

Produção e composição química da forragem de alfafa (*Medicago sativa* L cv. Crioula) em função do teor de umidade do solo

Ciniro Costa^{1*}, Márcio Piedade Vieira², Fábio Venéguas², João Carlos Cury Saad³ e Raimundo Leite Cruz³

¹Departamento de Melhoramento e Nutrição animal, FMVZ, Universidade Estadual Paulista, C.P. 560, 18.618.000, Botucatu, São Paulo, Brasil. ²FMVZ/FCA, Universidade Estadual Paulista, C.P.560. 18.618.000, Botucatu, São Paulo, Brasil.

³Departamento de Engenharia Rural, FCA, Universidade Estadual Paulista, C.P.560, 18.618.000, Botucatu, São Paulo, Brasil.
*Autor para correspondência.

RESUMO. O trabalho foi conduzido no período de 17/03/1997 a 20/04/1998 com o objetivo de avaliar o efeito de lâminas de água de irrigação na produção, distribuição e composição química da alfafa (*Medicago sativa* L cv. Crioula) em ensaio de campo. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com 4 tratamentos: ausência de irrigação (T 0), irrigado a 50 (T 50), 75 (T 75) e 100 (T 100), como porcentagem da capacidade de campo, com 5 repetições. Para produção da matéria seca houve diferença significativa ($p < 0,05$) entre os tratamentos irrigado e não irrigado, e efeito de estação do ano ($p < 0,05$), sendo o verão superior ao inverno. Os cortes nas estações do ano não diferiram quanto aos teores de PB, FDN e FDA nos tratamentos. Entretanto, a alfafa irrigada apresentou maior teor de PB ($p < 0,05$) e menor teor de FDN em relação à não irrigada, independentemente da época do ano. A exploração do potencial máximo de produção e qualidade de alfafa cv. Crioula só foi possível mediante a irrigação na capacidade de campo do solo com distribuição irregular da forragem durante o ano, apesar da irrigação elevar a produção e melhorar a composição química da forragem nas duas estações do ano.

Palavras-chave: irrigação, PB, FDN, FDA.

ABSTRACT. Production and chemical composition of alfalfa (*Medicago sativa* L. cv Crioula) in function of the soil rate humidity. The study was carried out from March 1997 to April 1998 aiming to evaluate the effect of water levels irrigation in the yield, in the distribution and chemical composition of alfalfa in field tests. The experimental design was totally randomized with four treatments: non-irrigated (T0), irrigated at 50%, 75% and 100% of the field capacity, considering 5 replications. In respect of the dry matter production, there was a significant difference ($p < 0.05$) between the water levels, irrigated and non-irrigated, and 100% of the field capacity. And there was also the effect of the year season ($p < 0.05$) with the summer yield being higher than the winter yield. The cuttings in different seasons of the year did not affect ($p < 0.05$) the crude protein (CP), the neutral detergent fiber (NDF) and the acid detergent fiber (ADF). Nevertheless, the irrigated alfalfa showed higher CP content ($p < 0.05$) and lesser NDF and ADF, throughout the year. The maximum forage yield and quality of alfalfa cv. Crioula was only possible using the irrigation in field capacity with irregular distribution during the year, in spite of the fact that irrigation elevates the forage production and improves the chemical composition in both seasons.

Key words: irrigation, CP, NDF, ADF.

Introdução

A alfafa é considerada planta resistente à seca por possuir sistema radicular pivotante que pode atingir mais de um metro de profundidade. Costa *et al.* (1999) destacaram, no entanto, que a irrigação suplementar é fundamental para se obter alta produtividade, tanto no período de verão quanto no inverno, com pequena alteração na estacionalidade

de produção. Os mesmos autores destacaram ainda que o manejo de água deve ser praticado de forma criteriosa a fim de minimizar os efeitos do déficit hídrico e especialmente do excesso de água, o qual além de afetar a produtividade, compromete sensivelmente a longevidade da cultura, por predispor a planta à ação de patógenos do sistema radicular.

A maioria dos trabalhos nacionais sobre alfafa registrados na literatura (Saibro, 1972; Bassols e Paim, 1978; Oliveira e Corsi, 1987; Moreira et al., 1996; Botrel e Alvim, 1997) estudaram a produção de diferentes cultivares, geralmente comparados com a cv. Crioula, única cultivar nacional, uma população naturalizada com ampla base genética de adaptação na região Sul (Oliveira et al., 1993). Destaca-se nesses trabalhos o fato de que são utilizadas cultivares de diferentes ciclos de produção, com diferentes níveis de repouso ou dormência, além de condições climáticas e edáficas muito variáveis (Monteiro, 1996). São escassos os trabalhos com empregos de irrigação em alfafa (Araújo Filho et al., 1972; Oliveira e Corsi, 1987; Cunha, 1991; Botrel e Alvim, 1997), geralmente com a metodologia limitada em relação às condições edafoclimáticas, além da ausência de confronto sem uso da irrigação.

Quanto à estacionalidade de produção, os cultivos irrigados revelam melhor distribuição anual de matéria seca, elevando a produção de inverno a aproximadamente 42% da produção anual (Botrel e Alvim, 1997), sendo que nos cultivos sem irrigação a produção de inverno em relação à produção anual é cerca de 23% (Moreira et al., 1996) a 35% (Monteiro et al., 1998). Halim (1987) observou que o estresse de água reduziu a produção de matéria seca, atrasou a maturidade das plantas e proporcionou aumento da relação folha/caule. Por outro lado, com estresse severo de umidade, a perda de folha pode resultar na diminuição da relação massa folha/caule, conseqüentemente prejudicando de forma acentuada a qualidade da forragem (Sheaffer et al., 1998).

Segundo Halim et al. (1989a), a qualidade da forragem da alfafa responde ao estresse hídrico conforme o estágio de desenvolvimento em que ocorre, não sendo significativamente afetada no período vegetativo. Todavia, no período reprodutivo, pode resultar em perda da qualidade da forragem, ocasionada por redução na relação folha/caule. Os mesmos autores constataram que sob estresse hídrico houve aumento apenas na digestibilidade da matéria seca dos caules e redução no número e na digestibilidade nas folhas. O índice de estresse hídrico da cultura (CWSI), proposto por Idso et al. (1981), citados por Cunha (1991), foi melhor relacionado com o rendimento de matéria

seca do que com a qualidade, uma vez que a qualidade das folhas não respondeu da mesma forma que a produção de matéria seca ao estresse hídrico (Halim et al., 1991, citados por Cunha, 1991).

Em virtude da ausência de informações sobre irrigação de alfafa em condições de campo no Brasil, o trabalho objetivou avaliar os efeitos de 4 lâminas de água na produção e distribuição de matéria seca, bem como na composição química da alfafa cv. Crioula.

Material e métodos

O estudo foi conduzido na Fazenda Lageado, em área de pesquisa do Departamento de Engenharia Rural da Faculdade de Ciências Agrônomicas, Unesp, Campus de Botucatu, Estado de São Paulo, durante o período de março de 1997 a abril de 1998. O local situa-se a 800 m de altitude e possui como coordenadas geográficas 22°52'55" de latitude Sul e 48°26'22" de longitude Oeste.

De acordo com Martins (1989), o clima da região, em conformidade com os critérios adotados por Köppen, é Cfa (clima temperado chuvoso), caracterizado pela existência de 4 ou mais meses consecutivos com temperaturas médias acima de 10°C, sendo a temperatura do mês mais quente igual ou superior a 22°C.

O solo da área experimental é classificado como Terra Roxa Estrutural Latossólica TB Álico A, Moderado, Textura argilosa, Fase Floresta Tropical Subperenifolia com relevo ondulado (Embrapa, 1988). As análises físicas do solo das amostras coletadas, nas profundidades 0-20 cm, 20-40 cm e 40-60 cm, e químicas a 0-20 cm e 20-40 cm, encontram-se, respectivamente, nas Tabelas 1 e 2.

Tabela 1. Características físicas do solo da área experimental

Profundidade (cm)	Granulometria			Densidade		Classe textural
	Areia	Silte	Argila	Solo	Partículas	
0-20	44	12	44	1,60	2,67	Argila
20-40	41	14	45	1,74	2,58	Argila
40-60	40	17	43	1,54	2,58	Argila

Com a finalidade de se determinar a densidade do solo da área experimental, foram retiradas, ao acaso, 4 amostras de estrutura indeformada do solo, na profundidade de 25 cm, tendo-se obtido o valor médio de 1,4 g/cm³.

Tabela 2. Características químicas do solo da área experimental.

Profundidade (cm)	pH	MO (%)	P ug/cm ³	Milequivalente por 100 cm ³					V (%)	
				H+Al	K	Ca	Mg	SB		CTC
0-20	5,5	1,6	78	18	3,9	31	12	46	64	72
20-40	5,5	14	31	18	4	24	8	36	55	67

Na implantação do experimento, foi realizado o preparo do solo com aração e incorporação de 2600 kg ha⁻¹ de calcário dolomítico (PRNT 95%) procurando elevar o teor de saturação por bases (V%) a 85% e o pH do solo até a faixa entre 6,5 a 7,0. Incorporou-se também 20 t ha⁻¹ de esterco bovino.

Devido aos elevados teores de fósforo e potássio, identificados na análise química do solo, não foi realizada adubação por ocasião da semeadura. Esse procedimento baseou-se na recomendação de Keplin (1991), que determina a incorporação de corretivos e fertilizantes no preparo do solo a 30 cm de profundidade para a cultura da alfafa com os seguintes níveis: saturação por bases (V%) = 85%; Potássio = 0,3 meq/100 cm de solo; elevar o teor de fósforo para 15 ppm (70% a 75% de fosfato parcialmente solúveis e 25% a 30% com fosfatos solúveis) e uso de adubo orgânico com 40 a 50 m³/ha de esterco sólido de bovinos.

A adubação de reposição, efetuada após cada corte, consistiu de 60 kg de K₂O/ha na forma de cloreto de potássio e 20 kg de N/ha na forma de nitrocálcio.

A semeadura foi efetuada manualmente em linhas, utilizando, para isso, 0,6 g de sementes por metro linear, com espaçamento de 30 cm entre linhas, correspondendo a aproximadamente 20 kg de sementes por hectare. A área experimental total correspondeu a 500 m², sendo que cada tratamento ocupou uma área de 100 m² (10 x 10), com 0,5 m entre tratamentos. As parcelas mediam 1 m², com cinco repetições.

Após o corte de uniformização em 17/03/1997, foi instalado o ensaio em delineamento experimental inteiramente casualizado, com 4 tratamentos e 5 repetições. Os tratamentos consistiram em: sem irrigação (T0); irrigação com 50% de capacidade de campo (T 50); irrigação com 75% de capacidade de campo (T 75); e irrigação com 100% de capacidade de campo (T100). Utilizou-se a unidade associada à capacidade de campo correspondente à tensão de -0,1 atm., o que resultou no teor de umidade de 16% à base de peso para esse solo.

O sistema de irrigação foi montado utilizando 24 microaspersores DAN SPRINKLERS 7200, com vazão de 70 litros/hora para pressão de operação de 15 m.c.a., espaçados 3 m entre si e entre linhas. Com a finalidade de manter a pressão, instalou-se uma válvula reguladora de pressão ajustada para 0,15 MPa.

O controle de irrigação foi monitorado com base na média de 6 tensiômetros por tratamentos, sendo 3 instalados nas profundidades de 25 cm e 75 cm, respectivamente. A lâmina de irrigação foi calculada utilizando-se os dados médios dos tensiômetros e a

curva característica de retenção de água no solo. Para construção da curva, repetiu-se, ao acaso, 6 amostras deformadas de solo, na camada de 0-25 cm utilizando câmaras de pressão de Richards (1949). Tais amostras foram enviadas ao Laboratório de Relações Solo-Água-Planta do Departamento de Engenharia Rural de FCA, onde foram misturadas e homogeneizadas de forma a se obter uma amostra composta de solo, representativa à da área experimental. Para a elaboração da curva característica de retenção de água no solo, foram determinados os pontos 0,0001; 0,001; 0,005; 0,01; 0,03; 0,05; 0,1; 0,5; e 1,5 MPa.

O critério utilizado para a determinação do ponto de coleta de dados, na primavera-verão, foi a estimativa visual de ocorrência de 10% a 20% de hastes floridas no T 100. No inverno, quando ocorre a quase total ausência do florescimento, adotou-se o critério da altura da rebrota da base. Sempre que a rebrota atinja 3 a 5 cm de altura, efetuava-se o corte na altura de 10 cm em relação ao nível do solo. Efetuou-se um total de 10 cortes, sendo considerados 4 no período de inverno (5/05/97, 9/07/97, 31/07/97 e 15/09/97) e 6 no período de verão (28/10/97, 9/12/97, 6/01/98, 3/02/98, 7/03/98 e 20/04/98).

A avaliação da produção de matéria seca (MS) foi efetuada, a cada corte, com a pesagem no campo do material verde da área útil de 1 m². Em seguida, o material foi seco em estufa de circulação forçada de ar por 72 horas. A determinação dos teores de matéria seca (105°C) foi efetuada segundo Silva (1990). A produção de MS de cada corte foi calculada multiplicando-se o teor de MS pelo peso verde.

A determinação da composição química foi realizada nos cortes de inverno-05/05/97 (C1) e 31/07/97 (C3)-e nos cortes de verão de 06/01/98 (C7) e 20/04/98 (C10). Os teores de proteína bruta (PB) foram avaliados pelo método de Kjeldahl (AOAC, 1975) e para a determinação da fibra em detergente neutro (FDN) e da fibra em detergente ácido (FDA) procedeu-se segundo a técnica proposta por Goering e Van Soest e descrita por Silva (1990). Os dados de temperatura, umidade relativa média e precipitação observados durante o período experimental e a média dos últimos dez anos encontram-se na Tabela 3.

Para a análise estatística dos dados, empregou-se a técnica de análise multivariada de perfis (Morrison, 1990) a partir do programa computacional de perfil (Rosa, 1994).

Resultados e discussão

Na Tabela 4 encontram-se os valores médios de produção por corte e total de MS (kg ha⁻¹) no

período experimental, bem como as médias de produção nos períodos de verão e inverno. A interpretação estatística (Tabela 5) revelou que existe semelhança entre os perfis ($p > 0,05$) em relação à produção de MS, com diferença estatística ($p < 0,05$) entre os tratamentos sem irrigação (T 0) e o irrigado, com 100% da capacidade de campo (T 100). Tal fato está de acordo com Passos (1994), quando afirma que a produção de alfafa por unidade de área aumenta linearmente com o fornecimento de água até atingir a capacidade de campo, desde que o solo não apresente impedimento físico ou químico. A alfafa não tolera solo com excesso de umidade (acima da capacidade de campo) e de alumínio livre, além de apresentar crescimento limitado em solos com pH baixo. O excesso de umidade, entretanto, é passível de ser contornado por drenagem ou evitando áreas com lençol freático inferior a 2 m de profundidade. Para contornarem-se os fatores edáficos, recomenda-se a aplicação de calcário, a fim de elevar o pH do solo próximo da naturalidade,

imobilizando o alumínio livre (Costa e Monteiro, 1997).

A não diferença estatística entre a produção nos tratamentos sem irrigação e irrigados com 50% e 75% da capacidade de campo possivelmente se deve à elevada e boa distribuição das chuvas no período experimental (Tabela 3), evidenciada pela ausência de irrigação no tratamento T 50 (Tabela 4). A produção média do tratamento sem irrigação ($12.875,52 \text{ kg ha}^{-1}\text{.ano}^{-1}$) encontra-se na faixa de produtividade média das cultivares não dormentes, ao redor de 12 a 15 t de MS/ha (Costa *et al.*, 1999).

A produção no tratamento irrigado em 100% da capacidade de campo, de $18.858,54 \text{ kg de MS.ha}^{-1}$, é inferior ao potencial de rendimento de MS da alfafa, ao redor de 25 t ha^{-1} por ano (Haddad e Domingues, 1994), bem com inferior ao registrado por Fontes *et al.* (1993) com a alfafa cv. Crioula, também irrigada, em Coronel Pacheco, MG. É superior, porém, aos encontrados também, em Coronel Pacheco, Estado de Minas Gerais, por Botrel e Alvim (1997).

Tabela 3. Dados de temperatura mínima (Mi), máxima (Ma) e média (Me), precipitação e umidade relativa (UR), no período experimental (Pe) e média dos últimos (10 anos)

Data dos corte	Intervalo de corte	Época do ano	T (°C)						Precipitação (mm)		U R (%)	
			-----Pe-----			-----10 anos-----			10 anos	Pe	10 anos	Pe
			Mi	Ma	Me	Mi	Ma	Me				
17/03/1997	Uniformização											
05/05/1997	47	Inverno	16,90	26,98	20,27	18,10	26,94	21,84	85,00	206,9	69,24	75,98
09/06/1997	35	Inverno	13,58	23,37	18,97	14,75	23,86	18,27	188,00	80,2	77,20	74,03
31/07/1997	51	Inverno	14,25	23,42	17,15	13,32	22,84	17,16	70,80	68,7	69,29	68,15
15/09/1997	46	Inverno	15,88	27,12	19,60	14,81	25,13	18,76	73,70	84,4	56,36	63,84
28/10/1997	43	Verão	16,62	26,30	20,61	16,11	26,50	20,28	204,30	163,6	74,41	70,80
09/12/1997	42	Verão	19,37	28,56	22,70	18,19	28,60	22,60	276,40	175,5	78,35	71,27
06/01/1998	28	Verão	20,90	31,24	23,70	19,40	28,61	23,37	125,00	212,7	78,31	78,67
03/02/1998	28	Verão	21,26	30,64	24,27	19,75	28,74	23,50	75,60	245,4	78,82	77,68
07/03/1998	32	Verão	20,67	28,92	23,23	19,89	28,77	23,49	421,10	281,9	86,80	80,52
20/04/1998	44	Verão	19,44	27,80	21,97	18,75	27,62	22,30	136,40	209,2	82,33	77,46
Total / Média	-----	-----	17,88	27,4	21,25	17,31	26,76	21,16	1656,3	1728,5	75,12	73,84

Tabela 4. Produção de matéria seca (kg ha^{-1}) por corte e total, nos períodos de verão e inverno da alfafa cv. Crioula sem e com irrigação em função da capacidade de campo (CC)

Data dos cortes	Lâmina de irrigação (mm)			Irrigação				
				Sem	Com (%CC)			
	50	75	100		50	75	100	
17/03/1997	Uniformização							
05/05/1997	0	2,0	7,0	527,94	1236,51	1078,69	1129,99	
09/06/1997	0	0,0	3,5	1030,57	1062,64	1449,35	1152,98	
31/07/1997	0	3,0	11,5	747,19	891,39	1178,67	1275,70	
15/09/1997	0	15,0	23,0	852,50	1651,13	1881,18	2612,05	
28/10/1997	0	0,0	0,0	1509,41	1791,76	1932,65	2043,32	
09/12/1997	0	0,0	0,0	2370,02	2030,05	2457,11	3319,24	
06/01/1998	0	0,0	0,0	1926,46	2329,05	2907,16	3071,64	
03/02/1998	0	3,0	12,0	1804,20	2285,80	2049,06	1715,72	
07/03/1998	0	0,0	0,0	1210,10	1253,40	1310,80	1460,80	
20/04/1998	0	7,0	16,0	896,20	920,04	969,12	1076,60	
Total	0	30,0	83,0	12875,52(100)*	15451,77(120)	17213,79(134)	18858,54(146)	
Verão	0	20,0	45,0	9717,37(100)	10610,10(109)	11695,90(120)	12687,32(131)	
Inverno	0	10,0	38,0	3158,20(100)	4841,67(153)	5587,89(177)	6170,72(195)	
% no inverno				32,50	45,63	47,78	48,64	

*Índice 100

Tabela 5. Resultado da análise multivariada de perfis da produção média de matéria seca (kg ha^{-1}) nas estações verão (V) e inverno (I), sem (T0) e com irrigação em 100% da capacidade de campo (T100)

Hipótese estatística	Resultado do teste estatístico (nível descritivo)	Conclusão
Paralelismo entre os perfis	F= 2,94 (p > 0,05)	Existe semelhança entre os perfis
Efeito de tratamento	F= 7,17 (p < 0,05)	T 0 < T 100
Efeito de estação	F= 165,34 (p < 0,05)	V > I

As diferenças de produção de cultivo de alfafa irrigada podem ser explicadas pelas condições edáficas (Costa e Monteiro, 1997), além das variações climáticas locais, especialmente de temperatura e de intensidade luminosa. Leach (1971) verificou que a resposta da alfafa à temperatura é similar àquela observada para leguminosas tropicais, respondendo, entretanto, a maiores intensidades luminosas que a maioria das leguminosas de clima temperado. Evans e Peaden (1984) afirmaram que, na ausência de déficit hídrico em condições de alta radiação solar, a alfafa responde favoravelmente a ciclos de temperaturas diurnas até 32°C e noturnas de 15°C a 20°C. No entanto, em locais com temperaturas diurnas alcançando freqüentemente 37°C, houve redução na taxa de crescimento, independentemente da umidade do solo. No período experimental, a temperatura média diária sempre foi inferior à temperatura ideal (Tabela 3).

As condições climáticas de precipitação, temperatura e insolação, além de refletirem diretamente na produção total, explicam a irregular distribuição anual da forragem. No presente trabalho, a produção de verão foi estatisticamente superior à de inverno (Tabela 5), independentemente dos tratamentos. Costa e Monteiro (1997) relataram que as maiores produções concentradas no período de primavera-verão, principalmente em cultivos que não são irrigados, devem-se à maior precipitação no período, enquanto que nos cultivos irrigados, a distribuição irregular de forragem está associada à variação de temperatura e luminosidade durante o ano.

O aumento do período luminoso resulta em diminuição progressiva do nível de hormônios inibidores presentes na planta, que, aliada à elevação da temperatura, reinicia ou acelera o desenvolvimento das gemas. Essa fase está associada, de maneira geral, ao aumento do nível de giberelinas e de outras substâncias promotoras de crescimento (Awad e Castro, citados por Moreira *et al.*, 1996). Isso pode explicar o resultado obtido no presente trabalho.

O percentual de produção de inverno de 32,5%, na ausência de irrigação, é equivalente ao de 34,9% obtido com a cv. Crioula por Monteiro *et al.* (1998), em Marechal Cândido Rondon, Estado do Paraná, e superior ao de 23% obtido por Moreira *et al.* (1996) em Lavras, Estado de Minas Gerais. No tratamento irrigado T 100, o percentual de 48,64% foi superior ao registrado por Botrel e Alvim (1997), de 42,43%. Embora a diferença percentual de produção de inverno dos cultivos irrigados não seja tão expressiva, a diferença de produção foi de aproximadamente o dobro, 3.158,28 kg ha^{-1} na ausência de irrigação (T 0) e 6.170,72 kg ha^{-1} com irrigação (T 100).

Monteiro *et al.* (1998) relataram que a boa distribuição de produção durante o ano, com valores elevados em cortes de inverno, é interessante do ponto de vista comercial para os produtores de feno, uma vez que os preços oscilam entre verão e inverno quase em 100%. Os mesmos autores destacaram ainda que no Brasil Central, o material de inverno pode ser facilmente fenado, pela baixa precipitação, e ainda, em regiões de elevada umidade relativa do ar, esse material pode ser ensilado na forma pré-secada. Deve-se ressaltar também a importância da disponibilidade de forragem de boa qualidade no período mais seco do ano.

Dessa forma, na região Nordeste do Brasil, em que o fator limitante é a precipitação, aliado ao fato de possuir baixa umidade relativa do ar, mediante programa de irrigação poder-se-ia constituir, em um pólo de produção de forragem conservada, em especial de feno, mantendo-se o padrão de produção e de qualidade durante o ano todo, por permitir controle mais rigoroso do manejo da cultura de alfafa através do fornecimento de água (Costa e Monteiro, 1997).

Quanto à composição química (Tabela 6), a análise estatística (Tabela 7) revelou diferença entre os perfis (p<0,05) em termos de PB, FDN e FDA. Os resultados dos cortes de inverno ou verão não diferiram (p>0,05) entre si dentro de cada tratamento proposto, demonstrando que a qualidade da forragem da alfafa, na ausência ou presença de irrigação, não sofreu alteração com as estações do ano, estando de acordo com os valores de PB obtidos por Botrel e Alvim (1997) em Coronel Pacheco, Estado de Minas Gerais, para alfafa cv. Crioula. Por outro lado, os resultados contrariaram os obtidos por Botrel *et al.* (1996) e os de Monteiro *et al.* (1998), que verificaram melhor qualidade da forragem no período de inverno.

No presente trabalho, a pequena diferença de temperatura entre as duas épocas do ano (Tabela 3) e

os intervalos médios de corte no verão de 36 dias e inverno de 44 dias poderiam justificar a semelhança de qualidade da forragem durante o ano. Botrel *et al.* (1996) constataram que os maiores teores de proteína bruta foram obtidos quando a alfafa foi cortada nas frequências de 21, 28 e 35 dias em relação às frequências de 42 e 49 dias, concluindo que a alfafa deve ser manejada mais intensivamente durante o verão, cortada no início do florescimento ou a cada 28 dias, enquanto que no período de seca, nos intervalos de 35 a 42 dias.

O efeito dos tratamentos em cada corte revelou que o teor de PB da alfafa irrigada foi maior que o da não-irrigada nos cortes de inverno (C1) e de verão (C7). Isso pode ser atribuído ao estresse hídrico, que

pode provocar quedas de folhas. As folhas possuem o dobro de proteína dos caules, respondendo por 71% do teor PB da planta inteira (Botrel *et al.*, 1996).

No campo, Halim (1987) observou que o estresse de água reduziu a produção de matéria seca, atrasou a maturidade das plantas e aumentou a razão folha/caule. Por outro lado, com estresse severo de umidade, a perda de folha pode resultar na diminuição da relação folha/caule, conseqüentemente prejudicando, de forma acentuada, a qualidade da forragem (Sheaffer *et al.*, 1988). No período experimental não ocorreu estresse hídrico severo, podendo este fato explicar a não-diferença na qualidade e na produção de matéria seca entre alguns tratamentos.

Tabela 6. Composição química da alfafa cv. Crioula nos períodos de inverno (C1 e C2) e verão (C7 e C10), sem e com irrigação em função da capacidade de campo (0, 50, 75 e 100%)

Data de Corte	Época	PB (%)				FDN (%)				FDA (%)			
		0	50	75	100	0	50	75	100	0	50	75	100
05/05/1997	C1	21,60	22,46	22,45	24,26	40,36	44,27	41,89	37,55	28,11	31,40	30,41	27,73
31/07/1997	C2	22,75	22,66	21,40	21,43	31,56	32,02	33,70	36,90	22,05	24,63	25,11	27,96
06/01/1998	C3	20,22	24,32	25,25	23,91	48,57	42,38	41,44	36,48	31,26	25,64	27,79	23,44
20/04/1998	C10	20,32	19,93	21,32	20,67	40,22	40,09	36,10	34,58	27,27	28,09	23,64	25,00
Média anual		21,22	22,34	22,61	22,57	40,18	39,69	38,28	36,38	27,17	27,44	26,74	26,03
Média inverno		22,18	22,56	21,93	22,85	35,96	38,15	37,80	27,23	25,08	28,02	27,76	27,85
Média verão		20,27	22,13	23,29	22,29	44,40	41,24	38,37	35,53	29,27	29,87	25,72	24,22

Tabela 7. Resultado da análise multivariada de perfis dos teores de proteína bruta (PB), de fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA) nas épocas de verão (C 7 e C10) e inverno (C 1 e C 3) da alfafa, sem (T0) e com irrigação em relação à capacidade de campo (T 50, T 75 e T 100)

	Hipótese estatística	Resultado do teste estatístico	Conclusão
	Paralelismo entre os perfis	O = 0,652 (p<0,05)	Não há semelhança entre os perfis
PB	Efeito de corte em cada tratamento	T 0 : F= 1,12 (p>0,05) T 50 : F= 6,44 (p>0,05) T 75 : F= 5,26 (p>0,05) T 100 : F= 2,97 (p>0,05)	C1 = C3 = C7 = C10 C1 = C3 = C7 = C10 C1 = C3 = C7 = C10 C1 = C3 = C7 = C10
	Efeito de tratamento em cada corte	C 1 : F= 3,19 (p<0,05) C 3 : F= 1,07 (p>0,05) C 7 : F= 8,61 (p<0,05) C 10 : F= 0,33 (p>0,05)	T 0 < T 100 T 0 = T 50 = T 75 = T 100 T 0 < (T 50 = T 75 = T 100) T 0 = T 50 = T 75 = T 100
	Paralelismo entre os perfis	O = 0,748 (p<0,05)	Não há semelhança entre os perfis
FDN	Efeito de corte em cada tratamento	T 0 : F= 12,93 (p>0,05) T 50 : F= 12,79 (p>0,05) T 75 : F= 7,99 (p>0,05) T 100 : F= 0,94 (p>0,05)	C1 = C3 = C7 = C10 C1 = C3 = C7 = C10 C1 = C3 = C7 = C10 C1 = C3 = C7 = C10
	Efeito de tratamento em cada corte	C 1 : F= 9,24 (p<0,05) C 3 : F= 4,64 (p>0,05) C 7 : F= 4,53 (p<0,05) C 10 : F= 6,06 (p>0,05)	T 100 < T 50, T 75 ; T 0 < T 50 T 0, T 50 < T 100 T 100 < T 0 T 100 < T 0, T 50
	Paralelismo entre os perfis	O = 0,62 (p<0,05)	Não há semelhança entre os perfis
FDA	Efeito de corte em cada tratamento	T 0 : F= 4,75 (p>0,05) T 50 : F= 5,34 (p>0,05) T 75 : F= 4,48 (p>0,05) T 100 : F= 1,15 (p>0,05)	C1 = C3 = C7 = C10 C1 = C3 = C7 = C10 C1 = C3 = C7 = C10 C1 = C3 = C7 = C10
	Efeito de tratamento em cada corte	C 1 : F= 4,61 (p<0,05) C 3 : F= 5,86 (p>0,05) C 7 : F= 2,71 (p<0,05) C 10 : F= 2,39 (p>0,05)	T 100 < T 50 T 0 < T 100 T 0 = T 50 = T 75 = T 100 T 0 = T 50 = T 75 = T 100

Segundo Halim *et al.* (1989a), a qualidade da forragem da alfafa responde ao estresse hídrico conforme o estágio de desenvolvimento em que ocorre, não sendo significativamente afetada no período vegetativo. No reprodutivo, contudo, pode resultar em perda da qualidade da forragem, ocasionada por redução na relação folha/caule. Os mesmos autores constataram que, sob estresse hídrico, houve aumentos apenas na digestibilidade da matéria seca dos caules e redução no número e na digestibilidade nas folhas. Entretanto, o índice de estresse hídrico da cultura (CWSI) proposto por Idso *et al.* (1981), citados por Cunha (1991), foi melhor relacionado com o rendimento de matéria seca do que com a qualidade, uma vez que a qualidade das folhas não respondeu da mesma forma que a produção de matéria seca ao estresse hídrico (Halim *et al.*, 1991 citados por Cunha, 1991).

Em relação aos carboidratos estruturais, constata-se que a alfafa irrigada produziu forragem com menor percentual de parede celular (FDN), com exceção de corte de inverno (C3). Isso possivelmente foi associado ao maior intervalo de corte desse período (51 dias). Os cultivos de alfafa irrigada apresentam plantas mais altas e maior número de hastes por coroa (Reichard, 1987; Tashima, 1995; Cossa e Pedras, 1997), com conseqüente maior produção de matéria seca, por acelerar o crescimento da planta, modificando fisiologicamente a relação folha/haste em relação à alfafa não-irrigada.

Os teores de PB, FDN e FDA da forragem de alfafa durante o ano, tanto irrigada quanto não irrigada, foram respectivamente 22,52% e 21,22%; 38,12% e 40,18%; 26,74% e 27,17%. Os valores encontram-se entre os teores médios registrados na literatura para a alfafa. Segundo Allen e Beck (1996), para maximizar o desempenho e minimizar o custo de suplementação de dietas com base em alfafa como volumoso, essa leguminosa deveria ser ceifada quando a planta atingisse o mínimo de parede celular que proporcionasse um nível de fibra adequado 25% a 35% da FDN na dieta das vacas leiteiras, que seria quando a planta atingisse de 40% a 45% de FDN. Já segundo o NRC (1989), o teor de FDA deve estar presente na forragem, em nível mínimo de 21%.

Considerando as condições do experimento, concluiu-se que a exploração do potencial máximo de produção da alfafa cv. Crioula só foi possível mediante irrigação na capacidade de campo do solo.

Independentemente do teor de umidade do solo, a alfafa cv. Crioula apresentou distribuição irregular de forragem durante o ano. A irrigação, na

capacidade de campo do solo, elevou a produção e melhorou a composição química da forragem em termos de PB, FDN e FDA, tanto no período de verão quanto no de inverno.

Referências

- ALLEN, M.; BECK, J. Relationship between spring harvest alfalfa quality and growing degree days. *In*: 26^o National Alfalfa Symposium, East Lansing, MI, USA, 1996, p. 16-25.
- AOAC. ASSOCIATION OFFICIAL AGRICULTURE CHEMISTS. *Official methods of analyses*. 11.ed. Washington, DC: AOAC, 1975.
- ARAUJO FILHO, J.A. *et al.* Competição entre onze variedades de alfafa (*Medicago sativa* L.). *Rev. Bras. Zootec.*, Viçosa, v.1, p.77-88, 1972.
- BASSOLS, P.A.; PAIM, N.R. Estudo comparativo de cultivares de alfafa (*Medicago sativa* L.) introduzidos no Rio Grande do Sul. *Anuário Técnico do IPZFO*, v.5, n.1, 349-416, 1978.
- BOTREL, M.; ALVIM, M.J. Avaliação de cultivares de alfafa na zona da Mata de Minas Gerais. *Pesq. Agropecu. Bras.*, Brasília, v.32, n.9, p.971-975, 1997.
- BOTREL, M. *et al.* Frequência de corte de alfafa (*Medicago sativa* L.) cv. Crioula em Minas Gerais. *Rev. Bras. Zootec.*, Viçosa, v.25, n.3, p.397-403, 1996.
- COSSA, C.A.; PEDRAS, J.R. Efeitos de três potenciais de água na produção de (*Medicago sativa* L.) *In*: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 34, Juiz de Fora, MG. *Anais...* Juiz de Fora, SBZ, 1997. p.122-123.
- COSTA, C.; MONTEIRO, A.L.G. Alfafa como forrageira para corte e pastejo. *In*: SIMPÓSIO SOBRE ECOSISTEMA DE PASTAGENS, 3, 1997, JABOTICABAL. *Anais...* Jaboticabal; FCAVJ, 1997. p.297-317.
- COSTA.C. *et al.* Irrigação *In*: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM - Alfafa, 16, 1999, Piracicaba. *Anais...* Piracicaba: Fealq, Piracicaba, 1999. p. 95-115.
- CUNHA, C.R. *Evapotranspiração em função de resposta à disponibilidade hídrica da alfafa*. 1991. Tese (Doutorado), Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1991.
- EMBRAPA-Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Critérios para distinção de classes de solos e fases de unidades de mapeamento. *Doc. Serv. Nac. Levant. Cons. Solos/Embrapa*, n.11, p.1-67, 1998.
- EVANS, D.W.; PEADEN, R.N. Seasonal forage growth rate and solar energy conversion of irrigated vernal alfalfa. *Crop Sci.*, Madison, v.24, n.5, p. 981-984, Sept./oct. 1984.
- FONTES, P.C.R. *et al.* Estabelecimento da cultura de alfafa. *In*: Cultura da alfafa: estabelecimento, fenação, custo de produção e construção de um secador estático. CARVALHO, L. da A.; VILELA, D. (Ed) Coronel Pacheco, MG. Embrapa - CNPGL, 1993, p. 1-11.
- HADDAD, C.; DOMINGUES, J.L. Aspectos relacionados à produção de alfafa em áreas tropicais. *In*:

- SIMPÓSIO BRASILEIRO DE FORRAGICULTURA E PASTAGEM, 1994, Campinas. *Anais...*: CBNA, 1994, p.33-40.
- HALIN, M.R.B.A. Water stress affects on forage quality of alfafa. *Diss. Abstr. Sci. Eng.*, Ann Arbor, v.47. n.11, p.43-51, 1987.
- HALIN, R.A. *et al.* Water-deficit effects on alfafa forage quality adjustment for maturity differences. *Agron. J.*, Madison, v.81, p.765-770, 1989a.
- HALIN, R.A. *et al.* Water stress affects on alfafa forage at various growth stage. *Agron. J.*, Madison, v.81, p.189-194, 1989b.
- KEPLIN, L.A.; SANTOS, I.R. Princípios e práticas para o estabelecimento e manejo da alfafa, *Jornal da DIRAT (Suplemento especial)*, n. 84, p. 18-20, 1991.
- LEACH, G.J. The relation between lucerne shoot growth and temperature. *Aust. J. Agric. Res.*, Callingwood, v.22, n.1, p.49-59, 1971.
- MARTINS, D. Clima da região de Botucatu. In: ENCONTRO DE ESTUDOS SOBRE A AGROPECUÁRIA NA REGIÃO DE BOTUCATU, 1, 1989, Botucatu. *Anais...* Botucatu: Faculdade de Ciências Agrônomicas, Universidade Estadual Paulista, 1989. p. 8-19.
- MONTEIRO, A.L.G. *Produção e distribuição de matéria seca, composição química e potencial para ensilagem de cultivares de alfafa (Medicago sativa L.)*. 1996. Tese (Doutorado) - FMVZ, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 1996.
- MONTEIRO, A.L.G.; *et al.*, Produção e distribuição de matéria seca e composição bromatológica de cultivares de alfafa (*Medicago sativa L.*). *Rev. Bras. Zootec.*, Viçosa, v.27, n.5, p.868-874, 1998.
- MOREIRA, A. *et al.* Avaliação de cultivares de alfafa na região de Lavras, MG. *Pesq. Agropecu. Bras.*, Brasília, DF, v.31, n.6, p.407-411, 1996.
- MORRISON, D.F. *Multivariate Estastitital Methods*. New York Mc Graw-hill, 1990.
- NRC. National Research Council Nutrient Requirements of Dairy Cattle. National Academy of Science. 1989. 147p.
- OLIVEIRA, P.R.; CORSI, M. Avaliação da produção e da qualidade de cultivares de alfafa (*Medicago sativa L.*). *Rev. Bras. Zootec.*, Viçosa, v.16, n.4, p.383-393, 1987.
- OLIVEIRA, P.R.D. *et al.* Seleção para rendimento e qualidade da forragem de alfafa crioula. *Pesq. Agropecu. Bras.*, Brasília, v.28, n.9, p.1039-1044, 1993.
- PASSOS, L.D. Indicadores Fisiológicos para Cultura da Alfafa nos trópicos. In: WORKSHOP SOBRE O POTENCIAL FORRAGEIRO DA ALFAFA (*Medicago sativa L.*) NOS TRÓPICOS, 1994, Juiz de Fora. *Anais...*Juiz de Fora: Embrapa -CNPGL, 1994, p.149-158.
- REICHARDT, K. Relação solo-água-plantas para algumas culturas In.: *A água em sistemas agrícolas: alfafa*. São Paulo: Manole, 1987, p.157-171.
- RICHARDS, L.A. Methods of measuring soil moisture tension. *Soil Sci*, Baltimore, v.68, p.95-112, 1949.
- ROSA, G.J.M. *Desenvolvimento de aplicativo para análise de perfil na experimentação zootécnica*. 1994. Dissertação (Mestrado) - FMVZ, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 1994.
- SAIBRO, J.C. de. Avaliação preliminar de cultivares de Alfafa (*Medicago sativa L.*) no Rio Grande do Sul. Relatório de pesquisa, Porto Alegre, UFRGS, 1972, p.57-60.
- SHEAFFER, C.C. *et al.* Alfafa water relations and irrigation. In.: HANSON, A.A. (Ed.) *Alfafa na alfalfa improvement*. Madison: American Society of Agronomy, n.29, p.373: 409. 1998.
- SILVA, A.J. *Análises de alimentos (métodos químicos e biológicos)*. Viçosa: Imprensa Universitária, 1990.
- TASHIMA, H. Influência dos níveis de água e o teor de potássio no desenvolvimento vegetativo e na produtividade da alfafa (*Medicago sativa L.*). 1995. Dissertação (Mestrado) - FCA, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 1995.

Received on June 27, 2002.

Accepted on May 27, 2003.