



Estabelecimento de *Herbaspirillum seropedicae* e *Azospirillum brasilense* em plantas de milho na ausência de adubo fosfatado em Argissolo e Planossolo⁽¹⁾.

Júlia Ferreira Xavier⁽²⁾; Bruna Daniela Ortiz Lopez⁽²⁾; Sara Miranda da Silva⁽²⁾; Farley Alexandre da Fonseca Breda⁽³⁾; Gabriela Cavalcanti Alves⁽⁵⁾; Veronica Massena Reis⁽⁶⁾

⁽¹⁾Trabalho executado com recursos do Projeto no. 01.13.05.001.03.04.

⁽²⁾Graduandos da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ. E-mail: julia.f.xavier@outlook.com; brunaortiz@gmail.com; saramiranda@gmail.com ; ⁽⁴⁾Doutorando do CPGA-CS, UFRRJ, Seropédica, RJ. E-mail: farleyufrj@hotmail.com; ⁽⁵⁾Pós-doutoranda CPGA-CS, UFRRJ, Seropédica, RJ. E-mail: gabrielacalves@yahoo.com.br;

⁽⁶⁾Pesquisador da Embrapa Agrobiologia, Seropédica, RJ. E-mail: veronica.massena@embrapa.br.

RESUMO: A utilização de organismos promotores de crescimento vegetal é uma alternativa que tem se mostrado eficiente para a redução dos custos de produção e impactos ambientais dos sistemas agrícolas, principalmente pela redução de fertilizantes nitrogenados. Neste trabalho realizado em casa de vegetação analisou-se o efeito da inoculação de bactérias diazotróficas das estirpes ZAE94 e Sp245 de *Herbaspirillum seropedicae* e *Azospirillum brasilense* em condições de ausência de adubação fosfatada em dois solos de características contrastantes. As estirpes foram inoculadas sobre as sementes de milho híbrido triplo Santa Helena (SHS5050) e plantados em vasos com substratos oriundos do horizonte A de um Planossolo Háplico distrófico e um Argissolo vermelho-amarelo com ausência e presença de adubação com superfosfato simples. O delineamento experimental foi realizado em blocos com 8 repetições dos fatores tempo, inoculação e adubação fosfatada nos dois solos. As variáveis avaliadas foram a massa seca da parte aérea e raiz. Os resultados mostraram que a inoculação ocasionou maior acúmulo das variáveis analisadas e maior população bacteriana com adubação fosfatada no solo de menor fertilidade natural, o Planossolo.

Termos de indexação: fixação biológica de nitrogênio, adubação fosfatada, inoculante.

INTRODUÇÃO

O Brasil é o terceiro maior produtor de milho mundial, com safra 2013/14 prevista para atingir 77.887,1 mil toneladas. Para atender esta escala de produção, houve um aumento da demanda por fertilizantes nitrogenados, já que o nitrogênio tem papel fundamental no metabolismo das plantas, principalmente na síntese de proteínas. Os fertilizantes nitrogenados correspondem no maior custo da produção e a maior fonte de poluição ambiental dos sistemas agrícolas (Machado et al.,

1998). As bactérias diazotróficas são uma alternativa aos fertilizantes nitrogenados, pois podem fixar nitrogênio atmosférico e produzir substâncias promotoras de crescimento vegetal (Morais et al., 2012).

O fósforo é um componente vital para os organismos. Os solos brasileiros com grau avançado de intemperização apresentam teores totais de P relativamente altos, mas mostram-se deficientes em P disponível, pela baixa solubilidade das principais formas encontradas. As bactérias promotoras de crescimento vegetal possuem capacidade de converter formas insolúveis de fosfatos à formas acessíveis para as plantas sendo uma importante peculiaridade para o aumento do rendimento vegetal (Rodríguez et al., 2006).

As duas ordens de solo mais utilizadas nos sistemas produtivos no estado do Rio de Janeiro são: Argissolo, que apresenta solos com horizonte B textural e horizonte A com textura média, argila de baixa atividade, predominando num relevo ondulado a forte ondulado; e o Planossolo háplico que compreende solos imperfeitamente ou mal drenados, apresentam cores acinzentadas ou escuras; horizonte A com textura arenosa e horizonte B plânico com textura argilosa. Na baixada fluminense são frequentemente distróficos e com elevada acidez no horizonte B, apresenta reduzida fertilidade e ocorre em locais planos a suavemente ondulados (Freire et al., 2014).

O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito da inoculação de bactérias diazotróficas das estirpes ZAE94 de *Herbaspirillum seropedicae* e Sp245 de *Azospirillum brasilense* no estágio inicial de crescimento de plantas de milho híbrido em resposta da ausência de adubação fosfatada em dois tipos de solos contrastantes da região do Rio de Janeiro.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em casa de vegetação da Embrapa Agrobiologia. Para tal, foram



utilizadas sementes de milho híbrido triplo Santa Helena (SHS5050) inoculadas antes do plantio com inoculante turfoso das estirpes de bactérias ZAE94 e Sp245 das espécies *Herbaspirillum seropedicae* e *Azospirillum brasilense* respectivamente, na proporção de 25 g de turfa para 1 kg de sementes. As plantas foram cultivadas em vasos de 4 L para parcelas coletadas aos 10 dias após a emergência (DAE) e 6 L para as parcelas coletadas aos 15 e 20 DAE, com substrato não esterilizado provenientes dos horizontes A de um Argissolo vermelho-amarelo e de um Planossolo Háplico distrófico presentes na área experimental da Embrapa Agrobiologia. As diferenças de fertilidade estão apresentadas na **Tabela 1**. Foram plantadas duas sementes por vaso, e aos 3 DAE foi feito o desbaste de uma planta.

Tabela 1. Análise química das amostras de solo utilizadas como substrato para plantas de milho.

Camada superficial	% C	Al	Ca	H+Al	K	Mg	P	N	pH
		-----cmol _c /dm ³ -----			-----mg L ⁻¹ -----			(%)	H ₂ O
Argissolo	1,16	0,11	1,39	4,85	56	1,03	1,99	0,12	5,15
Planossolo	0,2	0,02	0,54	1,93	13	0,25	5,51	0,02	4,16

Cada vaso foi adubado com KCl (0,01 g de CaCO₃ / 1 kg de solo) e superfosfato simples em metade dos vasos. As coletas foram aos 10,15 e 20 DAE quando foram avaliadas quanto a massa seca de parte aérea (MSPA) e raízes (MSR) e a contagem de bactérias pelo método do Número Mais Provável (NMP).

O delineamento dos experimentos foi em blocos casualizados em parcelas subdivididas no tempo, com 8 repetições e os resultados obtidos foram submetidos a análise da variância e as médias separadas pelo teste de Scott-Knott (1974) a 5% de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para as variáveis MSPA e MSR foi observada diferença significativa no fator tempo e adubação fosfatada nos dois tipos de solo. Coelho et al. (2012) também verificou maior biomassa em resposta a adubação fosfatada de milho. No Argissolo não foi notada diferença significativa entre as variáveis e a inoculação com Sp245 e ZAE94 (**Figuras 1 e 2**). Já em Planossolo há uma interação entre as variáveis e a inoculação (**Figuras 3 e 4**). A possível causa para a diferença entre os dois tipos de solo em relação à interação com as bactérias inoculadas pode estar ligada a fertilidade natural de cada solo (**Tabela 1**).

Devido a fertilidade do Argissolo ser maior a planta inoculada tem menor necessidade de fazer

interação com as bactérias diazotróficas, pois para realizar a interação a planta e a bactéria gastam grandes quantidades de energia, com a disponibilidade de nutrientes maior, a planta absorve os minerais que estão presentes no solo e não necessita realizar a associação.

Houveram diferenças em relação aos tratamentos inoculados e na adubação fosfatada em Planossolo. Com a adubação fosfatada os tratamentos inoculados apresentam maior massa seca que em plantas não inoculadas nos 15 e 20 DAE (**Figuras 2 e 4**). Isto possivelmente indica que o P está sendo limitante para o estabelecimento das bactérias, uma vez que ele constitui moléculas e/ou são requeridos nas reações metabólicas (CORREA et al., 2008; RODRIGUES et al., 2006). Esses resultados confirmam os observados na contagem de NMP nas raízes, 10 vezes maior na presença de adubação fosfatada (**Tabela 2**).

Tabela 2. Contagem do número de células por g de raiz de milho plantado em Planossolo nos primeiros 20 dias de crescimento. Valores médios de quatro repetições.

Tratamentos	fósforo	10 DAE	15 DAE	20 DAE
		-----No. X 10 ⁵ g massa fresca raiz-----		
controle	sem	2,5	0,95	4,5
	com	4,5	14,0	11,0
ZAE94	sem	4,5	0,45	1,5
	com	14,0	9,5	4,5
Sp245	sem	0,45	0,25	1,4
	com	1,5	9,5	25,0

Em Planossolo foi notado que a inoculação promoveu aumento da MSPA e MSR (**Figura 2b e 4b**), contudo, em maior percentual na parte aérea no tempo de 20 DAE e no tratamento com adubação fosfatada. Os efeitos positivos da interação com a bactéria são decorrentes de alterações morfológicas e fisiológicas nas raízes das plantas inoculadas acarretando na maior absorção de água e nutrientes (CASSÁN et al. 2014), essas alterações podem estar favorecendo o acúmulo de massa na parte aérea.

CONCLUSÕES

A inoculação promove o acúmulo de massa seca de parte aérea e radicular em plantas de milho cultivadas em Planossolo adubado com fosfato.

A população das duas estirpes inoculadas foi maior nas raízes dos tratamentos inoculados quando é feita a adubação fosfatada no Planossolo.



AGRADECIMENTOS

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES, ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq pelas bolsas concedidas e à Embrapa Agrobiologia projeto número 01.13.05.001.03.04.

REFERÊNCIAS

CASSÁN, F.; VANDERLEYDEN, J. & SPAEPEN, S. Physiological and agronomical aspects of phytohormone production by model plant-bacteria-promoting rhizobacteria (PGPR) belonging to the genus *Azospirillum*. J. Plant Growth Regulat., 33:440-459, 2014.

COELHO, C.C. Resposta do milho a adubação fosfatada no Nordeste do Pará. In: XXIX Congresso Nacional De Milho E Sorgo. Águas de Lindóia, 2012.

CORREA, R.M., Disponibilidade e níveis críticos de fósforo em milho e solos fertilizados com fontes fosfatadas. Rev. Bras. Ciên. Agr. 3:218-224, 2008.

RODRÍGUES, H.; FRAGA, R.; GONZALEZ, T.; BASHAN, Y. Genetics of phosphate solubilization and its potential applications for improving plant growth-promoting bacteria. Plant Soil 287:15-21, 2006.

MACHADO, A.T.; SODEK, L.; DÖBEREINER, J.; REIS, V.M. Efeito da adubação nitrogenada e da inoculação com bactérias diazotróficas no comportamento bioquímico da cultivar de milho Nitroflint. Pesq. Agrop. Bras. 33:961-970, 1998.

MORAIS, T.P. Adubação nitrogenada e inoculação com *Azospirillum brasilense* em híbridos de milho. 2012. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2012.

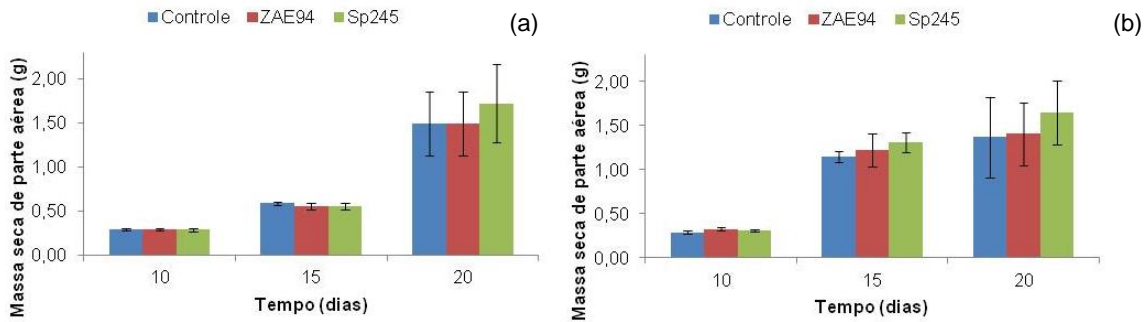


Figura 1. Massa seca da parte aérea (g) de plantas de milho híbrido SHS5050 cultivadas em amostras de Argissolo sem adubação fosfatada (a) e com adubação fosfatada (b) com e sem inoculação de ZAE94 e Sp245. Valores médios de quatro repetições.

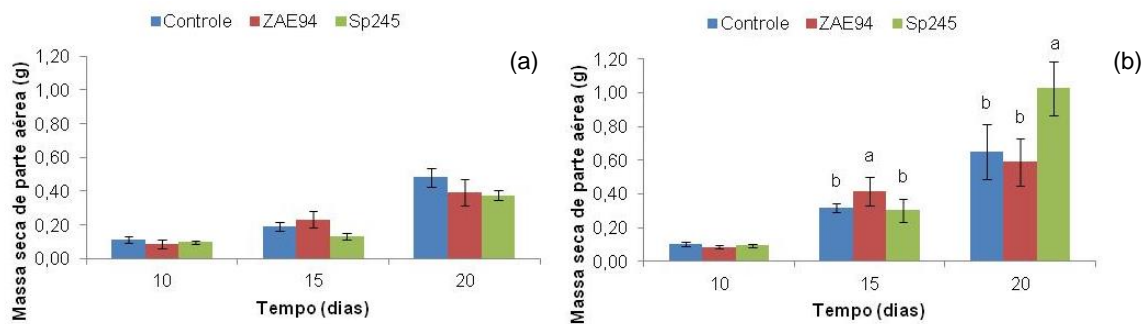


Figura 2. Massa seca da parte aérea (g) em plantas de milho híbrido SHS5050 cultivadas em amostras de Planossolo sem adubação fosfatada (a) e com adubação fosfatada (b) com e sem inoculação de ZAE94 e Sp245. Valores médios de quatro repetições.

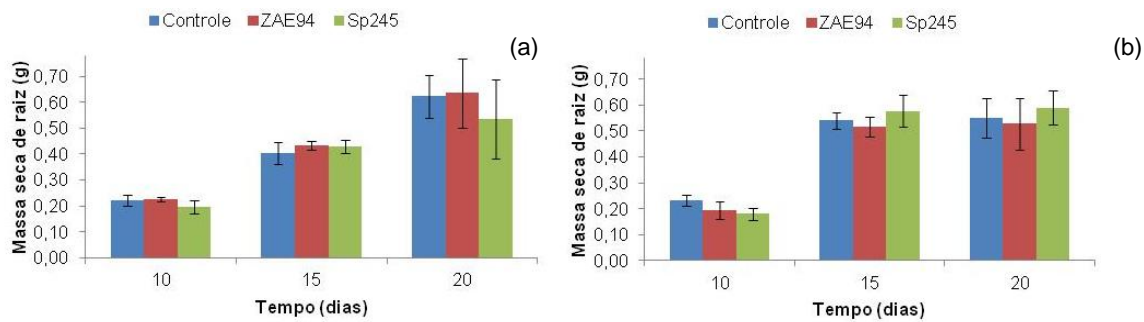


Figura 3. Massa seca da raiz (g) em plantas de milho híbrido SHS5050 cultivadas em amostras de Argissolo sem adubação fosfatada (a) e com adubação fosfatada (b) com e sem inoculação de ZAE94 e Sp245. Valores médios de quatro repetições.

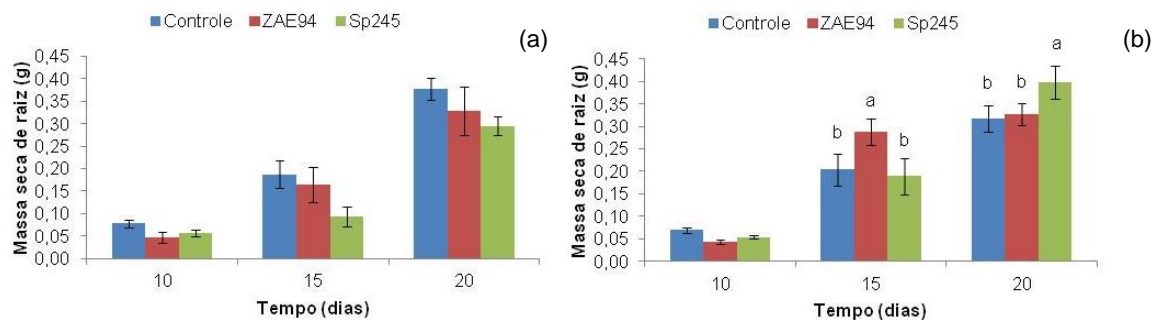


Figura 4 Massa seca da raiz (g) em plantas de milho híbrido SHS5050 cultivadas em amostras de Planossolo sem adubação fosfatada (a) e com adubação fosfatada (b) com e sem inoculação de ZAE94 e Sp245. Valores médios de quatro repetições.