

INFLUÊNCIA DO MANEJO DO SOLO E TRATAMENTO DE SEMENTES NO CONTEÚDO DE NITROGÊNIO E FÓSFORO NO MILHO

Thiago Thomazine¹, Arnaldo Rodrigues de Souza Neto¹, Rayane Monique Sete da Cruz² e Odair Alberton³

¹Bacharel em Engenharia Agrônômica, Universidade Paranaense – UNIPAR, Umuarama – PR. E-mail: t_thomazine@hotmail.com; netosouza_93@hotmail.com. ²Discente do curso em Química Industrial da Universidade Paranaense – UNIPAR, Umuarama – PR. ³Docente da Universidade Paranaense – UNIPAR, Umuarama – PR. E-mail: odair@unipar.br.

RESUMO: O nitrogênio (N) e o fósforo (P) são os nutrientes mais exigidos pela planta de milho (Zea mays L.). Os objetivos deste estudo foram avaliar massa seca da parte aérea (MSPA), massa seca das raízes (MSR), nitrogênio da parte aérea (NPA), fósforo da parte aérea (PPA) e a produtividade, nos sistemas de semeadura direta com fungicida (SSD+FUNG), sistema de semeadura direta sem fungicida (SSD-FUNG), sistema de semeadura convencional com fungicida (SSC+FUNG) e sistema de semeadura convencional sem fungicida (SSC-FUNG) no milho. O delineamento experimental foi o de blocos ao acaso em parcelas subdivididas com seis repetições. Foram coletadas 18 plantas de cada tratamento para submeter às análises laboratoriais. O tratamento SSD-FUNG foi o que obteve maior quantidade de MSPA (75 g planta⁻¹) e MSR (26 g planta⁻¹), comparados com SSC+ FUNG que obteve MSPA (45 g planta⁻¹) e MSR (11 g planta⁻¹), também diferiu significativamente nas quantidades de NPA (28,19 g kg⁻¹), PPA (5,47 g kg⁻¹) e produtividade de 9096 kg ha⁻¹, comparados com SSC+FUNG que obteve NPA (24,71 g kg⁻¹), PPA (3,79 g kg⁻¹) e produtividade de 7943 kg ha⁻¹. Conclui-se que no SSD as variáveis, produtividade, NPA e PPA foram aumentados significativamente em relação ao SSC. O tratamento de sementes no SSC contribuiu drasticamente para a queda de produção na cultura do milho.

PALAVRAS-CHAVE: Exportação de nutrientes, fitopatógenos, Fungicidas, plantio direto, sustentabilidade.

INFLUENCE OF SOIL MANAGEMENT AND SEED TREATMENT ON NITROGEN AND PHOSPHORUS CONTENT IN MAIZE

ABSTRACT: Nitrogen (N) and Phosphorus (P) are the main nutrients required by maize (Zea mays L.). This work aimed to evaluate shoot dry matter (SDM), root dry matter (RDM), N in the shoot (NS), P in shoot (PS) and productivity in the systems no-tillage with fungicide (NT+FUNG), systems no-tillage without fungicide (NT-FUNG) and conventional tillage with fungicide (CT+FUNG), conventional tillage without fungicide (CT-FUNG) in maize. The experimental design was blocks randomized in sub parcels with six replicates. Eighteen plants were collected from each treatment in order to perform the laboratory analysis. The NT-FUNG treatment had the higher SDM (75 g plant⁻¹) and RDM (26 g plant⁻¹), compared to CT+FUNG, which had SDM (45 g plant⁻¹) and RDM (11 g plant⁻¹). Also differed significantly in the amount of SN (28.19 g kg⁻¹), PS (5.47 g kg⁻¹) and productivity of 9,096 kg ha⁻¹, compared to CT+FUNG which had SN of 24.71 g kg⁻¹, PS of 3.79 g kg⁻¹ and productivity of 7,943 kg ha⁻¹. It was concluded that in NT productivity, NS and PS were higher than CT. Seeds treatment in CT contributed drastically to the decrease of maize production.

KEY WORDS: Fungicides, no-tillage, nutrients uptake, plant pathogens, sustainability

INTRODUÇÃO

O milho (*Zea mays* L.) é a mais importante planta comercial nativa das Américas, e o Brasil é terceiro maior produtor mundial. Nas condições tropicais como o Brasil, devido à menor variação da temperatura e do comprimento do dia, a distribuição de chuvas é que geralmente determina a melhor época de semeadura (Embrapa, 2010).

A introdução do sistema de semeadura direta (SSD) no Brasil iniciou-se na região Sul, em meados de 1970, se tornando um importante progresso no sistema produtivo da agricultura moderna e conservacionista no país (Oliveira et al., 2002). O SSD foi desenvolvido no Brasil com o objetivo de controlar a erosão, dentro de um conceito conservacionista e de sustentabilidade, apresenta como vantagens em relação ao sistema de semeadura convencional (SSC), o favorecimento da multiplicação de fungos micorrízicos arbusculares (FMAs) no solo, o que aumenta a capacidade da planta em absorver nutrientes de baixa disponibilidade no solo como o fósforo (P), além de melhorar a resposta da planta à adubação, beneficiando seu desenvolvimento e produtividade (Siqueira et al., 2010).

A cultura do milho possui alta exigência por nutrientes, dentre eles o P que é de suma importância para o desenvolvimento da planta. Os solos brasileiros, em geral, são carentes em P disponível e a aplicação de fertilizantes químicos com o mesmo é uma das práticas que mais elevam a produtividade, juntamente com a aplicação de nitrogênio (N) (Aguiar et al., 2014; Rajj et al., 1997).

No caso do N, a sua deficiência proporciona queda de produtividade do milho, uma vez que esse está diretamente ligado ao metabolismo das plantas. Assim, se torna de grande importância o aumento de sua disponibilidade e uso eficiente do mesmo no sistema de produção agrícola (Rambo et al., 2008; Onasanya et al., 2009; Vargas et al., 2012; Walsh et al., 2012).

A constante expansão da área cultivada de grãos combinada com a ausência de práticas fitossanitárias eficientes ocasionou a disseminação de doenças de importância econômica para todas as regiões produtoras do Brasil, já que a semente é uma das vias de maior eficiência de disseminação de patógenos, sendo, portanto, indispensável à realização do tratamento de sementes com agroquímicos (Castelli et al., 2014).

Segundo Johnson e Pflieger (1992), a aplicação de fungicida na semente pode reduzir a colonização radicular por FMAs e a produção de esporos na cultura do milho, pois esta prática causaria efeito deletério sobre esta comunidade fúngica. Castelli et al. (2014) observou em seu estudo que tratamentos de sementes que continham fungicida proporcionaram uma redução na colonização radicular por FMAs.

Os FMAs formam associação simbiótica mutualística com as raízes da maioria das espécies de plantas superiores e, por serem simbiotróficos obrigatórios, somente completam seu ciclo de vida em simbiose com a planta hospedeira. Deste hospedeiro, o fungo obtém carboidratos e outros fatores essenciais ao seu desenvolvimento e esporulação, enquanto a planta hospedeira recebe, em troca, água e nutrientes inorgânicos absorvidos do solo, além de benefícios como aumento no volume e longevidade de raízes e na resistência à patógenos, ou na redução de estresse hídrico (Castelli et al., 2014).

Este trabalho objetivou avaliar os teores de N, P e produtividade em diferentes manejos de solo e tratamento de sementes com fungicida na cultura do milho.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em campo durante a safra 2010/2011 no município de Mariluz, localizado na região Noroeste do Estado do Paraná, apresentando como coordenadas geográficas 24°05'27.7" S, 053°09'43,8" W e 388 metros de altitude, em um solo classificado como ARGISSOLO Vermelho Eutrófico – Pve1, sendo as características físicas e químicas determinadas antes da instalação do experimento (Tabela 1).

Para caracterização inicial do solo foram coletadas antes da semeadura 3 subamostras na camada de 0-20 cm em cada parcela, que posteriormente foram homogeneizadas em uma amostra composta de 0,5 kg.

As análises químicas e granulométricas do solo foram feitas pelo laboratório Solo Fértil estabelecido na cidade de Umuarama – PR. Com base nos resultados obtidos foi realizada a correção com calcário, recomendada para a cultura do milho, assegurando que o desenvolvimento das plantas não fosse comprometido por possíveis deficiências nutricionais.

O delineamento experimental foi o de blocos ao acaso em parcelas subdivididas com seis repetições. Nas parcelas foram comparados o SSD (estabelecido na área há dez anos) e SSC (uma subsolagem + duas gradagens com incorporação dos restos culturais do feijão, cultura da safra anterior). Nas subparcelas foram comparados os efeitos da aplicação ou não

de fungicida no tratamento de sementes. As sementes foram tratadas em equipamento apropriado para esta finalidade, com o fungicida de princípios ativos “Fludioxonil + Metalaxyl-M”, escolhido por ser mais utilizado pelos produtores da região, na dosagem de 150 mL para cada 100 kg de sementes, adicionando-se água na razão de 5 mL kg⁻¹ de semente, para que se obtenha uma distribuição uniforme.

As parcelas experimentais foram constituídas por 6 linhas de 20 metros espaçadas de 0,70 m, sendo consideradas como área útil duas linhas centrais desconsiderando um metro nas extremidades.

A semeadura foi realizada no mês de setembro de 2010, tendo recebido em ambos os sistemas adubações formuladas de acordo com as necessidades evidenciadas na análise do solo, ou seja, 330 kg ha⁻¹ do formulado 10-15-15 (N-P-K). Foi utilizado o híbrido simples (PIONEER-30F35H), a densidade de semeadura foi de 58000 plantas ha⁻¹.

Tanto no SSD como no SSC, o experimento foi implantado com semeadora preparada e adaptada para os dois tipos de sistema.

O controle de plantas invasoras no SSD foi realizado com pulverizações terrestres de herbicidas de manejo (glifosato + diclosulam) e de ação residual na pós-emergência (atrazina), específicos para cultura do milho. No SSC a aplicação de herbicidas de manejo não foi necessária, sendo realizada apenas uma aplicação de herbicida de ação residual (atrazina) na pós-emergência.

Entre os estádios fenológicos V1 e V2 da cultura do milho, foram aplicados 100 kg ha⁻¹ de nitrogênio (N), a lanço, na forma de uréia em todos os tratamentos, para obter melhores rendimentos de grãos devido à alta exigência de N pela cultura.

Foram coletadas 18 plantas inteiras em cada subparcela para a determinação de nitrogênio e fósforo da parte aérea, submetidas à secagem em estufa a 65 °C.

As análises de nitrogênio do tecido vegetal foram feitas através de digestão sulfúrica do método de Kjeldahl. Para a determinação do fósforo do tecido vegetal, a digestão foi feita por via seca, em mufla a 500 °C, depois foram feitas as leituras em espectrofotômetro usando filtro vermelho e comprimento de onda de 660 nm, conforme Silva (2009).

A colheita foi realizada no final de janeiro de 2011, quando os grãos atingiram aproximadamente 18% de umidade. A produtividade foi determinada colhendo-se duas linhas centrais de cada subparcela e representada em kg ha⁻¹ após a correção da umidade para 13% (umidade base).

Nos tratamentos SSD e SSC, com e sem fungicida no tratamento de sementes foi realizado o teste-t com médias independentes bilaterais. As interações entre os tratamentos com combinações foram submetidos à análise de variância (ANOVA). As médias foram comparadas por meio do teste de Duncan ($p \leq 0,05$) e o coeficiente de correlação de Pearson utilizando-se o programa estatístico SPSS versão 16 para Windows (SPSS Inc., Chicago, IL, USA).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Observou-se diferenças em relação aos manejos para os teores de fósforo, acidez potencial, capacidade de troca catiônica (CTC), C e N. Esses apresentaram níveis mais elevados no SSD em relação ao SSC (Tabela 1).

Tabela 1. Análise química e granulométrica do solo da área experimental para os manejos (Trat.) de Sistema de Semeadura Direta (SSD) e Sistema de Semeadura Convencional (SSC) para pH em CaCl_2 (pH), fósforo (P), carbono (C), alumínio (Al^{3+}), acidez potencial ($\text{H}^+ + \text{Al}^{3+}$), cálcio (Ca^{2+}), magnésio (Mg^{2+}), potássio (K^+), soma de bases (SB), capacidade de troca catiônica (CTC) e saturação por bases (V)*

Trat.	pH	P mg dm ⁻³	C g dm ⁻³	Al^{3+}	$\text{H}^+ + \text{Al}^{3+}$	Ca^{2+}	Mg^{2+}	K^+	SB	CTC	V %	Areia	Silte	Argila
				-----			cmol _c dm ⁻³	-----				-----	%	-----
SSD	4,63	21,30	17,92	0,00	6,21	3,25	2,00	0,79	6,04	12,25	49,33	30,38	10,42	59,20
SSC	5,42	7,50	11,30	0,00	3,97	3,25	0,75	0,77	4,77	8,74	54,57	37,75	14,72	47,53

*Análises realizadas a partir de uma amostra composta de diferentes manejos do solo remanescente de doze subamostras.

O teor mais elevado de P no solo deu-se no SSD (Tabela 1), isso se deve principalmente a ausência de revolvimento do solo que favoreceu a redução na área de contato entre o íon fosfatado e os colóides do solo, reduzindo a sua fixação, além disso, a prática de adubação na linha de semeadura pode ter resultado em uma mineralização dos resíduos orgânicos originando formas menos fixadas de P pelos colóides do solo, como o P orgânico (Onasanya et al., 2009; Siqueira et al., 2010).

O não revolvimento do solo contribui para modificações na ciclagem de nutrientes devido à decomposição mais lenta da matéria orgânica na superfície do solo, alterando processos como a lixiviação, imobilização, mineralização, volatilização e desnitrificação (Cabezas et al., 2000).

No presente estudo, constatou-se uma maior acidez potencial ($H^+ + Al^{3+}$) para o SSD (Tabela 1). Isso pode estar relacionado à aplicação de calcário que foi realizada seis meses antes da implantação da cultura, levando em consideração que para o SSC esse calcário foi incorporado no solo a uma profundidade de 0 a 20 cm. Essa prática acelera a reação do calcário no solo afetando diretamente a sua acidez. No SSD como não há o revolvimento do solo, efeitos da calagem podem demorar até um ano para serem observados concretamente (Oliveira et al., 2002).

Uma consequência já esperada no SSD era o aumento no teor de carbono (C) em relação ao SSC. Esta informação está diretamente ligada à maior quantidade de matéria vegetal em decomposição presente na estrutura do solo no SSD, se acumulando ao longo dos anos e proporcionando acréscimos em relação ao tempo de adoção do sistema (Kaschuk et al., 2010).

Cerca de 0,5% da estrutura do solo é ocupada pelos micro-organismos, sendo maior esta quantidade em solos rizosféricos que possuem um maior teor de matéria orgânica, disponibilizando ao meio uma maior quantidade de substrato. Sendo assim, a importância de materiais que fornecem C interferindo no metabolismo dos micro-organismos e no fornecimento de substrato, existe uma relação entre estrutura do solo, matéria orgânica do solo (MOS) e micro-organismos, formando um círculo onde a estruturação do solo está fortemente ligada à microbiota e disponibilidade de MOS (Moreira e Siqueira, 2006).

Teores mais elevados no SSD para P e C (Tabela 1) podem estar relacionados aos processos metabólicos dos micro-organismos presentes no local. Segundo Kaschuk et al. (2010) mesmo que os micro-organismos representem uma pequena fração do solo eles estão envolvidos nos processos de mineralização, disponibilizando uma maior quantidade de nutrientes.

O tratamento de sementes no SSD ocasionou resposta positiva no tratamento sem fungicida em relação ao desenvolvimento. Esse maior desenvolvimento ocorre devido alguns micro-organismos que produzem substâncias promotoras de crescimento de plantas. Pela habilidade dessas bactérias de colonizar raízes de plantas, promovendo benefícios ao crescimento e/ou desenvolvimento das mesmas, também são denominadas promotoras de crescimento (Bergamaschi et al., 2007).

A partir das análises de massa seca (Figura 1), observou-se um menor desenvolvimento no SSC, tanto na quantidade de MSPA quanto MSR, devido o revolvimento do solo que afeta a microbiota do mesmo (Castelli et al., 2014).

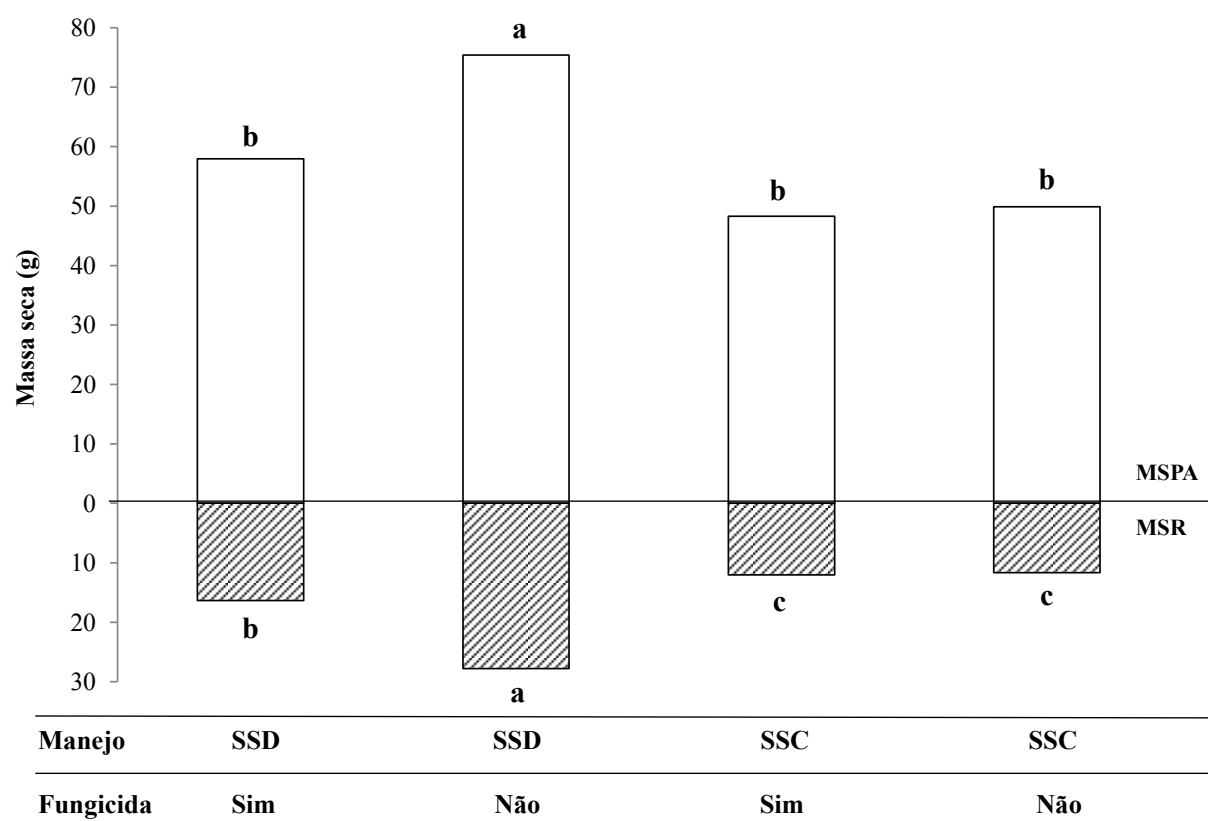


Figura 1. Massa seca da parte aérea (MSPA) e massa seca das raízes (MSR) g planta^{-1} , sob os manejos sistema de semeadura direta (SSD) e sistema de semeadura convencional (SSC) com a adição ou não de fungicidas na semente. Letras iguais nas colunas brancas (MSPA) e colunas hachuradas (MSR) não diferem significativamente pelo teste de Duncan ($\alpha \leq 0,05$).

Segundo Raij et al. (1997), os teores adequados de N em folhas de milho estão na faixa de 27 a 35 g kg^{-1} , os experimentos que obtiveram maior deficiência foram os de SSC em ambos os tratamentos, SSC+FUNG e SSC-FUNG (Tabela 2). A principal justificativa é que devido ao revolvimento do solo os micro-organismos utilizam o N presente no sistema para o processo de decomposição dos restos vegetais que foram incorporados, reduzindo a oferta desse nutriente ao milho (Castelli et al., 2014).

Castelli et al. (2014) em seu estudo, verificaram que na ciclagem do P e N, os FMAs são de extrema importância, devido ao seu potencial de transferência de água e nutrientes para o hospedeiro e na estabilidade de agregados do solo, pela produção de biomassa, como hifas externas. O que influi diretamente na produtividade do SSD-FUNG que apresentou uma produtividade média de 9096 kg ha^{-1} (Tabela 2). Tais resultados estão ligados à disponibilidade de P e N no meio e o comportamento do fungo em relação ao fungicida.

Tabela 2. Nitrogênio da parte aérea (NPA), fósforo da parte aérea (PPA) e produtividade nos manejos do solo, sistema de semeadura direta (SSD) e sistema de semeadura convencional (SSC) com fungicida (+ FUNG.) e ou sem fungicida (- FUNG.) adicionado na semente.

Manejos	NPA	PPA	Produtividade
	-----g kg ⁻¹ -----		kg ha ⁻¹
SSD	27,61±0,34	5,16±0,24	8997±49
SSC	24,12±0,47	3,63±0,13	8092±57
Valor de <i>P</i>	<0,001	<0,001	<0,001
+ FUNG.	25,28±0,44	4,51±0,19	8520±150
- FUNG.	26,45±0,55	4,28±0,27	8569±132
Valor de <i>P</i>	0,099	0,486	0,228
SSD + FUNG.	27,03±0,42a	4,84±0,32ab	8898±60b
SSD – FUNG.	28,19±0,52a	5,47±0,34a	9096±55a
SSC + FUNG.	23,53±0,51b	4,18±0,17b	7943±66d
SSC – FUNG.	24,71±0,78b	3,09±0,08c	8241±35c
Valor de <i>P</i>	<0,001	<0,001	<0,001

Média ± erro padrão. SSD e SSC, + e – FUNG foi utilizado o T-teste com médias independentes bilaterais. Nas combinações foi usado o teste de Duncan ($p \leq 0,05$).

Os teores de P em folhas de milho (Tabela 2) estão na faixa adequada para a cultura, com exceção do SSD – FUNG que o valor esta acima. Segundo Raij et al. (1997), os valores ideais vão de 2,0 a 4,0 g kg⁻¹. Observa-se ainda, que o teor de P no tecido foliar foi influenciado pelos sistemas de manejo do solo e pelas formas de tratamentos.

Model e Anghinoni, (1992) verificaram que o modo de aplicação do adubo, na linha ou a lanço, não promoveu diferenças na quantidade de P acumulada pelo milho até a floração, tanto no SSD como no SSC. No entanto, no presente trabalho observou-se uma redução significativa na quantidade de PPA no SSC (Tabela 2).

Castelli et al. (2014) verificaram que a baixa disponibilidade de P no solo, leva as plantas a se adaptar para resgatar parte do P imobilizado em compostos orgânicos e inorgânicos, e entre estas adaptações estão as associações com FMAs que por meio da colonização radicular, ajudam a planta, aumentando a área de absorção das raízes por meio das hifas externas. Dessa forma, pode-se afirmar que a quantidade de PPA no SSD-FUNG foi em média de 5,47 g kg⁻¹, diminuiu significativamente dos outros tratamentos (Tabela 2), possivelmente por que o não tratamento das sementes contribui para que as colônias de FMAs se liguem com o sistema radicular da planta, contribuindo para maior absorção de P. Esse

resultado pode ser confirmado observando a correlação positiva e significativa entre densidade de esporos e colonização radicular por FMAs (Tabela 3).

Tabela 3. Matriz de correlação linear de Pearson entre os parâmetros densidade de esporos (Den) dos fungos micorrízicos arbusculares (FMAs), colonização radicular (Col) por FMAs, massa seca da parte aérea (MSPA), massa seca das raízes (MSR), massa seca total (MST) g planta⁻¹, nitrogênio da parte aérea (NPA), fósforo da parte aérea (PPA) e produtividade (prod) kg ha⁻¹ sob o sistema de semeadura direta (SSD), sistema de semeadura convencional (SSC) com a adição ou não de fungicidas da semente.

Parâmetros	Coeficiente de correlação							
	Den	Col	MSPA	MSR	MST	NPA	PPA	Prod
Den	-	-	-	-	-	-	-	-
Col	0,316**	-	-	-	-	-	-	-
MSPA	0,224*	0,800**	-	-	-	-	-	-
MSR	0,285*	0,837**	0,881**	-	-	-	-	-
MST	0,266*	0,316**	0,985**	0,950**	-	-	-	-
NPA	0,351**	0,514**	0,410**	0,474**	0,445**	-	-	-
PPA	0,148ns	0,437**	0,420**	0,580**	0,491**	0,316**	-	-
Prod	0,376**	0,844**	0,634**	0,732**	0,445**	0,571**	0,524**	-

*significativo ao nível de 5% de probabilidade; ** significativo ao nível de 1% de probabilidade e ns não significativo. Número de repetições igual a 72.

O NPA, PPA e produtividade apresentaram aumento significativo no SSD com relação ao SSC (Tabela 2). Entretanto no manejo SSD-FUNG observou-se um aumento significativo no NPA, PPA e produtividade, em relação aos demais tratamentos (Tabela 2). O aumento do NPA e PPA combinados com a colonização radicular por FMAs contribui significativamente com o aumento da produtividade (Tabela 3).

CONCLUSÃO

Conclui-se que no SSD a produtividade, o NPA e o PPA foram maiores em relação ao SSC. O tratamento de sementes no SSC contribui drasticamente para a queda de produção na cultura do milho.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a Universidade Paranaense- UNIPAR pelo apoio à pesquisa. Odair Alberton agradece a bolsa produtividade de pesquisa concebida pelo CNPq.

REFERÊNCIAS

AGUIAR, D.; URCOVICHE, R.C.; OLIVEIRA, N.J.G.; ALBERTON, O. Doses de nitrogênio e efeitos no milho cultivado em dois tipos de solos. **Journal of Agronomic Sciences**, Umuarama, v. 3, p. 221-231, 2014.

BERGAMASCHI, C.; ROESCH, L.F.W.; QUADROS, P.D. de.; CAMARGO, F.A.O. Ocorrência de bactérias diazotróficas associadas a cultivares de sorgo forrageiro. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 37, p. 727-733, 2007.

CABEZAS, W.A.R.L.; TRIVELIN, P.C.O.; KORNDÖRFER, G.H.; PEREIRA, S. Balanço da adubação nitrogenada sólida e fluida de cobertura na cultura do milho em sistema plantio direto no Triângulo Mineiro. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 24, p. 363-376, 2000.

CASTELLI, M.; URCOVICHE, R.C.; GIMENES, T.M.R.; ALBERTON, O.; Arbuscular mycorrhizal fungi diversity in maize under different soil managements and seed treatment with fungicide. **Journal of Food, Agriculture & Environment**, v.12, p. 486-491, 2014.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. 2013. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 3. ed. Brasília. 353 p.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. Centro Nacional de Milho e Sorgo. **Sistema de Produção 1**. 6ª Ed, 2010. Disponível em: http://www.cnpms.embrapa.br/publicacoes/milho_6_ed/manejomilho.htm. 10 – 09 – 2015.

JOHNSON, N.C.; PFLEGER, F. L.; Vesicular-arbuscular Mycorrhizae and Cultural Stresses. In: Bethlenfalvay, G.J.; Linderman, R.G. (Eds.) **VA Mycorrhizae in Sustainable Agriculture**. Winsconsin: ASA, p. 71-99, 1992.

KASCHUK, G.; ALBERTON, O.; HUNGRIA, M. Three decades of soil microbial biomass studies in Brazilian ecosystems: Lessons learned about soil quality and indications for improving sustainability. **Soil Biology and Biochemistry**, v. 42, p. 1-13, 2010.

MODEL, N.S.; ANGHINONI, I. Resposta do milho a modos de aplicação de adubos e técnicas de preparo do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 16, p. 55-59, 1992.

MOREIRA, F.M.S.; SIQUEIRA, J.O. **Microbiologia e bioquímica do solo**. 2. ed. Lavras: Editora UFLA, 2006. 729 p.

OLIVEIRA, F.H.T.; NOVAIS, R.F.; ALVAREZ V.V.H.; CANTARUTTI, R.B.; BARROS, N.F. Fertilidade do solo no sistema plantio direto. **Tópicos em Ciência do Solo**, v. 2, p. 393-486, 2002.

ONASANYA, R.O.; AIYELARI, O.P.; ONASANYA, A.; OIKEH, S.; NWILENE, F.E.; OYELAKIN, O.O. Growth and yield response of maize (*Zea mays* L.) to different rates of nitrogen and phosphorus fertilizers in Southern Nigeria. **World Journal of Agricultural Sciences**, v. 5, p. 400-407, 2009.

RAIJ, B.; CANTARELA, H.; QUAGGIO, J.A.; FURLANI, A.M.C., eds. **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. 2.ed. Campinas, Instituto Agrônomo de Campinas, Fundação IAC, 1997. 285 p.

RAMBO, L.; SILVA, P.R.F.; STRIEDER, M.L.; DELATORRE, C.A.; BAYER, C.; ARGENTA, G. Adequação de doses de nitrogênio em milho com base em indicadores de solo e de planta. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 43, p. 401-409, 2008.

SILVA, C.F. **Manual de análises químicas de Solos**, plantas e fertilizantes. 2 ed. Brasília DF: Embrapa, 2009, p. 243-627.

SIQUEIRA, J.O.; SOUZA, F.A.; CARDOSO, E J.B.N.; TSAI, S.M. **Micorrizas: 30 anos de pesquisa no Brasil**. Lavras: UFLA, 2010. 716 p.

VARGAS, V.P.; SANGOI, L.; ERNANI, P.R.; SIEGA, E.; CAMIEL, G.; FERREIRA, M.A. Os atributos nas folhas são mais eficientes que o N mineral no solo para avaliar a disponibilidade desse nutriente para o milho. **Bragantia**, v. 71, p. 245-255, 2012.

WALSH, O.; RAUN, W.; KLATT, A.; SOLIE, J. Effect of delayed nitrogen fertilization on maize (*Zea mays* L.) grain yields and nitrogen use efficiency. **Journal of Plant Nutrition**, v. 35, p. 538–555, 2012.