

INOCULAÇÃO COM *Azospirillum brasilense* E TRATAMENTO DE SEMENTE EM TRIGO IRRIGADO NO NOROESTE PAULISTA

VAZQUEZ, Gisele Herbst¹
MOTTA, Rosana Matsumi Kagesawa²
SILVA, Marcelo Romero Ramos da³
VANZELA, Luiz Sérgio⁴

Recebido em: 2017.09.24

Aprovado em: 2018.09.07

ISSUE DOI: 10.3738/1982.2278.2862

RESUMO: Em busca de uma agricultura sustentável, estudos têm mostrado aumentos na produtividade de grãos com o uso de bactérias diazotróficas fixadoras de nitrogênio atmosférico inoculadas na semente, como o *Azospirillum brasilense*. Normalmente, produtores cautelosos quanto à perda da produtividade devido a doenças e pragas utilizam métodos preventivos de controle, como o tratamento das sementes, que protege a cultura no início do ciclo. Porém, antes é preciso verificar a compatibilidade do produto com o inoculante. Assim, o objetivo deste trabalho foi estudar o efeito da inoculação de *Azospirillum brasilense* via semente, bem como de seu uso conjunto com inseticida/fungicida no desenvolvimento da planta e na produtividade de grãos de trigo. A pesquisa foi desenvolvida na Universidade Brasil, Fernandópolis/SP, em 2011 e 2012, com os cultivares IAC-370 e IAC-373, respectivamente, em um delineamento experimental de blocos casualizados disposto em esquema fatorial 2x5, com 4 repetições. Os tratamentos foram: com e sem inoculação das sementes com *Azospirillum brasilense* e tratamento com inseticida/fungicida (testemunha; carboxina+thiram; metalaxil+fludioxonil; imidacloprid+tiodicarbee e fipronil). Foram efetuadas as determinações da altura da planta, peso hectolítrico, massa de 1000 grãos e produtividade de grãos. Concluiu-se que a inoculação de sementes com *Azospirillum brasilense* proporcionou acréscimos de 9,8% (em 2011) e 23% (em 2012) na produtividade de grãos de trigo em relação às sementes não inoculadas. Os defensivos carboxina+thiram, metalaxil+fludioxonil, imidacloprid+tiodicarbee fipronil utilizados na semente quando combinados com o *Azospirillum brasilense* não interferem negativamente na eficiência da bactéria.

Palavras-chave: *Triticum aestivum* L.. Bactéria Fixadora de Nitrogênio. Fixação Biológica. Nitrogênio.

INOCULATION WITH *Azospirillum brasilense* AND SEED TREATMENT ON IRRIGATED WHEAT IN THE NORTH WEST OF SÃO PAULO STATE

SUMMARY: In search of sustainable agriculture, studies have shown increases in grain yield using atmospheric nitrogen-fixing diazotrophic bacteria in inoculated seed, such as *Azospirillum brasilense*. Normally, cautious producers as to loss of productivity due to diseases and pests use preventive control methods, such as the seed treatment, that protects the culture at the beginning of the cycle. However, previously it is necessary to check the compatibility of the product with the inoculant. The objective of this research was to study the effect of inoculation using *Azospirillum brasilense* via seed, as well as its joint use with insecticide/fungicide in plant development and grain yield of wheat. The research was conducted in Brasil University, Fernandópolis/SP in 2011 and 2012, with the IAC-370 and IAC-373 cultivars in an experimental randomized block design in a factorial 2x5, with 4 repetitions. The treatments were: with and without seed inoculation with *Azospirillum brasilense* and treatment with insecticide/fungicide (control; carboxin+thiram; metalaxyl+fludioxonil; imidacloprid+thiodicarb and fipronil). The measurements of plant height, hectoliter weight, 1000 grains mass and grain yield were made. It was concluded that seed inoculation with *Azospirillum brasilense* provided increases of 9.8% (2011) and 23% (2012) in grain yield of wheat in relation to non-inoculated seeds. Pesticides carboxin+thiram, fludioxonil+metalaxyl, Imidacloprid+thiodicarb and fipronil used in seed when combined with *Azospirillum brasilense* don't interfere negatively in the efficiency of the bacteria.

Keywords: *Triticum aestivum* L.. Nitrogen-Fixing Bacteria. Biological Fixation. Nitrogen.

¹ Eng. Agr., Prof. do curso de mestrado em Ciências Ambientais - Universidade Brasil/Fernandópolis

² Mestranda em Ciências Ambientais - Universidade Brasil/Fernandópolis

³ Eng. Agr., Prof. do curso de Agronomia- Universidade Brasil/Fernandópolis

⁴ Eng. Agr., Prof. do curso de mestrado em Ciências Ambientais- Universidade Brasil/Fernandópolis

INTRODUÇÃO

O nitrogênio (N) é o nutriente mais exigido pelas plantas e seu uso elevado na agricultura gera resíduo como o nitrato (NO_3^-), bem como as queimadas e as emissões industriais liberam N na atmosfera que forma o óxido nitroso (N_2O), causador do efeito estufa e da chuva ácida, sendo que ambos, em excesso, podem afetar seriamente os solos, a atmosfera e os recursos hídricos (AUSTIN et al., 2013).

Em busca de uma agricultura sustentável, com baixo custo de manejo, menor dependência de importação de insumos e de forma não poluente, estudos têm mostrado aumentos significativos da produtividade de grãos em trigo com o uso de bactérias diazotróficas fixadoras de N_2 atmosférico inoculadas na semente como a *Azospirillum brasiliense* (SALA et al., 2007).

O gênero *Azospirillum* abrange as chamadas bactérias de crescimento de plantas (BPCP), e que na cultura do trigo são capazes de promover aumentos no tamanho e no diâmetro de raízes, no acúmulo de N nas plantas (SALA et al., 2005) e nos grãos, na concentração de proteína nos grãos (SALANTUR; OZTURK; AKTEN, 2006), bem como estimular as plantas a produzir auxinas, citocininas, giberelinas e outras moléculas (BALDANI; BALDANI, 2005) e aumentar a produtividade de grãos (DALLA SANTA et al., 2008; HUNGRIA et al., 2010; MENDES et al., 2011; SALA et al., 2007). Porém, algumas pesquisas relataram não haver interferência da inoculação com *Azospirillum* sobre a planta de trigo e sua produção (RODRIGUES et al., 2014; SÁNCHEZ DE LA CRUZ et al., 2008).

Normalmente, as condições climáticas no Brasil são caracterizadas por temperaturas altas e precipitações pluviárias frequentes, o que favorece o desenvolvimento de doenças e pragas. Os produtores cautelosos quanto à perda da produtividade devido a doenças e pragas, utilizam métodos preventivos de controle, como o tratamento de sementes com fungicidas e inseticidas, que protege a cultura no início do ciclo.

Caso sejam utilizados defensivos tais como fungicidas e inseticidas na semeadura, deve-se tratar primeiro as sementes com o produto químico, deixar secar e só então proceder à inoculação com bactérias fixadoras de N. No caso da inoculação com *Rhizobium* em leguminosas, sabe-se que alguns produtos são extremamente tóxicos à bactéria, especialmente fungicidas (ARAÚJO; ARAÚJO, 2006). Sendo assim, é preciso verificar a compatibilidade do produto com o inoculante antes da sua utilização.

Portanto, o objetivo deste trabalho foi estudar o efeito da inoculação de *Azospirillum brasiliense* via semente, bem como de seu uso conjunto com inseticidas/fungicidas, no desenvolvimento da planta e na produtividade de grãos de trigo.

MATERIAL E MÉTODO

O experimento foi desenvolvido em 2011 e 2012 em área experimental da Universidade Brasil, Campus de Fernandópolis, SP, localizada a 20°16'50" latitude sul e 50°17'43" longitude oeste e a uma altitude de 520 m.

O clima da região, de acordo com a classificação internacional de Koppen, é subtropical úmido Aw, com inverno seco e ameno e verão quente e chuvoso (ROLIM et al., 2007), com médias anuais de precipitação de 1.349 mm e temperatura do ar de 23,3°C (EMBRAPA, 2007). O solo da área é classificado como ARGISSOLO Vermelho-Amarelo eutrófico, textura arenosa/média e relevo suave ondulado (OLIVEIRA et al., 1999).

Nos dois anos de condução do experimento, a área foi preparada de modo convencional, com uma aração e duas gradagens niveladoras, permanecendo em pousio entre as duas safras e tendo no ano anterior à instalação do experimento (safra de verão 2010/2011) a semeadura de soja.

A semeadura foi manual no dia 19/05/2011 com o cultivar IAC-370 e no dia 22/05/2012 com o IAC-373, de modo a atingir uma densidade de 350-400 plantas m⁻². As sementes foram provenientes do Núcleo de Produção de Sementes de Fernandópolis/SP, pertencente à Coordenadoria de Assistência Técnica Integral (CATI), da Secretaria de Agricultura e Abastecimento do Estado de São Paulo.

Os cultivares de trigo foram selecionados por apresentarem alto potencial de rendimento de grãos nas condições de cultivo irrigado por aspersão no Estado de São Paulo, possuindo as seguintes características agrônômicas: IAC-370 - porte baixo (80 a 95 cm), resistência ao acamamento o que possibilita o emprego de adubação nitrogenada em cobertura, responsivo a melhoria do ambiente, ciclo de maturação de 120 a 135 dias, resistência às ferrugens do colmo e da folha e a giberela em condições de campo e sensibilidade à helmintosporiose e ao oídio, resistência à debulha natural e a germinação na espiga e qualidade da farinha classificada como trigo pão. Já o cultivar IAC-373 possui porte baixo (85 a 95 cm), boa resistência ao acamamento, ciclo médio (130 a 140 dias da germinação a colheita), responsivo ao nitrogênio, moderada resistência ao crestamento, resistente a ferrugem da folha e com moderada resistência às manchas foliares causadas por helmintosporiose e a brusone, resistente a debulha natural e moderadamente resistente à germinação na espiga e qualidade da farinha classificada como trigo pão (CATI, 2014).

A adubação química básica no sulco de semeadura foi calculada de acordo com as características químicas do solo (Tabela 1) e as recomendações de Camargo, Freitas e Cantarella (1997) utilizando-se 300 kg ha⁻¹ da fórmula 4-30-10, nos dois anos.

Tabela 1. Características químicas do solo utilizado no experimento. Fernandópolis, 2011.

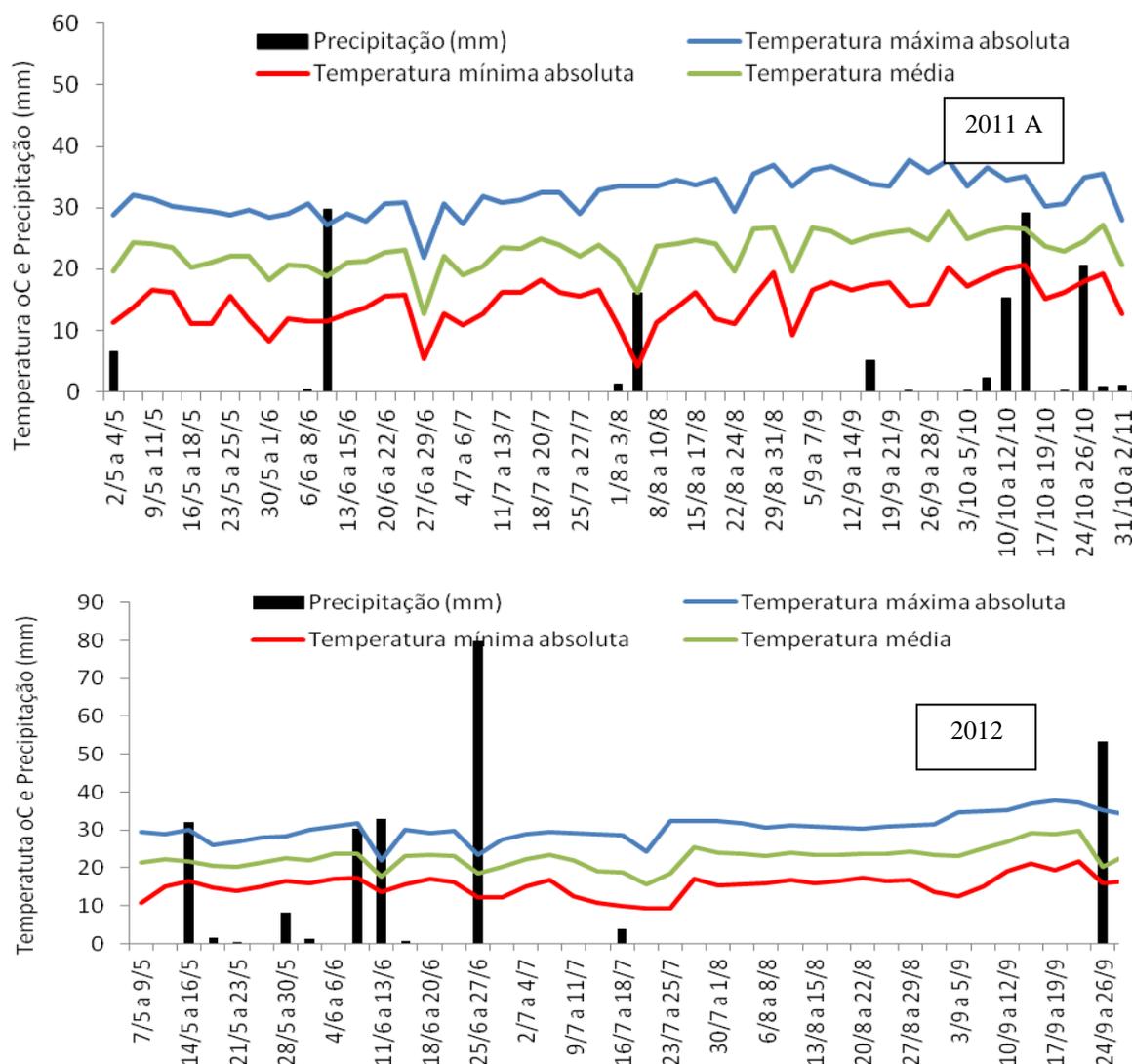
Prof.	P res.	M.O.	pH	K	Ca	Mg	H+Al	SB	CTC	V
cm	mg dm ⁻³	g dm ⁻³	CaCl ₂	-----mmol _c dm ⁻³ -----						%
0-20	7	13	5,0	1,4	15	6	23	22,4	45,5	49,2

Fonte: Laboratório de Fertilidade do Solo da Unicastelo, campus Fernandópolis/SP, 2011.

A área foi irrigada com frequência de três dias, repondo-se a evapotranspiração. O sistema utilizado foi aspersão convencional, com taxa de aplicação de 8,76 mm h⁻¹. O tempo de irrigação foi de 2,5 horas, totalizando 693 mm em 2011 e 745 mm em 2012.

As condições climáticas referentes à temperatura e umidade relativa do ar (máximas, mínimas e médias) e precipitação durante o período do experimento estão apresentadas na Figura 1 (CIIAGRO, 2014).

Figura 1. Temperatura e umidade relativa do ar (máximas, mínimas e médias) e precipitação nos anos de 2011 e 2012. Fernandópolis/SP.
Fonte: CIIAGRO (2014).



O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados dispostos em esquema fatorial 2x5 e com quatro repetições. Os tratamentos foram constituídos pela combinação de inoculação de sementes (com e sem *Azospirillum brasilense*) e tratamento de sementes com: carboxina + thiram (fungicida); metalaxil + fludioxonil (fungicida); imidacloprid + tiodicarbe (inseticida) e fipronil (inseticida) e a testemunha sem defensivos.

As doses utilizadas dos fungicidas carboxina+thiram foi de 300 mL e de 150 mL do metalaxil+fludioxinil e dos inseticidas fipronil de 200 mL e imidacloprid+tioicarbe de 300 mL, todos em relação ao produto comercial (p.c.) por 100 kg de semente.

O inoculante líquido utilizado foi o Masterfix Gramíneas® na dose de 200 mL ha⁻¹ e continha as estirpes Ab-V₅ e Ab-V₆ de *Azospirillum brasilense* na concentração de 2 x 10⁸ células viáveis mL⁻¹.

Assim, inicialmente, parte das sementes foi tratada com os fungicidas/inseticidas de acordo com os tratamentos e permaneceram por 24 horas em condições ambiente para secagem, sendo em seguida, inoculadas com o *A. brasilense* e semeadas em campo.

Em cada ano, o experimento foi constituído por 40 parcelas de 5 linhas de 5 m de comprimento, espaçadas 0,20 m entre si, sendo consideradas como área útil as três linhas centrais desprezando-se uma linha de cada lateral.

A adubação nitrogenada em cobertura foi realizada aos 40 dias após a emergência das plantas nas duas safras, de acordo com as recomendações de Camargo, Freitas e Cantarella (1997). Levando-se em consideração a classe de resposta ao nitrogênio como média, devido ao cultivo anterior com soja, e as faixas de produtividade de 2,5 a 3,5 t ha⁻¹ e 3,5 a 5,0 t ha⁻¹, cujas recomendações são de 40 e 50 kg ha⁻¹ de N, respectivamente, foram aplicados um valor mediano de 45 kg ha⁻¹ de N na forma de ureia. Nos dois anos, a cultura não foi atacada por pragas e doenças, desenvolvendo-se adequadamente. As plantas daninhas foram controladas com a aplicação dos herbicidas metsulfuron-etil (5 g p.c. ha⁻¹) e diclofop-metílico (1 L p.c. ha⁻¹).

Durante a condução do experimento, foram realizadas as seguintes avaliações:

- Altura da planta: determinada na época de maturação como sendo a distância (m) do nível do solo ao ápice da espiga, excluindo as aristas e levando-se em consideração a média de 10 plantas na área útil de cada parcela.

- Produtividade de grãos: as plantas da área útil de cada parcela foram colhidas manualmente e trilhadas mecanicamente. Em seguida foi determinada a massa dos grãos e os dados transformados em kg ha⁻¹ com umidade de 13% (base úmida).

- Peso hectolítrico: determinado em balança própria com umidade dos grãos corrigidos para 13% (base úmida), utilizando-se duas amostras por parcela.

- Massa de 1000 grãos: determinada mediante a coleta, ao acaso, e pesagem de três amostras de 100 grãos em cada parcela corrigidas para 13% de umidade (base úmida).

Os dados obtidos foram submetidos ao teste F da análise de variância utilizando-se o programa estatístico SISVAR. Constatado resultado significativo, as médias foram comparadas utilizando-se o teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade.

RESULTADO E DISCUSSÃO

A colheita foi realizada manualmente no dia 24/09 em 2011 e 04/10 em 2012. O cultivar IAC-370 (safra 2011) apresentou um ciclo de 125 dias e o IAC-373 (safra 2012) de 132 dias, estando dentro do período descrito pelo Instituto Agrônomo de Campinas (IAC) de 120 a 135 dias para o IAC-370 e 130 a 140 dias para o IAC-373 (CATI, 2014).

Nas duas safras, apesar da irrigação, o clima quente e pouco chuvoso (média de 23°C e 129 mm em 2011 e 22,7°C e 269 mm em 2012) e a fertilidade mediana do solo não foram favoráveis ao desenvolvimento excessivo das plantas, não havendo ocorrência de acamamento, com as plantas atingindo uma altura média de 74,7 cm (IAC-370) e 68,2 cm (IAC-373), estando ambos os cultivares abaixo da altura média esperada de suas plantas (Tabela 2). De acordo com o IAC (CATI, 2014), a altura média da planta de trigo IAC-370 varia de 80 a 95 cm e a do IAC-373 de 85 a 95 cm.

Para a variável altura da planta, o fator inoculação (I) nos dois anos, o fator defensivo (D) em 2012, bem como a interação I x D nos dois anos de cultivo, não apresentaram interferência significativa (Tabela 2).

A inoculação com *Azospirillum brasilense* nas duas safras não interferiu na altura da planta (Tabela 2), o que concorda com Sánchez de la Cruz et al. (2008) e difere de Moreira et al. (2010) que relataram haver maior crescimento de plantas de várias espécies vegetais quando inoculadas, atribuindo esta ocorrência à maior produção de fitohormônios e de nitritos, o que aumenta a absorção de nutrientes e

a produção de matéria seca.

Em 2011 os defensivos aplicados às sementes interferiram significativamente na altura das plantas, que superaram a testemunha (Tabela 2), indicando possivelmente a presença de patógenos na semente e/ou pragas de solo, além do efeito fisiológico ou fitotônico que alguns produtos possuem. Já em 2012 não houve interferência dos defensivos na altura das plantas.

Tabela 2. Resultados da análise de variância e do teste de Scott-Knott para a altura da planta e produtividade de grãos de trigo com ou sem inoculação de *A. brasilense* e aplicação ou não de defensivos agrícolas no tratamento de sementes. Fernandópolis, SP, 2011 e 2012.

Fator de variação	Altura da Planta (cm)		Produtividade (kg ha ⁻¹)	
	IAC-370 (2011)	IAC-373 (2012)	IAC-370 (2011)	IAC-373 (2012)
Inoculação				
Com <i>Azospirillum</i>	75,0	69,1	2.605 a	2.058 a
Sem <i>Azospirillum</i>	74,5	67,3	2.373 b	1.675 b
Defensivo				
Testemunha	70,1 b	71,3	2.162 b	1.870
Carboxina+Thiram	75,1 a	68,5	2.340 b	1.716
Metalaxil+Fludioxonil	75,0 a	65,6	2.480 b	1.907
Imidacloprid+Tiodicarb	78,0 a	68,6	2.769 a	1.789
Fipronil	75,6 a	67,1	2.693 a	2.051
Valores de F				
Inoculação (I)	0,28ns	0,91ns	5,55*	4,55*
Defensivo (D)	5,68**	1,08ns	5,14**	0,39ns
I x D	1,03ns	0,35ns	1,03ns	1,67ns
Média	74,7	68,2	2.489	1.867
C.V. (%)	4,55	8,42	12,52	30,48

Médias seguidas de mesma letra, minúscula nas colunas, não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade. ns = não significativo; * = significativo a 5% de probabilidade; ** = significativo a 1% de probabilidade. CV – coeficiente de variação.

Alguns trabalhos tem mostrado que o tratamento de sementes com inseticidas, mesmo na ausência ou em baixos níveis de organismos nocivos no solo, tem melhorado o estabelecimento das culturas, aumentando o vigor de plantas, com um melhor aproveitamento do seu potencial produtivo devido ao efeito fitotônico proporcionado por algum ingrediente ativo (CASTRO et al., 2008), já para fungicidas, as pesquisas ainda são incipientes. Vanin et al. (2011), na cultura do sorgo, observaram que sementes tratadas com a mistura dos inseticidas imidacloprid + tiodicarb apresentaram maior desenvolvimento da parte aérea e da raiz, bem como maiores porcentagens de germinação.

A produtividade de grãos foi afetada significativamente nos dois anos de cultivo pela inoculação (Tabela 2). Este resultado corrobora com os obtidos por Dalla Santa et al. (2008); Hungria et al. (2010) e Mendes et al. (2011) que obtiveram aumentos da produtividade de grãos de trigo com o uso de bactérias diazotróficas do gênero *Azospirillum* associada a uma menor dose de N em cobertura. Em 2011, a inoculação elevou a produtividade do trigo em 9,8% ou 232 kg ha⁻¹ e em 2012 em 22,9% ou 383 kg ha⁻¹. Reis (2007) fazendo um balanço dos resultados de experimentos de inoculação com *Azospirillum* verificou uma média de incremento no rendimento das culturas de trigo, arroz, milho e sorgo de 20 a 30%. Hungria et al. (2010) em oito ensaios conduzidos em Londrina e Ponta Grossa avaliando as estirpes Ab-V₅ e Ab-V₆ de *A. brasilense* em veículo líquido observaram um aumento médio na produtividade do trigo de 31%. Aumentos em torno de 20% na produtividade de grãos atribuídos à inoculação com bactérias diazotróficas tem sido considerado comercialmente significativo (BASHAN; LEVANONY, 1990). Já em

um levantamento realizado na Argentina, com 273 experimentos de inoculação com *A. brasilense* em trigo, em 76% houve um aumento médio na produtividade de 256 kg ha⁻¹ (DÍAZ-ZORITA; FERNANDEZ CANIGIA, 2008).

Além disso, neste experimento, houve resposta positiva nas duas safras e com diferentes genótipos de trigo (IAC-370 e IAC-373) com o uso da inoculação. Sabe-se que em apenas 60 a 70% dos experimentos já realizados foi relatado o sucesso da inoculação com bactérias diazotróficas e que somente 5 a 30% apresentaram respostas significativas (OKON; LABANDERA-GONZALEZ, 1994), sendo a especificidade genótipo-bactéria um dos fatores-chave para a obtenção de resultados positivos (BALDANI; BALDANI, 2005), muito embora alguns pesquisadores tenham relatado não haver interferência da especificidade de alguns genótipos de trigo em relação a algumas bactérias endofíticas (SALA et al., 2008).

Também é relatado na literatura que o uso de pequena dose de fertilizante nitrogenado na semeadura junto com o inoculante favorece a sua eficiência (DIDONET; RODRIGUES; KENNER, 1996), uma vez que essas bactérias dependem do fornecimento nutricional oferecido pela planta. Assim, neste experimento, além da provável afinidade das bactérias Ab-V₅ e Ab-V₆ e os cultivares de trigo semeados, o uso de pequena dose de N na semeadura (12 kg ha⁻¹) pode ter favorecido a eficiência das bactérias.

Em 2011 o uso dos inseticidas fipronil e imidacloprid+tiocarbe no tratamento das sementes elevou de forma significativa a produtividade de grãos do cultivar IAC-370, já com o uso dos fungicidas carboxina+thirame metalaxil+fludioxinil não houve diferenças em relação à testemunha. Por sua vez, não houve interferência dos defensivos avaliados sobre a produtividade de grãos em 2012. Portanto, da mesma forma que ocorreu a interferência dos defensivos sobre a altura das plantas, possivelmente os inseticidas utilizados foram capazes de controlar pragas presentes no solo em 2011, elevando a produtividade de grãos de trigo (Tabela 2).

A massa de 1000 grãos não foi influenciada pelos fatores inoculação em 2011, defensivos em 2011 e 2012, bem como da interação I x D nos dois anos (Tabela 3). A inoculação foi significativa em 2012, onde as sementes tratadas com o *Azospirillum* apresentaram valores da massa de 1000 sementes 3,3% superiores às sem a bactéria. Por sua vez, os defensivos associados ao inoculante não se mostraram prejudiciais à bactéria, não interferindo na massa de 1000 grãos. Mendes et al. (2011) não detectaram diferenças significativas da inoculação da semente de trigo com *Azospirillum brasilense* para as características número de perfilhos, número de espigas e massa de 1000 grãos, discordando deste trabalho. Já Sala et al. (2007) relataram efeitos significativos da inoculação sobre a massa de 1000 grãos de trigo, o que segundo os autores, pode ter ocorrido em razão da melhor distribuição do N na planta e da biomassa gerada, beneficiando a produção de grãos.

Para a variável peso hectolítrico, os fatores inoculação (I) e defensivo (D) nos dois anos, bem como a interação I x D em 2012, não apresentaram interferência significativa, sendo a interação I x D significativa em 2011 (Tabela 3).

Mendes et al. (2011) avaliando a eficiência da inoculação da semente de trigo com *Azospirillum brasilense* associado à redução da adubação nitrogenada concluíram que o peso hectolítrico foi influenciado positivamente pelo uso da bactéria, independente da dose utilizada (100 mL e 150 mL em 150 kg de semente), o que difere do obtido neste experimento. As médias dos pesos hectolítricos do trigo, de 79,2 e 80,2 kg em 2011 e 2012, respectivamente, foram elevadas. O padrão oficial de classificação do trigo definido pela Instrução Normativa nº 38 de 30/11/2010 do Ministério da Agricultura, Pecuária e abastecimento estabelece que o trigo do Grupo II destinado à moagem, deve ter no mínimo 78, 75 e 70 kg hL⁻¹ para os tipos 1, 2 e 3, respectivamente, com teor de umidade de 13% b.u.

Tabela 3. Resultados da análise de variância e do teste de Scott-Knott para o peso hectolétrico e da massa de 1000 grãos de trigo com ou sem inoculação de *A. brasilense* e aplicação ou não de defensivos agrícolas no tratamento de sementes. Fernandópolis, SP, 2011 e 2012.

Fator de variação	Massa 1000 grãos (g)		Peso hectolétrico (kg)	
	IAC-370 (2011)	IAC-373 (2012)	IAC-370 (2011)	IAC-373 (2012)
Inoculação				
Com <i>Azospirillum</i>	48,12	40,22 a	79,34	80,43
Sem <i>Azospirillum</i>	48,73	38,95 b	78,99	79,96
Defensivo				
Testemunha	46,40	39,93	78,65	80,42
Carboxina+Thiram	49,03	39,79	79,69	79,61
Metalaxil+Fludioxonil	46,94	40,06	78,75	80,61
Imidacloprid+Tiodicarb	51,22	38,93	79,23	80,65
Fipronil	48,53	39,20	79,51	79,70
Valores de F				
Inoculação (I)	0,25ns	5,60*	0,47ns	0,95ns
Defensivo (D)	1,90ns	0,66ns	0,66ns	0,88ns
I x D	0,41ns	1,22ns	3,69*	0,87ns
Média	48,42	39,58	79,2	80,2
C.V. (%)	8,05	4,29	2,01	1,89

Médias seguidas de mesma letra, minúscula nas colunas, não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade. ns = não significativo; * = significativo a 5% de probabilidade; ** = significativo a 1% de probabilidade. CV – coeficiente de variação

O uso do *Azospirillum* combinado aos defensivos carboxina+thiram e fipronil elevou significativamente o peso hectolétrico do trigo, superando os valores obtidos com a testemunha sem produto e os demais defensivos (Tabela 4). Já quando a semente não foi inoculada, não houve interferência dos defensivos utilizados. Por sua vez, a testemunha sem produto e sem a bactéria, superou a inoculada, enquanto que o trigo tratado com carboxina+thiram combinado ao *Azospirillum* superou o tratamento sem a inoculação. Não houve interferência dos defensivos metalaxil+fludioxonil, imidacloprid+tiodicarb e fipronil quando combinados ou não com o *Azospirillum* sobre o peso hectolétrico dos grãos de trigo.

A resposta significativa de alguns produtos associados ao inoculante, além dos demais não se apresentarem inferiores à testemunha, demonstra que o *Azospirillum* pode ser associado aos defensivos aqui avaliados sem que haja perda de sua eficiência. O que concorda com Dartora et al. (2013), que avaliando o tratamento de sementes de trigo com o fungicida carboxin-tiram e o inseticida fipronil e a inoculação com *Azospirillum brasilense* e seus efeitos sobre a germinação de sementes e o desenvolvimento inicial de plântulas, concluíram ser compatível a inoculação com o tratamentos das sementes com os defensivos avaliados.

Tabela 4. Médias do desdobramento da interação inoculação com defensivo para o peso hectolítrico (kg) de grãos de trigo IAC-370. Fernandópolis, 2011.

Defensivo	Peso hectolítrico (kg)	
	Inoculação	
	Com <i>A. brasilense</i>	Sem <i>A. brasilense</i>
Testemunha	77,3 bB	80,0 aA
Carboxina+Thiram	81,2 aA	78,2 aB
Metalaxil+Fludioxonil	78,6 bA	78,9 aA
Imidacloprid+Tiodicarb	79,2 bA	79,2 aA
Fipronil	80,4 aA	78,6 aA

Médias seguidas de mesma letra, minúscula nas colunas e maiúsculas nas linhas, não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

CONCLUSÃO

1. A inoculação de sementes com *Azospirillum brasilense* proporcionou acréscimos de 9,8% (em 2011) e 23% (em 2012) na produtividade de grãos de trigo em relação às sementes não inoculadas.
2. Os defensivos carboxina+thiram, metalaxil+fludioxonil, imidacloprid+tiodicarbe e fipronil utilizados na semente quando combinados com o *Azospirillum brasilense* não interferem negativamente na eficiência da bactéria.

REFERÊNCIAS

- ARAÚJO, A.S.F. de; ARAÚJO, R.S. Sobrevivência e nodulação do *Rhizobium tropici* em sementes de feijão tratadas com fungicidas. **Ciência Rural**, v.36, n.3, p. 973-976, 2006.
- AUSTIN, A.T. et al. Environment. Latin America's nitrogen challenge. **Science**, v. 340, n. 6129, p.149, 2013.
- BALDANI, J.I.; BALDANI, V.L.D. History on the biological nitrogen fixation research in graminaceous plants: special emphasis on the Brazilian experience. **Anais da Academia Brasileira de Ciências...** v.77, p.549-579, 2005.
- BASHAN, Y.; LEVANONY, H. Current status of *Azospirillum* as a challenge for agriculture. **Canadian Journal of Microbiology**, v. 36, p. 591-608, 1990.
- CAMARGO, C.E.O.; FREITAS, J.G.; CANTARELLA, H. Recomendações de adubação e calagem para o trigo e triticale irrigados. In: RAIJ, B. van *et al.* (Ed.). **Recomendações de Adubação e Calagem para o Estado de São Paulo**. Campinas: IAC, 1997, p.70-71 (Boletim Técnico, 100).
- CASTRO, G.S.A. et al. Tratamento de sementes de soja com inseticidas e um bioestimulante. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 43, n. 10, p. 1311-1318, 2008.
- CATI. Coordenadoria de Assistência Técnica Integral. 2014. **Produtos e Serviços**. Disponível em: <<http://www.cati.sp.gov.br/new/produtosservicos.php?ID=16>>. Acesso em: 11 jan 2016.
- CIIAGRO. Centro Integrado de Informações Agrometeorológicas. 2014. Disponível em: <<http://www.ciiagro.sp.gov.br/ciiagroonline/>>. Acesso em: 01 mar. 2016.
- DALLA SANTA, O. R. D. *et al.* Influência da inoculação de *Azospirillum* sp. em trigo, cevada e aveia. **Ambiência - Revista do Setor de Ciências Agrárias e Ambientais**, v. 4,n. 2, p. 197-207, 2008.
- DARTORA, J. et al. Influência do tratamento de sementes no desenvolvimento inicial de plântulas de milho e trigo inoculados com *Azospirillum brasilense*. **Scientia Agraria Paranaensis**, v. 12, n. 3, p. 175-181, 2013.

DÍAZ-ZORITA, M.; FERNANDEZ CANIGIA, M. V. Análisis de la producción de cereales inoculados con *Azospirillum brasilense* en la República Argentina. In: CASSÁN, F. D.; GARCIA DE SALAMONE, I. (Ed.). *Azospirillum sp.: cell physiology, plant interactions and agronomic research in Argentina*. Argentina: Asociación Argentina de Microbiología, p. 155-166, 2008.

DIDONET, A.D.; RODRIGUES, O.; KENNER, M.H. Acúmulo de nitrogênio e de massa seca em plantas de trigo inoculadas com *Azospirillum brasilense*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 31, n. 9, p. 645-651, 1996.

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Banco de dados climáticos do Brasil**. 2007. Campinas: Embrapa Monitoramento por Satélite. Disponível em: <<http://www.bdclima.cnpm.embrapa.br/>>. Acesso em: 27 abr. 2015.

HUNGRIA, M. et al. Inoculation with selected strains of *Azospirillum brasilense* and *A. lipoferum* improves yields of maize and wheat in Brazil. **Plant and Soil**, v. 331, n. 1-2, p. 413-425, 2010.

MENDES, M.C. et al. Avaliação da eficiência agrônômica de *Azospirillum brasilense* na cultura do trigo e os efeitos na qualidade de farinha. **Revista Brasileira de Tecnologia Aplicada nas Ciências Agrárias**, v.4, p.95-102, 2011.

MOREIRA, F.M.S. et al. Bactérias diazotróficas associativas: diversidade, ecologia e potencial de aplicações. **Comunicata Scientiae**, v.1, p.74-99, 2010.

OKON, Y.; LABANDERA-GONZALES, C.A. Agronomic applications of *Azospirillum*: an evaluation of 20 years worldwide field inoculation. **Soil Biology and Biochemistry**, v.26, p.1591-1601, 1994.

OLIVEIRA, J.B. et al. **Mapa pedológico do Estado de São Paulo**: legenda expandida. Campinas: Instituto Agrônomo/ EMBRAPA Solos. Campinas. 1999. 64p.

REIS, V.M. **Uso de bactérias fixadoras de nitrogênio como inoculante para aplicação em gramíneas**. Seropédica: Embrapa Agrobiologia, 2007. 22p. (Documentos, 232).

RODRIGUES, L.F.O.S. et al. Características agrônômicas do trigo em função de *Azospirillum brasilense*, ácidos húmicos e nitrogênio em casa de vegetação. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 18, n. 1, p. 31-37, 2014.

ROLIM, G.S. et al. Classificação climática de Koppen e de Thornthwaite e sua aplicabilidade na determinação de zonas agroclimáticas para o Estado de São Paulo. **Bragantia**, v.66, n.4, p.711-720, 2007.

SALA, V.M.R. et al. Ocorrência e efeito de bactérias diazotróficas em genótipos de trigo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 29, p. 345-352, 2005.

SALA, V. M. R. et al. Resposta de genótipos de trigo à inoculação de bactérias diazotróficas em condições de campo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.42, n.6, p.833-842, 2007.

SALA, V. M. R. et al. Novas bactérias diazotróficas endofíticas na cultura do trigo em interação com a adubação nitrogenada, no campo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.32, n.3, p. 1099-1106, 2008.

SALANTUR, A.; OZTURK, A.; AKTEN, S. Growth and yield response of spring wheat (*Triticum aestivum* L.) to inoculation with rhizobacteria. **Plant, Soil and Environment**, v. 52, n. 6, p. 111-118, 2006.

SANCHEZ DE LA CRUZ R. et al. *Glomus traradices* y *Azospirillum brasilense* en trigo bajo dos regimenes de humedad en el suelo. **Universidad y Ciencia**, v. 24, n. 3, p. 239-245, 2008.

VANIN, A. et al. Tratamento de sementes de sorgo com inseticidas. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 33, n. 2, p. 299-309, 2011.