

# EFEITO DO ESTRESSE HÍDRICO E DOSES DE POTÁSSIO NA PRODUTIVIDADE DA ALFAFA (*Medicago sativa* L.)

**Hatiro Tashima**

Fundação Faculdade de Agronomia "Luiz Meneghel", DEER, Cx. Postal 261, CEP 86.350 -000, Bandeirantes - Pr - Fone: (0xx43) 543 8046 - E'mail: tashima@ffalm.br

**Antonio Evaldo Klar<sup>2</sup>**

Dep. de Eng. Rural -FCA -UNESP - Cx. Postal 237 - CEP 18603-970 - Botucatu - SP  
Fone: (0xx14) 6820 - 7165; Fax: 6820 - 7194 -E'mail: klar@fca.unesp.br

## 1 RESUMO

Foi estudada, em condições de campo, a produtividade da alfafa (*Medicago sativa* L.) submetida a cinco níveis de água e quatro doses de potássio. O delineamento experimental foi inteiramente ao acaso em um esquema fatorial 5x4 com 3 repetições. Os níveis de água foram definidos como A<sub>1</sub>, A<sub>2</sub>, A<sub>3</sub>, A<sub>4</sub> e A<sub>5</sub>, os quatro primeiros corresponderam às tensões mínimas de -0,01; -0,05; -0,1; -1,5 MPa, respectivamente, e o nível A<sub>5</sub> recebeu apenas água da chuva. As doses de potássio foram definidas como: K<sub>1</sub> correspondeu o teor natural de potássio no solo (2,5 mmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>), K<sub>2</sub>, K<sub>3</sub> e K<sub>4</sub> corresponderam as aplicações de 117,3; 351,9 e 821,1 g de K / parcela de 6 m<sup>2</sup>, respectivamente.

O experimento foi avaliado do terceiro até o oitavo corte. Pelos resultados obtidos, pode-se concluir que: as combinações entre níveis de água A<sub>2</sub> e A<sub>3</sub> com doses de potássio K<sub>3</sub> e K<sub>4</sub> produziram maior quantidade de massa seca no total de seis cortes; os níveis de água não afetaram a concentração do nitrogênio (N) na parte aérea, exceto no 6º corte em que o tratamento A<sub>5</sub> foi significativamente superior e no 7º o tratamento A<sub>4</sub> foi significativamente inferior em relação a outros tratamentos; as maiores doses de potássio aplicadas no solo propiciaram maiores teores do elemento na parte aérea da planta, no entanto verificou que a concentração do nitrogênio diminuiu.

**UNITERMOS:** Alfafa, estresse hídrico, potássio.

**TASHIMA, H., KLAR, A. E. EFFECT OF WATER STRESS AND POTASSIUM DOSES ON ALFALFA (*Medicago sativa* L.) YIELD.**

## 2 ABSTRACT

This study was developed to evaluate the effect on alfalfa (*Medicago sativa* L.) of four minimum soil water potentials (MPa): - 0.01 (A<sub>1</sub>); - 0.05 (A<sub>2</sub>); 0.1 (A<sub>3</sub>); 1.5 (A<sub>4</sub>) and A<sub>5</sub>, without any irrigation and four doses of potassium (mmol/dm<sup>3</sup>): K<sub>1</sub> – 2.5 natural soil content; K<sub>2</sub> – 117.3; K<sub>3</sub> – 351.9; K<sub>4</sub> – 821.1 of K per plot of 6 m<sup>2</sup>. The harvest was divided in 8 cuts, but only 6 of them were evaluated, from the third to eight.

The combinations among A<sub>2</sub> and A<sub>3</sub> with K<sub>3</sub> and K<sub>4</sub> resulted on higher dry material of plants; water levels did not affect nitrogen concentration of plants, except the 6<sup>th</sup> cut, when A<sub>5</sub> showed significantly higher and A<sub>4</sub>, at the 7<sup>th</sup> cut, lower values in relation to the other treatments. The highest potassium doses showed highest potassium doses in aerial parts of plants, but decreased the nitrogen contents.

<sup>1</sup>Parte da tese do primeiro autor, para obtenção do título de Doutor em Agronomia - Irrigação e Drenagem

<sup>2</sup>Pesquisador Científico do CNPq

**KEYWORDS:** alfalfa, water stress, potassium.

### 3 INTRODUÇÃO

A alfafa (*Medicago sativa* L.) é uma planta forrageira, perene, da família das leguminosas, originária da Ásia Central. Esta planta originou-se em um clima caracterizado como quente, verões secos e invernos frios e, as regiões atualmente cultivadas possuem estas características (Reichardt, 1987). Devido às características excepcionais de rendimento e qualidade da forragem, a alfafa é amplamente difundida em todas as regiões agrícolas do mundo (Saibro, 1984).

No Estado do Paraná, o Município de Bandeirantes destaca-se como maior região produtora de alfafa (Rando, 1992). Conforme Pedrozo et al. (1987), a produtividade e a persistência média dos alfafais de Bandeirantes são baixas. Dentre os principais fatores limitantes da produtividade e persistência, podem ser relacionados: a) manejo incorreto da adubação; b) deficiente manejo dos cortes; c) ataque de pragas e doenças (Rando, 1992; Rossafa, 1996). Aliados a esses fatores, existem, neste município, problemas de distribuição de chuvas (Tashima, 1995).

Segundo Rando (1992), a fertilidade natural dos solos do Município de Bandeirantes geralmente é alta, induzindo os agricultores a pensar que conseguirão, às custas de suas próprias reservas, manter os altos níveis de nutrientes disponíveis para a cultura por longo período de tempo, e não acontecendo o esperado, a produção começa a declinar e os agricultores acabam substituindo a alfafa por outras culturas mais rentáveis.

Para estimular o desenvolvimento das raízes, a cultura de alfafa, quando é jovem, deve ser freqüentemente irrigada, porque a seca afeta negativamente o desenvolvimento das raízes. O valor médio do coeficiente de cultura (Kc) pode ser tomado entre 0,85 a 1,05 (Doorenbos & Kassam, 1979).

Em Bandeirantes, poucos agricultores irrigam a cultura da alfafa. A maioria aposta na ocorrência de chuvas, nas estações secas do ano. A cultura da alfafa sob déficit hídrico tem desenvolvimento lento, intervalos entre os cortes ampliados e a produção prejudicada em termos de qualidade e quantidade. Nessa época do ano os agricultores irrigantes, apesar de não dominarem a técnica da irrigação, gozam da melhor sorte, pois os mesmos têm a produção do feno garantida. Por outro lado, muitos proprietários de equipamento de irrigação inviabilizam esta técnica, independentemente das culturas conduzidas, devido a falta de conhecimento do equipamento bem como das necessidades hídricas das culturas, principalmente a da alfafa.

A manutenção do potencial matricial entre os limites de -0,02 e -0,2 MPa na profundidade radicular de 0,15 a 1,50 m, parece ser ideal para a produção vegetativa da alfafa (Reichardt, 1987). Em condições hídricas, do solo, adequadas, a taxa de crescimento é quase constante na rebrota. Em potenciais hídricos inferiores a -1,0 MPa o crescimento é paralisado e em solo excessivamente úmido, o crescimento é inibido, sendo que o severo estiolamento torna as plantas propensas ao tombamento (Passos, 1994).

A função do potássio na vida da planta foi desconhecida por muito tempo. Hoje sabe-se que cerca de meia centena de enzimas são ativadas pelo potássio, algumas delas especificamente (Malavolta, 1985; Mello et al., 1983).

Raij (1991) descreveu que o comportamento de nutrientes em solos tropicais parece ser muito simples quando comparados com solos de clima temperado. Sendo essa uma das razões pelo pouco interesse pela pesquisa do potássio no solo e na planta, ficando grande lacuna de conhecimentos sobre a adubação potássica para as condições brasileiras.

Johnston & Goulding (1990) atribuíram ao potássio duas funções principais nas plantas: **a)** exerce um papel vital e insubstituível em certos processos metabólicos, incluindo a síntese de proteínas e a deslocação dos produtos da fotossíntese; **b)** é o principal cátion responsável na geração da pressão osmótica e, conseqüentemente, turgor celular.

O potássio atinge as raízes das plantas por transporte em solução e a sua concentração na solução do solo determina quanto de potássio pode atingir as raízes em um determinado tempo, (Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato 1990; Raij 1991).

A adubação potássica na cultura da alfafa proporciona maior rendimento do feno e a sua deficiência é prejudicial ao desenvolvimento das plantas, conseqüentemente reduz a produção do feno (Lawton & Tesar, 1958; Smith, 1971; Sheaffer et al. 1986; Vough, 1986; Tindall & Bond, 1990; Rando, 1992; Rossafa, 1996).

No Brasil, trabalhos de pesquisas envolvendo o manejo da irrigação, bem como o da adubação, são poucos. Diante da lacuna existente, desenvolveu-se este trabalho objetivando verificar no campo o comportamento da cultura em termos de produtividade, com aplicação de diferentes níveis de água e doses de potássio.

#### 4 MATERIAL E MÉTODO

O experimento foi conduzido no campus da Fundação Faculdade de Agronomia “Luiz Meneghel”, localizado no Município de Bandeirantes, Paraná.

O tipo climático de Bandeirantes, segundo o método de classificação de Wilhelm Köppen, é Cfa.

O solo para análise química foi coletado a uma profundidade média de 20 cm de um Latossolo Roxo eutrófico, e teve seguintes resultados: Ph 5,6 (CaCl<sub>2</sub>); C 5,0 mg kg<sup>-1</sup>; P 24,6 mg kg<sup>-1</sup>; K 2,5 mmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; Ca 76,0 mmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; Mg 18,0 mmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; Al 0,0 mmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup> e H + Al 42,0 mmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>.

Os teores de água no solo com base em peso de solo seco foram determinados com câmara de pressão de Richards.

Para condução do experimento utilizou-se sementes de alfafa do cultivar Crioula. O delineamento experimental empregado foi o inteiramente casualizado, em esquema fatorial 5 x 4 com 3 repetições, sendo os tratamentos constituídos pela combinação de 5 níveis de água e 4 doses de potássio.

Os 5 níveis de água no solo foram: A<sub>1</sub> representou a umidade do solo na capacidade de campo, correspondendo a uma tensão mínima de -0,01 MPa; os níveis A<sub>2</sub>, A<sub>3</sub> e A<sub>4</sub> corresponderam, respectivamente, às tensões mínimas de -0,05; -0,1 e -1,5 MPa. O nível A<sub>5</sub> não foi irrigado. Os teores de água no solo com base em peso de solo seco, correspondentes às tensões de -0,01; -0,05; -0,1 e -1,5 MPa foram: 35,82%; 27,04%; 24,92% e 20,86%, respectivamente. O nível A<sub>5</sub> correspondeu apenas à lâmina de água da chuva.

As 4 doses de potássio foram: K<sub>1</sub> representou o teor natural de potássio no solo (2,5 mmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>) e as doses K<sub>2</sub>, K<sub>3</sub> e K<sub>4</sub> representaram a aplicação de 117,30 g, 351,90 g e 821,10 g de K/parcela, respectivamente. Utilizou-se, como fonte de potássio, o cloreto de potássio (60% K<sub>2</sub>O).

O solo da área experimental foi preparado mecanicamente e pH corrigido próximo a 6,5 (CaCl<sub>2</sub>). Cada parcela experimental foi envolvida lateralmente até profundidade de 1,2 m com lona plástica para evitar a difusão da água e do nutriente e crescimento das raízes para fora das parcelas e vice-versa.

A semeadura foi realizada no dia 12 de julho de 1997, usando-se sementes inoculadas com *Rhizobium meliloti* em densidade de 12 g de sementes por parcela (20kg ha<sup>-1</sup>). Visando melhor estabelecimento da cultura, todas as parcelas foram irrigadas, indistintamente, da semeadura até o primeiro corte. Neste período foram mantidos teores de água no solo entre 0,2704 e 0,3582 g.g<sup>-1</sup>, correspondendo às tensões -0,05 e -0,01 MPa, respectivamente.

Os dados referentes ao primeiro e segundo corte não foram considerados devido a desuniformidade do estande e destruição das coberturas móveis pela tempestade, respectivamente. Após o primeiro corte, todas as parcelas, exceto às referentes ao tratamento A<sub>5</sub>, receberam sistema de cobertura móvel, sendo o mesmo empregado sempre que chovesse.

O teor de umidade no solo foi controlado a partir do segundo corte. No nível de água A<sub>1</sub>, procurou-se manter a tensão de água próxima ou igual a -0,01 MPa. Nos níveis de água A<sub>2</sub>, A<sub>3</sub> e A<sub>4</sub>, todas as vezes que as tensões de água atingiam valores propostos no tratamento, eram fornecidos volumes de água que restabelecessem a tensão de -0,01 MPa. As tensões de água no solo correspondentes a níveis de água A<sub>1</sub> (-0,01 MPa) e A<sub>2</sub> (-0,05MPa) foram determinadas com o uso de tensiômetros instalados a 25 cm de profundidade e os níveis A<sub>3</sub> (-0,1 MPa) e A<sub>4</sub> (-1,5 MPa) foram determinados por

meio de pesagens. O tratamento A<sub>5</sub> recebeu no 3º, 4º, 5º, 6º, 7º e 8º cortes, lâminas de água (chuva) de 92,3; 332,0; 143,0; 226,1; 70,5 e 56,3 mm, respectivamente.

Para iniciar a avaliação do experimento, logo após o segundo corte, todas as parcelas foram irrigadas com lâmina de água capazes de elevar a tensão de água do solo do momento para -0,01 MPa até 25 cm de profundidade, exceto aquelas do tratamento A<sub>5</sub> (chuva).

Os cortes, a partir do segundo, foram efetuados em 30/12/97, 29/01, 28/02, 30/03, 09/05, 18/06 e 29/07/98, respectivamente. O manejo do corte seguiu as recomendações de Saibro (1984).

Logo após cada corte, retirou-se uma amostra de peso conhecido do material fresco que, após secagem em estufa de ventilação forçada a 67,5°C até atingir peso constante, serviu de base para o cálculo da produtividade do material seco, em kg/parcela e, posteriormente, por metro quadrado para análise estatística.

O feno utilizado para determinação do material seco de cada parcela foi analisado quimicamente, conforme metodologia descrita por Malavolta et al. (1989).

Utilizou-se o Teste F para a análise estatística das características avaliadas ( $\alpha=0,05$ ), comparando-se as médias pelo Teste de Tukey, quando necessário, conforme Gomes (1987).

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 5.1 Produção de massa seca

Os resultados da produção total de massa seca estão expostos no Quadro 1.

Para cada nível de água (A<sub>1</sub>, A<sub>2</sub>, A<sub>3</sub>, A<sub>4</sub> e A<sub>5</sub>) a maior produção da massa seca foi obtida nas doses de potássio K<sub>3</sub> e K<sub>4</sub> que diferiram significativamente das doses K<sub>1</sub> e K<sub>2</sub> e esses diferiram entre si sendo superior para o último.

Para cada dose de potássio (K<sub>1</sub>, K<sub>2</sub>, K<sub>3</sub> e K<sub>4</sub>) os melhores níveis de água para produção de massa seca foram A<sub>2</sub> e A<sub>3</sub> que diferiram significativamente dos níveis de água A<sub>1</sub>, A<sub>4</sub> e A<sub>5</sub> e estes diferiram entre si na dose K<sub>4</sub>. Nas doses K<sub>2</sub> e K<sub>3</sub> a produção da massa seca do nível de água A<sub>1</sub> foi significativamente superior dos níveis A<sub>4</sub> e A<sub>5</sub>, e estes não diferiram entre si. Na dose de potássio K<sub>1</sub>, os tratamentos A<sub>2</sub> e A<sub>3</sub> foram os mais produtivos, não diferindo significativamente entre si, enquanto o nível de água A<sub>1</sub> produziu mais do que A<sub>5</sub> e sua diferença em relação a A<sub>4</sub> não foi significativa. Portanto, a maior produção da massa seca foi obtida com a combinação de níveis de água A<sub>2</sub> e A<sub>3</sub> com doses de potássio K<sub>3</sub> e K<sub>4</sub>.

Em relação ao tratamento com níveis de água os resultados estão de acordo com Reichardt (1987) e Passos (1994) que descreveram que potenciais de água no solo maiores que -0,02 MPa são prejudiciais ao desenvolvimento das plantas de alfafa devido ao problema de aeração do solo, desenvolvimento das doenças, estiolamento das plantas e facilidade ao tombamento. Segundo Reichardt (1987) a cultura da alfafa desenvolve satisfatoriamente entre potenciais de -0,02 MPa e -0,2 MPa, em potenciais inferiores a -0,2 MPa afeta a produtividade negativamente e em potencial matricial inferior a -1,0 MPa a absorção d'água é interrompida e o crescimento paralisado.

Neste trabalho, a manutenção do potencial matricial de -0,01 MPa (A<sub>1</sub>), a realização da irrigação quando potencial matricial atingiu -1,5 MPa (A<sub>4</sub>) e quando o solo foi umedecido apenas com a chuva (A<sub>5</sub>), foram prejudiciais à produção de massa seca comparadas aos tratamentos que receberam a irrigação quando o potencial matricial alcançou -0,05 MPa (A<sub>2</sub>) e -1,0 MPa (A<sub>3</sub>).

A produção de massa seca foi incrementada positivamente pela aplicação de doses crescentes de potássio, no solo, na época da instalação do experimento. As maiores produções foram obtidas nas doses de potássio K<sub>3</sub> e K<sub>4</sub> e as menores produções nas doses K<sub>1</sub> e K<sub>2</sub>.

Os teores de potássio obtidos no solo nas doses K<sub>1</sub> (teor natural de K) e K<sub>2</sub> (117,3 g de K/parcela) mostraram que não são suficientes para assegurar uma produção adequada de alfafa como nas doses K<sub>3</sub> (351,9 g de K/parcela) e K<sub>4</sub> (821,1 g de K/parcela).

Rossafa (1996) trabalhando com aplicação crescente de doses de potássio observou que a testemunha (2,0 mmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup> de potássio no solo) produziu apenas a metade de massa seca da parte aérea, comparada com a aplicação da maior dose de potássio (120 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O por corte).

**Quadro 1** - Produção total da massa seca da parte aérea, em g m<sup>-2</sup>, obtidas nos 6 cortes considerados (3°, 4°, 5°, 6°, 7° e 8°)

Tratamentos								
	K <sub>1</sub>		K <sub>2</sub>		K <sub>3</sub>		K <sub>4</sub>	
A <sub>1</sub>	858,63	bC	1091,60	bB	1293,00	bA	1293,83	bA
A <sub>2</sub>	1013,83	aB	1231,70	aB	1532,57	aA	1521,60	aA
A <sub>3</sub>	955,07	aC	1238,63	aB	1458,20	aA	1480,57	aA
A <sub>4</sub>	779,03	bcC	890,27	cB	1033,77	cA	1060,73	dA
A <sub>5</sub>	743,37	CC	877,17	cB	1088,43	cA	1139,40	cA
F	12,23							
C.V.(%)	7,73							
DMS <sub>ÁGUA</sub>	85,76							
DMS <sub>K</sub>	80,45							

Médias seguidas da mesma letra, minúsculas, nas colunas, para água e maiúsculas, nas linhas, para potássio, não diferem entre si pelo teste de Tukey no nível de 5% de probabilidade.

**Quadro 2** - Teores médios de potássio no solo após 8° corte.

TRATAMENTO	Teor médio de potássio
	Mmolc dm <sup>-3</sup> – TFSA
A <sub>1</sub> K <sub>1</sub>	0,37
A <sub>1</sub> K <sub>2</sub>	0,52
A <sub>1</sub> K <sub>3</sub>	1,85
A <sub>1</sub> K <sub>4</sub>	4,68
A <sub>2</sub> K <sub>1</sub>	0,47
A <sub>2</sub> K <sub>2</sub>	1,02
A <sub>2</sub> K <sub>3</sub>	2,42
A <sub>2</sub> K <sub>4</sub>	8,00
A <sub>3</sub> K <sub>1</sub>	0,40
A <sub>3</sub> K <sub>2</sub>	0,83
A <sub>3</sub> K <sub>3</sub>	2,80
A <sub>3</sub> K <sub>4</sub>	6,60
A <sub>4</sub> K <sub>1</sub>	1,10
A <sub>4</sub> K <sub>2</sub>	1,93
A <sub>4</sub> K <sub>3</sub>	4,20
A <sub>4</sub> K <sub>4</sub>	9,05
A <sub>5</sub> K <sub>1</sub>	0,43
A <sub>5</sub> K <sub>2</sub>	1,13
A <sub>5</sub> K <sub>3</sub>	2,88
A <sub>5</sub> K <sub>4</sub>	7,25

Lawton & Tesar (1958), Smith (1971), Vough (1986) e Rando (1992) estudaram o efeito da adubação potássica na produção da massa seca da parte aérea. Os autores foram unânimes em afirmar que a fertilização do solo com altas doses de potássio proporciona maior rendimento da massa seca, no entanto, a sua deficiência provoca graves danos na cultura e conseqüentemente redução na produção do feno.

Neste trabalho a dose K<sub>3</sub> foi três vezes maior que a dose K<sub>2</sub>, e a dose K<sub>4</sub> sete vezes maior que a K<sub>2</sub> e 2,33 vezes maior que a K<sub>3</sub>. Observa-se que a dose K<sub>3</sub> produziu praticamente igual a dose maior. No entanto, o teor de potássio no solo após o 8° corte foi maior para a dose máxima K<sub>4</sub> reduzindo gradativamente para as doses menores (Quadro 2).

Sheaffer et al. (1986) relataram aumento na produção de alfafa com adubação potássica na ordem de 3,3 kg de feno por kg de potássio aplicado em condições não irrigadas e sob condições irrigadas um aumento de 5,8 kg de feno por kg de potássio aplicado.

### 5.2 Teor médio de potássio na parte aérea da alfafa

No Quadro 3 são apresentados os teores médios de potássio na parte aérea da alfafa, nos 6 cortes, em função dos 5 níveis de água e 4 doses de potássio aplicadas.

A análise de variância não revelou significância para combinação entre água e potássio. No entanto, maiores níveis de água no solo propiciaram maiores teores de potássio na parte aérea da planta, inclusive o tratamento com nível de água A<sub>4</sub> respondeu satisfatoriamente quando a irrigação foi realizada próxima a data do dia do corte, pertinente ao corte anterior (2°, 3° e 7°).

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA PARA PESQUISA DA POTASSA E DO FOSFATO (1990) e Raij (1991) descreveram que a água é o meio pelo qual as plantas absorvem os nutrientes essenciais além de ser o veículo de transporte de potássio até as raízes. Em solo seco, há menos água com potássio atingindo as raízes das plantas para atender às necessidades da transpiração. Isto reduz a difusão e a transferência do potássio do solo para a planta.

Neste trabalho, a fertilização do solo com potássio aumentou significativamente o teor deste elemento na parte aérea das plantas em todos os cortes. No entanto, este aumento não implicou no aumento da produção da massa seca entre as doses de potássio K<sub>3</sub> e a máxima K<sub>4</sub> aplicada no solo. Neste caso pode-se aplicar o clássico conceito de absorção de luxo (Andrew, citado por Rando, 1992).

Em todos os cortes, exceto no 7°, na dose K<sub>1</sub> (teor natural), o teor de potássio na parte aérea foi superior a 12,5 g kg<sup>-1</sup>, considerado como valor adequado pelo Bickoff et al. (1972).

### 5.3 Teor médio de nitrogênio na parte aérea

Os valores dos teores médios de nitrogênio encontrados na parte aérea, em cada corte, para cada nível de água e dose de potássio aplicado estão expostos no Quadro 4.

Observa-se que, de forma geral, os níveis de água no solo não afetaram os teores de nitrogênio na parte aérea, exceto no 6° e 7° cortes. No 6° corte o tratamento com nível de água A<sub>5</sub> (chuva) foi significativamente superior aos outros tratamentos, concentrando 12,34% de nitrogênio a mais em relação ao nível A<sub>4</sub> (-1,5 MPa) que acumulou menor quantidade. No 7° corte, novamente o menor teor de N foi observado no tratamento A<sub>4</sub> que diferiu significativamente dos demais tratamentos.

Reichardt (1987) descreveu que o sistema radicular da alfafa é colonizado pela bactéria simbiótica *Rhizobium meliloti*, resultando na formação de nódulos que se dá a fixação biológica de nitrogênio do ar, suprimindo a cultura com nitrogênio suficiente, mesmo em solos muito pobres em nitrogênio. No entanto, a nodulação depende principalmente da presença de populações grandes da bactéria e da umidade do solo.

Segundo Mello *et al.* (1983), a aeração e umidade do solo são fatores muito importantes para a sobrevivência do *Rhizobium* e para a eficiência da fixação simbiótica. O arejamento deve ser o melhor possível e a umidade a mais elevada, mas sem prejudicar a aeração do solo.

As doses de potássio aplicadas no solo praticamente não influenciaram no teor de nitrogênio na parte aérea, exceto no 3° e no 4° cortes, em que os resultados da maior dose aplicada (K<sub>4</sub>) foi significativamente inferior às doses K<sub>1</sub> (teor natural) e K<sub>2</sub> (117,3 g de K/parcela). A partir do 5° corte, quando o teor médio de potássio no solo (K<sub>4</sub>) diminuiu para 11,24 mmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>, não se verificou mais diferença significativa entre os tratamentos com potássio.

No 3° e 4° cortes observou-se que as variações das concentrações do nitrogênio da parte aérea, da menor para a maior, apesar de serem significativas, foram apenas 3,0 e 4,25%, respectivamente.

Rossafa (1996) obteve teores de nitrogênio não significativos na parte aérea da alfafa quando cultivou no campo em solos com pH próximos a 6,0 e com teores de potássio entre 1,0 e 8,0 mmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup> de solo. No entanto, o teor de nitrogênio na parte aérea foi mais elevado para o teor mínimo de potássio no solo (1,0 mmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>).

**Quadro 3** - Teor médio de potássio, em g kg<sup>-1</sup>, na parte aérea, por ocasião do 3º, 4º, 5º, 6º, 7º e 8º cortes.

Tratamentos	3º Corte		4º Corte		5º Corte		6º Corte		7º Corte		8º Corte	
A <sub>1</sub>	18,98	a	23,33	a	19,88	a	21,32	a	16,62	bc	21,33	a
A <sub>2</sub>	22,58	a	22,90	a	21,21	a	21,99	a	19,82	a	19,80	a
A <sub>3</sub>	22,53	a	22,94	a	20,05	a	19,95	a	18,50	ab	18,60	a
A <sub>4</sub>	18,26	a	23,70	a	15,00	b	14,67	b	14,52	c	17,49	a
A <sub>5</sub>	20,58	a	23,92	a	19,38	a	20,25	a	17,02	abc	17,40	a
K <sub>1</sub>	18,16	B	18,14	C	13,99	C	13,43	D	10,86	D	15,55	B
K <sub>2</sub>	18,62	B	21,84	BC	16,62	C	16,93	C	14,70	C	15,01	B
K <sub>3</sub>	22,04	AB	27,13	A	21,18	B	22,26	B	20,04	B	21,56	A
K <sub>4</sub>	23,51	A	26,31	AB	24,62	A	25,92	A	23,57	A	23,58	A
F <sub>Água</sub>	2,09		0,10		6,62		15,84		7,68		1,58	
F <sub>K</sub>	4,52		11,11		32,43		72,58		75,78		13,28	
C.V. (%)	23,09		20,81		16,84		12,84		14,48		24,13	
DMS <sub>Água</sub> Tukey	5,54		5,67		3,75		2,94		2,92		5,33	
DMS <sub>K</sub> Tukey	4,65		4,76		3,15		2,47		2,45		4,47	

Médias seguidas da mesma letra, minúsculas para água e maiúsculas para potássio, nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey no nível de 5% de probabilidade.

## 6 CONCLUSÕES

Nas condições do presente trabalho, pode-se concluir que:

- As combinações entre níveis de água A<sub>2</sub> e A<sub>3</sub> com doses de potássio K<sub>3</sub> e K<sub>4</sub> propiciaram a produção de maior quantidade de massa seca no total de seis cortes.
- A concentração do nitrogênio (N) da parte aérea, praticamente, não foi afetada pelos níveis de água, exceto no 6º corte em que o tratamento A<sub>5</sub> (chuva) foi significativamente superior e no 7º o tratamento A<sub>4</sub> (-1,5 MPa) foi significativamente inferior em relação a outros tratamentos.
- A aplicação de maiores doses de potássio no solo propiciaram maiores teores do elemento na parte aérea da planta, no entanto diminuiu a concentração do nitrogênio.

**Quadro 4** - Teor médio de nitrogênio, em g kg<sup>-1</sup>, na parte aérea, por ocasião do 3º, 4º, 5º, 6º, 7º e 8º cortes

Tratament os	3º Corte		4º Corte		5º Corte		6º Corte		7º Corte		8º Corte	
A <sub>1</sub>	35,95	a	38,24	a	39,62	a	39,14	b	42,13	a	40,32	a
A <sub>2</sub>	36,29	a	38,17	a	40,08	a	38,59	b	41,50	a	38,38	a
A <sub>3</sub>	35,73	a	38,88	a	39,24	a	38,82	b	42,28	a	37,85	a
A <sub>4</sub>	35,59	a	38,44	a	39,71	a	38,33	b	37,35	b	39,86	a
A <sub>5</sub>	36,06	a	39,13	a	39,62	a	43,06	a	42,07	a	40,60	a
K <sub>1</sub>	36,33	A	39,21	A	40,50	A	40,91	A	42,15	A	40,42	A
K <sub>2</sub>	36,31	A	38,96	A	40,65	A	39,91	A	41,07	A	39,56	A
K <sub>3</sub>	35,80	AB	38,49	AB	39,30	A	39,45	A	41,25	A	38,94	A
K <sub>4</sub>	35,26	B	37,61	B	38,16	A	38,08	A	39,79	A	38,68	A
F <sub>Água</sub>	0,81		1,93		0,14		5,36		8,65		1,70	
F <sub>K</sub>	3,39		6,96		2,60		2,40		2,34		0,85	
C.V. (%)	2,96		2,68		7,05		7,42		6,02		8,23	
DMS <sub>Água</sub> Tukey	1,24		1,21		3,26		3,43		2,88		3,78	
DMS <sub>K</sub> Tukey	1,04		1,01		2,74		2,87		2,42		3,17	

Médias seguidas da mesma letra, minúsculas para água e maiúsculas para potássio, nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey no nível de 5% de probabilidade.

## 7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA PARA PESQUISA DA POTASSA E DO FOSFATO. *Potássio: necessidade e uso na agricultura moderna*. Piracicaba; 1990. 45p.
- DOORENBOS, J., KASSAM, A.H. *Efectos del agua sobre el rendimiento de los cultivos*. Roma: FAO, 1979. p. 75-8 (riego y drenaje, 33).
- GOMES, F. P. *Curso de estatística experimental*. 12. ed. São Paulo: Nobel, 1987. 467p.
- JOHNSTON, A. E., GOULDING, R.W.T. The use of plant and soil analyses to predict the potassium suppling capacity of soil. In: COLLOQUIUM OF THE INTERNATIONAL POTASH INSTITUTE, 22, 1990, Soligorsk. *Development of K - fertilizer recomendations*. Bern: International Potash Institute, 1990. p.177-204.
- LAWTON, K., TESAR, M.B. Yield, potassium content and root distribution of alfalfa and brome-gras grown under three levels of applied potash in the greenhouse. *Agron. J.*, v.50, p.148-51, 1958.
- MALAVOLTA, E. Absorção e transporte de ions e nutrição mineral. In: FERRI, M.G. *Fisiologia vegetal: nutrição mineral*. 2. ed. São Paulo: Pedagógica e Universitária, 1985. V.1 p.97-114.
- MALAVOLTA, E., VITTI, G. C., OLIVEIRA, S. A. *Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações*. Piracicaba: 1989. 201p.
- MELLO, A.F., et al O potássio no solo. In:\_. *Fertilidade do solo*. 3.ed. São Paulo: Nobel, 1983. p.223-63.
- PASSOS, L. P. Indicadores fisiológicos para a 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: CNPGL/ EMBRAPA, 1994. p.149-58.
- PEDROZO, D.J., VALÉRIO, M.A., PEDROSO, R. *Beneficiamento e comercialização de alfafa no município de Bandeirantes-PR*. Bandeirantes: Secretaria de Estado da Indústria e Comércio, Fundação Faculdade de Agronomia Luiz Meneghel, 1987. 36p.
- RAIJ, B. *Fertilidade do solo e adubação*. São Paulo: Ceres, 1991. 343p.
- RANDO, E.M. *Desenvolvimento da alfafa (Medicago sativa L.) em diferentes níveis de pH, potássio e enxofre no solo*. Piracicaba, 1992. 220p. Tese (Doutorado em Solos e Nutrição de Plantas) Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo.
- REICHARDT, K. Relações solo-água-plantas para algumas culturas. In: *A água em sistemas agrícolas*. São Paulo: Manole, 1987. p.157-71.
- ROSSAFA, L. A. *Efeito de doses de potássio e calcário na cultura da alfafa (Medicago sativa L.)*. Botucatu, 1996. 109p. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Agricultura) - Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista.
- SAIBRO, J.C. Produção de alfafa no Rio Grande do Sul. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 7, 1984, Piracicaba. Anais... Piracicaba: FEALQ, 1984. p.61-106



- SHEAFFER, C.C. et al. Alfalfa response to potassium, irrigation, and harvest management. *Agron. J.*, v.78, p.464-8, 1986.
- SMITH, D. Levels and sources of potassium for alfalfa as influenced by temperature. *Agron. J.*, v.63, p.497-500, 1971.
- TASHIMA, H. *Níveis de doses de potássio no desenvolvimento vegetativo e na produtividade da alfafa (Medicago sativa L.)*. Botucatu, 1995. 79p. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Irrigação e Drenagem) - Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista.
- TINDALL, T.A., BOND, A. Alfalfa response to potash and phosphate on irrigated western soils. *Better Crop Plant Food*, v.74, p.10-1, 1990.
- VOUGH, L.R. Fertilizing alfalfa for maximum economic yields. *Better Crops Plant Food*, v.70, p.10-1, 1986.
- BICKOFF, E.M., KOHLER, G.O., SMITH, D. Chemical composition of herbage. In: -. *Alfafa science and technology*. Madison: ASA, 1975. Cap. 12, p. 247-82.