

São Carlos, SP
Junho, 2002

Autores

Joaquim Bartolomeu
Rassini
Eng. Agrôn. PhD,
Pesquisador da Embrapa
Pecuária Sudeste,
Rod. Washington Luiz,
km 234, Caixa Postal.
339, 13560-970,
São Carlos, SP
rassini@cnpq.br

Irrigação de Pastagens: Frequência e quantidade de aplicação de água em Latossolos de textura média

Introdução

A água é o principal constituinte das células vegetais, podendo ser de até 96% em algumas culturas, como na alface (*Lactuca sativa*). Em forrageiras, verificou-se que as plantas são reguladas pelos seguintes processos: assimilação e alocação de carbono; assimilação e alocação de nutrientes, principalmente nitrogênio; e evapotranspiração. Ainda se observou que a adubação nitrogenada promovia pequeno aumento na produção da pastagem, enquanto a adição de água dobrava a produção. Entretanto, quando havia suplementação conjunta de água e nitrogênio, a produção de matéria seca aumentava em cerca de cinco a oito vezes, se comparada à parcela testemunha (sem água nem N adicional). Dessa maneira, a importância da deficiência hídrica nessas plantas é avaliada por meio de seu efeito no crescimento celular, que é o parâmetro fisiológico mais sensível à falta de água, ou seja, a perda de pressão interna de uma célula vegetal por redução de água absorvida (turgor) levará à paralisação da elongação celular e à perda de turgor (murchamento).

No solo, a retenção de água está diretamente relacionada aos teores de argila, sendo que os solos argilosos ("textura fina") retêm maior quantidade de água do que os arenosos ("textura grossa"), em função da maior área superficial por unidade de massa das argilas. Por ser simples e por não utilizar equipamentos onerosos, normalmente a medição da água nos solos é realizada pelo método gravimétrico, que consiste em determinar a massa de amostras úmidas e secas em estufa a 110°C, até peso constante. Entretanto, é bastante demorado, dificultando, por exemplo, a decisão de irrigar em tempo hábil determinada área agrícola. Nesse aspecto, vale ressaltar a importância da utilização de fornos de microondas para a secagem do solo, reduzindo sobremaneira esse tempo, que normalmente é de 20 a 24 horas, para 10 minutos. Já a força com que a água é retida pelo solo, ou a tensão da água no solo, é medida por equipamentos como as placas de pressão, os psicômetros termopares e os tensiômetros. Este último, por fornecer medidas diretas do potencial matricial da água no solo, é o mais empregado. Todavia, em razão das condições de uso (terra, sol, chuva e outros), apresenta diversos problemas de funcionamento, consequência da penetração de ar em seu interior, normalmente nas junções da

Foto: Joaquim Bartolomeu Rassini



cápsula porosa, do manômetro e da tampa com o tubo. Além disso, necessita de monitoramento diário (reposição de água) e é confiável até valores em torno de -0,75 bar, por trabalhar sob vácuo, o que diminui sua faixa de operação

Por sua vez, na planta, a água é medida por meio da evapotranspiração, cuja variação baseia-se em fatores climáticos (radiação solar,

Fig. 1. Vista parcial da área experimental.

temperatura do ar, umidade do ar, vento e pressão barométrica) avaliados por inúmeras fórmulas, que envolvem dois ou mais parâmetros do clima e até índices ligados à própria planta, como o coeficiente de cultura K_c , que representa o quociente ET_c/ET_o (ET_c = evapotranspiração da cultura; ET_o = evapotranspiração de referência) e varia com a planta e seu estágio de desenvolvimento em interação com as condições climáticas locais, sendo apresentado, de modo genérico, em tabelas. Todas essas fórmulas são empíricas, podendo ocorrer perda de precisão quando determinada fórmula é aplicada em local diferente daquele para o qual foi originalmente desenvolvida ou ocorrer condicionamento de uso pela disponibilidade de equipamentos locais, havendo necessidade de aferição. A partir dessas fórmulas, é possível utilizar vários métodos para determinar a evapotranspiração, como os hidrológicos ou de balanço de água, métodos de balanço de energia, métodos aerodinâmicos, métodos combinados que conjugam partes do balanço de energia e do transporte de massa, métodos empíricos de Thornthwaite e de Blaney-Criddle, e utilizar o tanque classe A ou evaporímetros.

No Brasil, as dificuldades de se utilizar essas fórmulas no balanço hídrico, em função de morosidade do método, monitoramento, aferição, cálculos e outras, têm levado à adoção do manejo com o maior erro do ponto de vista técnico, econômico e ecológico: a irrigação com frequência e lâmina (quantidade) predeterminadas, ou seja, a cada período sem chuvas (5, 6, 7, 8 ou 10 dias: frequência) aplica-se determinada lâmina de água (5, 10, 15, 20 ou 25 mm: quantidade). Com base nessa evidência e na importância da água para as plantas forrageiras, a finalidade desta publicação é orientar, por meio de um método facilmente aplicável, como calcular a frequência (quando) e a quantidade (quanto) de irrigação complementar necessária em pastagens, em solos da unidade Latossolos textura média, que formam grande parte do território brasileiro.

Desenvolvimento do Método EPS

O manejo da irrigação, recurso disponível para racionalizar a aplicação de água nas culturas, requer certos procedimentos para determinar o turno de rega (frequência) e a lâmina de água da próxima irrigação (quantidade). Porém, o fato de se dispor de inúmeras fórmulas e métodos de manejo tem sido um empecilho para o irrigador no Brasil, que, por facilidade, emprega o método que provoca maior erro, que, como citado anteriormente, é a frequência e a quantidade predeterminadas.

Dessa maneira, tem-se buscado alternativas de manejo que sejam de aplicação mais fácil, devendo-se salientar que, não apenas no Brasil, mas também em países onde a irrigação é bastante utilizada, como na Índia, esse aspecto tem sido enfatizado. Maiores produções de aveia (*Avena sativa*) foram obtidas com o nível de irrigação de 1,0 ECA no primeiro ano e de 1,2 ECA no segundo ano, considerando-se que 1,0 ECA correspondia a 60 mm de evaporação acumulada do tanque classe A (ECA). Empregando-se esse mesmo equipamento, por dois anos de experimentação, observou-se que irrigando a cultura de aveia com base em três valores de acumulação de evaporação (60, 90 e 120 mm), maiores produções de matéria seca foram obtidas com acúmulo de 60 mm. A fim de aperfeiçoar o uso do tanque classe A, foi utilizado o balanço entre a evaporação acumulada (ECA) e as precipitações pluviais (PRP), para manejar a irrigação de aveia forrageira em Latossolo Vermelho-Escuro. Quando a diferença entre esse balanço atingia aproximadamente 30 mm, ou seja, $ECA - PRP = 30$ mm, realizava-se a irrigação (I) utilizando os seguintes níveis: $I_0 = 0\%$ de I, $I_1 = 50\%$ de I, $I_2 = 100\%$ de I e $I_3 = 150\%$ de I. Concluiu-se que o nível de I_2 , ou seja, 30 mm, promovia a maior produtividade de matéria seca. Manejando água de irrigação para alfafa (*Medicago sativa*), neste mesmo tipo de solo, observou-se que, por meio de amostras gravimétricas diárias às profundidades de 0 a 20, 20 a 40, e 40 a 60 cm, as quais resultaram em perfis de umidade para calcular o armazenamento de água e demais componentes da equação geral do balanço hídrico, os valores da capacidade de armazenamento de água do solo (CAD) variaram de 20 a 25 mm e o ponto de murcha permanente (PMP), de 8 a 10 mm. Essas informações foram confirmadas em um trabalho de levantamento de solos realizado na microbacia do ribeirão Canchim em São Carlos, SP, por meio de análise de diversas classes da unidade Latossolo (LV – Latossolo Vermelho-Amarelo, LE – Latossolo Vermelho-Escuro, LR – Lotossolo Roxo). Verificou-se que a CAD na camada de 0 a 20 cm variou entre 16 e 25 mm, podendo chegar a 35 mm em solos mais argilosos. Quanto ao ponto de murcha permanente (PMP) desses solos, com tensão de retenção de 1,5 MPa, observou-se variação de 7 até 12 mm, podendo chegar a 16 mm, na camada de 0 a 20 cm.

Com base nessas informações, desenvolveu-se o método EPS para o manejo de irrigação complementar em plantas forrageiras sobre Latossolos de textura média. Esse manejo é monitorado por informações de dois equipamentos, um tanque classe A e um pluviômetro, conforme se pode observar na Figura 2.



Fig. 2. Tanque classe A e pluviômetro, utilizados no manejo de irrigação com base no método EPS.

O manejo baseia-se na diferença entre a evaporação acumulada do tanque classe A (ECA) e a precipitação pluvial (PRP) durante o desenvolvimento da forrageira, ou seja, quando essa diferença atingir de 25 a 30 mm, aplica-se água por meio de irrigação ($ECA - PRP = 25$ a 30 mm), de acordo com a CAD do solo.

O método foi desenvolvido por meio de experimentação na Embrapa Pecuária Sudeste em São Carlos, SP, em Latossolo Vermelho-Amarelo, em duas épocas do ano agrícola de 1999-2000: início em junho com a leguminosa forrageira alfafa, cultivar Crioula; e início em novembro com seis gramíneas forrageiras tropicais: *Panicum maximum* cv. Tanzânia, *Brachiaria brizantha* cv. Marandu, *Brachiaria decumbens* cv. capim-braquiária, *Cynodon dactylon* cv. Coastcross, *Pennisetum purpureum* cv. capim-elefante e *Paspalum atratum* cv. Pojuca.

Antes do início do trabalho, o sistema de irrigação por aspersão convencional foi calibrado por meio de coleta de amostras de solo de 0 a 10 cm de profundidade, antes e depois da aplicação da água. Ainda, mediu-se a água aplicada por meio de quatro pluviômetros, distribuídos aleatoriamente na área experimental. Verificou-se que o equipamento (moto-bomba Yanmar – modelo NSB 90), em funcionamento por 2 horas e 30 minutos, atendeu às características físico-hídricas do solo, cujo CAD é de 17 a 21 mm.

O balanço hídrico pelo método proposto baseou-se em valores da evaporação do tanque classe A e da precipitação pluvial coletados diariamente, observando-se

a premissa $ECA - PRP = 25$ a 30 mm. Para comprovar a eficácia dessa proposição, todas as irrigações foram monitoradas por coletas de amostras de solo antes (Ai) e depois (Di) da aplicação da água, à profundidade de 0 a 10 cm. Pelo método gravimétrico, essas amostras passaram pelo processo de secagem em forno de microondas, sendo necessários cerca de 10 minutos para obter o teor de umidade no laboratório.

Os resultados são apresentados na Tabela 1, observando-se inicialmente que, no ano agrícola de 1999-2000, o período de precipitações pluviais sem necessidade de irrigação foi de 134 dias. Para a cultura da alfafa, cuja irrigação complementar teve início na entressafra (julho/99), o sistema foi acionado por 24 vezes, enquanto para as gramíneas, cuja prática teve início na época das águas (novembro/99), por 21 vezes. Não ocorreram grandes diferenças entre as lâminas de irrigação nessas duas épocas, sendo em média de 19 mm na alfafa e de 15 mm nas gramíneas. Quanto a esse aspecto, é preciso salientar que as irrigações foram realizadas durante o dia, e essa diferença pode ter surgido em função de nesse período ser maior a incidência de ventos, e o sistema utilizado, a aspersão, ser bastante prejudicado por essas ocorrências. A fim de evitá-las, recomenda-se irrigar à noite, quando os ventos são mais amenos e a planta está em repouso pela ausência de luz e, além disso, a evaporação de água do solo é menor.

Todavia, observou-se que os teores de umidade antes (Ai) e depois (Di) de cada irrigação, independentemente da época e do horário de aplicação, em média, foram bastante coerentes com a CAD e o PMP do solo, reforçando a proposição de adotar o método EPS no manejo da irrigação de plantas forrageiras em Latossolos de textura média. Verificou-se que, na camada de 0 a 10 cm, o teor de umidade foi de 7 a 9 mm antes da irrigação e de 17 a 18 mm depois da irrigação, corroborando informações de diversos trabalhos. A umidade do solo não provocou o ponto de murcha permanente em plantas nas parcelas sem irrigação. Isso, provavelmente se deva à reposição de água de camadas mais profundas. Ao mesmo tempo, sem aplicação de lâmina de água superior à CAD na camada superficial (0 a 20 cm), não haverá inibição do desenvolvimento radicular da planta e, conseqüentemente, do rendimento da parte aérea. Em alfafa, verifica-se que o desenvolvimento radicular da planta está bastante relacionado com a umidade do solo, ou seja, quanto maior a quantidade de água na camada de 0 a 20 cm, menor o desenvolvimento radicular e o rendimento da forragem.

Tabela 1. Manejo de irrigação suplementar, utilizando-se dados de evaporação do tanque classe A (ECA) e da precipitação pluvial (PRP), quando ECA - PRP = 25 a 30 mm. São Carlos, 1999-2000.

	<i>Alfafa</i>					<i>Gramíneas Forrageiras</i>					
	<i>ECA-PRP</i>	<i>FRQ^a</i>	<i>LAI^b</i>	<i>U. solo (%)</i>		<i>ECA-PRP</i>	<i>FRQ^a</i>	<i>LAI^b</i>	<i>U. solo (%)</i>		
	<i>(mm)</i>	<i>(dias)</i>	<i>(mm)</i>	<i>Ai^c</i>	<i>Di^d</i>	<i>(mm)</i>	<i>(dias)</i>	<i>(mm)</i>	<i>Ai^c</i>	<i>Di^d</i>	
01/07/99		0	14,0	7,8	19,6	11/04/00		134	19,5	8,5	16,6
12/07/99	25,0	12	23,8	8,3	20,5	17/04/00	28,9	6	18,3	9,2	17,4
20/07/99	30,0	8	20,8	6,2	19,1	24/04/00	27,6	7	17,8	8,1	17,3
28/07/99	29,3	8	20,4	8,2	20,7	02/05/00	30,5	8	15,6	8,1	17,0
05/08/99	26,6	8	19,7	7,4	17,9	12/05/00	26,0	10	15,4	8,5	17,5
11/08/99	29,9	6	18,9	6,8	17,2	22/05/00	30,0	10	15,6	8,3	18,6
17/08/99	26,5	6	23,8	8,5	18,7	06/06/00	27,3	15	16,1	10,3	19,8
23/08/99	26,8	6	16,8	7,0	15,2	15/06/00	27,1	9	14,4	8,9	18,2
28/08/99	28,8	5	19,6	6,6	16,6	23/06/00	26,0	8	14,6	9,0	18,3
02/09/99	30,1	5	15,6	6,9	16,0	03/07/00	30,5	10	15,0	9,3	17,7
06/09/99	26,0	4	15,4	7,0	17,4	11/07/00	26,5	8	14,8	9,4	17,4
05/10/99	25,0	28	26,0	6,6	17,3	01/08/00	25,8	21	16,5	9,5	18,3
11/10/99	25,0	5	20,1	9,5	17,0	08/08/00	26,3	7	12,9	8,5	18,1
15/10/99	25,0	4	21,9	9,0	19,2	14/08/00	30,4	6	13,7	8,2	17,6
25/10/99	26,1	10	19,0	6,7	16,4	23/08/00	25,8	9	13,0	9,6	17,8
02/11/99	25,0	8	20,2	5,8	17,2	24/09/00	30,0	32	17,0	7,9	16,7
02/12/99	25,0	30	22,0	8,1	15,0	15/10/00	30,7	21	12,4	9,1	17,7
15/04/00	28,9	103	17,3	7,4	16,0	19/00/00	25,6	4	12,6	9,9	17,8
20/04/00	25,0	5	19,7	7,8	16,8	23/10/00	26,8	4	15,0	9,2	17,6
26/04/00	26,0	6	12,6	6,2	14,4	01/11/00	30,8	9	12,1	7,7	18,4
02/05/00	25,7	6	17,8	6,8	14,9	06/11/00	26,7	5	16,1	8,3	17,6
11/05/00	25,0	9	22,9	7,9	18,2						
17/05/00	25,0	6	16,0	9,3	17,8						
25/05/00	25,0	8	17,5	9,8	16,8						
Média	26,6	8,8	19,2	7,6	17,3	Média	27,9	9,9	15,2	8,8	17,8

^a FRQ = frequência de irrigação

^b LAI = lâmina de irrigação (quantidade de água, por aplicação)

^c Ai = umidade do solo, antes da irrigação

^d Di = umidade do solo, depois da irrigação

Todavia, em situações de longo período de estiagem (2 a 3 meses), como a que ocorre na entressafra da região Sudeste do Brasil, não há reposição parcial de água de camadas inferiores, sugerindo-se uma lâmina de irrigação superior em até 20% à CAD da camada de 0 a 20 cm do solo, ou seja, de 16 a 25 mm para 19 a 30 mm (unidade Latossolo).

Recomendações Adicionais

Lâmina de água (quantidade)

A quantidade de água da irrigação deve ser, no máximo, igual à CAD dos Latossolos, na faixa de 16 a 25 mm. Por isso, é recomendado que ao planejar a irrigação de certa área, determine-se a CAD do solo na camada de 0 a 20 cm. Essa quantidade, evidentemente, pode ser aplicada em duas vezes, em função, principalmente, do tamanho da área e do equipamento de irrigação.

Instalação e funcionamento do tanque classe A

A Figura 3 mostra claramente a instalação e o funcionamento do tanque classe A.

O tanque, normalmente de chapa galvanizada, deve ser instalado em nível sobre uma plataforma, 10 cm acima da superfície do solo. Com dimensões padronizadas internacionalmente pela Comissão de Instrumentos e Métodos de Observação (CI-MO) da Organização Mundial de Meteorologia (WMO), o tanque, de forma circular, tem diâmetro de 1,21 m e profundidade de 25 cm.

nível da água
(5,0 - 7,5 cm)

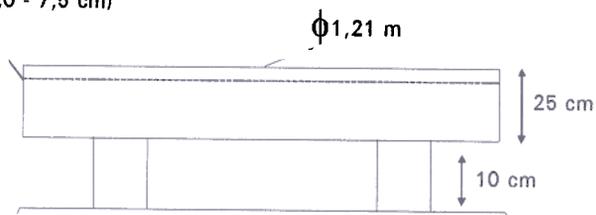


Fig. 3. Modelo esquemático de um tanque classe A ou evaporímetro

Para realizar a leitura ou a medição da evaporação, o nível da água deve permanecer a 5 cm da borda, com tolerância de 2,5 cm. Utiliza-se, normalmente, o parafuso micrométrico em poço tranquilizador, com sensibilidade de 0,02 mm, porém esse acessório tem seu custo. Entretanto, pode-se empregar também uma régua

graduada, com sensibilidade de 1,00 mm, que deve ser fixada na parede do tanque. Tanto pelo parafuso micrométrico como pela régua, a leitura é muito fácil, exigindo apenas que o leitorista entenda a graduação em milímetros.

Instalação e funcionamento do pluviômetro

Este equipamento deve ser instalado sobre um suporte, 1,50 m acima da superfície do solo, em local livre de influências na captação da água das chuvas (árvores, redes elétricas, residências ou outros). Há pluviômetros padronizados com área coletora de 400 cm², acompanhados de uma proveta calibrada, que fornece, diretamente, a quantidade de chuva.

Entretanto, qualquer recipiente pode ser transformado em pluviômetro, sem custo algum. Basta saber qual é a área da superfície coletora, que pode ser circular, quadrada, retangular ou de qualquer outra forma. O volume de água de chuva é coletado nesse recipiente e posteriormente medido em uma proveta graduada em mililitros (ml ou cm³). Essa quantidade de água, em mililitros, deve ser dividida pela área do recipiente coletor, em centímetros quadrados, e o resultado deve ser multiplicado por 10, obtendo-se a quantidade de água coletada, em milímetros. Exemplo: recipiente com superfície coletora circular de 10 cm de diâmetro ⇒ área = $\pi r^2 = 3,14 \times 5^2 = 3,14 \times 25 = 78,5 \text{ cm}^2$. Após uma chuva, o volume coletado foi de 200 ml; precipitação pluvial = $\frac{200 \text{ ml} \times 10}{78,5 \text{ cm}^2} = 2,55 \times 10 = 25,5 \text{ mm}$.

Utilizando pluviômetro padrão com proveta calibrada, que fornece diretamente a quantidade de água de chuva, ou recipiente transformado em pluviômetro, o leitorista não terá problemas para monitorar as ocorrências de chuva.

Exemplo de manejo da irrigação pelo método EPS (ECA – PRP = 25 a 30 mm)

Para facilitar a aplicação do método, a Tabela 2 apresenta um exemplo de ocorrências climáticas, durante determinado período. Inicialmente, observa-se que o cálculo da evaporação é feito por diferença de leitura de um dia para o outro. No dia 06/01/97, por exemplo, a evaporação foi de 6,06 mm, valor obtido por subtração de 75,80 (leitura de 06/01/97) de 81,86 (leitura de 05/01/97). Já quando a evaporação acumulada entre 05/01 e 08/01/97 (25,04 mm), menos a precipitação no período (0,00 mm), estava dentro da faixa do método (25 a 30 mm), realizou-se a irrigação, aplicando-se uma lâmina de 17,00 mm no dia 08/01/97.

Tabela 2. Exemplo de aplicação do método EPS considerando-se as ocorrências climáticas durante onze dias de janeiro de 1997. São Carlos, SP.

<i>Data</i>	<i>Leitura Tanque Classe A (mm)</i>	<i>Reposição ou ajuste de nível</i>	<i>Diferença (mm)</i>	<i>ECA (mm)</i>	<i>PRP (mm)</i>	<i>ECA - PRP (mm)</i>	<i>Irrigação (mm)</i>
05/01/97	81,86		5,00	5,00	0,00	5,00	
06/01/97	75,80		6,06	6,06	0,00	11,06	
07/01/97	68,82		6,98	6,98	0,00	18,04	
08/01/97	61,82	79,86	7,00	7,00	0,00	25,04	17,00
09/01/97	75,40		4,46	4,46	0,00	4,46	
10/01/97	70,00		5,40	5,40	0,00	9,86	
11/01/97	86,74	81,70	16,74	3,26	20,00	-6,88	
12/01/97	75,76		5,94	5,94	0,00	-0,94	
13/01/97		78,39			52,00	0,00	
14/01/97	73,20		5,19	5,19	0,00	5,19	
15/01/97	70,00		3,20	3,20	0,00	8,39	

ECA = evaporação do tanque classe A

PRP = precipitação pluvial

ECA - PRP = acúmulo da diferença entre evaporação e precipitação

Quanto à reposição ou à manutenção do nível de água do tanque entre 5,0 e 7,5 cm, podem ocorrer duas situações: "reposição positiva" e "reposição negativa". A reposição positiva ocorre quando se tem grande demanda evaporativa, e o nível fica abaixo de 7,5 cm. Neste caso, coloca-se água até o nível se estabelecer entre 5,0 e 7,5 cm; o que, no exemplo, aconteceu em 08/01/97. Por outro lado, a reposição negativa ocorre quando a precipitação faz com que a leitura do dia seja superior à anterior. Neste caso retira-se água até o nível se estabelecer entre 5,0 e 7,5 cm, podendo-se observar, pelo exemplo, que esse fato aconteceu no dia 11/01/97. Às vezes, no caso de muita chuva, pode haver transbordamento de água do tanque, a ponto de impedir a leitura; nesta situação, a evaporação é considerada nula (zero), como, por exemplo, a do dia 13/01/97, de 52,00 mm. Observa-se que, com chuvas superiores a 25 mm, o valor acumulado de ECA - PRP inicia-se novamente, com valor nulo (zero).

Referências Bibliográficas

- DOORENBOS, J.; PRUITT, W. O. *Guidelines for predicting crop water requirements*. 2. ed., Rome: FAP, 179p. 1977. (FAP. Irrigation and Drainage Paper, 24).
- EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos (Rio de Janeiro, RJ). *Sistema brasileiro de classificação de solos*. Brasília: EMBRAPA-SPI, 1999. 412p.
- FRIZZONE, J. A.; TEODORO, R. E. F.; PEREIRA, A. S.; BOTREL, T. A. Lâminas de água e doses de nitrogênio na produção de aveia (*Avena sativa* L.) para forragem. *Scientia Agricola*, v.52, n.3, p.578-586, 1995.
- GIL, P. S.; MALIK, B. S. Response of oat varieties to soil moisture regimes and nitrogen levels. *Forage Research*, v.9, n.2, p.151-154, 1983.
- KINGSTON, H. M.; HASWELL, S. J. *Microwave-Enhanced Chemistry*. Washington, DC : 20036. 1997. 772 p.

LAL, M. Studies on irrigation scheduling in mited stands of forage oat and legumes. **Agronomy Journal**, v.32, n.1, p.21-23, 1987.

McNAUGHTON, S. J.; COUGHENOUR, M. B.; WALLACE, L. L. Interactive processes in grassland ecosystems. In: ESTES, J. R.; TYRL, R. J.; BRUNKEN, J. N. (Ed.) **Grasses and grassland - systematics and ecology**. Norman: University of Oklahoma Press, 1982. p.167-193.

NOGUEIRA, A. R.; KNAPP, G.; KRUG, F. J.; NOBREGA, J. A. Digestão de amostras assistida por microondas In: WORKSHOP SOBRE PREPARO DE AMOSTRAS, 3, São Carlos, SP, **Proceedings...** São Carlos: Embrapa Pecuária Sudeste, 2000. p.106-149.

PRIMAVESI, O.; PRIMAVESI, A. C.; PEDROSO, A. F.; CAMARGO, A. C.; RASSINI, J. B.; ROCHA, J. R.; OLIVEIRA, G. P.; CORREA, L. de A.; ARMELIN, M. J. A.; VIEIRA, S. R.; DECHEN, S. C. F. **Microbacia Hidrográfica do Ribeirão Cachim: Um modelo real de laboratório ambiental**. São Carlos : Embrapa Pecuária do Sudeste, 1999. 133p. (Embrapa Pecuária Sudeste. Boletim de Pesquisa, 5, 1999).

RASSINI, J. B. Manejo da água de irrigação para alfafa. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 38., 2001, Piracicaba, SP. **Anais...** Piracicaba: SBZ, 2001, p.327-328.

RASSINI, J. B.; LEME, E. J. A. Water management for establishment of alfalfa (*Medicago sativa* L.), In: INTERNATIONAL GRASSLANDS CONGRESS, 19., 2001, São Pedro, SP. **Proceedings...** Piracicaba : FEALQ, 2001 p.260-261.

REICHARDT, K., LIBARDI, P. L.; SANTOS, J. M. An analysis of soil water movement in the field. 2. Water balance in a snap bean crop. **Boletim Científico CENA**, n.22, p.1-19, 1974.

SAMRA, A. A.; MORRIS, J. S.; KOIRTYOHANN, S. R. Wet ashing of some biological samples in a microwave oven. **Analytical Chemistry**, v.47, n.8, p.1475-1477, 1975.

SMEAL, D., KALLSEM, C. E.; SAMMIS, T. W. Alfalfa yield as related to transpiration, growth stage and environment. **Irrigation Science**, v.12, n.2, p.79-86, 1992.

Apoio:



Circular Técnica, 31

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA,
PECUÁRIA E ABASTECIMENTO



Exemplares desta edição podem ser adquiridos na:
Embrapa Pecuária Sudeste
Endereço: Rod. Washington Luiz, km 234
Fone: (016) 261-5611
Fax: (016) 261-5754
E-mail: sac@cnpse.embrapa.br

1ª edição
1ª impressão (2002): 100 exemplares

Comitê de publicações

Presidente: Edison Beno Pott
Secretário-Executivo: Armando de Andrade Rodrigues
Membros: Ana Cândida Primavesi, Carlos Roberto de Souza Paim, Sonia Borges de Alencar

Expediente

Revisão de texto: Dirlene Ribeiro Martins
Editoração eletrônica: Maria Cristina Campanelli Brito