



Comportamento da alfafa sob diferentes adubos fosfatados na absorção, transporte e utilização de fósforo¹

Adônis Moreira^{2,4}, Euripedes Malavolta^{3,4}, Joaquim Bartolomeu Rassini², Reinaldo de Paula Ferreira²

¹Parte da Dissertação de Mestrado do primeiro autor, financiado pela FAPESP.

²Embrapa Pecuária Sudeste (CPPSE) – São Carlos, SP. e-mail: adonis@cppse.embrapa.br, rassini@cppse.embrapa.br, reinaldo@cppse.embrapa.br

³Centro de Energia Nuclear na Agricultura (CENA/USP) – Piracicaba, SP. e-mail: mala@cena.usp.br

⁴Bolsista do CNPq

Resumo: O objetivo deste trabalho foi avaliar, em condições de casa de vegetação, o comportamento da alfafa (*Medicago sativa* L.) cultivada em Latossolos Vermelho Amarelo distrófico, sob diferentes adubos fosfatados na absorção, transporte e utilização do fósforo. O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado com quatro fontes de P (fosfato natural de Arad, fosfato natural da Carolina do Norte, termofosfato “Yoorin” e superfosfato triplo - 200 mg/kg de P) e três repetições. Foram realizados seis cortes com intervalo de 30 dias. Em cada corte foi determinada a produção de matéria seca da parte área (caule e folha) e o teor total de P no tecido foliar, sendo no último também coletada a produção de raízes e o teor total de P. Os resultados mostraram que a utilização do termofosfato e do superfosfato tripla propiciou maior produção de matéria seca total, enquanto a testemunha e o fosfato natural da Carolina do Norte apresentaram baixa eficiência de utilização de P, quando comparado com as outras fontes de fósforo.

Palavras-chave: conteúdo de P, eficiência de absorção de P, eficiência de translocação de P, eficiência de utilização de P utilização, *Medicago sativa*

Efficiency of alfalfa under different phosphate fertilization in uptake, translocation and utilization of phosphorus

Abstract: The objective of this work was to evaluate the efficiency of alfalfa conducted out in dystrophic Red Yellow Latosol (Oxisol), under different phosphate fertilization in uptake, translocation and utilization of phosphorus. The experimental design was a completely randomized with four sources [Arad rock phosphate (ARP), North Caroline rock phosphate (NCRP), triple superphosphate (TSP) and “Yoorin” thermophosphate (YTP) – 200 mg/kg of P], with three replicates. Six monthly harvests were made. In each harvest was determined aerial dry matter yield and P content, and in last harvest was also analyzed roots dry matter yield and P content. The results showed that the utilization of TSP and YTP provided higher total dry matter yield. The control and NCRP had smaller P utilization efficiency than ARP, TSP and YTP.

Keywords: *Medicago sativa*, P content, P translocation efficiency, P uptake efficiency, P utilization efficiency,

Introdução

A distribuição e a eficiência de utilização dos nutrientes na planta é influenciada pela produção, intensidade de retranslocação e reutilização dos mesmos sob condições de estresse. Com relação ao P, apesar da alta mobilidade dentro do xilema da planta (Malavolta, 1980), a solubilidade do adubo fosfatado pode afetar todo o mecanismo interno responsável pelo transporte a longa distância do nutriente, ou seja, a transferência do nutriente através do parênquima cortical para as células adjacentes aos elementos condutores do xilema, seguida de movimento em direção as porções terminais da parte aérea (Martinez et al., 1993).

Existem vários mecanismos e processos que contribuem para o uso eficiente de um nutriente, entre elas destacam a geometria radicular, solubilização do nutriente na rizosfera, capacidade e absorção em baixas concentrações na solução do solo, alocação interna na planta e necessidade funcional do nutriente (Lauchli, 1987, citado por Martinez et al., 1993).

Avaliações do estado nutricional podem indicar a fonte fosfatada mais eficiente no suprimento de P, assim, o presente trabalho teve por objetivo avaliar a eficiência de utilização, absorção e transporte de fósforo pela alfafa (*Medicago sativa*) cultivada em condições de casa de vegetação, em Latossolo



Vermelho Amarelo distrófico, fase cerrado, com adubos fosfatados com diferente composição química e grau de solubilidade.

Material e Métodos

O experimento foi conduzido em Latossolo Vermelho Amarelo distrófico [pH em CaCl_2 0,01 mol/L = 3,7; C = 11,8 g/kg; P(resina) = 4,0 mg/kg; K = 1,0 mmol/dm³; Ca = 3,0 mmol/dm³; Mg = 2,0 mmol/dm³; S-SO₄²⁻ = 59,0 mg/kg; H+Al = 96,0 mmol/dm³ e Al = 21,0 mmol/dm³], em vasos com cinco litros de capacidade sob condições de casa de vegetação do Centro de Energia Nuclear na Agricultura. O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado com quatro fontes de P [fosfato natural reativo de Arad (33% de P₂O₅), fosfato natural reativo da Carolina do Norte (30% de P₂O₅), termofosfato “Yoorin” (18% de P₂O₅) e superfosfato triplo (43% de P₂O₅)] e três repetições.

As sementes da alfafa, cv. Florida 77, foram inoculadas com *Shinorhizobium meliloti* e tratadas com 0,1 mg/L de Mo e 0,01 mg/L de Co (Moreira et al., 2007). Foram aplicadas adubações uniformes de P (100 mg/kg), K (150 mg/kg), S (100 mg/kg), B (0,5 mg/kg), Cu (1,5 mg/kg), Fe (5,0 mg/kg), Mn (5,0 mg/kg) e Zn (5,0 mg/kg) (Malavolta, 1980), e utilizou calcário dolomítico (400 g/kg de CaO, 150 g/kg de MgO e PRNT = 86%) para elevar a saturação por bases a 80%. Foram realizados seis cortes com intervalo de 30 dias para obtenção da produção de matéria da parte aérea, sendo no último também determinada a produção de matéria seca das raízes. O teor de P total no tecido foi obtido após cada corte e o conteúdo, expresso em mg/vaso, foi a soma do P exportado em cada coleta de matéria seca.

A partir do conteúdo de P na planta e da produção de matéria seca da parte aérea, raízes e total, foram calculados os índices adaptados de Martinez et al. (1993) e Tomaz et al. (2006): a) eficiência de absorção de P (EAP) = conteúdo total de P na planta/matéria seca de raízes (mg/g); b) eficiência de translocação de P (ETP) = 100 x [(conteúdo total de P na parte aérea/conteúdo total de P na planta)]; c) eficiência de utilização de P (EUP) = (matéria seca total produzida)²/conteúdo total de P na planta.

Os resultados foram submetidos à análise de variância (ANOVA), teste de F e comparação de contrastes entre médias com o teste de Tukey a 5% de significância (Pimentel Gomes & Garcia, 2002).

Resultados e Discussão

A alfafa respondeu significativamente à adubação fosfatada (200 mg/kg), sendo a produção muito reduzida na ausência de P (Tabela 1). As plantas apresentaram comportamentos distintos em função das fontes, verificou-se que o termofosfato Yoorin e o superfosfato triplo proporcionaram as maiores produções de matéria seca da parte aérea e total, diferindo estatisticamente dos fosfatos naturais de Arad e da Carolina do Norte (Tabela 1). Tais resultados se devem, em grande parte, a alta solubilidade do superfosfato triplo e ao efeito alcalinizante do termofosfato, elevando o pH numa faixa mais adequada para o desenvolvimento das bactérias responsáveis pela fixação de N. Com relação ao estado nutricional, independentemente da fonte, a aplicação de 200 mg/kg de P foi suficiente para elevar os teores na parte aérea dentro ou acima dos níveis considerados adequados de 2,5 a 3,5 g/kg (Moreira et al., 2007).

Tabela 1. Produção de matéria seca da parte aérea, total e teor de P na parte aérea e raiz da alfafa, em função dos adubos fosfatados.

Tratamentos	Matéria seca			Teor de P	
	Parte aérea	raízes	Total	Parte aérea	raízes
	-----	(g/vaso) -----		-----	(g/kg) -----
Testemunha	12,36 c	5,41 b	17,77 d	1,74 c	1,10 b
Fosfato de Arad	38,56 b	9,32 a	47,88 c	2,78 b	2,10 a
Fosfato da Carolina do Norte	40,56 b	9,98 a	50,54 bc	4,29 a	2,70 a
Termofosfato Yoorin	50,17 a	11,41 a	60,15 a	3,12 b	3,00 a
Superfosfato triplo	46,07 a	10,30 a	56,36 ab	3,27 b	2,50 a

Médias distintas na mesma coluna diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Os resultados da Tabela 2 mostraram que diferente do verificado por Martinez et al. (1993) com soja, plantas sob estresse fosfatado tiveram menor eficiência de absorção, translocação e utilização, ou seja, quanto menor a disponibilidade de P, menor foi a quantidade de matéria seca produzida por unidade de P disponível. A alta eficiência de absorção de P (EAP) do fosfato natural da Carolina do Norte, estatisticamente superior ao do termofosfato e do superfosfato triplo e o alto conteúdo de P presente na matéria seca total (parte aérea e raízes) (Tabela 2) não refletiram na produção de matéria seca e em eficiência de utilização, valor esse, semelhante a da testemunha. Comportamento diferente foi verificado com o fosfato natural de Arad, que apesar do baixo conteúdo de P (126,77 mg/vaso), apresentou alta eficiência de utilização, não diferindo significativamente do termofosfato e do superfosfato triplo.



Tabela 2 Eficiência de Absorção de P (EAP), eficiência de translocação de P (ETP) e eficiência de utilização de P (EUP), em função dos adubos fosfatados.

Tratamentos	Conteúdo de P -- (mg/vaso) --	EAP -- (mg/g) --	ETP -- (%) --	EUP -- (g ² /mg) --
Testemunha	27,46 d	5,07 d	78,32 b	11,50 b
Fosfato de Arad	126,77 c	13,60 c	84,56 a	18,08 a
Fosfato da Carolina do Norte	200,95 a	20,13 a	86,59 a	12,71 b
Termofosfato Yoorin	190,76 a	16,72 b	82,06 ab	18,97 a
Superfosfato triplo	176,40 b	17,13 b	85,40 a	18,01 a

Médias distintas na mesma coluna diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Analisando a eficiência de translocação de P (ETP), observou-se que devido à alta mobilidade do P no xilema (Malavolta, 1980), a exceção da testemunha, a aplicação de 200 mg/kg de P não ocasionou em diferenças significativas entre os adubos fosfatados (Tabela 2). Tais resultados corroboram os de Bielecki (1973) e Martinez et al. (1993), que por estarem mais próximas da fonte de suprimento de P, nesse caso o solo, as raízes de plantas deficientes retêm mais nutrientes, transportando menor quantidade para parte aérea.

Conclusões

O superfosfato triplo e o termofosfato “Yoorin” proporcionam as maiores produções de matéria seca da alfafa quando comparado com os fosfatos naturais reativos de Arad e da Carolina do Norte. Na ausência de P, as plantas tiveram menor eficiência nutricional, o mesmo foi verificado com o uso do fosfato natural da Carolina do Norte.

Literatura Citada

- BIELESKI, R.L. Phosphate pools, phosphate transport, and phosphate availability, **Annals Review and Plant Physiology**, v.24, p.225-252, 1973.
- MALAVOLTA, E. **Elementos da nutrição Mineral de Plantas**. Piracicaba: Agronômica Ceres, 1980, 251p.
- MARTINEZ, H.E.P.; NOVAIS, R.F.; SACRAMENTO, L.V.S.; RODRIGUES, L.A. Comportamento de variedades de soja cultivadas sob diferentes níveis de fósforo: II. Translocação do fósforo absorvido e eficiência nutricional. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.17, p.239-244, 1993.
- MOREIRA, A; BERNARDI, A.C.C.; RASSINI, J.B.; FERREIRA, R.P.; OLIVEIRA, P.P.A. **Fertilidade do solo e nutrição mineral da alfafa cultivada nos trópicos**. São Carlos: Embrapa Pecuária Sudeste, 2007. 37p.
- PIMENTEL GOMES, F.; GARCIA, C.H. **Estatística aplicada a experimentos agrônomicos e florestais**. Piracicaba: FEALQ, 2002. 309p.
- TOMAZ, M.A.; MARTINEZ, H.E.P.; SAKIYAMA, N.S.; CRUZ, C.D.; PEREIRA, A.A. Absorção, translocação e utilização de zinco, cobre e manganês por mudas enxertadas de *Coffea arabica*. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.30, p.377-384, 2006.