Universidade Camilo Castelo Branco

Campus de Fernandópolis

ROSANA MATSUMI KAGESAWA MOTTA

INOCULAÇÃO COM A*ZOSPIRILLUM BRASILENSE* E TRATAMENTO DE SEMENTE NO DESENVOLVIMENTO E NA PRODUTIVIDADE DE TRIGO IRRIGADO NO NOROESTE PAULISTA

INOCULATION WITH *AZOSPIRILLUM BRASILENSE* AND SEED TREATMENT ON GROWTH AND YIELD OF IRRIGATED WHEAT IN THE NORTHWEST OF SÃO PAULO STATE

Fernandópolis, SP

2014

Rosana Matsumi Kagesawa Motta

INOCULAÇÃO COM A*ZOSPIRILLUM BRASILENSE* E TRATAMENTO DE SEMENTE NO DESENVOLVIMENTO E NA PRODUTIVIDADE DE TRIGO IRRIGADO NO NOROESTE PAULISTA

Orientadora: Profa. Dra. Gisele Herbst Vazquez

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais, da Universidade Camilo Castelo Branco, como complementação dos créditos necessários para obtenção do título de Mestre em Ciências Ambientais.

Fernandópolis, SP

2014

FICHA CATALOGRÁFICA

MOTTA, Rosana Matsumi Kagesawa

M878I Inoculação com *Azospirillum Brasiliense* e Tratamento de Semente no Desenvolvimento e na Produtividade de Trigo Irrigado no Noroeste Paulista. / Rosana Matsumi Kagesawa Motta - São José dos Campos: SP / UNICASTELO, 2014.

37f. il.

Orientadora: Profa. Dra. Gisele Herbst Vazquez

Dissertação de Mestrado apresentada no Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais da Universidade Camilo Castelo Branco, para complementação dos créditos para obtenção do título de Mestre em Ciências Ambientais.

1. Bactérias Promotoras do Crescimento de Plantas. 2. Fixação Biológica. 3. Nitrogênio.

I. Título

CDD: 574

Autorizo, exclusivamente, para fins acadêmicos e Científicos, a reprodução total ou parcial desta dissertação (tese), por processos xerográficos ou eletrônicos.

Assinatura do aluno: Kagesawa

Data: 28/10/2014.

Unicastelo
Universidade Camilo Castelo Branco

TERMO DE APROVAÇÃO

ROSANA MATSUMI KAGESAWA MOTTA

INOCULAÇÃO COM AZOSPIRILLUM BRASILENSE E TRATAMENTO DE SEMENTE NO DESENVOLVIMENTO E NA PRODUTIVIDADE DE TRIGO IRRIGADO NO NOROSTE PAULISTA.

Dissertação aprovada como requisito parcial para obtenção do título de Mestre no Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais da Universidade Camilo Castelo Branco, pela seguinte banca examinadora:

Profa. Dra. Gisele Herbst Vazquez
(Presidente)

Profa. Dra. Andrea Cristiane Sanches

Prof. Dr. Rafael Montanari

Fernandópolis - SP, 12 de setembro de 2014.

Presidente da Banca Profa. Dra. Gisele Herbst Vazquez

unicastelo

AGRADECIMENTOS

A Deus, primeiramente e principalmente!

A minha família, especialmente meus pais Bunroku e Mitika, por acreditarem sempre em mim, me apoiarem, pelo amor e confiança. Amo vocês!

Aos meus irmãos Roberto, Ernesto, Silvia, Mara Elisa, pelo apoio incondicional, sempre!

Ao meu maravilhoso esposo Mauro Motta, pelo amor, paciência, confiança e por estar sempre me apoiando em qualquer que seja a decisão! Amo de montão!

As minhas tão maravilhosas filhas Laura e Julia pelo amor incondicional e pela paciência com a mamãe, obrigada por fazerem parte da minha vida! Amo vocês!

A minha orientadora Gisele Herbst Vazquez, pela orientação, amizade, confiança, pelos sábios ensinamentos e pela paciência, lhe admiro muito!

A Universidade Camilo Castelo Branco e a coordenação do curso pela oportunidade de poder cursar o Mestrado. Prof. Dr. Luiz Sergio Vanzela, muito obrigada!

INOCULAÇÃO COM A*ZOSPIRILLUM BRASILENSE* E TRATAMENTO DE SEMENTE NO DESENVOLVIMENTO E NA PRODUTIVIDADE DE TRIGO IRRIGADO NO NOROESTE PAULISTA

RESUMO

Em busca de uma agricultura sustentável, estudos têm mostrado aumentos significativos 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 de sementes, que protege a cultura no início do ciclo. Porém, antes é preciso verificar a compatibilidade do produto com o inoculante, principalmente em gramíneas, onde são incipientes os estudos. 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 Camilo Castelo Branco, Fernandópolis/SP, em 2011 e 2012, com os cultivares IAC 370 e IAC 373, em um delineamento experimental de blocos casualizados disposto em esquema fatorial 2 x 5, com 4 repetições. Os tratamentos foram constituídos pela inoculação de sementes (com e sem *Azospirillum brasilense*) e tratamento com inseticida/fungicida (testemunha; vitavax + thiram; metalaxil + fludioxonil; imidacloprid + tiodicarbe e fipronil). Foram efetuadas as determinações da altura da planta, massa hectolítrica e de 1000 grãos e produtividade de grãos. Concluiu-se que a inoculação de sementes com *Azospirillum brasilense* não interfere na altura da planta e proporciona acréscimos de 9,8% (2011) e 23% (2012) na produtividade de grãos de trigo, substituindo parte do nitrogênio necessário à cultura. Os defensivos vitavax + thiram, metalaxil + fludioxonil, imidacloprid + tiodicarbe e fipronil utilizados na semente quando combinados com o *Azospirillum brasilense* não interferem na eficiência da bactéria.

Palavras chaves: bactérias promotoras do crescimento de plantas; fixação biológica; nitrogênio.

INOCULATION WITH *AZOSPIRILLUM BRASILENSE* AND SEED TREATMENT ON GROWTH AND YIELD OF IRRIGATED WHEAT IN THE NORTHWEST OF SÃO PAULO STATE

ABSTRACT

In search of sustainable agriculture, studies have shown significant increases in grain yield in wheat using diazotrophic bacterial fixing of atmospheric nitrogen 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, especially in grasses, where studies are incipient. The objective of this research was to study the effect of 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 Universidade Camilo Castelo Branco, Fernandópolis/SP in 2011 and 2012, with the IAC 370 and IAC 373 cultivars in an experimental randomized block design in a factorial 2 x 5, with 4 repetitions. The treatments were constituted by seed inoculation (with and without *A. brasilense*) and treatment with insecticide/fungicide (control; vitavax + thiram; metalaxyl + fludioxonil; imidacloprid + thiodicarb and fipronil). Determinations of plant height, hectoliter and 1000 grains mass and grain yield were made. It was concluded that seed inoculation with *Azospirillum brasilense* does not affect the plant height and provides increases of 9.8% (2011) and 23% (2012) in grain yield of wheat, substituting part of the nitrogen necessary to the culture. Pesticides vitavax + thiram, fludioxonil + metalaxyl, imidacloprid + thiodicarb and fipronil used in seed when combined with *Azospirillum brasilense* don't interfere in the efficiency of the bacteria.

Key-words: plant growth-promoting bacteria; biological fixation; nitrogen.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Localização do município de Fernandópolis..... 20
Figura 2. Irrigação pelo sistema de aspersão..... 21
Figura 3. Temperatura e umidade relativa do ar (máximas, mínimas e médias) e precipitação nos anos de 2011 e 2012 22
Figura 4. Experimento em 2001, parcelas de 5 linhas de 5 m de comprimento, espaçadas 0,20 m entre si..... 23
Figura 5. Vista geral do experimento em 2012..... 24

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Características químicas do solo utilizado no experimento. 21

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 *Azospirillum brasilense* e aplicação ou não de defensivos agrícolas no tratamento de sementes. 27

Tabela 3. Resultados da análise de variância e do teste de Scott-Knott para a massa hectolítrica e de 1000 grãos de trigo com ou sem inoculação de *Azospirillum brasilense* e aplicação ou não de defensivos agrícolas no tratamento de sementes. 29

Tabela 4. Médias do desdobramento da interação inoculação com defensivo para a massa hectolítrica (kg) de grãos de trigo. 30

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

Bactéria promotora do crescimento das plantas.....	BPCP
Fixação Biológica.....	FBN
Nitrogênio.....	N
Nitrogênio Gasoso.....	N_2

SUMÁRIO

1- INTRODUÇÃO..... 12
1.1 Objetivos gerais..... 14
1.2 Objetivos específicos..... 14
2- REVISÃO BIBLIOGRAFICA..... 15
2.1 A importância do nitrogênio em gramíneas e a fixação biológica..... 15
2.2 Tratamentos de sementes com defensivos agrícolas..... 18
3- MATERIAL E MÉTODOS..... 20
4- RESULTADOS E DISCUSSÃO..... 26
5- CONCLUSÃO..... 31
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS..... 32

1. INTRODUÇAO

A safra de trigo em 2014 está estimada em 7,398 milhões de toneladas, o que constitui recorde histórico na triticultura brasileira, porém, para suprir o abastecimento interno será necessário importar mais 5,5 milhões de toneladas, o que prejudicará o desempenho da balança comercial brasileira (CONAB, 2014).

No Brasil, com o crescimento das atividades agrícolas, estudos indicam aumentos substanciais no uso de fertilizantes, havendo, porém, grande dependência das importações (HUNGRIA, 2011). O nitrogênio (N) é o nutriente mais exigido pelas plantas, sendo essencial para suprir a necessidade mundial crescente de produção de alimentos. Do final da década de 1960 até o ano 2000, a duplicação da produção de alimentos pela agricultura moderna foi associada a um aumento equivalente a 6,87 vezes na utilização de fertilizantes nitrogenados (TILMAN, 1999).

O uso elevado de fertilizantes nitrogenados 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 no ambiente, 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 (SALA et al. 2007).

O *Azospirillum brasilense* é uma dessas bactérias diazotróficas que pode viver no solo na forma de cisto, na rizosfera das plantas, bem como endofiticamente e que é capaz de produzir hormônios vegetais (ácido indol acético e outros) que estimulam o desenvolvimento do sistema radicular favorecendo assim a absorção de água e nutrientes, elevando a produtividade de grãos de várias culturas (MOREIRA et al. 2010).

O gênero *Azospirillum* abrange as chamadas bactérias de crescimento de plantas (BPCP), e que na cultura do trigo são capazes de promover aumentos significativos no tamanho e no diâmetro de raízes primárias e secundárias (SILVA; FELIPE; BACH, 2004; SALA et al., 2005), no acúmulo de N nas plantas (SALA et al.,

2005) e nos grãos (SALANTUR; OZTURK; AKTEN, 2006), na concentração de proteína nos grãos (SALANTUR; OZTURK; AKTEN, 2006), bem como estimular as plantas a produzir auxinas, citocininas e giberelinas (BALDANI; BALDANI, 2005) e aumentar a produtividade de grãos (SALA; CARDOSO; FREITAS, 2007; DALLA SANTA; DALLA SANTA; FERNÁNDEZ, 2008; HUNGRIA et al., 2010; MENDES; ROSÁRIO; FARIA, 2011). Porém, algumas pesquisas relataram não haver interferência da inoculação com *Azospirillum* sobre a planta de trigo e sua produção (SÁNCHEZ DE LA CRUZ et al., 2008; RODRIGUES et al., 2014).

Normalmente, as condições climáticas no Brasil são caracterizadas por temperaturas altas e precipitações pluviais frequentes, o que favorece o desenvolvimento de inúmeras 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 a bactéria, especialmente fungicidas (ARAÚJO; ARAÚJO, 2006). Sendo assim, é preciso verificar a compatibilidade do produto com o inoculante antes da sua utilização, principalmente em gramíneas inoculadas com *Azospirillum*, onde os estudos são incipientes.

Assim, partindo-se da hipótese de que a associação de plantas de trigo com bactérias *Azospirillum brasilense* fixadoras de nitrogênio atmosférico é uma tecnologia capaz de substituir, pelo menos parcialmente, a adubação nitrogenada, resultando em benefícios ao ambiente e ao agricultor e que os defensivos agrícolas aplicados às sementes possam ser utilizados sem afetar a eficiência da bactéria, espera-se que os resultados aqui mostrados subsidiem a adoção crescente da tecnologia.

1.1. Objetivos gerais

O objetivo foi estudar o efeito do uso *Azospirillum brasilense* via semente, bem como de seu uso conjunto com inseticidas/fungicidas, no desenvolvimento da planta e na produtividade de grãos de trigo.

1.2. Objetivos específicos

-Verificar se a inoculação com *Azospirillum brasilense* pode contribuir com o fornecimento de N para a cultura do trigo e aumento da produtividade.
-Verificar se o tratamento de sementes com inseticidas e/ou fungicidas pode afetar a sobrevivência das bactérias fixadoras de N influenciando na sua eficiência.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 A importância do nitrogênio em gramíneas e a fixação biológica

O suprimento inadequado de nitrogênio é considerado um dos principais fatores limitantes aos rendimentos de grãos de trigo. O nitrogênio exerce importante função nos processos bioquímicos da planta (FORNASIERI FILHO, 2008). É o macroelemento mais limitante na produtividade do trigo, visto que determina o número de afilhos ou perfilhos, sendo essencial na fase de formação dos nós, no início do alongamento (SALA; FREITAS; DONZELI, 2005). No entanto, é também o nutriente que mais onera o custo de produção no cultivo de cereais. Assim, existe grande interesse no desenvolvimento de cultivares e práticas de manejo que proporcionem maior absorção de N do solo e maior alocação para os grãos (SCHUCH et al., 2000).

As plantas conseguem utilizar apenas 50% do fertilizante nitrogenado, aplicado como adubo, e, metade é perdida via lixiviação e desnitrificação (DOBBELAERE et al., 2002).

Somente as culturas do trigo, milho e arroz consomem aproximadamente 60% do total de fertilizantes nitrogenados utilizados no mundo (LADHA et al., 2005).

O uso de altas doses de nitrogênio pode resultar no aumento da altura de plantas, com consequente acamamento que, quando ocorre na fase de enchimento de grãos, limita a translocação de carboidratos nas plantas (RODRIGUES et al., 2003; ZAGONEL; FERNANDES, 2007), tornando-se sem efeitos nos componentes de produção e na produtividade (PENCKOWSKI; ZAGONEL; FERNANDES, 2009).

Em razão da extensa área ocupada pelos cereais, aproximadamente cinco vezes a das leguminosas, a fixação biológica (FBN) associada a essas culturas torna-se de extrema importância, mesmo que apenas parte de suas necessidades de N possa ser suprida pela FBN.

Embora o nitrogênio gasoso (N_2) constitua 78% dos gases atmosféricos, nenhum animal ou planta consegue utilizá-lo como nutriente, devido à tripla ligação que existe entre os dois átomos do N_2, que é uma das mais fortes de que se tem conhecimento na natureza. Contudo, os gases atmosféricos também se difundem para o espaço poroso do solo e o N_2 consegue ser aproveitado por alguns

microrganismos (algumas arqueobactérias, mas, principalmente, bactérias) que ali habitam, graças à ação de enzima chamada dinitrogenase, que é capaz de romper a tripla ligação do N_2 e reduzi-lo a amônia, a mesma forma obtida no processo industrial. Essas bactérias, também denominadas como diazotróficas ou fixadoras de N_2, se associam a diversas espécies de plantas em diferentes graus de especificidade, levando à classificação como bactérias associativas, endofíticas ou simbióticas (HUNGRIA; CAMPO; MENDES, 2007).

Bactérias diazotróficas endofíticas são aquelas que fixam N_2 atmosférico e colonizam o interior de tecidos vegetais sem causar sintomas de doenças (DÖBEREINER, 1992). Dentre as mais estudadas, destacam-se aquelas pertencentes aos gêneros *Azospirillum*, *Herbaspirillum*, *Acetobacter*, *Burkholderia* e *Azoarcus*. Bactérias do gênero *Azospirillum* são consideradas endofíticas facultativas (BALDANI et al., 1999), pois, além de colonizarem os hospedeiros, podem sobreviver no solo na forma de cistos (BASHAN; HOLGUIN, 1997) e, ou, utilizar poli-b-hidroxibutirato como fonte de carbono e energia (BALDANI et al., 1999) na ausência destes.

Bactérias diazotróficas endofíticas contribuem para o desenvolvimento das plantas por meio da fixação biológica do nitrogênio, produção e liberação de substâncias reguladoras do crescimento vegetal, podendo, assim, facilitar a revegetação de solos degradados por atividades antrópicas (MELLONI et al., 2004).

Os microrganismos diazotróficos endofíticos podem desempenhar importante papel na reabilitação e sustentabilidade dos ecossistemas, uma vez que incorporam N por meio da fixação biológica em quantidades que podem variar de 25 a 50 kg ha^{-1} ano^{-1} de N e produzem e liberam substâncias reguladoras do crescimento vegetal, como auxinas, giberelinas e citocininas, as quais contribuem para melhorar a nutrição mineral e utilização de água pelas plantas (BAZZICALUPO; OKON, 2000). Por estes e outros efeitos, a introdução prévia de gramíneas em áreas desprovidas de vegetação é muito vantajosa. No entanto, Bashan; Holguin (1997) e Baldani et al. (1999) relataram que a ocorrência e a atividade destas bactérias no solo e na planta são fortemente influenciadas por estresses físicos (baixa umidade e alta temperatura), químicos (acidez e baixos teores de nutrientes e carbono) e biológicos (espécie vegetal não-hospedeira).

Efeitos estatisticamente significativos sobre a produtividade de grãos de trigo foram obtidos no tratamento inoculado e sem a adição de fertilização nitrogenada, aumentando o rendimento em 23,9% em relação ao controle (SANTA et al., 2008).

Segundo Sala; Cardoso; Freitas (2007) a inoculação com bactérias diazotróficas promoveu maior massa de matéria seca e N acumulado e aumentou a produtividade de grãos, principalmente na presença de adubo nitrogenado, com lucro para o agricultor. As respostas variaram em relação ao local de cultivo, o que sugere expressiva interação planta-bactéria-ambiente.

Em muitos casos, a ausência de resposta à inoculação de bactérias diazotróficas em gramíneas tem sido atribuída ao uso de linhagens inadequadas. Há consenso de que o genótipo da planta é o fator-chave para obtenção dos benefícios oriundos da fixação biológica do N_2, aliado à seleção de estirpes eficientes (REIS; BALDANI; BALDANI, 2000).

De acordo com Bashan; Levanony (1990), aumentos moderados, em torno de 20%, atribuídos à presença de bactérias diazotróficas endofíticas, seriam considerados comercialmente significativos na agricultura moderna. Em artigo de revisão, sobre 20 anos de inoculação de *Azospirillum* em experimentos de campo, os autores recomendam a implantação de um inoculante comercial, e concluem que é possível promover o aumento da produtividade em importantes culturas agrícolas, em diferentes solos e regiões climáticas. O sucesso da inoculação com bactérias diazotróficas endofíticas foi obtido em 60 a 70% dos experimentos já realizados (OKON; LABANDERA-GONZALEZ, 1994). Apesar de muitos anos de pesquisa, ainda se observam respostas muito variáveis, o que mostra a importância e justifica a realização de experimentos de campo (DOBBELAERE et al., 2002).

Existe um interesse crescente pelo uso de inoculantes contendo bactérias que promovem o crescimento e incrementam a produtividade de plantas, devido ao alto custo dos fertilizantes químicos e a uma conscientização em prol de uma agricultura sustentável e menos poluente (REIS, 2007).

2.2 Tratamentos de sementes com defensivos agrícolas

O tratamento de sementes pode assegurar estande adequado, plantas vigorosas, atraso no início de epidemias e aumento do rendimento. Apresenta benefícios imediatos (o custo do processo é menor que o ganho em rendimento) e a médio/longo prazo (sistema de produção equilibrado) (MENTEN; MORAES, 2010).

O trigo está sujeito ao ataque de diversas doenças, sendo a maioria veiculada pelas sementes. A incidência dessas doenças na lavoura depende de vários fatores, dentre eles, as condições favoráveis de temperatura e umidade, do grau de resistência das cultivares e da quantidade de inóculo existente na semente e no solo (MEHTA, 1978; COELHO et al., 1979).

O uso de fungicidas no tratamento de sementes pode garantir o controle de patógenos presentes na semente, garantir a germinação de plântulas sadias e proteger contra o desenvolvimento de alguns patógenos durante o desenvolvimento da planta. É importante em lavouras com elevado potencial de rendimento, em áreas com rotação de culturas que objetivam o manejo de doenças de plantas e em sementes infectadas com patógenos e o de evitar a transmissão do patógeno para os órgãos aéreos da plântula (REIS; CASA, 2009).

Diversos fungicidas utilizados no tratamento de sementes de trigo são capazes de promover uma maior germinação das sementes, quando comparados com a testemunha não tratada (AMARAL; GOTO, 1985; MACHADO; PITTIS, 1985).

Lasca et al. (1984) e Lasca; Valarini; Chiba (1984) demonstraram que o tratamento de sementes de trigo com fungicidas reduziu significativamente a infecção das sementes por *Helminthosporium sativum* a partir do nível de 48% e elevou a germinação a partir de 54% de infecção.

De acordo com Valarini (1986), a utilização de fungicidas no tratamento de sementes de trigo mostrou excelente controle de *H. sativum,* além de reduzir, significativamente, a morte de plântulas.

Grisi et al. (2009) concluíram que não houve efeito dos tratamentos com fungicidas, inseticidas e suas associações na qualidade fisiológica e sanitária de semente de girassol nos testes realizados. Além disso, constataram maior incidência de fungos nas sementes sem tratamento químico, entretanto, não houve diferença entre os diversos fungicidas e inseticidas utilizados.

Outro problema enfrentado pela triticultura brasileira é o ataque de pragas, que aumenta os custos de produção da cultura em razão dos gastos com o controle fitossanitário.

As injúrias e danos causados por afídeos atingem a planta em praticamente todos os estádios fenológicos, desde a fase de plântula até o enchimento dos grãos, podendo levá-la à morte (SILVA et al., 1996).

A aplicação de inseticida sistêmico como o imidacloprid no tratamento de sementes de trigo pode ser uma alternativa para evitar a infestação de pulgões no estabelecimento da cultura. Esse inseticida é um neonicotinóide (ANDREI, 1999), que possui baixa toxicidade a mamíferos (ISHII et al., 1994) e é seletivo a inimigos naturais (BALSDON et al., 1993).

Da mesma forma, o tratamento de sementes com inseticidas tem sido recomendado para o controle da larva conhecida como coró-das-pastagens (*Diloboderus abderus*), já que em sistema de plantio direto em trigo foram verificadas perdas de 71%, com infestações variando entre 13 e 19 larvas m^{-2} (GASSEN, 1993; SILVA; KLEIN; REINERT, 1995; SILVA, 2000).

Foram observadas correlações positivas significativas entre inseticidas e a massa seca da parte aérea e a produtividade de grãos na cultura do trigo. Infestação de larvas na testemunha não tratada reduziu a produtividade em relação às áreas tratadas com inseticidas. A produtividade foi incrementada à medida que aumentou a eficiência de controle do inseto pelos inseticidas (SILVA; BOSS, 2002).

3. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na área experimental da Universidade Camilo Castelo Branco - UNICASTELO, Campus de Fernandópolis, SP, localizada a 20°16'50" latitude sul e 50°17'43" longitude oeste e a uma altitude de 520 m nos anos de 2011 e 2012. (Figura 1)

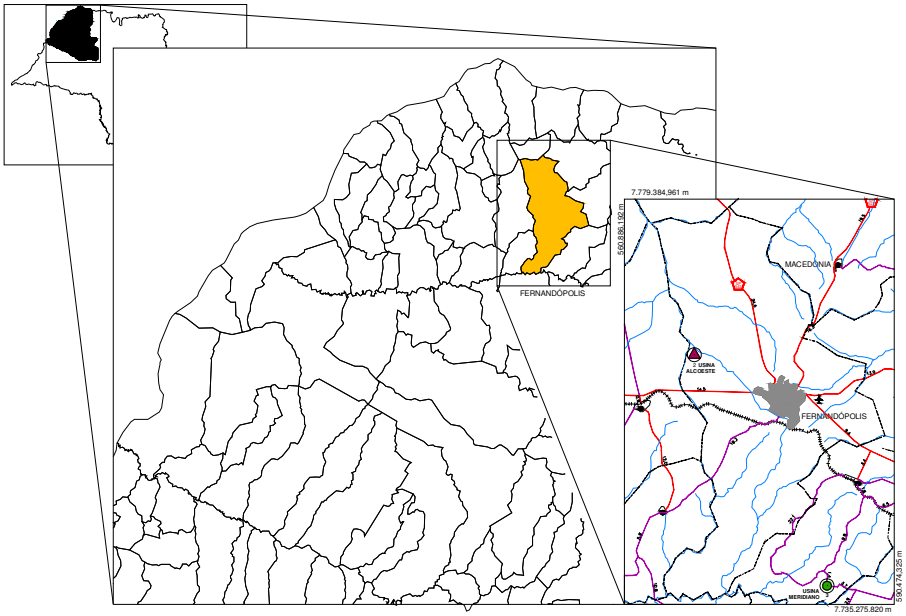

Figura 1. Localização do município de Fernandópolis-SP.

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 23,3ºC (EMBRAPA, 2007). O solo da área é classificado como ARGISSOLO Vermelho-Amarelo eutrófico, textura arenosa/média e relevo suave ondulado (OLIVEIRA; CAMARGO; CALDERANO, 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.

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}.

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; 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	Al	H+Al	SB	CTC	V
cm	mg dm^{-3}	g dm^{-3}	$CaCl_2$	----------mmolc dm^{-3}----------							%
0-20	7	13	5	1,4	15	6	--	23	22,4	45,5	49,3

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, de acordo com a Figura 2.

Figura 2: Irrigação pelo sistema de aspersão.

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 3 (CIIAGRO, 2014).

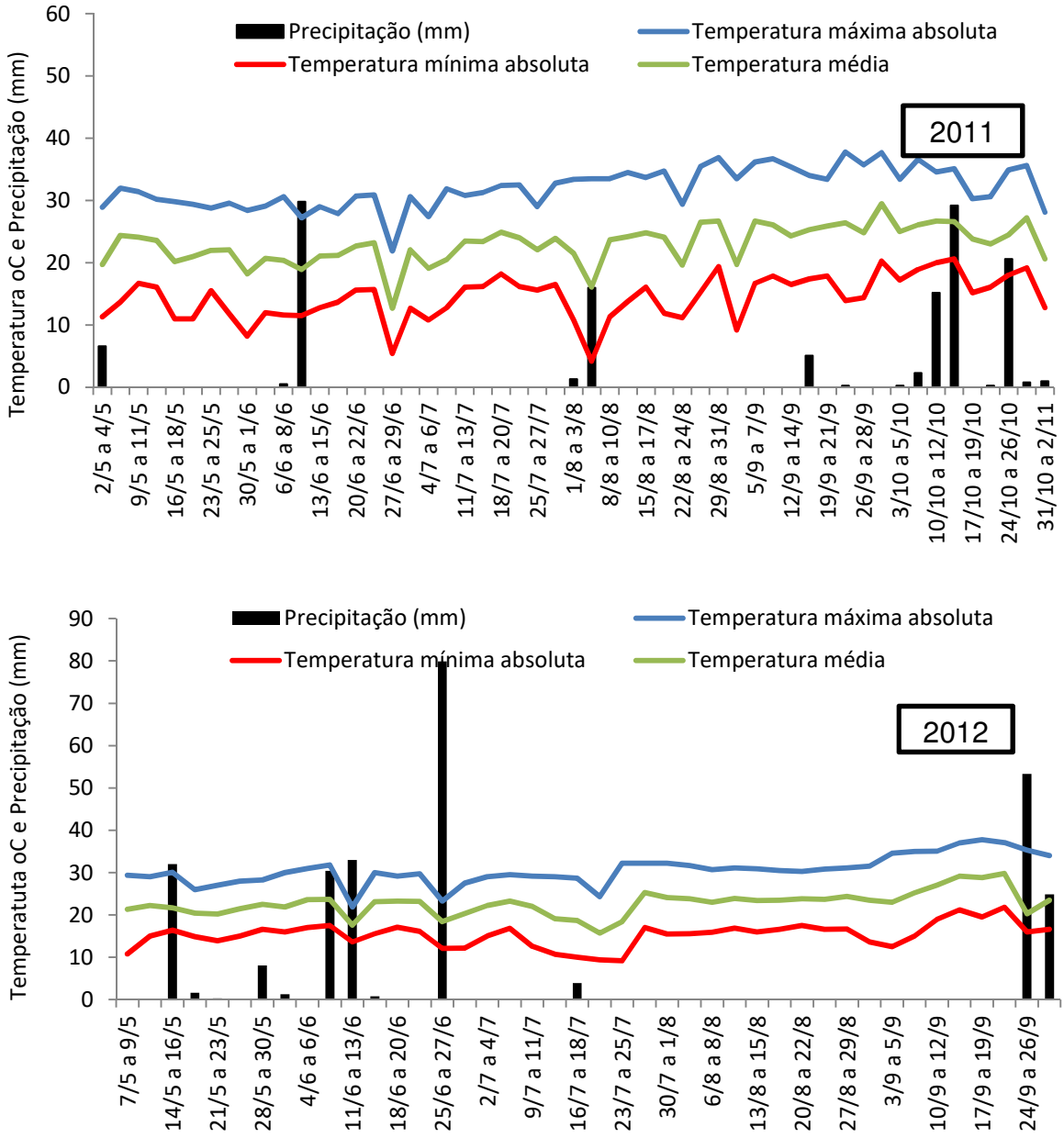

Figura 3. Temperatura e umidade relativa do ar (máximas, mínimas e médias) e precipitação nos anos de 2011 e 2012. Fernandópolis/SP.

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados em esquema fatorial 2 x 5 e com quatro repetições. Os tratamentos foram constituídos pela combinação de inoculação de sementes (com e sem *Azospirillum brasilense*) e tratamento de sementes com: testemunha; vitavax + thiram (fungicida); metalaxil + fludioxonil (fungicida e inseticida); imidacloprid + tiodicarbe (inseticida) e fipronil (inseticida).

A dose utilizada do fungicida vitavax+thiram foi de 300 mL, do fungicida/inseticida metalaxil+fludioxinil de 150 mL e dos inseticidas fipronil de 200 mL e imidacloprid+tiocarbe de 300 mL, todos em relação ao produto comercial (p.c.) por 100 kg de semente.

O inoculante líquido comercial utilizado na dose de 200 mL ha^{-1} continha as estirpes Ab-V5 e Ab-V6 de *Azospirillum brasilense* na concentração de 2 x 10^8 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 *Azospirillum 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, conforme Figuras 4 e 5.

Figura 4. Experimento em 2011, parcelas com 5 linhas de 5 m de comprimento, espaçadas 0,20 m entre si. Fernandópolis, SP.

Figura 5. Vista geral do experimento em 2012. Fernandópolis, SP.

A adubação nitrogenada em cobertura foi realizada aos 45 dias após a emergência das plantas nas duas safras, de acordo com as recomendações de Camargo; Freitas; Cantarella (1997). Levando-se em consideração a faixa de produtividade de 2,5 a 3,5 t ha^{-1} e a alta classe de resposta ao nitrogênio, seria necessário o fornecimento de 60 kg ha^{-1} de N. Assim, foram aplicados 45 kg ha^{-1} de N na forma de ureia, considerando-se que a diferença possa ser fornecida pelo *Azospirillum brasilense* inoculado nas sementes (25% da necessidade).

Nos dois anos, a cultura não sofreu ataques significativos de 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 diclofope-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).

- Massa hectolítrica: determinada 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 duas 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.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A colheita foi realizada manualmente nos dias 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 Agronômico 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 23ºC e 129 mm em 2011 e 22,7ºC 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* 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 Barassi et al. (2008) que relataram haver maior crescimento de plantas de várias espécies vegetais quando inoculadas, atribuindo esta ocorrência ao aumento da eficiência fotossintética das folhas e da condutância estomática, o que por sua vez, incrementa 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.

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.

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 *Azospirillum 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})**	
	2011	2012	2011	2012
Inoculação				
Com *Azospirillum*	75,0	69,1	2.605 a	2.058 a
Sem *Azospirillum*	74,5	67,3	2.373 b	1.675 b
Defensivo				
Testemunha	70,1 b	71,3	2.162 b	1.870
Vitavax+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.

A produtividade de grãos foi afetada significativamente nos dois anos de semeadura pela inoculação (Tabela 2). Este resultado corrobora com os obtidos por Dalla Santa et al. (2008); Hungria et al. (2010), Mendes et al. (2011) e Piccinin et al. (2013), 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 *Azospirillum 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 ensaios de inoculação com *Azospirillum brasilense* em trigo, em 76% houve um aumento médio na produtividade de 256 kg ha^{-1} (DÍAZ-ZORITA; FERNANDEZ CANIGIA, 2008).

Neste experimento, houve resposta positiva nas duas safras e com diferentes genótipos de trigo (IAC 370 e IAC 373) com o uso da inoculação. Ou seja, o *Azospirillum* foi capaz de fornecer 25% da necessidade de N da cultura do trigo de acordo com as recomendações de adubação de Camargo; Freitas; Cantarella (1997), visto que foram utilizados em cobertura 45 kg ha^{-1} de N na forma de ureia, sendo a exigência total de 60 kg ha^{-1} de N. 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-GONZALES, 1994), sendo a especificidade genótipo-bactéria um dos fatores-chave para a obtenção de resultados positivos (BALDANI; BALDANI, 2005).

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, qualquer fator que afeta as plantas, como um déficit de N, consequentemente afeta as bactérias a ela associadas (HALLMANN et al., 1997). Assim, neste experimento, além da provável afinidade das bactérias Ab-V5 e Ab-V6 e os cultivares de trigo semeado, o uso de pequena dose de N na semeadura (12 kg ha^{-1}) pode ter favorecido a eficiência das bactérias.

A massa de 1000 grãos não apresentou interferência dos 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.

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

Fator de variação	Massa 1000 grãos (g)		Massa hectolítrica (kg)	
	2011	2012	2011	2012
Inoculação				
Com *Azospirillum*	48,12	40,22 a	79,34	80,43
Sem *Azospirillum*	48,73	38,95 b	78,99	79,96
Defensivo				
Testemunha	46,40	39,93	78,65	80,42
Vitavax+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.

Para a variável massa hectolítrica, 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 a massa hectolítrica foi influenciada positivamente pelo uso da bactéria, independente da dose utilizada (100 mL e 150 mL por 150 kg de semente), o que difere do obtido neste experimento. As médias das massas hectolítricas do trigo de 79,2 e 80,2 kg em 2011 e 2012, respectivamente, foram bem 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. (BRASIL, 2010).

O uso do *Azospirillum* combinado aos defensivos vitavax-thiram e fipronil elevou significativamente a massa hectolítrica 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 vitavax-thiram combinado ao *Azospirillum* superou o tratamento sem a inoculação. 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 carboxina-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 a massa hectolítrica (kg) de grãos de trigo. Fernandópolis, 2011.

Defensivo	**Inoculação**	
	Com *A.brasilense*	**Sem *A.brasilense***
Testemunha	77,3 bB	80,0 aA
Vitavax+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.

5. CONCLUSÃO

A inoculação de sementes com *Azospirillum brasilense* proporciona acréscimos de 9,8% e 23% na produtividade de grãos de trigo, substituindo parte do nitrogênio necessário à cultura. Os defensivos vitavax+thiram, metalaxil+fludioxonil, imidacloprid+tiodicarbe e fipronil utilizados na semente quando combinados com o *Azospirillum brasilense* não interferem na eficiência da bactéria.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMARAL, H. M. do; GOTO, R. Efeito de 9 fungicidas aplicados em sementes de trigo (*Triticum aestivum* L.) avaliados pelo teste de germinação e emergência em areia visando controle de *Drechslera sorokiniana*. In: CONGRESSO BRASILEIRO DESEMENTES, 4, Brasília, 1985. **Resumos...** Brasília: ABRATES, 1985. p. 141.

ANDREI, E. **Compêndio de defensivos agrícolas**. São Paulo: Organização Andrei, 1999. 672 p.

ARAUJO, A. S. F. de; ARAUJO, R. S. Sobrevivência e nodulação do *Rhizobium tropici* em sementes de feijão tratadas com fungicidas. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 36, n. 3, p. 973-976, 2006.

AUSTIN, A. T.; BUSTAMANTE, M. M. C.; NARDOTO G. B. et al. Environment. Latin America's nitrogen challenge. **Science**, Washington DC, 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,** Rio de Janeiro, v. 77, p. 549-579, 2005.

BALDANI, J. I. ; AZEVEDO, M. S. de; REIS, V. M. et al. Fixação biológica de nitrogênio em gramíneas: avanços e aplicações. In: SIQUEIRA, J. O. ; MOREIRA, F. M. S.; LOPES, A. S.; GUILHERME, L. R.; FAQUIN, V.; FURTINNI, A. E.; CARVALHO, J. G. (Ed.). **Inter-relação fertilidade, biologia do solo e nutrição de plantas**. Viçosa: SBCS; Lavras: UFLA-DCS, 1999. p. 621-666.

BALSDON, J. A.; BRAMAN, S. K.; PENDLEY, A. F. et al. Potential for integration of chemical and natural enemy suppression of azalea lace bug (Heteroptera: Tingidae). **Journal Enviromental Horticulture**, Washington, v. 11, p. 153-156, 1993.

BARASSI, C. A.; SUELDO, R. J.; CREUS, C. M. et al. Potencialidad de *Azospirillum* en optimizer el crecimiento vegetal bajo condiciones adversas. In: CASSÁN, F. D.; GARCIA DE SALAMONE, I. (Ed.) ***Azospirillum* sp.: cell physiology, plant interactions and agronomic research in Argentina.** Argentina: Asociación Argentina de Microbiologia, 2008. p. 49-59.

BASHAN, Y.; HOLGUIN, G. *Azospirillum*-plant relationships: enviromental and physiological advances (1990-1996). **Canadian Journal of Microbiology**, Otawa, v. 43, p.103-121, 1997.

BASHAN, Y.; LEVANONY, H. Current status of *Azospirillum* as a challenge for agriculture. **Canadian Journal of Microbiology**, Ottawa, v. 36, p. 591-608, 1990.

BAZZICALUPO, M.; OKON, Y. Associative and endophytic symbiosis. In: PEDROSA, F.; HUNGRIA, M.; YATES, M.G. & NEWTON, W.E., eds. **Nitrogen fixation: from molecules to crop productivity.** Dordrecht, Kluwer Academic Publishers, 2000. p.409-410.

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.; BOGIANI J. C.; SILVA M. G. et al. Tratamento de sementes de soja com inseticidas e um bioestimulante. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 43, n. 10, p. 1311-1318, 2008.

CATI. Coordenadoria de Assistência Técnica Integral. **Produtos e Serviços**. Disponível em: <http://www.cati.sp.gov.br/new/produtosservicos.php?ID=16>. Acesso em: 11 jun 2014.

CIIAGRO. **Centro Integrado de Informações Agrometeorológicas**. Disponível em: <http://www.ciiagro.sp.gov.br/ciiagroonline/>. Acesso em: 01 ago. 2014.

COELHO, E. T.; BARCELLOS, A. L.; AlTA, L. et al. Doenças do trigo. **Inf. Agropec.** Belo Horizonte, 5 (50): 35-9, fev. 1979.

CONAB. **Companhia Nacional de Abastecimento. Acompanhamento de safra brasileira de grãos, décimo levantamento, julho 2014.** Disponível em: <http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/14_07_09_09_36_57_10_levantamento_de_graos_julho_2014.pdf>. Acesso em: 01 de ago. 2014.

DALLA SANTA, O. R. D.; DALLA SANTA H. S.; FERNÁNDEZ R. et al. Influência da inoculação de *Azospirillum* sp. em trigo, cevada e aveia. **Ambiência - Revista do Setor de Ciências Agrárias e Ambientais**, Guarapuava, v. 4, n. 2, p. 197-207, 2008.

DARTORA, J.; GUIMARÃES V. F.; MARINI D. 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 Microbiologia, 2008. p. 155-166.

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,** Brasília, v. 31, n. 9, p. 645-651, 1996.

DOBBELAERE, S.; CROONENBORGHS, A.; THYS, A. et al. Effect of inoculation with wild type *Azospirillum brasilense* and *A. irakense* strains on development and nitrogen uptake of spring wheat and grain maize. **Biology and Fertility of Soils**, v.36, p.284-297, 2002.

DÖBEREINER, J. Recent changes in concepts of plant bacteria interactions: endophytic N_2 fixing bacteria. **Ciência e Cultura**, n.44, p.310-313, 1992.

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

FORNASIERI FILHO, D. **Manual da cultura de trigo**. Jaboticabal: Funep, 2008. 338p.

GASSEN, D. N. *Diloboderus abderus* (Coleoptera: Melolonthidae) in no-tillage farming in Southerm Brazil. p. 129-141. In: M.A. Morón (Comp.). **Diversidad y manejo de plagas subterraneas.** México: Sociedad mexicana de Entomologia e Instituto de Ecologia, 1993. 261p.

GRISI, P. U. ; SANTOS, C. M.; FERNANDES, J. J. et al. Qualidade das sementes de girassol tratadas com inseticidas e fungicidas. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 25, n. 4, p. 28-36, July/Aug. 2009.

HALLMANN, J.; QUADT-HALLMANN A.; MAHAFFEE, W. F. et al. Bacterial endophytes in agricultural crops. **Canadian Journal of Microbiology,** Ottawa, v. 43, p. 895-914, 1997.

HUNGRIA, M.; CAMPO, R. J.; MENDES, I. C. **A importância do processo de fixação** biológica **do nitrogênio para a cultura de soja:** componente essencial para a competitividade do produto brasileiro. Londrina: Embrapa Soja, 2007. 80p.

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

HUNGRIA, M. **Inoculação com *Azospirillum brasilense*: inovação em rendimento a baixo custo.** Londrina: EMBRAPA, Soja, 2011. 36p. (Documento n. 325).

ISHII, Y.; KOBORI, I.; ARAKI, Y. et al. HPLC determination of the new insecticide imidacloprid and its behavior in rice and cucumber. **Journal Agricultural and Food Chemistry**, Washington, v. 42, n. 12, p. 2917-2921, Dec. 1994.

LADHA, J. K.; PATHAK, H.; KRUPNIK, T. J. et al. Efficiency of fertilizer nitrogen in cereal production: retrospects and prospects. **Advances in Agronomy,** v. 87, p.85-156, 2005.

LASCA, C. C.; BARROS, B. C.; VALARINI, P. J. et al. Eficiência de fungicidas em tratamento de semente de trigo (*Triticum aestivum L.*) para controle de *Helminthosporium sativum* Pammel, King e Bakke. **O Biólogo**, 50(6): 125-30, 1984.

LASCA, C. C.; VALARINI, P. J.; CHIBA, S. Efeito do tratamento de sementes de trigo (*Triticum aestivum L.*) com diferentes níveis de infecção por *Helminthosporium sativum*, sobre a germinação e emergência. **Fitopatol. Bras**.,Brasília, 9(2): 381, jun., 1984.

MACHADO, J. C.; PITTIS, J. E. Ocorrência e controle de *Bipolaris sorokiniana* (Sacc. in Sorok) Shoen (*Helminthosporium sativum)* em sementes de trigo no Estado de Minas Gerais. In: Congresso brasileiro de sementes. **Anais....**4., Brasília, 1985.

MEHTA, I. R. **Doenças do trigo e seu controle**. São Paulo: Agron. Ceres, 1978. 190p.

MELLONI, R.; NÓBREGA R. S. A.; MOREIRA, F. M. S et al. Densidade e diversidade fenotípica de bactérias diazotrópicas endofíticas em solos de mineração de bauxita, em reabilitação. **Revista Brasileira de Ciências do Solo.** 2004, vol.28, n.1, pp.85-93.

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

MENTEN, J. O.; MORAES, M. H. D. Tratamento de sementes: histórico, tipos, características e benefícios. **Informativo ABRATES,** v.20, n.3, 2010.

MOREIRA, F. M. S.; SILVA K.; NÓBREGA R. S. A. et al. Bactérias diazotróficas associativas: diversidade ecologia e potencial de aplicações. **Comunicata Scientiae**, Bom Jesus, v. 1, n. 2, 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.; CAMARGO, M. N.; CALDERANO FILHO, B. **Mapa pedológico do Estado de São Paulo: legenda expandida.** Campinas: Instituto Agronômico/ EMBRAPA Solos. Campinas. 1999. 64p.

PENCKOWSKI, L. H.; ZAGONEL, J.; FERNANDES, E. C. Nitrogênio e redutor de crescimento em trigo de alta produtividade**. Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v. 31, n. 3, p. 473-479, 2009.

PICCININ, G. G.; BRACCINI, A. L.; DAN, L. G. M. et al. Efficiency of seed inoculation with *Azospirillum brasilense* on agronomic characteristics and yield of wheat. **Industrial Crops and Products**, Amsterdam, v. 43, p. 393-397, 2013.

REIS, E. M.; CASA, R. T. Tratamento de sementes de cereais de inverno com fungicidas: ênfase a cobertura das sementes. **Revista Plantio Direto, edição 110, março/abril de 2009.**

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

REIS, V. M.; BALDANI, J. I.; BALDANI, V. L. et al. Biological dinitrogen fixation in gramineae and palm trees. **Critical Reviews in Plant Sciences**, v.19, p.227-247, 2000.

RODRIGUES, L. F. O. S.; GUIMARÃES V. F.; SILVA M. B. et al . Características agronômicas do trigo em função de *Azospirillum brasilense*, ácidos húmicos e nitrogênio em casa de vegetação. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental,** Campina Grande, v. 18, n. 1, p. 31-37, 2014.

RODRIGUES, O.; DIDONET, A. D.; TEIXEIRA, C. C. M. et al**. Redutores de crescimento.** Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2003. (Circular técnica, 14).

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

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

SALA, V. M. R.; CARDOSO E. J. B. N; FREITAS J. G. et al. Resposta de genótipos de trigo à inoculação de bactérias diazotróficas em condições de campo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.42, n.6, p.833-842, jun. 2007.

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

SANCHEZ DE LA CRUZ R.; DÍAZ-FRANCO A.; PECINA-QUINTERO V. et al. *Glomus intraradices* y *Azospirillum brasilense* en trigo bajo dos regimenes de humedad en el suelo. **Universidad y Ciencia**, v. 24, n. 3, p. 239-245, 2008.

SANTA, O. R. D.; SANTA, H. S. D.; FERNÁNDEZ, R. 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 Maio/Ago. 2008.

SILVA, A. A. O.; FELIPE, T. A.; BACH, E. E**.** Ação do *Azospirillum brasilense* no desenvolvimento das plantas de trigo (variedade IAC-24) e cevada (variedade CEV 95033). **ConScientiae Saúde**, São Paulo, v.3, p.29-35, 2004.

SILVA, D. B.; GUERRA, A. F.; REIN, T. A. et al. **Trigo para o abastecimento familiar: do plantio à mesa.** Brasília, DF: Embrapa-SPI; Planaltina: Embrapa-CPAC, 1996. 176 p.

SILVA, M. T. B. Controle de larvas de *Diloboderus abderus* Sturm (Coleoptera: Melolonthidae) via tratamento de sementes de trigo com inseticidas no plantio direto. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Londrina, v.29, n.1,p.123-129, 2000.

SILVA, M. T. B.; BOSS**,** A. Controle de larvas de *Diloboderus abderus* com inseticidas em trigo. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.32, n.2, p.191-195, 2002.

SILVA, M. T. B.; KLEIN, V. A.; REINERT, D. J. Controle de larvas de *Diloboderus abderus* Sturm (Coleoptera: Melolonthidae) por sistemas de manejo de solos em

trigo. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Londrina, v.24, n.2, p.227-232, 1995.

SCHUCH, L. O. B.; NEDEL, J. L.; ASSIS, F. N. et al. Vigor de sementes de populações de aveia preta: II – Desempenho e utilização de nitrogênio. **Scientia Agricola,** v.57, n.1, p. 121-127, 2000.

TILMAN, D. Global environmental impacts of agricultural expansion: The need for sustainable and efficient practices. Proceedings of the National Academy Sciences of the United States of America**,** Washington DC, v. 96, n. 11, p. 5995-6000, 1999.

VALARINI, P. J. Tratamento de sementes de trigo. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE PATOLOGIA DE SEMENTES, 2, Campinas, 1986. **Anais.**.., Fundação Cargill, 1986.p.161-7.

VANIN, A.; SILVA A. G.; FERNANDES C. P. C. et al. Tratamento de sementes de sorgo com inseticidas. **Revista Brasileira de Sementes,** Londrina, v. 33, n. 2, p. 299-309, 2011.

ZAGONEL, J.; FERNANDES, E. C. Doses e épocas de aplicação de redutor de crescimento afetando cultivares de trigo em duas doses de nitrogênio. **Planta Daninha,** v. 25, n. 2, p. 331-339, 2007.