada pelos tensiômetros demandou menor quantidade de água, enquanto que Pavani et al. (2008), avaliando o manejo da irrigação na cultura do feijoeiro em sistemas plantio direto e convencional, concluíram que a combinação de manejo de irrigação utilizando o tanque Classe A com o sistema convencional de preparo do solo resultou em maior eficiência de uso da água pela cultura.

Tabela 2. Médias da eficiência do uso da água (EUA) de três cortes da alfafa Crioula, sob os tratamentos de irrigação: T1 (tensiômetros), T2 (tanque classe A), T3 (turno de rega), T4 (testemunha). Rio Verde, 2011

Tratament os	EUA (kg ha ⁻¹ mm ⁻¹)			Médias
	1º Corte	2º Corte	3º Corte	
T1	4,69 aA	5,33 aA	4,58 abA	4,86
T2	4,72 aA	3,71 bB	5,54 aA	4,66
T3	2,95 bAB	2,66 cB	3,83 bA	3,15
T4	-	-	-	-
Médias	4,12	3,90	4,65	
CV %	----- 12,28 -----			

Médias seguidas de mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha, para o mesmo componente, não diferem pelo teste de Tukey (P>0,05).

6 CONCLUSÕES

Sob condições de irrigação, a alfafa apresentou produção satisfatória na época da seca. O uso de tensiômetro para indicar o momento de aplicação de água, proporcionou maior produtividade da cultura da alfafa, apenas no primeiro corte e maior eficiência do uso da água no segundo corte. Para o primeiro e terceiro cortes, o uso do tanque classe A e tensiômetros não diferiram para a eficiência do uso da água (EUA).

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

DOORENBOS, J., KASSAM, A.H. **Efeito da irrigação no rendimento das culturas.**

Tradução de H. R. GHEYI, A.A SOUZA, J.F. MEDEIROS. Campina Grande: Universidade Federal de Paraíba, 1994. 306p. (FAO irrigação e drenagem, n.33)

DOORENBOS, J.; PRUITT, W.O. Las necesidades de agua de los cultivos. **Riego y Drenaje**, Roma. n.24,p.1- 194, 1977.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Ministério da Agricultura e do Abastecimento. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 2.ed. Rio de Janeiro. 2006. 306 p.

FERNANDES, E. J. Comparação entre três métodos para estimar lâminas de irrigação. **Irriga**, Botucatu, v.13, n.1, p.36-46, 2008.

FERREIRA, D. F. **Sisvar**. Lavras: UFLA, 2000. Programa computacional.

GONDIM, R. S.; AGUIAR, J. V.; COSTA R. N. T. Estratégias de manejo de água em caupi irrigado. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.4, n.1, p.14-18, 2000.

HEINEMANN, A. B. et al. Avaliação de cultivares de alfafa na região central do Estado de Goiás. **Ciência Animal Brasileira**, Goiânia, v.7, n.3, p.257-263, 2006.

HOOGENBOOM, G.; HUCK, M.G.; PETERSON C.M. Root growth rate of soybean as affected by drought stress. **Agronomy Journal**, Madison, v.79, p.697-614, 1987.

LOPES, A. S. et al. Manejo da irrigação (tensiometria e balanço hídrico climatológico) para a cultura do feijoeiro em sistemas de cultivo direto e convencional. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v.24, n.1, p.89-100, 2004.

MORAES, N. B. et al. Avaliação de cápsulas de cerâmica e instrumentos de medida de tensão usados em tensiômetros. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. Campina Grande, v.10, n.1, p.58-63, 2006.

PAVANI, L. C.; LOPES, A. S.; GALBEIRO, R. B. Manejo da irrigação na cultura do feijoeiro em sistemas plantio direto e convencional. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 28, n. 1, p.12-21, 2008.

PIETERSE, P. A.; RETHMAN, N. F. G.; VAN BOCH, J. Production, water use efficiency and quality of four cultivars of *Panicum maximum* Jacq. at different levels of nitrogen fertilization. **Tropical Grassland**, Sta Lucia, v.31, n.2, p.117-123, 1997.

RASSINI, J. B. Manejo de água de irrigação para alfafa (*Medicago sativa* L.). **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.30, n.6, p.1681-1688, 2001.

SANTOS R.F.; CARLESSO, R. Déficit hídrico e os processos morfológico e fisiológico das plantas. revista brasileira de engenharia agrícola e ambiental, **Campina Grande**, v.2, n.3, p.287-294, 1998.

SLEUGH, B. et al. Binary legume-grass mixtures improve forage yield, quality, and seasonal distribution. **Agronomy Journal**, Madison, v. 92, p. 24-29, 2000.