

AVALIAÇÃO DA EFICIÊNCIA AGRONÔMICA DA INOCULAÇÃO DE  
*AZOSPIRILLUM* SP. NA CULTURA DO MILHO*Evaluation of agronomic efficiency the inoculation of *Azospirillum* sp. on corn crop*Marcos Vinicius Ribas Milléo<sup>1\*</sup>, Isadora Cristófoli<sup>2</sup><sup>1</sup> Professor Doutor, Departamento de Fitotecnia e Fitossanidade, UEPG, e-mail: oellim@ig.com.br;<sup>2</sup> Acadêmica do curso de Agronomia, UEPG, e-mail: isadoracristofoli@gmail.com

Artigo enviado em 03/10/2016, aceito em 15/01/2017 e publicado em 03/03/2017

**Resumo** – Com o objetivo de avaliar a eficiência agronômica da inoculação com *Azospirillum* sp. sobre a cultura do milho (*Zea mays* L.) foram conduzidos experimentos nas cidades de Ponta Grossa e Palmeira - PR, na safra de 2013/2014. O delineamento experimental foi em blocos ao acaso, com oito tratamentos e quatro repetições. Os tratamentos consistiram em: 1- Testemunha; 2- 50% da dose de nitrogênio (N) recomendada para a cultura e inoculação das sementes com AzoTotal (150 mL 25 kg<sup>-1</sup> de sementes); 3- Dose de N recomendada; 4- 50% da dose de N recomendada; 5- Inoculação com Azzofix (100 mL 25 kg de sementes<sup>-1</sup>); 6- Azzofix (100 mL 25 kg de sementes<sup>-1</sup>) + 50% da dose de N recomendada; 7- Azzofix (150 mL 25 kg de sementes<sup>-1</sup>) e 8- Azzofix (150 mL 25 kg de sementes<sup>-1</sup>) + 50% da dose de N recomendada (semeadura). Avaliou-se a massa seca de folhas e de raízes (g), o N total na massa seca (N g kg<sup>-1</sup>), o N total nos grãos (% de N) e o rendimento da cultura em kg ha<sup>-1</sup>. A inoculação das sementes de milho com Azzofix pode assegurar redução nos custos de produção com incremento no rendimento de grãos da cultura.

**Palavras-Chave** – *Azospirillum brasilense*, produtividade, massa seca.

**Abstract** – Aiming to evaluate the agronomic efficiency of *Azospirillum* sp. inoculation on corn (*Zea mays* L.) two trials were conducted, in the cities of Ponta Grossa and Palmeira - Paraná, in the harvest of 2013/2014. The experimental design was in randomized blocks with eight treatments and four replications. The treatments were: 1- Witness; 2- 50% of nitrogen (N) rate recommended to corn and seeds inoculation with AzoTotal (150 mL 25 kg<sup>-1</sup> of seeds); 3- N rate recommended; 4- 50% of N rate recommended; 5- Inoculation with Azzofix (100 mL 25 kg de sementes<sup>-1</sup>); 6- Inoculation with Azzofix (100 mL 25 kg seeds<sup>-1</sup>) + 50% of N rate recommended; 7- Inoculation with Azzofix (150 mL 25 kg seeds<sup>-1</sup>); 8- Inoculation with Azzofix (150 mL 25 kg seeds<sup>-1</sup>) + 50% of nitrogen rate recommended to corn (sowing). It was evaluated dry matter (g) of leafs and roots, content of nitrogen in dry matter (N g kg<sup>-1</sup>), content of nitrogen in grains (% of N) and productivity (kg ha<sup>-1</sup>). The inoculation of corn seeds with Azzofix can ensure reduction in production costs by the increase in grains yield.

**Keywords** – *Azospirillum brasilense*, productivity, dry matter.

## INTRODUÇÃO

O milho é a cultura que apresenta a melhor eficiência na conversão de energia solar em alimento. Ocupa o terceiro lugar em área de cultivo entre os cereais, é um dos principais alimentos para o homem e é o que apresenta o maior número de produtos industrializados, devido ao alto teor de carboidratos, proteínas e vitaminas que compõem o seu grão e pela

possibilidade de extração de óleo de excelente qualidade (PATERNIANI, 1987; IAPAR, 1991; FANCELLI & DOURADO NETO, 2000; PIONEER, 2014).

No Paraná na safra 2013/2014 a área cultivada com milho foi de 2.562.283 há, obtendo-se uma produção de 15.850.732 toneladas (t), o que caracteriza a importância desta cultura no cenário agrícola da região (SEAB, 2014).

O Brasil é o quarto maior produtor de milho, com uma produção anual da ordem de 40 milhões de toneladas (AGRIANUAL, 2005). A cultura dispõe de tecnologias, como o plantio direto, que permitem aos agricultores atingir níveis de produtividades comparáveis aos países mais desenvolvidos (BÜLL & CANTARELLA, 1993).

As tecnologias em desenvolvimento para a cultura do milho, tais como, cultivares produtivas e de qualidade industrial superior, práticas de cultivo, controle de pragas, doenças e plantas daninhas, deverão oferecer condições de assegurar a capacidade produtiva e competitiva do produtor. Devido à relevância desta cultura, numerosos estudos têm sido realizados sobre a mesma, visando notadamente seus aspectos fitotécnicos (EMBRAPA, 2004).

O grande interesse na fixação biológica em gramíneas é devido à maior facilidade de aproveitamento de água das mesmas em relação às leguminosas, pela maior efetividade fotossintética. As gramíneas apresentam um sistema radicular fasciculado, tendo vantagens sobre o sistema pivotante das leguminosas para extrair água e nutrientes do solo; e por serem as gramíneas largamente utilizadas como alimento pelo homem. Por isso, mesmo que apenas uma parte do nitrogênio pudesse ser fornecida pela associação com bactérias fixadoras, a economia em adubos nitrogenados seria igual ou superior àquela verificada com as leguminosas que podem ser autossuficientes em nitrogênio, pela redução de custos na aquisição do uso de fertilizantes nitrogenados (DÖBEREINER, 1992).

Nos últimos 20 anos foram feitas descobertas sobre o potencial das bactérias diazotróficas microaeróbias, do gênero *Azospirillum*, quando em vida livre (BODDEY & DÖBEREINER, 1995) as quais, quando associadas à rizosfera das plantas podem, contribuir com a nutrição nitrogenada dessas plantas, tornando-se alvo de estudo por parte de pesquisadores em biologia e fertilidade do solo. Assim sendo, o manejo correto dessa possível associação *Azospirillum* spp. - Milho poderá resultar em incrementos de produtividade e em diminuição dos custos de produção, principalmente da aquisição de fertilizantes

nitrogenados (OKON & VANDERLEYDEN, 1997) que são de uso intensivo na cultura do milho.

O efeito da bactéria *Azospirillum* spp. no desenvolvimento do milho e em outras gramíneas, tem sido pesquisado, não somente quanto ao rendimento das culturas, mas também, com relação às causas fisiológicas que, possivelmente, aumentam esse rendimento. De acordo com Muñoz-Garcia et al. (1991) a inoculação das sementes de milho com *Azospirillum brasiliense* cepa UAP 77, promoveu aumento na matéria seca de raízes, da ordem de 54 a 86% e de 23 a 64% na matéria seca da parte aérea. Por sua vez, Salomone & Döbereiner (1996) avaliando a resposta de vários genótipos de milho à inoculação de quatro estirpes de *Azospirillum* spp. isoladas na Argentina e três de raízes de sorgo e milho isoladas no Brasil, constataram aumento de peso de grãos, variando em diferentes genótipos, da ordem de 1.700 a 7.300 kg ha<sup>-1</sup>; contudo, tais resultados são bastante influenciados pelas condições de solo, ambiente e genótipos de planta.

Didonet et al. (1996) mencionam que são muitas as evidências de que a inoculação das sementes de milho com *Azospirillum brasiliense* seja responsável pelo aumento da taxa de acúmulo de matéria seca, principalmente na presença de elevadas doses de nitrogênio, o que parece estar relacionado com o aumento da atividade das enzimas fotossintéticas e de assimilação de nitrogênio.

Okon & Vanderleyden, (1997) baseando-se em dados acumulados durante 22 anos de pesquisa com experimentos de inoculação a campo, concluem que o gênero *Azospirillum* promove ganhos em rendimento em importantes culturas nas mais variadas condições de clima e solo; contudo, salientam que o ganho com *Azospirillum* spp. vai mais além do que simplesmente auxiliar na fixação biológica do nitrogênio, interferindo também no aumento da superfície de absorção das raízes da planta e, conseqüentemente, no aumento do volume de substrato do solo explorado. Tal constatação é justificada pelo fato da inoculação modificar a morfologia do sistema radicular, aumentando não apenas o número de radículas, mas, também, o diâmetro médio das raízes laterais e adventícias. Pelo

menos parte, ou talvez muitos desses efeitos de *Azospirillum* spp. nas plantas, possam ser atribuídos à produção, pela bactéria, de substâncias promotoras de crescimento, entre elas auxinas, giberilinas e citocininas, e não somente a fixação biológica de nitrogênio (OKON & VANDERLEYDEN, 1997).

Campo & Hungria, (2009) em experimentos realizados em Londrina, Campo Mourão, Palotina, Maringá e Ponta Grossa, no estado do Paraná, observaram que a aplicação de *Azospirillum brasilense* em milho favoreceu a nutrição e os rendimentos da cultura. Pelos resultados encontrados nos três locais, sugere-se que 50% da adubação química pode ser substituída pela aplicação deste inoculante.

Alguns autores observaram que quando associadas ao sistema radicular, essas bactérias podem, eventualmente, promover incrementos na produtividade de cereais e de gramíneas forrageiras. Apesar de todas as estirpes isoladas serem diazotróficas, as linhagens endofíticas são consideradas

mais eficazes no fornecimento do N fixado às plantas. Além da capacidade de fixar N atmosférico, quando em associação com gramíneas, podem atuar na solubilização de fosfato inorgânico. Indiretamente, as bactérias do gênero *Azospirillum* podem agir no crescimento vegetal protegendo a planta hospedeira contra microrganismos patogênicos, através da produção de quitinases, glucanases, sideróforos e da indução de resistência sistêmica. Entretanto, é importante destacar que as associações dessas bactérias com a planta hospedeira dependem do genótipo vegetal e de condições específicas do solo (ARAÚJO, 2008; HUNGRIA, 2011 GONÇALVES *et al.*, 2012; E MORAIS, 2012).

Portanto, estes experimentos agrícolas foram desenvolvidos, com o objetivo de avaliar a eficiência agronômica da inoculação com AzzoFix® (*Azospirillum brasilense*, estirpes: Abv5 e Abv6) na cultura do milho.

## MATERIAL E MÉTODOS

Os experimentos foram conduzidos em dois campos experimentais distintos durante a safra agrícola 2013/2014, sendo um, na Fazenda Escola Capão da Onça, pertencente à Universidade Estadual de Ponta Grossa, no município de Ponta Grossa - PR a 995 m de altitude, outro, no planalto Paranaense, nas coordenadas geográficas 25°05'28,6"S e 50°03'43,3"O. O clima da região é Cfb - clima subtropical e temperado, sempre úmido (sem estação seca definida) e com verões amenos, segundo a classificação de Koeppen (FUNDAÇÃO ABC, 2016).

O solo é de textura média e classificado de acordo com Embrapa (2006) como um Cambissolo Distrófico. A análise de solo (01-03), para a amostragem de 0 a 20 cm, apresentou os seguintes resultados: pH CaCl<sub>2</sub> = 5,2; Ca<sup>++</sup> = 4,00 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; Ca<sup>++</sup> + Mg<sup>++</sup> = 5,2 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; K<sup>+</sup> = 0,10 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; P=14,4 mg dm<sup>-3</sup>; Al<sup>+++</sup> = 0,0 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; C = 19 g dm<sup>-3</sup>; Areia = 603 g kg<sup>-1</sup>; Silte = 117 g kg<sup>-1</sup> e Argila = 280 g kg<sup>-1</sup>. Fez-se adubação na semeadura com 300 kg ha<sup>-1</sup> da formulação 04-14-08, em todos os tratamentos.

O segundo experimento foi conduzido na Estação Experimental Agrícola Campos Gerais em

Palmeira – PR, também em clima Cfb - clima subtropical e temperado, sempre úmido (sem estação seca definida) e com verões amenos, segundo a classificação de Koeppen (FUNDAÇÃO ABC, 2016), nas coordenadas geográficas 25°25'42,53"S e 50°03'10,46"O a 844 m de altitude.

O solo é de textura média e classificado de acordo com Embrapa (2006) como um Cambissolo Distrófico. A análise de solo (937-941), para a amostragem de 0 a 20 cm, apresentou os seguintes resultados: pH CaCl<sub>2</sub> = 4,3; Ca<sup>++</sup> = 2,2 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; Ca<sup>++</sup> + Mg<sup>++</sup> = 3,0 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; K<sup>+</sup> = 0,20 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; P=33,6 mg dm<sup>-3</sup>; Al<sup>+++</sup> = 1,5 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; C = 13 g dm<sup>-3</sup>; Areia = 760 g kg<sup>-1</sup>; Silte = 100 g kg<sup>-1</sup> e Argila = 140 g kg<sup>-1</sup>. A adubação na semeadura foi realizada de forma semelhante ao experimento localizado em Ponta Grossa.

Os produtos comerciais utilizados foram dois inoculantes líquidos: Azzofix® e AzoTotal®, os quais são compostos pela bactéria *Azospirillum brasilense*, estirpes AbV5 e AbV6, possuindo 2,0 x 10<sup>8</sup> UFC/mL e 2,0 x 10<sup>8</sup> células viáveis por mL, respectivamente.

O delineamento experimental utilizado foi em blocos ao acaso com oito tratamentos e quatro repetições. As parcelas experimentais apresentaram área total de 30,0 m<sup>2</sup> (seis linhas de 5 metros de

comprimento, 5,0 m x 6,0 m, distanciadas em 1,0 m), sendo a área útil de 24 m<sup>2</sup>.

Os tratamentos e doses encontram-se na Tabela 1.

**Tabela 1. Tratamentos, dose de produto e época de aplicação utilizados nos ensaios de inoculação em milho. Fazenda Escola Capão da Onça - UEPG, Ponta Grossa - PR, e Estação Experimental Agrícola dos Campos Gerais, Palmeira - PR, 2013/2014.**

Tratamentos	Época
1 - Tratamento absoluta (ausência de fertilizante nitrogenado e de inoculação)	—
2 - Tratamento com 50% da dose de nitrogênio recomendada para a cultura e inoculação das sementes com AzoTotal® na proporção de 150 ml 25 kg sementes <sup>-1</sup>	TS
3 - Adubação com a dose de N mineral recomendada para a cultura do milho (parcelada em 2 vezes, semeadura e cobertura)	TS + CO
4 - Metade da dose de N mineral recomendada para a cultura do Milho	TS
5 - Aplicação do inoculante Azzofix® na dose de 100 ml 25 kg sementes <sup>-1</sup>	TS
6 - Aplicação do inoculante Azzofix® na dose de 100 ml 25 kg sementes <sup>-1</sup> + 50% da dose de N mineral recomendada para o Milho (semeadura)	TS
7 - Aplicação do inoculante Azzofix® na dose de 150 ml 25 kg sementes <sup>-1</sup>	TS
8 - Aplicação do inoculante Azzofix® na dose de 150 ml 25 kg sementes <sup>-1</sup> + 50% da dose de N mineral recomendada para o Milho (semeadura).	TS

TS = tratamento de sementes; CO = cobertura; Dose de Nitrogênio recomendada para a cultura do milho (30 kg N na base + 60 kg de N em cobertura = 90 kg N ha<sup>-1</sup>, equivalentes a 200 kg de ureia ha<sup>-1</sup>).

A análise de presença de bactérias diazotróficas (Protocolo nº 006/2014 - Universidade Estadual do Oeste do Paraná), revelou para o primeiro e segundo experimento, respectivamente: número mais provável (nº de células/mL) = 1,4 x 10<sup>8</sup> e 4,5 x 10<sup>7</sup>, de acordo com o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento.

A cultivar de milho utilizada em Ponta Grossa - PR foi PIONEER P30F53, semeada em 15/11/2013. A quantidade de semente utilizada foi em média de 7 por metro linear, com espaçamento de 80 cm entre linhas, a uma profundidade de semeadura de 3 a 4 cm. O tratamento de sementes ocorreu no mesmo dia da semeadura, tendo início as 09:40 horas e término as 10:50, onde a temperatura estava em 29,1 °C e umidade relativa de 65%. A emergência ocorreu em 22/11/2013.

No experimento em Palmeira - PR, utilizou-se a cultivar 30F53 HR, semeada em 27/11/2013, com

emergência em 06/12/2013. O tratamento de sementes também foi efetuado no dia da semeadura, sendo iniciado as 13:45 horas e finalizado as 15:50 horas, onde a temperatura estava 28,4 °C e umidade relativa de 62%.

Avaliou-se a massa seca de folhas e de raízes (g), para tanto coletou-se a massa proporcional a 1 m<sup>2</sup>, a qual foi seca em estufa a 48 °C até peso constante e após pesada, o N total na massa seca (N g kg<sup>-1</sup>), o N total nos grãos (% de N) e o rendimento da cultura a 13% de umidade em kg ha<sup>-1</sup>. Os dados foram submetidos à análise da variância e quando significativas às diferenças entre as médias dos tratamentos (teste de F), estas foram comparadas pelo teste de Duncan ao nível de 5% e 10% de probabilidade, utilizando-se o software SASM - Agri (CANTERI *et al.*, 2001).

Para a colheita foram coletadas as quatro linhas internas de cada parcela em 28/04/2014, para ambos os experimentos.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise de variância dos dados referentes à avaliação da eficiência agrônômica da inoculação com AzzoFix® (*Azospirillum brasilense*, estirpes: Abv5 e Abv6) sobre a cultura do milho revelou através do teste “F” que houve diferença estatística significativa entre os tratamentos em quase todas as variáveis testadas.

Em relação massa seca de folhas (Tabelas 4 e 5), observou-se que os resultados significativos foram

encontrados com os tratamentos 2, 3, 4, 5, 6, 7 e 8. E para a massa seca de raízes os resultados significativos foram observados com os tratamentos 2, 3, 5, 6, 7 e 8. Isto reforça os resultados citados pela bibliografia de que a inoculação das sementes com *Azospirillum brasilense* seja responsável pelo aumento da taxa de acúmulo de matéria seca, principalmente na presença de elevadas doses de nitrogênio, o que parece estar relacionado com o aumento da atividade das enzimas fotossintéticas e de assimilação de nitrogênio (DIDONET *et al.* 1996).

Tabela 2. Massa seca de folhas e massa seca de raízes obtidos no estudo da eficiência agrônômica da inoculação com *Azospirillum* sp., na cultura do milho. Fazenda Escola Capão da Onça - UEPG, Ponta Grossa PR, 2013/2014.

Tratamentos	Massa seca de folhas (g)	Massa seca de raízes (g)
1	162,5b	119,0c
2	282,9a	217,8a
3	287,1a	214,3a
4	273,4a	196,3b
5	294,8a	214,5a
6	284,5a	217,0a
7	292,9a	220,3a
8	291,5 <sup>a</sup>	223,8a
CV (%)*	6,42	2,96

\* Médias seguidas por letras diferentes nas colunas, diferem entre si ao nível de significância de 5% pelo teste de Duncan;

\*CV% = coeficiente de variação.

Tabela 3. Massa seca de folhas e massa seca de raízes obtidos no estudo da eficiência agrônômica da inoculação com *Azospirillum* sp., na cultura do milho. Estação Experimental Agrícola Campos Gerais em Palmeira - PR, 2013/2014.

Tratamentos	Massa seca de folhas (g)	Massa seca de raízes (g)
1	129,00b	55,47b
2	156,86ab	86,52a
3	141,80ab	78,66a
4	135,97ab	56,99b

5	159,52ab	87,14a
6	159,09ab	87,66a
7	166,25a	87,76a
8	166,47a	88,46a
CV (%)*	16,69	10,28

\* Médias seguidas por letras diferentes nas colunas, diferem entre si ao nível de significância de 10% pelo teste de Duncan;

\*CV% = coeficiente de variação.

A inoculação com *Azospirillum* spp. é apontada também por promover ganhos em rendimento em importantes culturas nas mais variadas condições de clima e solo; contudo, o ganho vai mais além do que simplesmente auxiliar na fixação biológica do nitrogênio, interferindo também no aumento da superfície de absorção das raízes da planta e, conseqüentemente, no aumento do volume de substrato do solo explorado (OKON & VANDERLEYDEN, 1997).

Observou-se que mesmo com 50% da dose de nitrogênio recomendada a massa seca de parte aérea (folhas), a massa seca de raízes (Tabelas 4 e 5) e a produtividade (Tabelas 6 e 7) após inoculação com *Azospirillum* apresentaram resultados superiores à testemunha sem nitrogênio e sem *Azospirillum* spp.

**Tabela 4. Rendimento da cultura obtido no estudo da eficiência agrônômica da inoculação com *Azospirillum* sp., sobre a cultura do milho. Fazenda Escola Capão da Onça - UEPG, Ponta Grossa PR, 2013/2014.**

Tratamentos	Produtividade (kg ha <sup>-1</sup> )
1	6612d
2	11360ab
3	11053b
4	10129c
5	11108ab
6	11087ab
7	11746a
8	11731a
CV%*	3,91

\* Médias seguidas por letras diferentes nas colunas, diferem entre si ao nível de significância de 5% indicado pelo teste de Duncan;

\*CV% = coeficiente de variação.

Tabela 5. Rendimento da cultura obtido no estudo da eficiência agrônômica da inoculação com *Azospirillum* sp., sobre a cultura do milho. Estação Experimental Agrícola Campos Gerais em Palmeira - PR, 2013/2014.

Tratamentos	Produtividade (kg ha <sup>-1</sup> )
1	3.544b
2	5.706a
3	5.988a
4	4.297b
5	5.344a
6	5.388a
7	5.672a
8	5.624a
CV%*	11,92

\* Médias seguidas por letras diferentes nas colunas, diferem entre si ao nível de significância de 5% indicado pelo teste de Duncan;  
 \*CV% = coeficiente de variação.

O teor de nitrogênio total na massa seca de folhas (Tabela 8 e 9), embora semelhante estatisticamente, mostrou que os tratamentos inoculados com *Azospirillum brasilense* 2, 5, 6, 7 e 8

apresentaram resultados promissores e superiores numericamente a testemunha. Segundo Carvalho et al. (2011), a possível explicação para a correlação existente entre esses resultados seria a existência de vários processos complexos envolvidos no uso de nitrogênio, tais como: absorção, assimilação e retranslocação do N dentro da planta de milho.

Tabela 6. N total na massa seca de folhas e N total nos grãos obtidos no estudo da eficiência agrônômica da inoculação com *Azospirillum* sp., sobre a cultura do milho. Fazenda Escola Capão da Onça - UEPG, Ponta Grossa PR, 2013/2014.

Tratamentos	N total na massa seca (N g kg <sup>-1</sup> )	N total nos grãos (% de N)
1	7,88a	0,968b
2	8,78a	1,100a
3	8,80a	1,110a
4	8,35a	1,003b
5	8,15a	1,153a
6	7,68a	1,135a
7	8,13a	1,153a
8	8,38a	1,150a
CV%*	NS	4,94

\* Médias seguidas por letras diferentes nas colunas, diferem entre si ao nível de significância de 5% indicado pelo teste de Duncan;  
 \*CV% = coeficiente de variação; NS = não significativo.

Tabela 7. N total na massa seca de folhas e N total nos grãos obtidos no estudo da eficiência agrônômica da inoculação com *Azospirillum* sp., sobre a cultura do milho. Estação Experimental Agrícola Campos Gerais em Palmeira - PR, 2013/2014.

Tratamentos	N total na massa seca (N g kg <sup>-1</sup> )	N total nos grãos (% de N)
1	4,49b	1,71c
2	7,53a	1,83b
3	7,15a	1,86b
4	6,15a	1,76c
5	7,23a	1,86b
6	7,15a	1,98a
7	7,10a	1,90b
8	7,28a	1,85b
CV%*	12,88	2,56

\* Médias seguidas por letras diferentes nas colunas, diferem entre si ao nível de significância de 5% indicado pelo teste de Duncan;  
 \*CV% = coeficiente de variação; NS = não significativo.

Em relação ao N total nos grãos (Tabela 8) todos os tratamentos com inoculante diferiram da testemunha. Esse resultado é relevante, pois nota-se, nesse caso, que os tratamentos 2, 5, 6, 7 e 8 apresentaram médias superiores. Logo, é possível inferir que a inoculação das sementes de milho com as doses de 100 e 150 mL 25 kg de sementes<sup>-1</sup> do produto AZZOFIX® proporciona maior acúmulo de nitrogênio nos grãos de milho.

A utilização de AZZOFIX® em milho revelou que 50% da adubação nitrogenada recomendada proporcionou resultados superiores a 100% da adubação aplicada sem a inoculação das sementes. O inoculante AZZOFIX® (*Azospirillum brasilense*) é eficiente para a cultura do milho.

## CONCLUSÕES

Nas condições em que os experimentos foram realizados, pode-se concluir que:

Os resultados da massa seca de folhas e de raízes apontam para que a inoculação das sementes com *Azospirillum brasilense* seja responsável pelo aumento da taxa de acúmulo de matéria seca, principalmente na presença de elevadas doses de nitrogênio, o que parece estar relacionado com o aumento da atividade das

enzimas fotossintéticas e de assimilação de nitrogênio.

Observou-se que mesmo com 50% da dose de nitrogênio recomendada a massa seca de parte aérea (folhas), a massa seca de raízes e a produtividade após inoculação com AZZOFIX® e AzoTotal® apresentaram resultados superiores à testemunha sem nitrogênio e sem *A. brasilense*.

A inoculação das sementes de milho com o produto AZZOFIX® e AzoTotal® pode assegurar redução nos custos de produção com incremento no rendimento de grãos da cultura.

As diferentes doses do inoculante AZZOFIX® e AzoTotal® nas sementes de milho, associadas à 50% da dose de N, proporcionaram resultados comparáveis ao uso da dose de N recomendada para a cultura do milho.

Os resultados apresentados neste trabalho reforçam a eficiência e viabilidade da inoculação das sementes de milho com *Azospirillum brasilense*.

Os inoculantes AZZOFIX® e AzoTotal® (*Azospirillum brasilense*) são eficientes para a cultura do milho.

## REFERÊNCIAS

AGRIANUAL. *Agriannual: anuário da agricultura brasileira*. São Paulo: Fnp Consultoria & Comércio, 2005.

ARAUJO, S. C. de. *Realidade e perspectivas para o uso de Azospirillum na cultura do milho*. Piracicaba: IPNI –



International Plant Nutrition Institute Brazil. 32 p. (INFORMAÇÕES AGRONÔMICAS N° 122). 2008.

BODDEY, R.M.; DÖBEREINER, J. Nitrogen fixation associated with grasses and cereals: Recent progress and perspectives for the future. *Fertilizer Research*, Oxford, v.42, p. 241-250, 1995.

BÜLL, L.T.; CANTARELLA, H. *Cultura do milho: Fatores que afetam a produtividade*. Piracicaba : POTAFOS, 1993. 301 p.

CANTERI, M. G.; ALTHAUS, R. A.; VIRGENS FILHO, J. R.; GIGLIOTTI, E. A.; GODOY, C. V. SASM - Agri: Sistema para análise e separação de médias em experimentos agrícolas pelos métodos Scoft - Knott, Tukey e Duncan. *Revista Brasileira de Agrocomputação*, Ponta Grossa, v.1, n.2, p.18-24, Dez. 2001.

CAMPO, J. R.; HUNGRIA, M. *Eficiência Agronômica do inoculante líquido composto de bactérias do gênero Azospirillum*. In: JORNADA ACADÊMICA DA EMBRAPA SOJA, 2009, Londrina.

CARVALHO, R. P.; PINHO, R. G. V.; DAVIDE, L. M. C. Desempenho de cultivares de milho quanto à eficiência de utilização de nitrogênio. *Revista Brasileira de Milho e Sorgo*, v. 10, n. 2, p. 108-120, 2011.

DIDONET, A. D.; RODRIGUES, O.; KENNER, E. H. Acúmulo de nitrogênio e de massa seca em plantas de trigo inoculadas com *Azospirillum brasilense*. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.16, n.9, p.645-651, Mai. 1996.

DÖBEREINER, J. Fixação de nitrogênio em associação com gramíneas. In: CARDOSO, E.J.B.N., TSAI, S.M., NEVES, M.C.P. *Microbiologia do solo*. Campinas: SBCS, 1992. p. 173-180.

EMBRAPA. *Manual de manejo e controle de plantas daninhas*. Bento Gonçalves: Embrapa, Uva e Vinho, 2004. 652 p.

EMBRAPA. *Sistema Brasileiro de classificação de solos*. Brasília: Embrapa, Produção de informação; Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006. 306 p.

FANCELLI, A. L.; DOURADO NETO, D. *Produção de milho*. Guaíba: Agropecuária, 360 p., 2000.

GONÇALVES, E.D.V.; RODRIGUES, L.F.O.S.; SILVA, M.B.; MATIELLO, V.M.; BERTÉ, L.N.; MEINERZ, C.C.; GUIMARÃES, V.F. Influência Da Inoculação de *Azospirillum brasilense* em Milho Submetido a Condições de Déficit Hídrico. In: XXIX Congresso Nacional de Milho e Sorgo, 2012, Águas de Lindóia. *Anais...* Campinas: Instituto Agrônomo de Campinas, 2012. p. 0267-0274.

HUNGRIA, M. *Inoculação com Azospirillum brasilense: inovação em rendimento a baixo custo*. Documentos 325. Londrina: Embrapa Soja, 2011.

IAPAR. *A cultura do milho no Paraná*. Circular técnica 68. Londrina: IAPAR, 271 p, 1991.

FUNDAÇÃO ABC. *Sistema de Monitoramento Agrometeorológico*. Disponível em: <[http://sma.fundacaoabc.org.br/climatologia/classificacao\\_climatica/grupo\\_abc](http://sma.fundacaoabc.org.br/climatologia/classificacao_climatica/grupo_abc)>. Acesso em: 15/04/2016.

MORAIS, T. P. de. *Adução nitrogenada e inoculação com Azospirillum brasilense em híbridos de milho*. Uberlândia. Originalmente apresentada como dissertação de mestrado. Universidade Federal de Uberlândia, 2012.

MUÑOZ-GARCIA, A. Promoción del crecimiento del maíz por cepas productoras de siderófos de *Azospirillum* y *Pseudomonas fluorescentes*. In: CONGRESO NACIONAL DE LA FIJACION BIOLOGICA DEL NITROGENO Y I ENCUENTRO IBEROAMERICANO DE INVESTIGACION SOBRE FIJACION DE NITROGENO, 3., 1991, Cuernavaca. *Anais...* México: Cuernavaca, 1991, p.61.

OKON, Y.; VANDERLEYDEN, J. Root-associated *Azospirillum* species can stimulate plants. *Applied and Environmental Microbiology*, New York, v. 63, n. 7, p. 366-370, 1997.

PATERNIANI, E.; VIÉGAS, G. P.; TOSELLO, G. A. *Melhoramento e produção do milho*. Campinas: Fundação Cargill, v. 1, 403 p., 1987.

PIONEER. *A semente do futuro: híbridos de milho, 30R50H*. Disponível em: <<http://www.pioneersementes.com.br/ProdutosDetalheMilho.aspx?id=131&gclid=CJeKwIyVsrgCFcKZ4Aodjw4AEQ>>. Acesso em: 8 Dez. 2014.

SALOMONE, G.; DÖBEREINER, J. Maize genotypes effects on the response to *Azospirillum* inoculation. *Biology Fertilizer Soils*, Oxford, v.21, p.193-196, 1996.

SEAB. *Acompanhamento da situação agropecuária do Paraná: Prognóstico - safra 13/14*. Curitiba: SEAB -DERAL, 2014.