

**BIODISPONIBILIDADE DE FÓSFORO A PARTIR DO EFEITO
RIZOSFÉRICO DAS PLANTAS DE *Urochloa brizantha***

Julia Roberta Sanches De Pieri¹; Gabriel Almeida de Farias¹; Fabio Fernando de Araujo¹;
Carlos Sérgio Tiritan¹; Marcelo Raphael Volf¹.

Universidade do Oeste Paulista- UNOESTE.

PROBLEMÁTICA

Tendo em vista a necessidade do melhor uso do solo, aumento na eficiência do uso de fertilizantes, assim como a diminuição dos passivos ambientais produzidos a partir da produção agropecuária, são necessários estudos que possam elucidar o papel das forrageiras do gênero *Urochloa* na disponibilidade e dinâmica do P no solo.

CONHECIMENTO PRÉVIO

As características físicas e químicas dos solos interferem de forma direta ou indireta na eficiência de todos os elementos minerais na nutrição das plantas. O fósforo (P) sofre forte influência em sua disponibilidade em função da mineralogia dos solos, o que faz esses solos tropicais intemperizados apresentarem alta capacidade de fixação de P (NOVAIS e SMYTH, 1999). O uso de plantas de cobertura em rotação com as culturas econômicas visando maior eficiência de uso dos nutrientes, seja evitando perdas, seja pela melhoria na ciclagem no sistema. Isso foi demonstrado para o nitrogênio (ROSOLEM et al., 2017), o fósforo e o potássio (ROSOLEM e CALONEGO, 2013).

O uso de plantas de cobertura como as *U. Brizantha* pode melhorar a disponibilidade de P (MERLIN, 2015; ALMEIDA et al., 2018) bem como auxiliar na redução da capacidade de fixação deste nutriente. Os microrganismos com a capacidade de aumentar a disponibilidade de P no solo auxiliam na nutrição desse nutriente as plantas (RICHARDSON; SIMPSON, 2011). Por meio da liberação de enzimas fosfatases (ácida e alcalina) que atua na mineralização de P; imobilizando o P na biomassa microbiana evitando a sua adsorção aos óxidos de Fe e Al; excreção de ácidos orgânicos que competem com o P nos sites de adsorção do solo e na liberação de polissacarídeos que beneficia o desenvolvimento radicular da planta e conseqüentemente aumentando a absorção de P (GYANESHWAR et al., 2002; SHARMA et al., 2013).

DESCRIÇÃO DA PESQUISA

Os tratamentos foram compostos por 2 manejos, com e sem bactérias *Bacillus megaterium* e *Bacillus subtilis* (inoculante), e 4 fontes de P mais o controle (sem aplicação de P) (Tabela 1), gerando assim um fatorial 2x5, com 8 repetições, sendo estas dispostas de forma casualizada, o qual foi conduzido em casa de vegetação. Para o estudo do P foi

utilizada a técnica de rizosfera planar (Volf et al., 2018) (Figura 5), obtida por meio do cultivo das plantas utilizando recipientes de PVC divididos em duas partes, na superior, onde ficaram as plantas e outro PVC que foi acondicionado o solo, tais partes foram separadas por uma malha afim de evitar o contato direto das raízes com o solo. Para se verificar o efeito da rizosfera na solubilização do P, na colheita das plantas foram feitas amostragens de solo a partir do tapete de raízes formado pela gramínea a partir de 0-1; 1-2; 2-3; 3-4; 4-5 e 5-10 mm.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A associação do fertilizante fosfato monoamônico-MAP com inoculante proporcionou maior matéria seca de parte aérea e raiz, no tratamento controle sem inoculante ocorreu maior matéria seca de parte aérea e raiz e maior acúmulo de P na planta. O teor de Presin no solo variou de acordo com as fontes e respondeu ao uso das bactérias. Todas as fontes, disponibilizaram mais Presin do que o controle, em qualquer distância da rizosfera. O MAP, próximo da rizosfera 0-1mm, proporcionou 30% mais Presin com inoculante do que sem. Em 5-10mm da rizosfera o inoculante aumentou a disponibilidade de Presin em 20%, independente da fonte. O uso do inoculante mantém o teor estável por maior distância, a queda do teor de Presin no controle com inoculante ocorre após os 3mm, no entanto, sem inoculante, após 1mm. A exsudação ácida da rizosfera do gênero *Uroclhoa* pode favorecer a liberação de P lábil ou mesmo diminuir a disponibilidade do P.

A matéria seca das raízes (MSR) da *U. brizantha* foi influenciada pelas fontes e pelo inoculante. Composto+P e MAP aumentaram 48% e 20%, respectivamente, MSR com o inoculante. O MAP, tanto com quanto sem inoculante, proporcionou maior MSR. Na ausência do inoculante o Composto+P produziu 53% menos MSR do que o controle. A produtividade matéria seca de parte aérea (MSPA) somente foi beneficiada pelo inoculante com MAP, no entanto, o controle e GAFSA proporcionaram maior produtividade de MSPA sem inoculante do que com. O uso do inoculante somente proporcionou maior acúmulo de P no MAP, sendo cerca de 40% mais P com do que sem inoculante. O inoculante não foi capaz de melhorar a disponibilidade de P das demais fontes. Na ausência do inoculante o controle forneceu mais P do que composto, composto+P e GAFSA. Nos parâmetros da planta de *U. brizantha* o uso do inoculante somente favorece a fonte mais solúvel de P, a ausência de inoculante potencializa a liberação de P pelo controle, a adição de rocha no composto não beneficia o esterco.

A atividade da arilsulfatase (ASFT) somente teve interação fonte inoculante próximo da rizosfera (0-1 e 1-2 mm). Nesta porção de solo, exceto no composto, na ausência de inoculante aumentou a atividade da ASFT em todas as fontes. O MAP teve a maior diferença sendo 46% superior com do que sem inoculante em 0-1 mm. A partir de 2 mm até 10 mm a ausência do inoculante propiciou maior atividade da ASFT do que com inoculante, independente da fonte.

O uso do inoculante não foi capaz de proporcionar atividade da FACD maior que o controle em nenhuma das fontes. Por outro lado, a ausência do inoculante com aplicação de GAFSAe MAP, mais próximo da rizosfera (0-1mm) proporcionou 64% e 42% mais atividade da FACD do que o controle. Atividade da β glicosidase (BGCS) teve interação entre fontes e inoculante. A ausência de fonte de P (controle), com inoculante, proporcionou maior atividade da BGCS do que sem inoculante e o composto + P teve maior atividade até 5 mm, no entanto, em 5-10 mm a BGCS no controle com inoculante, foi superior. Na ausência do inoculante, nenhuma das fontes proporcionou maior atividade da BGCS que o controle. As interações entre as raízes das plantas e os microrganismos, presentes no solo, podem mobilizar o fósforo presente nas fontes de maneira mais eficiente na ausência de inoculação.

APLICAÇÃO PRÁTICA

A disponibilização de P está mais relacionada a fontes e o quão estas são influenciadas pelas raízes do que ao uso de inoculante com potencial poder de solubilização de P, portanto a associação rizosfera fontes é o principal fator responsável pela liberação do P dos fertilizantes. Esses resultados ressaltam a complexidade das interações entre as fontes de fósforo, os microrganismos do solo e a atividade enzimática, destacando a importância de considerar esses fatores em estudos de microbiologia do solo e fertilidade.

AGRADECIMENTOS

À Fundação de Amparo a Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) pelo bolsa concedida.

LITERATURA CITADA

NOVAIS, R.F. & SMYTH, T.J. Fósforo em solo e planta em condições tropicais. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 1999. 399p.

ROSOLEM, C.A.; CALONEGO, J.C. Phosphorus and potassium budget in the soil-plant system in crop rotations under no-till. *Soil & Tillage Research*, 126, 127–133, 2013. Doi:10.1016/j.still.2012.08.003.

ROSOLEM, C.A., MERLIN, A., Bull, J.C.L. Soil phosphorus as affected by Congo grass and P fertilizer. *Sci. Agric.*, 71, 309-315, 2014.

MERLIN, A., ROSOLEM, C.A., He, Z.L. Non-Labile Phosphorus Acquisition by Brachiarias. *Journal of Plant Nutrition* 11/2015; DOI: 10.1080/01904167.2015.1109117.

ALMEIDA, D.S., MENEZES-BLACKBURN, D., ZHANG, H., HAYGARTH, P.M., ROSOLEM, C.A. Phosphorus availability and dynamics in soil affected by long-term ruzigrass cover crop. *Geoderma*, 337, 434-443. 2019. <https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2018.09.056>.

RICHARDSON, A. E.; SIMPSON, R. J. Soil microorganisms mediating phosphorus availability update on microbial phosphorus. *Plant Physiology*, v. 156, p. 989-996, 2011.

GYANESHWAR, P.; KUMAR, G. N.; PAREKH, L. J.; POOLE, P. S. Role of soil microorganisms in improving P nutrition of plants. *Plant and Soil*, v. 245, n. 83., p. 133-143, 2002.

TABELAS E FIGURAS

Tabela 01. Características químicas dos fertilizantes utilizados como fonte de P.

Tratamentos	N (%)	P ₂ O ₅		M.O (%)	C/N	C. Orgânico (%)
		Ac.Cit. (%)	Total (%)			
Controle						
Composto		1,2	1,3	59	12	27
Composto+P*	1,9	1,6	2,2	51	14	23
GAUSA	1,8	14	29	0	0	3,99
MAP	11		52			

Tabela 2. Caracterização do solo.

pH CaCl ₂	mg/dm ³ P (meh)	mmol/dm ³ K	cmolc/dm ³				V%	M.O.	g/dm ³			
			Ca	Mg	Al	H+Al			CTC	área	Silte	Argila
5,5	47	1,3	2,4	1,8	0	1,8	4,5	60	14	702	184	114

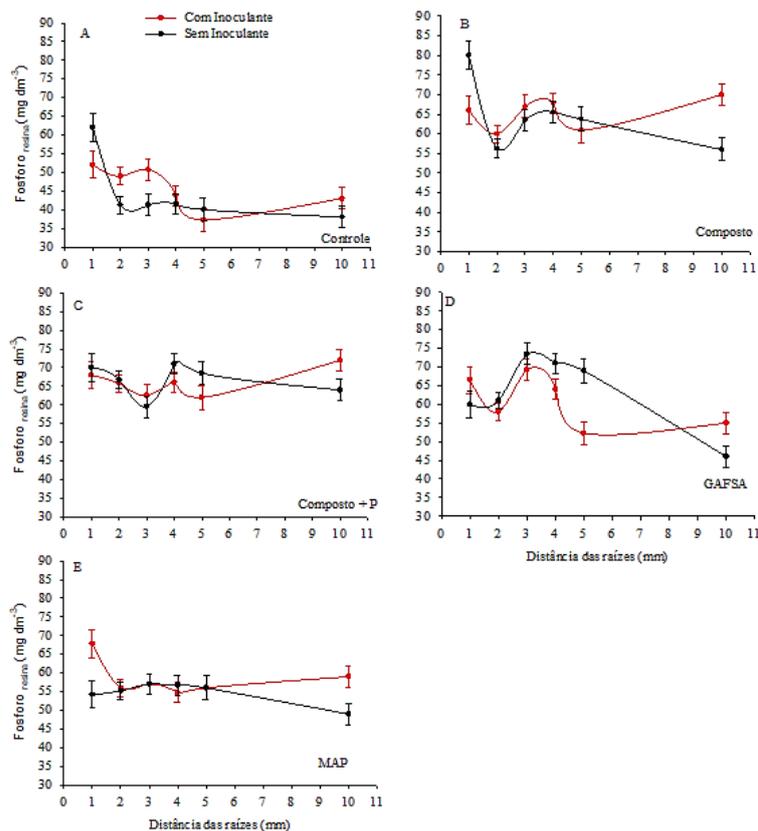


Figura 1. O fósforo do solo (P_{res}) afetado pelas fontes, controle (A) composto (B) composto+P (C) GAFSA (D) e MAP (E) e o uso das bactérias *Bacillus megaterium* e *Bacillus subtilis* (inoculante). As barras verticais mostram o LSD ($p < 0,05$) e compare os tratamentos dentro de cada distância da rizosfera *uroclhoa brizantha*.

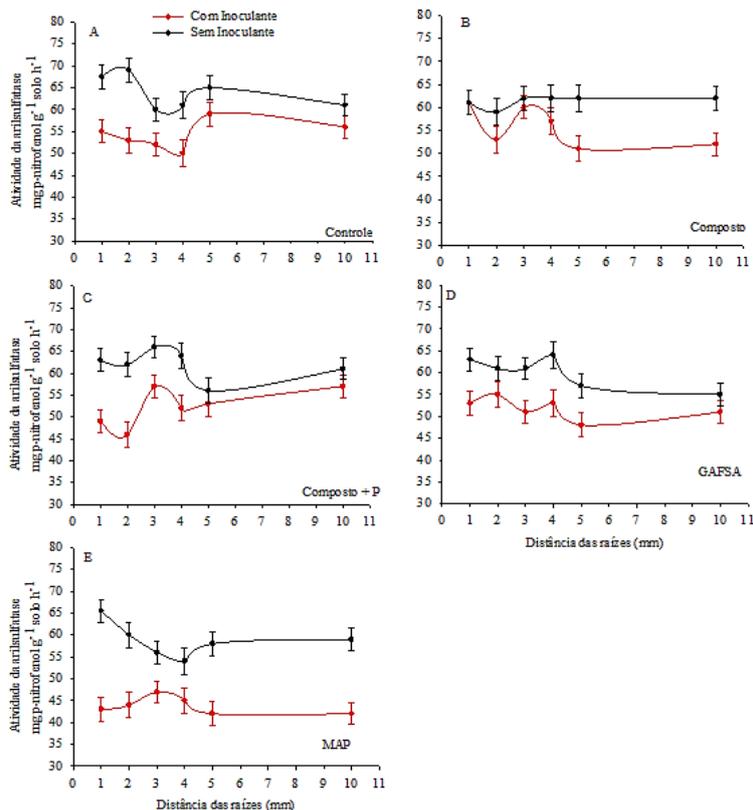


Figura 2. Atividade da enzima arilsulfatase no solo afetado pelas fontes, controle (A) composto (B) composto+P (C) GAFSA (D) e MAP (E) e o uso das bactérias *Bacillus megaterium* e *Bacillus subtilis* (inoculante). As barras verticais mostram o LSD ($p < 0,05$) e compare os tratamentos dentro de cada distância da rizosfera *uroclhoa brizantha*.

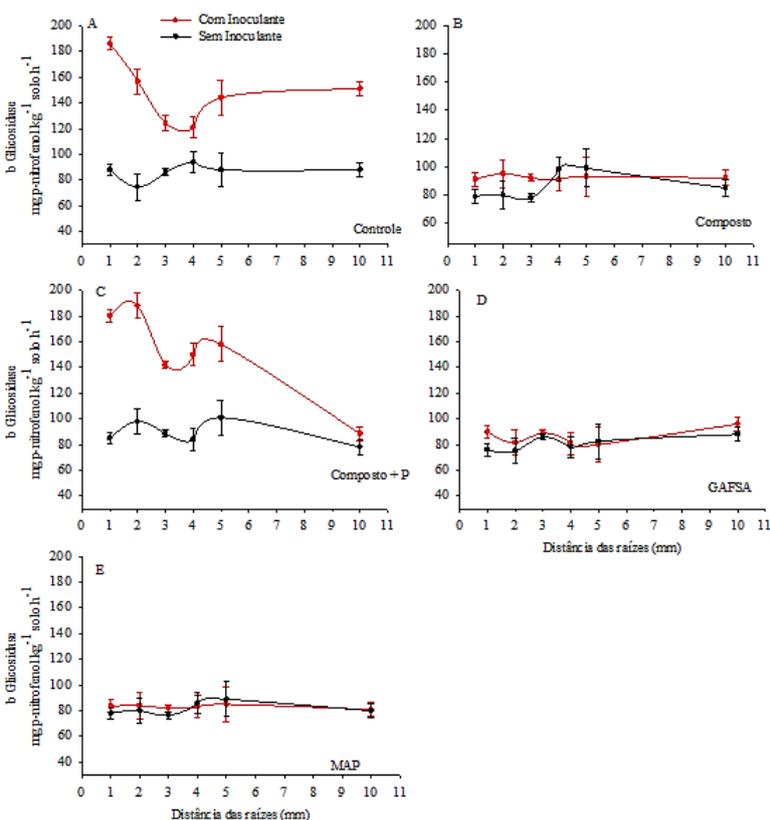


Figura 3. Atividade da enzima β glicosidase no solo afetado pelas fontes, controle (A) composto (B) composto+P (C) GAFSA (D) e MAP (E) e o uso das bactérias *Bacillus megaterium* e *Bacillus subtilis* (inoculante). As barras verticais mostram o LSD ($p < 0,05$) e compare os tratamentos dentro de cada distância da rizosfera *uroclhoa brizantha*.

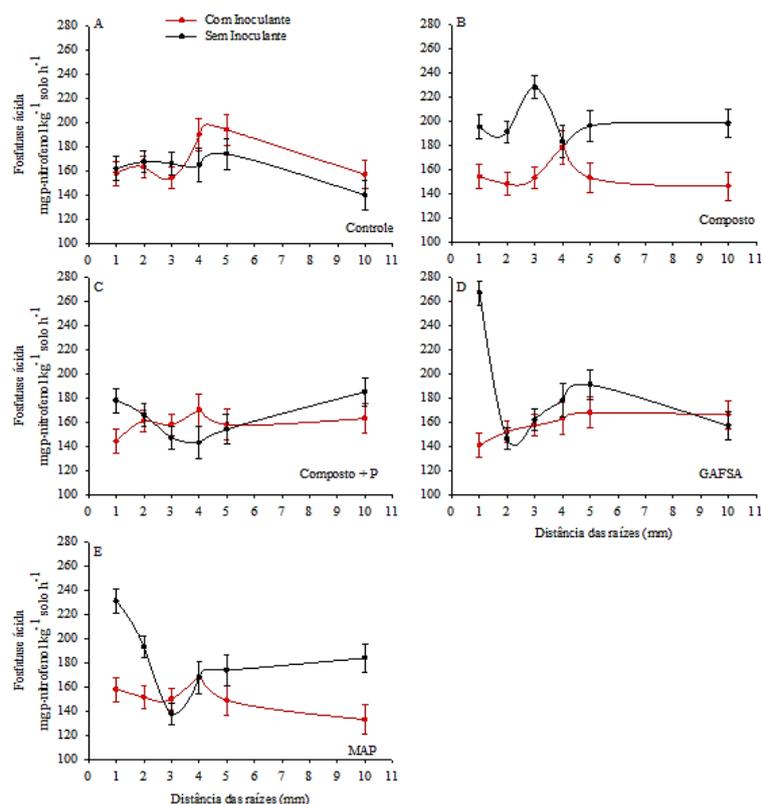


Figura 4. Atividade da enzima fosfatase ácida no solo afetado pelas fontes, controle (A) composto (B) composto+P (C) GAFSA (D) e MAP (E) e o uso das bactérias *Bacillus megaterium* e *Bacillus subtilis* (inoculante). As barras verticais mostram o LSD ($p < 0,05$) e compare os tratamentos dentro de cada distância da rizosfera *uroclhoa brizantha*.

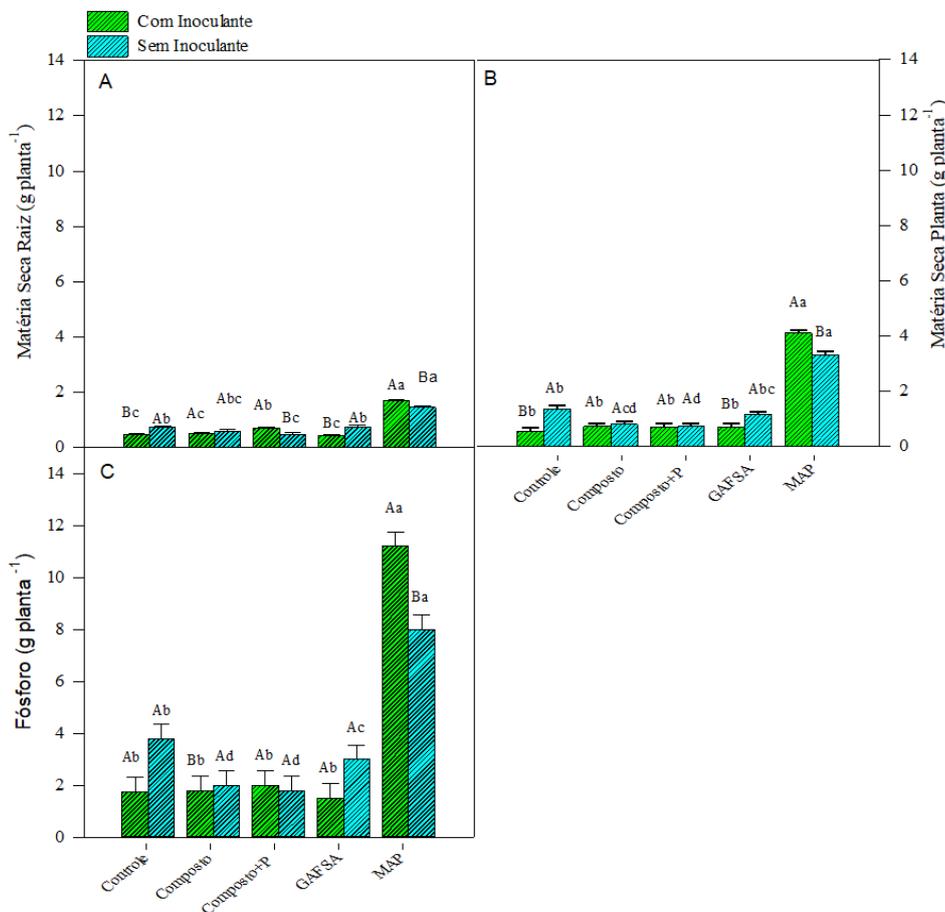


Figura 5. Matéria seca das raízes (A) matéria seca da parte aérea (B) e fósforo acumulado nas plantas de *U. brizantha* (C) em função das fontes de fósforo e do uso das bactérias *Bacillus megaterium* e *Bacillus subtilis* (inoculante). Diferentes letras maiúsculas mostram diferenças significativas entre o uso ou não do inoculante, e letras minúsculas indicam diferença entre as fontes $p \leq 0,05$ de acordo com o teste LSD. Barra de erro mostra o erro padrão da média.

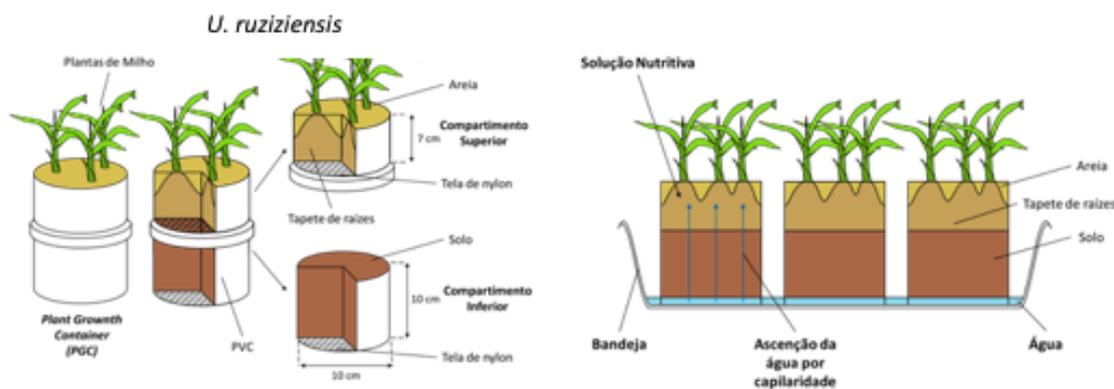


Figura 6. Esquema de caracterização dos recipientes de PVC que receberam os solos e os tapetes de raiz.