

Composição Bromatológica de Três Leguminosas Anuais de Estação Fria Adubadas com Fósforo e Potássio¹

Rodrigo Holz Krolow², Claudio Mistura³, Rogério Waltrick Coelho⁴, Lotar Siewerdt⁵,
Élio Paulo Zonta⁶

RESUMO - O experimento foi estabelecido em casa de vegetação da Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS, com o objetivo de avaliar os efeitos de doses crescentes de fósforo (P-P₂O₅) e de potássio (K-K₂O) nos teores de proteína bruta (PB), fibra em detergente ácido (FDA), fibra em detergente neutro (FDN) e minerais (P, K, Ca e Mg) na matéria seca (MS) de três espécies de leguminosas forrageiras. As forrageiras de estação fria utilizadas foram: trevo-persa (*Trifolium resupinatum* L. cv. Kyambro), trevo-subterrâneo (*Trifolium subterraneum* L. cv. Woogenellup) e Lotus El Rincon (*Lotus subbiflorus* Lag. cv. El Rincón). Foi utilizado delineamento experimental completamente ao acaso, com arranjo fatorial de 2x5x5, com três repetições, no período de maio a outubro de 2000. Os tratamentos consistiram de cinco doses de P (0,0; 1,08; 2,15; 3,23 e 4,30 mg /dm³ de P₂O₅) e K (0,0; 0,43; 0,85; 1,28 e 1,70 mg /dm³ de K₂O), correspondendo a 0,0 (controle) 1, 2, 3 e 4 vezes a recomendação da análise de solo, em vasos, com 8 kg de solo tipo Planossolo, unidade de mapeamento Pelotas. As amostras de forragem utilizadas para as determinações laboratoriais foram colhidas, secas em estufa e preparadas, ao final do período experimental, aproximadamente 170 dias após a semeadura. A adubação fosfatada influenciou positivamente os teores de PB, P e Mg na MS, enquanto o potássio, apenas o teor de K. Os teores de FDN e FDA não foram influenciados pela adubação.

Palavras-chave: adubação, *Lotus subbiflorus*, *Trifolium resupinatum*, *Trifolium subterraneum*

Chemical Composition of Three Cool Season Annual Legumes Fertilized with Phosphorus and Potassium

ABSTRACT - This experiment was established in a greenhouse at Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS, with the objective to evaluate the effects of increasing doses phosphorus (P-P₂O₅) and potassium (K-K₂O) on crude protein (CP), acid detergent fiber (ADF), neutral detergent fiber (NDF) and minerals (P,K,Ca and Mg) contents of dry matter (DM) in three species of forages legumes. The three cool season annual legumes forage used were: persian-clover (*Trifolium resupinatum* L. cv. Kyambro), subterranean-clover (*Trifolium subterraneum* L. cv. Woogenellup) and Lotus El Rincon (*Lotus subbiflorus* Lag. cv. El Rincón). It was used a completely randomized design, according to a 5x5x3 factorial treatment with three replications, during the period from May to October 2000. The treatments were five doses of P (.0, 1.08, 2.15, 3.23 and 4.30 mg de P₂O₅/dm³) and K (.0, .43, .85, 1.28 and 1.70 mg de K₂O/dm³) representing to .0 (control) and 1, 2, 3 and 4 times the soil analysis recommendation, in pots, filled up with 8 kg de soil type Planossolo, mapping unit Pelotas. The forages samples used for laboratorial analysis were cut, dried up and prepared, at the end of the experimental period, approximately 170 days after sowing. The CP, P and Mg contents in dry matter were positively influenced by P, however for K fertilizations, just the K content. NDF and ADF contents were not influenced by P and K fertilizations.

Key Words: fertilization, *Lotus subbiflorus*, *Trifolium resupinatum*, *Trifolium subterraneum*

Introdução

Os maiores problemas da atividade pecuária, no Rio Grande do Sul, são a baixa produção e a qualidade das pastagens naturais no período frio do ano, o que prejudica o desempenho produtivo e reprodutivo dos rebanhos. Nos sistemas de produção animal, o manejo alimentar é fundamental para o suprimento das ne-

cessidades nutricionais dos animais nas diversas fases do processo produtivo. Condições de clima, solo e manejo determinam a produção quantitativa e qualitativa estacional das plantas forrageiras, sendo necessário o conhecimento de seus comportamentos produtivos em cada região e em determinadas condições de manejo, para que se possa planejar a produção e utilização dos alimentos.

¹ Parte da dissertação de mestrado do primeiro autor, financiado pela EMBRAPA/UFPEL.

² Eng.-Agr., M.Sc. Rua Ramiro Barcelos 2111/Ap.03, CEP: 90035-007 Porto Alegre, RS. E.mail: rhk@ufpel.tche.br

³ Eng.-Agr., D.Sc., Pós-Doutorando no DTCS-UNEB - Juazeiro, BA. E.mail: cmistura@ig.com.br

⁴ Eng.-Agr., Ph.D., Embrapa - Clima Temperado. Caixa Postal 403, CEP: 96001-970 Pelotas, RS. E.mail:rwcoelho@cpact.embrapa.br

⁵ Eng.-Agr., Ph.D., Prof. do Dep. de Zootecnia - UFPEL. E.mail: lotar@ufpel.tche.br

⁶ Eng.-Agr., Prof. Adjunto, Dept. Matemática, Estatística e Computação - IFM/UFPEL.

O potencial do meio ambiente pode ser melhor explorado com a incorporação de espécies cultivadas de qualidade superior e com melhores características quantitativas. A importância da composição botânica de uma pastagem está baseada, fundamentalmente, em sua qualidade. As leguminosas, em geral, melhoram a qualidade de uma pastagem. Porém, segundo Potter (1986), quando se misturam leguminosas com gramíneas, aumenta o período de utilização das pastagens e a maior fixação de nitrogênio, elevando a fertilidade da área.

Um dos méritos mais comumente atribuído às leguminosas é o incremento no conteúdo de proteína bruta na forragem, exercendo efeito benéfico, principalmente no aumento do valor protéico no componente "não-leguminosa", em misturas forrageiras (Dall'Agno, 1981; Marchezan et al., 2002). Destacam-se os gêneros *Trifolium* e *Lotus* abrangem requisitos para melhoria de campos naturais, ou em pastagens cultivadas, por possuírem espécies de elevado valor nutritivo e excelente produção de forragem.

De acordo com a espécie animal, e considerando o sistema de produção, algumas características podem ser utilizadas para a avaliação da qualidade nutricional dos alimentos. A concentração de proteína bruta (PB) tem sido considerada uma das principais, na avaliação do valor nutritivo de forragens, já que os animais necessitam da mesma para a constituição e reposição dos tecidos (Stoddart & Smith, 1955). O teor de PB, além de ser indicador quantitativo desse componente nutricional, também está relacionado à digestibilidade das forragens (Van Soest, 1965).

Em pastagens com baixo potencial de produção, a PB pode ser um fator limitante para a produção animal (Blaser et al., 1974). O fator mais influente na produção de PB em pastagens é a produção de matéria seca por unidade de área e tempo. Porém, para a produção animal, o teor de proteína na matéria seca é mais relevante (Freitas et al., 1976), uma vez que independe da produção de matéria fresca e seca (Alfaya et al., 1994). Se este teor estiver abaixo de um valor crítico impedirá que o animal consuma quantidade suficiente de PB por dia (Freitas et al., 1976), visto que a capacidade de ingestão de matéria seca pelo animal é limitada (Ensminger et al., 1990). Os animais podem apresentar redução no consumo, com níveis de PB inferiores a 7,0-7,2%. Esse comportamento foi constatado por Souza (1989), que observou pequena redução na taxa de consumo de matéria seca, quando o teor de proteína foi inferior a 7,0%.

Por outro lado, muitos fatores podem afetar o teor de PB nas plantas, como a adubação e a calagem do solo. Segundo Gerwig & Ahlgren (1958), quando o fósforo não estiver em quantidades suficientes, haverá uma redução no nitrogênio e, conseqüentemente, no teor de proteína das plantas. Honda & Honda (1990) afirmam que teores adequados de potássio aumentam a capacidade das plantas de utilizarem altas doses de nitrogênio e transformá-lo em proteína. Jones & Freitas (1970) constataram que a omissão de fósforo e de potássio na adubação acarretou diminuição no teor de nitrogênio em leguminosas forrageiras. Portanto, correta fertilização pode contribuir para elevar o teor protéico das forrageiras (Morrison, 1966).

A parede celular que constitui a fração fibrosa da forragem é também componente fortemente relacionado com o consumo (Van Soest, 1982). A fibra detergente neutro (FDN) é constituída de celulose, hemicelulose, lignina etc. A fração fibra detergente ácido (FDA) é a porção menos digestível da parede celular das forrageiras, sendo constituída quase que totalmente de lignocelulose (Silva, 1990). A FDN está intimamente associada ao consumo voluntário, ou seja, mais relacionada com o tempo de ruminação, o enchimento do rúmen e passagem da digesta pelo trato digestivo. A FDA está estritamente associada à digestibilidade (Van Soest, 1994). Ball et al. (1991) estabeleceram que os valores de FDN são correlacionados negativamente com o consumo voluntário de forragem pelo animal, enquanto FDA, com a digestibilidade.

Estudos sobre a composição mineral de plantas forrageiras também têm grande importância para orientar decisões sobre fertilizações, visando garantir a perenidade e aumentar a produtividade da forragem de alta qualidade. A planta forrageira desempenha papel de extrema importância, como a principal fonte de minerais aos animais em pastejo.

De acordo com Conrad et al. (1985), os elementos minerais (N, P, K, Ca e Mg) são dieteticamente essenciais para todos os animais e têm influência direta sobre a eficiência de produção. Corsi & Silva (1994) concluíram que, para animais em pastejo serem adequadamente nutridos em termos de minerais, é necessária uma composição mineral adequada das plantas forrageiras. Nessas condições, a adubação da pastagem é a maneira de garantir o atendimento das exigências dos animais com o aumento na concentração de minerais na composição bromatológica, que resulta na melhoria da qualidade

da planta. A medida que são modificados os níveis de disponibilidade de nutrientes no solo, deve-se esperar mudanças significativas na composição mineral da planta (Salette, 1982). O aumento significativo da concentração de minerais na planta só ocorre quando a absorção do mineral está acima das necessidades de crescimento da planta (Beeson & Matrone, 1976).

Segundo Stoddart et al. (1975), o fósforo é um bom indicador do valor nutritivo de uma forragem, pois fósforo e enxofre, fósforo e proteína e fósforo e gordura variam diretamente, ao passo que fósforo e fibra bruta e fósforo e cinzas variam inversamente. Portanto, baixo teor de proteína está associado a um baixo teor de fósforo, e a deficiência de um agrava a do outro.

Sheard et al. (1971), em estudos com leguminosa forrageira, afirmaram que o teor de fósforo na planta está diretamente relacionado com a disponibilidade desse elemento no solo, daí a adubação fosfatada proporcionar aumento na concentração de fósforo no tecido.

Tendo em vista a necessidade de se agregar mais informações às respostas da forrageira (qualidade de forragem), em relação a diferentes níveis de adubação em terras baixas, desenvolveu-se este trabalho com o objetivo de avaliar a composição bromatológica de três leguminosas anuais de estação fria adubadas com fósforo e potássio.

Material e Métodos

O experimento foi conduzido em casa de vegetação, pertencente ao Centro de Pesquisas Agropecuárias de Clima Temperado, EMBRAPA, localizado no município de Capão do Leão, RS, na região fisiográfica denominada Litoral Sul.

O solo utilizado, classificado como Planossolo, da unidade de mapeamento Pelotas (BRASIL, 1973), foi colhido até a profundidade de 20 cm, passado em peneira com malhas de 5 mm de abertura, para remoção de cascalhos e fragmentos de raízes e, posteriormente, seco ao ar. A análise química proporcionou os seguintes resultados: pH (H₂O, relação 1:2,25) = 4,2; P (Mehlich - 1) = 9,6 mg/dm³; K = 95,75 mg/L; Ca = 1,08 cmol_c; Mg = 0,87 cmol_c; Al = 1,9 cmol_c e M.O. = 3,88%.

Foram utilizados baldes plásticos de 10 litros, contendo 8 kg de solo seco ao ar, que foram corrigidos de acordo com a recomendação pelo método SMP (50 mg/dm³ de calcário dolomítico faixa C), 60 dias

antes da semeadura. A classificação textural do solo foi classe 4 (11 a 25% de argila).

O delineamento experimental utilizado foi o completamente ao acaso, com três repetições, com os tratamentos distribuídos em fatorial 3 x 5 x 5 (espécies x doses de P x doses de K). As cinco doses de P (0,0; 1,08; 2,15; 3,23 e 4,30 mg de P₂O₅/dm³) e K (0,0; 0,43; 0,85; 1,28 e 1,70 mg de K₂O/dm³) corresponderam a 0, 1, 2, 3 e 4 vezes, respectivamente, a quantidade recomendada de P₂O₅ e K₂O pela análise do solo, de acordo com a Comissão de Fertilidade do Solo-RS/SC (1997). O P e K, na forma de superfosfato triplo e cloreto de potássio, nas doses correspondentes a cada unidade experimental, e os micronutrientes (FTE BR 12), na dose de 0,5 mg/dm³, foram misturados ao solo antes deste ser transferido para os baldes.

As espécies estudadas foram: trevo-subterrâneo (*Trifolium subterraneum* L. cv. Woogenellup), trevo-persa (*Trifolium resupinatum* L. cv. Kyambro) e Lotus El Rincón (*Lotus subbiflorus* Lag. cv. El Rincón). As sementes foram escarificadas e inoculadas com inoculantes biológicos específicos para cada espécie.

A semeadura ocorreu no dia 05 de maio de 2000, usando-se 10-12 sementes/vaso. Após uma semana da emergência, procedeu-se ao desbaste, deixando quatro plantas por balde. Durante o período experimental, adicionou-se, diariamente, água destilada para ajustar o nível de umidade dos solos, mantido sempre próximo à capacidade de campo. A cada 15 dias, todos os vasos eram rotacionados aleatoriamente.

Em 18 de agosto de 2000, as plantas de cada tratamento foram cortadas, deixando-se um resíduo de 5 cm. A partir de 23 de outubro de 2000, foi feita a avaliação final do experimento, quando as plantas de cada tratamento foram novamente cortadas rente à superfície do solo.

O material colhido após o corte final das plantas foi seco em estufa de ar forçado a 65°C, até peso constante (72 horas). A forragem, depois da secagem, foi moída (moinho tipo Wiley, com peneira de 1 mm de malha) e acondicionada em sacos apropriados. Foram utilizadas duas repetições para as análises laboratoriais.

No laboratório de bromatologia da Embrapa-CPACT, foi realizada a determinação da matéria seca definitiva, a 105°C, segundo Silva (1990), utilizada para correção da MS das amostras nas determinações laboratoriais.

O nitrogênio total foi determinado pelo método micro-Kjeldahl (Tedesco, 1982). O teor de PB foi obtido pela multiplicação da porcentagem de nitrogênio total encontrada pelo fator 6,25. Os teores de FDN e FDA foram obtidos pelo método descrito por Van Soest (1965). Nas análises dos teores de P, K, Ca e Mg do tecido vegetal, foi utilizado o método de digestão úmida (Tedesco et al., 1985). As determinações do tecido vegetal foram realizadas no laboratório de solos da FAEM-UFPEL e de bromatologia da Embrapa-CPACT.

Os dados foram analisados pelas análises de variância e de regressão polinomial, utilizando-se o programa SANEST (Zonta & Machado, 1984).

Resultados e Discussão

Na Tabela 1, são apresentadas as médias para os teores de PB, FDN, FDA, Ca, Mg, P e K na MS das espécies. O maior teor de PB foi encontrado com o Lotus El Rincón (19,03%), seguido do trevo-subterrâneo e, por último, o trevo-persa (13,39%).

O teor aparentemente baixo de PB observado para o trevo-persa pode ser atribuído ao estágio de florescimento em que se encontravam as plantas, caracterizando-se como uma espécie mais precoce que as demais, já que foram colhidas todas na mesma idade. Jacques et al. (1982) e Vieira et al. (1999) mencionam que o estágio vegetativo tem influência no teor de PB das plantas e varia de acordo com a relação folha-caule. Basso et al. (2001) analisaram as espécies de *Adesmia* sp. e *Lotus* sp., em três estádios de desenvolvimento: vegetativo, início do florescimento e pleno florescimento (nas frações caule e folha), e observaram que os teores de proteína bruta decres-

ceram com o avanço do estágio vegetativo para as ambas as frações da planta.

Os teores de PB na MS das três espécies estão bem acima daqueles exigidos para suprir a necessidade de bovinos adultos (9%), conforme Cavalheiro & Trindade (1992), e garantir o consumo voluntário de MS (acima de 7%), segundo Milforf & Minson (1966). As espécies responderam linearmente às doses de fósforo, com incremento de 0,72% de PB por unidade do nutriente aplicado (Figura 1).

O teor de PB usado como parâmetro para avaliação da qualidade nutricional da forragem evidencia a importância da disponibilidade de fósforo no solo, que modifica a composição bromatológica das plantas e, certamente, resulta na melhoria da qualidade nutricional e aumento de consumo voluntário de forragem pelos animais. A resposta biológica é interessante, porém fica o questionamento da economicidade do sistema utilizando doses mais elevadas de P.

A análise de variância dos teores de FDN e FDA na MS indicou significância ($P < 0,01$) apenas para diferença entre espécies. Constam na Tabela 1 os valores médios para os teores de FDN e FDA na MS de cada espécie.

O teor de FDN na MS correlaciona-se negativamente com o consumo voluntário de forragem pelo animal, sendo sua determinação importante, podendo ser utilizada na predição da ingestão de alimentos pelo mesmo. A espécie que apresentou menor teor de FDN, nas médias dos tratamentos, foi o trevo-persa (46,0%), e as espécies com maiores teores, o trevo-subterrâneo (53,8%) e o Lotus El Rincón (52,7%), que não diferiram entre si. Para a teor de FDA, que se correlaciona negativamente com a digestibilidade,

Tabela 1 - Teores de PB, FDN, FDA, Ca, Mg, P e K na MS do Lotus El Rincón (R), trevo-persa (TP) e trevo-subterrâneo (TS)

Table 1 - CP, NDF, ADF, P, K, Ca and Mg contents of dry matter in Lotus El Rincón (R), persian clover (PC) and subterranean clover (SC)

Espécies <i>Species</i>	PB <i>CP</i>	FDN <i>NDF</i>	FDA <i>ADF</i>	Ca	Mg	P	K
				——%——			
R	19,0 a	52,7 a	38,7 a	1,49 b	0,37 b	0,28 a	1,18 a
TP (PC)	13,4 c	46,0 b	34,2 b	1,99 a	0,39 b	0,11 c	0,61 c
TS (SC)	14,2 b	53,8 a	39,9 a	1,54 b	0,42 a	0,16 b	0,72 b

Médias seguidas da mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste Duncan (5%).

Means followed by same letter, in the column are not different by Duncan test (5%).

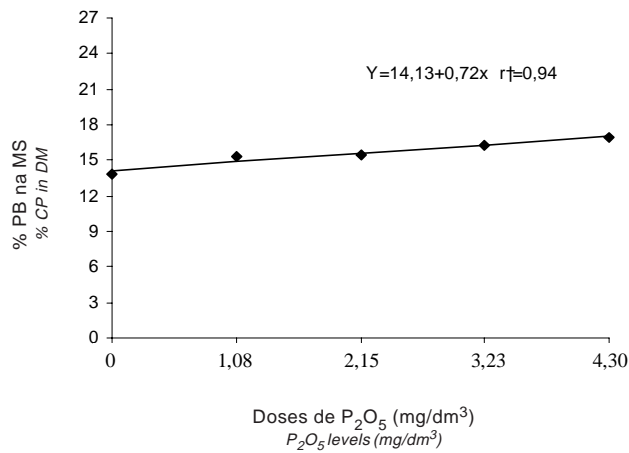


Figura 1 - Teores de proteína bruta (PB) na MS das três espécies de leguminosas, em função das doses de fósforo ($X=mg/dm^3$ de P_2O_5).

Figure 1 - Crude protein (CP) content on DM of three legumes, according to phosphorus levels ($X=mg/dm^3$ of P_2O_5).

o melhor resultado também foi apresentado pelo trevo-persa (34,2%). O trevo-subterrâneo e o Lotus El Rincón apresentaram maiores valores de FDA (39,9 e 38,7%, respectivamente), não diferindo ($P>0,05$) entre si. Os menores teores de FDN e FDA para o trevo-persa podem ser associados à morfologia da planta que possui caule oco (planta adaptada a terrenos alagados) em relação às demais espécies, garantindo a esta fração menor proporção de tecidos de sustentação (p.ex. lignina) que tem influência na elevação dos teores de fibra quando analisados, uma vez que a análise foi feita na planta inteira (folha+caule).

A espécie que apresentou maior teor de Ca na MS, na média das doses de P e K (Tabela 1), foi o trevo-persa (1,99), seguido do trevo-subterrâneo (1,54) e do Lotus El Rincón (1,49), que não diferiram entre si pelo teste de Duncan (5%).

Em todas as espécies, os teores de cálcio decresceram com as doses de potássio (Figura 2). Nota-se, portanto, que o maior teor do mineral na MS, média das três espécies, foi obtido com dose zero (1,79%), diminuindo nos demais até 1,57%, na última dose.

Apesar da redução nos teores de cálcio com a adubação potássica, os valores encontrados estão bem acima daqueles necessários para suprir as exigências de ruminantes, que, conforme o NRC (1984), ficam em torno de 0,21 a 0,58% para bovinos de corte em crescimento e terminação, respectivamente.

Para o teor de magnésio (Mg), foram detectadas diferenças significativas ($P<0,01$) para os efeitos de espécie, fósforo e potássio e a interação espécie x fósforo. Na Tabela 1, observa-se que o maior teor de Mg na MS foi encontrado, nas médias dos tratamentos, com a espécie trevo-subterrâneo (0,42%), seguido do trevo-persa (0,39%) e de Lotus El Rincón (0,37%), que não diferiram entre si pelo teste de Duncan (5%).

As doses crescentes de potássio também influenciaram negativamente o teor de Mg na MS das espécies (Figura 3), com a maior porcentagem do nutriente na dose zero (0,43%), diminuindo nas demais doses estudadas (até 0,36%).

Todos valores médios dos teores de Mg nas leguminosas são suficientes para suprir as exigências mínimas de manutenção para bovinos, que, de acordo com o NRC (1984), situam-se entre 0,10 e 0,18% de Mg.

A redução dos teores de Ca e Mg na MS das três leguminosas, com o incremento da dose de potássio (mg/dm^3 de K_2O), associa-se com o aumento da concentração do elemento (K_2O) no solo proporcionado com as doses dos tratamentos, além do mesmo estar contido em proporção elevada na amostra do solo no início do experimento, o que permitiu o consumo de fluxo do K^+ (Malavolta et al. 1997), favorecido pela alta mobilidade nas plantas em todos os níveis: dentro de células individuais e de tecidos, bem como no transporte à longa distância via

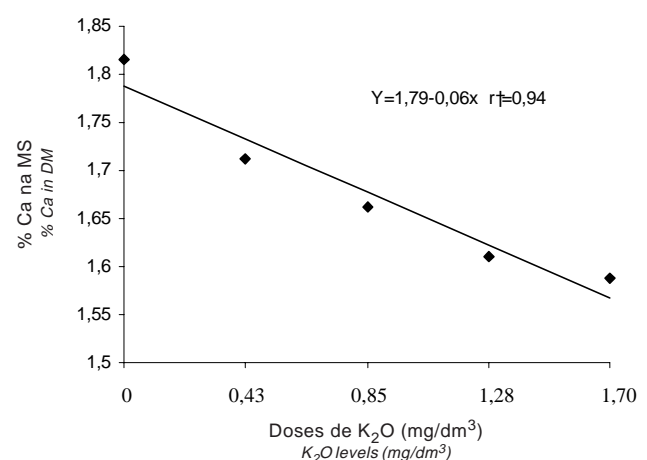


Figura 2 - Teores de cálcio (Ca) na MS das três espécies de leguminosas, em função das doses de potássio ($X=mg/dm^3$ de K_2O).

Figure 2 - Calcium content (Ca) on DM of three legumes, according to the potassium levels ($X=mg/dm^3$ of K_2O).

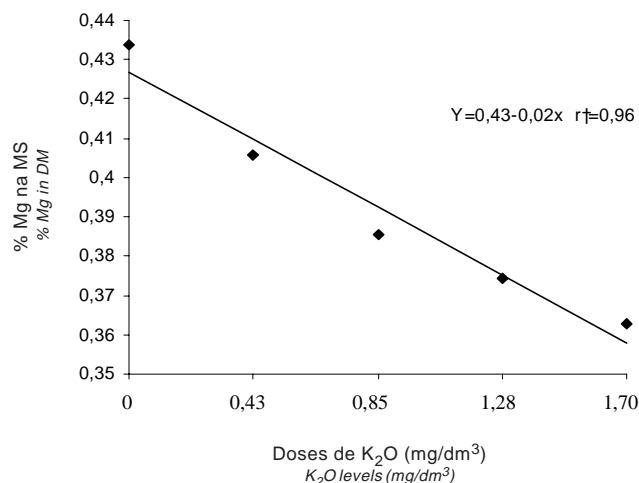


Figura 3 - Teores de magnésio (Mg) na MS das três espécies de leguminosas, em função das doses de potássio ($X=mg/dm^3$ de K_2O).

Figure 3 - Magnesium content (Mg) on DM of three legumes, according to potassium levels ($X=mg/dm^3$ of K_2O).

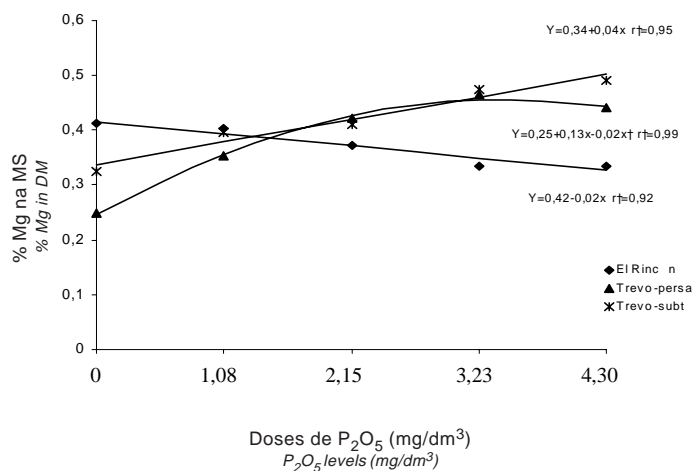


Figura 4 - Teores de magnésio (Mg) na MS das três espécies de leguminosas, em função das doses de fósforo ($X=mg/dm^3$ de P_2O_5).

Figure 4 - Magnesium content (Mg) on DM of three legumes, according to phosphorus levels ($X=mg/dm_3$ of P_2O_5).

xilema e floema (Marschner, 1995), que, por ser um cátion monovalente (K^+), é mais eficiente na absorção da planta que os outros cátions bivalentes relativamente grandes (Ca^{+2} e Mg^{+2}), por apresentar menor raio iônico hidratado e de menor competição nos sítios de absorção de cátions nas raízes das plantas.

As respostas das espécies aos níveis crescentes de fósforo são apresentadas na Figura 4. O trevo-subterrâneo respondeu linear e positivamente à adubação fosfatada, com os teores de Mg variando de 0,32 a 0,50% entre a menor e maior dose de P_2O_5 aplicada.

Para o trevo-persa, a dose três vezes a recomendação proporcionou o maior teor de Mg na MS (0,46%). A eficiência no ponto de máximo estimado foi encontrada na dose de P 3,3 vezes a recomendada. No entanto, os teores de Mg na MS do trevo-persa responderam positivamente aos incrementos da adubação fosfatada, enquanto no Lotus El Rincón ajustaram-se à uma equação linear negativa, em função das doses de fósforo, em que os valores para última leguminosa decresceram de 0,42% de Mg para 0,33% de Mg na MS, com o incremento das doses de P (Figura 4).

No estudo da variável teor de P na MS, a análise de variância indicou diferenças significativas para os efeitos de espécie e doses do nutriente aplicadas ($P<0,01$). Não foram detectadas diferenças para os

efeitos de potássio e as interações ($P>0,05$). Os dados referentes aos teores de P na MS das espécies, nas médias dos tratamentos, encontram-se na Tabela 1. O Lotus El Rincón apresentou o maior teor de P (0,28%), seguido do trevo-subterrâneo e, com menor teor, o trevo-persa (0,11%). Os teores destes últimos não suprem as necessidades mínimas de manutenção para bovinos em engorda (0,18 a 0,22%), e nenhuma das espécies atende às exigências de P para manutenção de bezerros e vacas em reprodução (0,35%), conforme o NRC (1984).

As espécies apresentaram resposta linear positiva nos teores de P na forragem, com as doses do nutriente aplicadas (Figura 5). A maior porcentagem de P na MS (0,26%) para as três espécies foi encontrada com a dose quatro vezes maior que a recomendada.

Na avaliação do teor de K na MS, foram detectadas diferenças significativas, pela análise de variância, para os efeitos de espécie, fósforo, potássio e interação espécie x potássio ($P<0,01$). O Lotus El Rincón foi a espécie que apresentou o maior teor de K na MS, na média dos tratamentos (1,18%), seguido do trevo-subterrâneo e, com menor teor (0,61%), o trevo-persa (Tabela 1). Esses teores de K na forragem são suficientes para atender às exigências mínimas (0,50 a 0,70%) de manutenção de bovinos de corte (NRC, 1984).

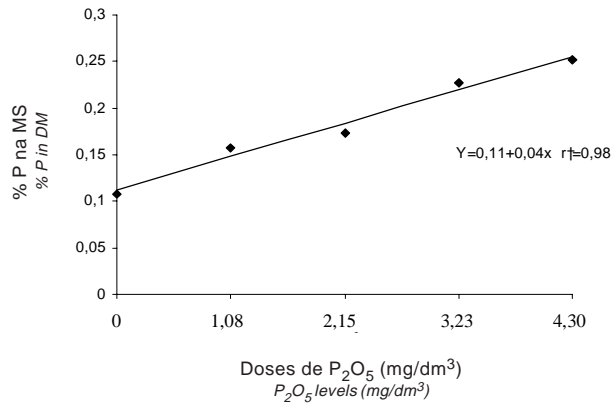


Figura 5 - Teores de fósforo (P) na MS das três espécies de leguminosas, em função das doses de fósforo (X=mg/dm³ de P₂O₅).

Figure 5 - Phosphorus contents (P) on DM of three legumes, according to the phosphorus levels (X=mg/dm³ of P₂O₅).

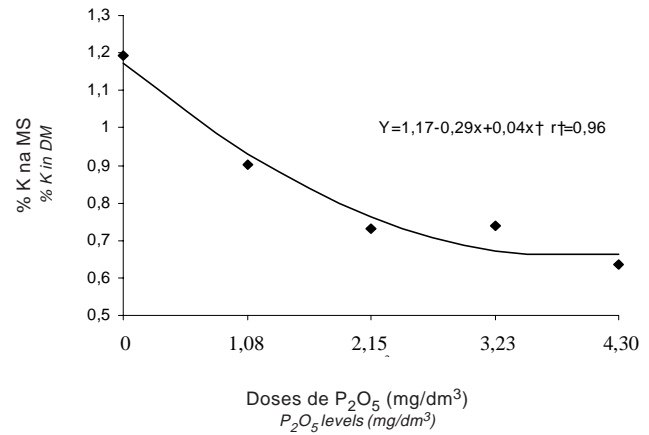


Figura 6 - Teores de potássio (K) na MS das três espécies de leguminosas, em função das doses de fósforo (X=mg/dm³ de P₂O₅).

Figure 6 - Potassium content (K) on DM of three legumes, according to the phosphorus dose (X=mg/dm³ of P₂O₅).

As doses crescentes de fósforo influenciaram de forma quadrática negativa o teor de K na MS das espécies, com o maior valor encontrado na dose zero (1,17%) e o ponto de mínimo estimado ocorreu na dose 3,63 vezes a recomendada (Figura 6). A mesma tendência foi observada por Santos et al. (2002), para o amendoim forrageiro, reduzindo o conteúdo de K com o aumento das doses de P₂O₅. A redução dos teores de K na parte aérea das três leguminosas com a aplicação de fósforo também foi relatada por Filizolla & Baumgartner (1984), Nascimento et al. (1990), Andrew & Robins (1971) e CIAT (1982).

A resposta das espécies à aplicação de potássio é observada na Figura 7. As três espécies, trevo-persa, trevo-subterrâneo e Lotus El Rincon tiveram os teores de K na matéria seca da parte aérea aumentados linearmente com as doses do nutriente aplicadas com valores variando de 0,8 a 1,60%, de 0,41 a 1,03% e de 0,41 a 0,80%, respectivamente, ao Lotus El Rincón, trevo-subterrâneo e o trevo-persa.

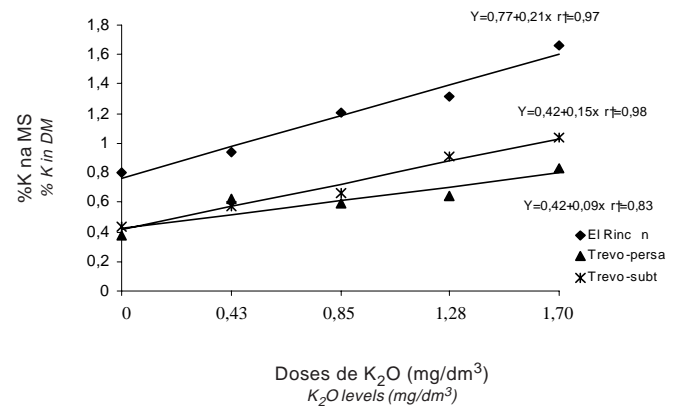


Figura 7 - Teores de potássio (K) na MS das três espécies de leguminosas, em função das doses de potássio (X=mg/dm³ de K₂O).

Figure 7 - Potassium (K) content on DM of three legumes specie as function of potassium dose (X = mg/dm³ of K₂O).

Conclusões

Os teores de proteína bruta na MS das leguminosas Lotus El Rincón, trevo-subterrâneo e trevo-persa aumentam com a adubação fosfatada, na estação fria.

Os teores de FDN e FDA das leguminosas não são influenciados pelas adubações fosfatada e potássica.

A adubação potássica reduz os teores de cálcio e magnésio e aumenta os de potássio na matéria seca das leguminosas, ao passo que a adubação fosfatada reduz os teores de potássio e eleva os de fósforo e de magnésio no trevo-subterrâneo e no trevo-persa e reduz no Lotus El Rincon.

O Lotus El Rincón apresenta maiores teores de proteína bruta, de fósforo e de potássio na matéria seca que as demais leguminosas.

Literatura Citada

- ALFAYA, H.; SIEWERDT, F.; SALOMONI, E. Produção de matéria fresca, matéria seca e proteína bruta em campo nativo. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 31., 1994, Maringá. **Anais...** Maringá: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1994. p.263.
- ANDREW, C.S.; ROBINS, M.F. The effect of phosphorus on the growth, chemical composition, and critical phosphorus percentages of some tropical pastures grasses. **Australian Journal of Agriculture Research**, v.22, n.2, p.693-706, 1971.
- BALL, D.M.; HOVELAND, C.S.; LACEFIELD, G.D. **Southern forages**. Atlanta: Potash & Phosphate Institute, 1991. 256p.
- BASSO, S.M.S.; JACQUE, A.V.A.; DALL'AGNOL, M. et al. Disponibilidade e valor nutritivo de forragem de leguminosas nativas (*Adesmia* DC.) e exóticas (*Lotus* L.). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, n.3, p.975-982, 2001 (Suplemento 1).
- BEENSON, K.C.; MATRONE, G. **The soil factor in nutrition animal and human**. New York: Marcel Decker, 1976. 152p.
- BLASER, R.E.; JAHN, E.; HAMMES, R.C. Evaluation of forage and animal research. In: Van KEUREN, R.W. (Ed.) **Systems analysis in forage crops production and utilization**. Madison: Crop Science Society of America, 1974. p.1-26.
- BRASIL. Ministério da Agricultura. Departamento Nacional de Pesquisa Agropecuária. Divisão de Pesquisas Pedológicas. **Levantamento de Reconhecimento dos Solos do Estado do Rio Grande do Sul**. Recife, 1973. 431p. (Boletim Técnico, 30)
- CAVALHEIRO, A.C.L.; TRINDADE, D.S. **Os minerais para bovinos e ovinos criados em pasto**. Porto Alegre: Sagra/DC Luzzato, 1992, 142p.
- CENTRO INTERNACIONAL DE AGRICULTURA TROPICAL - CIAT. **Informe anual del programa de pastos tropicales**. Cali: 1982. 302p.
- COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO - RS/SC. **Recomendações de adubação e de calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina**. Santa Maria, 1997. 223p.
- CONRAD, J.H.; Mc DOWELL, G.L.; ELLIS, L.J.K. **Minerais para ruminantes em pastejo em regiões tropicais**. Gainesville: Departamento de Ciência Animal, Centro de Agricultura Tropical, Universidade da Flórida, Gainesville e Agência Americana para o Desenvolvimento Internacional, 1985. 91p.
- CORSI, M.; SILVA, R.T.L. Fatores que afetam a composição mineral de plantas forrageiras. In: **Pastagens: fundamentos da exploração racional**. 2.ed. Piracicaba: Fundação de Estudos Agrários Luiz de Queiroz, 1994. 908p.
- DALL'AGNOL, M. **Avaliação de cultivares e progênies de policruzamento do trevo-branco (*Trifolium repens* L.) consorciados com gramíneas**. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1981. 102p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1981.
- ENSMINGER, M.E.; OLDFIELD, J.E.; HEINEMANN, W.W. **Feeds and nutrition**. 2.ed. Clovis: The Esminger Publishing Company, 1990. 1544p.
- FILIZZOLA, V.L.; BAUMGARTNER, J.G. **Efeito da calagem e da adubação com fósforo e zinco no desenvolvimento da *Brachiaria decumbens***. Jaboticabal: Universidade Estadual Paulista, 1984. 143p.
- FREITAS, E.A.G.; LOPES, J.; PRATES, E.R. Produtividade de matéria seca, proteína digestível e nutrientes digestíveis totais em pastagens nativas no Rio Grande do Sul. **Anuário Técnico do IPZFO**, v.3, p.454-515, 1976.
- GERWIG, J.L.; AHLGREN, G.H. The effect of different fertility levels on yield, persistence, and chemical composition of alfafa. **Agronomy Journal**, v.50, n.6, p.291-294, 1958.
- HONDA, C.S.; HONDA, A.M. **Cultura da alfafa**. São Paulo: Livrocere, 1990. 245p.
- JACQUES, A.V.A.; STAMMEL, J.G.; RIBOLDI, J. Efeito do estágio de crescimento e altura de corte sobre matéria seca, proteína bruta e minerais da alfafa crioula (*Medicago sativa* L.). In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 19., 1982, Piracicaba. **Anais...** Brasília: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1982. p.435-436.
- JONES, M.B.; FREITAS, L.M.M. Respostas de quatro leguminosas tropicais a fósforo, potássio e calcário num latossolo vermelho-amarelo de campo cerrado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. Brasília, n.5, p.91-99, 1970.
- MALAVOLTA, E.; VITTI, G.C.; OLIVEIRA, S.A. de. **Avaliação do estado nutricional das plantas**. 2.ed. Potafós, 1997. 319p.
- MARCHEZAN, E.; VIZZOTTO, V.R.; ROCHA, M.G. et al. Produção animal em várzea sistematizada cultivada com forrageiras de estação fria submetidas a diferentes níveis de adubação. **Ciência Rural**, v.32, n.2, p.303-308, 2002.
- MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. 2.ed. London: Academia press, 1995. 889p.
- MILFORD, R.; MINSON, D.J. Intake of tropical pasture species. In: CONGRESSO INTERNACIONAL DE PASTAGENS, 9, 1965, São Paulo. **Anais...** São Paulo: Alarico, 1966. p.815-822.
- MORRISON, F.G. **Alimentos e alimentação dos animais**. 2.ed. Rio de Janeiro: Melhoramentos, 1966. 892p.
- NASCIMENTO, V.M.; ISEPON, O.J.; FERNANDES, F.M. Efeito de doses de NPK nas relações K, Ca e Mg em *Brachiaria decumbens* Stapf., cultivada em latossolo da região do cerrado. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 27., 1990, Campinas. **Anais...** Campinas: 1990, p.241.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient requirements of beef cattle**. 6.ed. rev. Washington: National Academy Press, 1984. 99p.

- POTTER, V.J. Utilização de várzea na estância Guatambu. In: SIMPÓSIO SOBRE ALTERNATIVA AO SISTEMA TRADICIONAL DE UTILIZAÇÃO DE VÁRZEAS DO RIO GRANDE DO SUL, 1984, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre, Brasília: PROVÁRZEAS/PROFIR, 1986. p.46-49.
- SALETTE, J. The role of fertilizers in improving herbage quality and optimization. In: INTERNATIONAL POTASH INSTITUTE CONGRESS. 12 Goslar. República Federal Alemã, 1982, **Proceedings...** Goslar, p.117-144, 1982.
- SANTOS, I.P.A.; PINTO, J.C.; SIQUEIRA, J. Q. et al. Influência do fósforo, micorriza e nitrogênio no conteúdo de minerais de *Brachiaria brizantha* e *Arachis pintoi* consorciados. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.2, p.605-616, 2002.
- SHEARD, R.W.; BRADSHAW, G.J.; MASSEY, D.L. Phosphorus placement for the establishment of alfalfa and brome grass. **Agronomy Journal**, v.63, 1971.
- SILVA, D.J. **Análise de alimentos** (métodos químicos e biológicos). Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 1990. 165p.
- SOUZA, A.G. **Evolução e produção animal da pastagem nativa sob pastejo contínuo e rotativo**. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1989. 192p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1989.
- STODDART, L.A.; SMITH, A.D. **Range management**. 2.ed. New York: Mc Graw Hill, p.258-276, 1955.
- STODDART, L.A.; SMITH, A.D.; BOX, T.W. **Range management**. 3.ed. New York: Mc Graw Hill, 1975. 532p.
- TEDESCO, M.J. **Extração simultânea de P, K, Ca e Mg em tecido de plantas por digestão com H₂O₂ - H₂SO₄**. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1982. 23p. (Informativo Interno 1)
- TEDESCO, M.J.; VOLKWEISS, S.J.; BOHNEN, H. **Análises de solos, plantas e outros materiais**. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1985. 118p. (Boletim Técnico de Solos, 5).
- Van SOEST, P.J. **Nutritional ecology of the ruminant**. 2.ed. Ithaca: Cornell University Press, 1994. 476p.
- Van SOEST, P.J. **Nutritional ecology of the ruminant**. Corvallis, Oregon: Cornell University, 1982. 374p.
- Van SOEST, P.J. Symposium on factors influencing the voluntary intake in relation to chemical composition and digestibility. **Journal Animal Science**, v.24, n.3, p.834-843, 1965.
- VIEIRA, A.C.; HADDAD, C.M.; CASTRO, F.G.F. et al. Produção e valor nutritivo da grama bermuda Florakirk [*Cynodon dactylon* (L.) pers.] em diferentes idades de crescimento. **Scientiae Agricola**, v.56, n.4, p.1185-1191, 1999. (Supl.)
- ZONTA, E.P.; MACHADO, A.D. **SANEST – Sistema de análise estatística para microcomputadores**. Pelotas: Universidade Federal de Pelotas, 1984. 75p.

Recebido em: 23/02/03

Aceito em: 15/08/04