

ESTÍMULO DO POTENCIAL GERMINATIVO E FISIOLÓGICO DE CENTEIO E TRITICALE POR *Azospirillum brasilense*, SUBMETIDOS AO TRATAMENTO QUÍMICO DE SEMENTES

Gabriel Felipe Vogel^{1*}; Rubens Fey¹

SAP 13329 Data envio: 18/12/2015 Data do aceite: 30/06/2016

Sci. Agrar. Parana., Marechal Cândido Rondon, v. 15, n. 4, out./dez., p. 493-498, 2016

RESUMO - O presente trabalho objetivou avaliar os efeitos da interação da inoculação de *Azospirillum brasilense* com os fungicidas captana e carboxina + tiram, utilizados no tratamento de sementes, sobre o desenvolvimento inicial de centeio e triticales. O estudo em dois experimentos simultâneos foi desenvolvido na Universidade Federal da Fronteira Sul, campus Laranjeiras do Sul, PR. O delineamento adotado foi inteiramente casualizado, com oito tratamentos e quatro repetições. Os tratamentos utilizados foram: testemunha; inoculante *Azospirillum brasilense*; fungicida captana; fungicida carboxina + tiram; captana + carboxina + tiram; *A. brasilense* + captana; *A. brasilense* + carboxina + tiram; *A. brasilense* + captana + carboxina + tiram. Foram avaliados o teste de germinação (4°, 7°/8° DAS) e parâmetros morfológicos (número de raízes; comprimento de raiz, parte aérea e total; massas verde e seca total). Para cultura do centeio, *A. brasilense* demonstrou interação sinérgica com captana para o comprimento da raiz, ao passo que para germinação inicial e comprimento da parte aérea os maiores valores foram observados com o uso isolado da bactéria. Carboxina + tiram proporcionou menor valor para comprimento de parte aérea e comprimento de raiz. Para triticales, a bactéria apresentou interação sinérgica com carboxina + tiram para comprimento de parte aéreas, mas, para as variáveis germinação final, comprimento total de planta e comprimento e número de raízes, os maiores valores foram obtidos com o uso isolado de *A. brasilense*, onde a presença de ambos fungicidas resultaram em menor incremento. Os fungicidas e a bactéria *A. brasilense* interferem na germinação e no desenvolvimento de centeio e triticales.

Palavras-chave: bactérias diazotróficas, fisiologia de semente, *Secale cereale*, *xTriticosecale* [*Secale x Triticum*].

STIMULATION OF GERMINATION AND PHYSIOLOGICAL POTENTIAL OF RYE AND TRITICALE BY *Azospirillum brasilense*, SUBMITTED TO CHEMICAL SEED TREATMENT

ABSTRACT - This study aimed to evaluate the effects of the interaction of inoculation of *Azospirillum brasilense* with captan and carboxin + tiram fungicides used in seed treatment on the initial development of rye and triticales. The study in two simultaneous experiments was developed at the Universidade Federal da Fronteira Sul, campus Laranjeiras do Sul, Paraná State, Brazil. The design was completely randomized, with eight treatments and four replications. The treatments were: control; inoculant *Azospirillum brasilense*; fungicide captan; fungicide carboxin + tiram; captan + carboxin + tiram; *A. brasilense* + captan; *A. brasilense* + carboxin + tiram; *A. brasilense* + captan + carboxin + tiram. We evaluated the germination test (4°, 7°/8° days after sowing) and biometric parameters (number of roots; root, shoot and total length; fresh and dry masses). For rye, *A. brasilense* demonstrated synergistic interaction with captan to root length, whereas for initial germination and shoot length the highest values were observed when bacterium was used alone. The carboxin + tiram provided less value for shoot and root length. For the initial development of triticales, the bacterium showed synergistic interaction when used with carboxin + tiram for aerial part, however, for the variables germination, total length of plant and length and number of roots, the highest values were obtained when *A. brasilense* was used alone, so that presence of both fungicides resulted in a smaller increase. Fungicides and *A. brasilense* has interaction with germination and development of rye and triticales.

Key words: diazotrophic bacteria, seed physiology, *Secale cereale*, *xTriticosecale* [*Secale x Triticum*].

INTRODUÇÃO

O cultivo de cereais de inverno na região Sul do Brasil, destacada pelo trigo (*Triticum aestivum*), aveia (*Avena sativa*), cevada (*Hordeum vulgare*), centeio (*Secale cereale*) e o híbrido entre trigo e centeio denominado

triticales (*xTriticosecale* [*Secale x Triticum*]), surge como alternativa à produção de milho safrinha em regiões onde esta é prejudicada devido às condições climáticas, com baixos índices de precipitação e baixas temperaturas. Conjuntamente, a utilização de centeio e triticales vem se

¹Grupo de Pesquisa em Manejo do solo, Água e Planta em Sistemas de Produção, Departamento de Agronomia, Universidade Federal da Fronteira Sul, UFFS, Rodovia BR 158, Km 405, CEP 85301-970, Laranjeiras do Sul, Paraná, Brasil. E-mail: gabriefelipevogel@gmail.com. *Autor para correspondência

Estímulo do potencial germinativo e fisiológico...

VOGEL, G. F.; FEY, R. (2016)

destacando em pequenas propriedades visando a alimentação animal, principalmente em sistemas de bovinocultura leiteira (EMBRAPA TRIGO, 2008).

O nitrogênio é um dos principais nutrientes limitadores no rendimento de poáceas, participando da composição de moléculas e compostos orgânicos, os quais contribuem para o perfilhamento, produção de biomassa e formação de grãos (DA ROSA et al., 2003; OKUMURA et al., 2011). Atualmente, a adubação química destaca-se como principal forma de disponibilização deste elemento essencial às culturas agrícolas. Deste modo, faz-se necessário cada vez mais o estudo e a aplicação de tecnologias de menor custo e menor impacto ambiental, a exemplo da fixação biológica (CARDOSO et al., 2011; VOGEL et al., 2013).

Em poáceas, a inoculação com *Azospirillum brasilense* vem se destacando, pois, além de promover benefícios advindos da fixação biológica de nitrogênio (FBN), auxilia na produção de fitohormônios, os quais estimulam modificações benéficas em algumas características morfológicas do sistema radicular (HUNGRIA et al., 2010; HUNGRIA, 2011). Embora sejam relatadas pesquisas que obtiveram ganhos significativos em vários componentes de produção, há trabalhos recentes que demonstram não haver contribuição do uso desta bactéria em algumas poáceas (REPKE et al., 2013; UBERT; SOLIGO, 2015). Destacando-se assim a necessidade de estudos relacionados à sinergia entre a utilização da inoculação e as demais práticas de manejo adotadas em cada cultura, além de outros fatores como o genótipo utilizado e os fatores ambientais envolvidos.

Dentre as práticas de manejo que aparentemente podem gerar maiores efeitos sobre a inoculação, destaca-se a própria adubação química e a utilização de tratamentos de sementes com inseticidas e fungicidas. O uso de tratamento químico de sementes tem sido uma prática amplamente utilizada (PEREIRA et al., 2008), em função do controle de patógenos transmitidos pelas sementes e no ataque de insetos no período da semeadura, sendo empregados produtos específicos para as diversas culturas.

Na cultura da soja, trabalhos desenvolvidos por Campos et al. (2009) e Pereira et al. (2010) relatam que o uso do tratamento químico em sementes de soja promove efeitos tóxicos sobre o desempenho das bactérias fixadoras de N do gênero *Bradyrhizobium*, proporcionando reduções na proporção de 50 até 80% no número de nódulos e de aproximadamente 20% no número de grãos, dependendo do ingrediente ativo utilizado. Para a *A. brasilense*, estudos desenvolvidos por Battistus et al. (2014) demonstram que o uso crescente de doses do inseticida thiamethoxam proporciona efeitos tóxicos sobre a bactéria, de modo a reduzir significativamente o desenvolvimento de unidades formadoras de colônias (UFC).

A contribuição do tratamento químico de semente também pode ser observada por Dartora et al. (2013), que relatam o emprego de fungicida e inseticida como compatível com a inoculação de *A. brasilense*, não afetando o desenvolvimento inicial do milho e trigo. Pereyra et al. (2009) abordam que a inoculação de *A. brasilense* em sementes de trigo tratadas com fungicida

tebuconazole não demonstrou diferença estatística em relação às sementes tratadas e sem inoculação, enfatizando a compatibilidade da bactéria em relação ao tratamento químico de semente.

Desta forma, são necessários estudos visando a compatibilidade entre inoculantes agrícolas com produtos empregados no tratamento de sementes e sua especificidade em relação a cada cultura inoculada. O presente estudo tem como objetivo avaliar os efeitos sinérgicos ou antagônicos do tratamento químico de semente à base de captana e carboxina + tiram e da inoculação com *Azospirillum brasilense* no desenvolvimento inicial de plantas de centeio e triticale.

MATERIAL E MÉTODOS

O presente estudo foi conduzido em dois experimentos simultâneos de centeio e triticale em laboratório na Universidade Federal da Fronteira Sul, UFFS, campus de Laranjeiras do Sul, PR. O delineamento experimental adotado em ambos os experimentos caracterizou-se pelo inteiramente casualizado, contendo oito tratamentos e quatro repetições, ao passo que os tratamentos foram obtidos na combinação dos fungicidas captana (CAP), carboxina + tiram (CARB+TIR) e da bactéria *Azospirillum brasilense* (AZO), organizados na forma de: T1: Testemunha (TEST); T2: AZO; T3: CAP; T4: CARB + TIR; T5: CAP + CARB + TIR; T6: AZO + CAP; T7: AZO + CARB + TIR; T8: AZO + CAP + CARB + TIR.

Para a inoculação da *Azospirillum brasilense*, utilizou-se o inoculante líquido comercial Nitro1000[®] gramíneas, contendo as estirpes Abv5 e Abv6 ($2,0 \times 10^8$ células viáveis mL⁻¹), na dose equivalente a 4 mL kg⁻¹ de semente, horas antes da semeadura. A adição deste inoculante procedeu com uso de pipeta automática na dosagem recomendada, em ambiente sob condições controladas, ocorrendo a homogeneização da semente e bactéria com objetivo em assegurar uma distribuição homogênea deste produto (HUNGRIA, 2011). No que se refere ao uso dos fungicidas, foram utilizadas doses das substâncias equivalentes a 3.000 mg kg⁻¹ de sementes de captana, 2,5 mL kg⁻¹ de semente de carboxina + tiram, em ambos os experimentos, conforme a recomendação do fabricante.

As análises realizadas foram: avaliação de germinação (TG) e parâmetros morfométricos. O teste de germinação procedeu de acordo com a Regra de Análise de Sementes (BRASIL, 2009), sendo utilizadas 50 sementes por repetição para ambas as culturas, distribuídas em rolos com três folhas de papel "Germitest" umedecidos com quantidade de água destilada equivalente a 2,5 vezes a sua massa e mantidas em câmaras de germinação a 15 ± 1 °C constante na ausência de luz. Foram realizadas duas avaliações de germinação, uma aos quatro e outra aos sete dias após a semeadura (DAS) para cultura do centeio e quatro e oito DAS para triticale, sendo consideradas as plântulas normais aquelas que apresentaram sistema radicular com pelo menos 2 mm de comprimento e com coleóptilo reto e bem desenvolvido, expressos em porcentagem.

A avaliação dos parâmetros biométricos ocorreu após o término do ensaio de germinação, ao 7° e 8° DAS para centeio e triticale, respectivamente, sendo selecionadas ao acaso dez plântulas normais para avaliação de: número de raízes (NR); comprimento da parte aérea (CPA), comprimento radicular (CR) e comprimento total da planta (CTP), expressos em cm plântula⁻¹; massa da matéria verde (MV) e seca (MS) total, expressos em mg plântula⁻¹, sendo a MS determinada pela desidratação do material em estufa a 65 °C até atingir massa constante.

Para a análise estatística dos dados, foram utilizados os testes de Shapiro-Wilk para normalidade dos resíduos da ANOVA e de Bartlett para homogeneidade

entre as variâncias. Como essa pressuposição foi atendida para todas as medidas analisadas, para o experimento foi aplicada a análise de variância (ANOVA), seguida pelo teste de Dunnett a 5% de probabilidade pelo programa estatístico ASSISTAT v. 7.7 (SILVA; AZEVEDO, 2009). Os dados em porcentagem foram transformados pela equação arco seno $(x/100)^{1/2}$.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 1, encontram-se os valores obtidos referentes ao teste de germinação, demonstrando diferença significativa ao nível de 1% probabilidade pelo teste de Dunnett.

TABELA 1. Valores médios de germinação de centeio e triticale submetidos à inoculação com *Azospirillum brasilense*, na presença e ausência de captana e carboxina + tiram no tratamento de sementes.

| Tratamentos | Centeio | | Triticale | |
|------------------------|-----------|--------|-----------|---------|
| | 4° DAS | 7° DAS | 4° DAS | 8° DAS |
| TESTE* | 60,00 b** | 75,00 | 76,00 a | 77,00 b |
| AZO | 72,50 a | 80,00 | 78,50 a | 86,00 a |
| CAP | 68,50 b | 80,50 | 79,00 a | 81,00 b |
| CARB + TIR | 63,50 b | 70,00 | 60,00 b | 77,00 b |
| CAP + CARB + TIR | 65,00 b | 78,00 | 65,00 b | 80,00 b |
| AZO + CAP | 66,50 b | 76,00 | 70,50 a | 77,50 b |
| AZO + CARB + TIR | 50,00 b | 65,00 | 58,50 b | 60,50 b |
| AZO + CAP + CARB + TIR | 44,50 b | 62,00 | 53,50 b | 62,50 b |
| C.V. (%) | 7,44 | 6,84 | 6,05 | 4,18 |

Em que: *TESTE: testemunha; AZO: *Azospirillum brasilense*; CAP: captana; CARB + TIR: carboxina + tiram; CAP + CARB + TIR: captana + carboxina + tiram; AZO + CAP: *Azospirillum brasilense* + captana; AZO + CARB + TIR: *Azospirillum brasilense* + carboxina + tiram; AZO + CAP + CARB + TIR: *Azospirillum brasilense* + captana + carboxina + tiram.

**Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente em relação a testemunha, ao nível de 5% de probabilidade de erro pelo Teste de Dunnett.

Para a cultura do centeio, verifica-se ao 4° DAS que o uso isolado de *A. brasilense* proporcionou maior porcentagem de germinação inicial das sementes, sendo que ao ser associado com os fungicidas captana e carboxina + tiram apresentaram desempenhos estatisticamente semelhantes à testemunha, deste modo, indagando a um possível efeito tóxico dos fungicidas no processo inicial de estabilização da bactéria.

Segundo Cassan et al. (2009) o *A. brasilense* auxilia no induzimento do processo germinativo das sementes devido a excreção de hormônios, como auxina e ácido giberélico, os quais auxiliam na superação da quiescência, promovendo o processo de germinação do embrião. De acordo com Mehdipour-Moghaddam et al. (2012) a produção de hormônios por esta bactéria, principalmente AIA, ocorre durante 48 a 72 h. Porém, este desempenho pode ser afetado devido a uma condição adversa, neste caso, pela toxicidade dos fungicidas.

No entanto, apesar do *A. brasilense* auxiliar no processo inicial de germinação do centeio, este efeito não se pronunciou até o final da germinação.

Com relação à germinação inicial de triticale, observa-se que o *A. brasilense* proporcionou interação sinérgica somente com o fungicida a base do ingrediente

ativo captana, corroborando com resultados obtidos por Pereira et al. (2009), os quais relatam que o uso desse ingrediente ativo não afeta o processo germinativo em sementes de soja inoculadas com bactérias diazotróficas.

Segundo Gallori et al. (1991), o ingrediente ativo captana apresenta a capacidade em afetar o desenvolvimento de *A. brasilense*, reduzindo o crescimento bacteriano e inibido a atividade da nitrogenase, porém, nesse estudo, os efeitos antagônicos deste fungicida não foram constatados. Entretanto, nos tratamentos com a presença de carboxina + Tiram, os resultados obtidos não diferiram estatisticamente em relação à testemunha, diferente dos resultados verificados por Dartora et al. (2013), os quais relataram que o tratamento de semente com mesmo ingrediente ativo não prejudicou o processo de germinação de sementes de trigo inoculadas com *A. brasilense* estirpes AbV5 e AbV6.

Porém, apesar do fungicida captana não afetar a interação entre bactéria e semente nos processos iniciais de infecção, o efeito contínuo deste ingrediente ativo pode afetar o desenvolvimento da *A. brasilense*, de modo que neste estudo a maior germinação final nas sementes de triticale foi obtida quando houve o emprego isolado de *A. brasilense*. Como abordado por Mehdipour-Moghaddam et

al. (2012), esta bactéria apresenta sua máxima expressão na produção de hormônios entre 48 a 72 h. Porém, a sobrevivência desta bactéria no sistema pode durar até 120 h sem afetar significativamente as UFC (MILANI et al., 2013). Desta forma, uma exposição prolongada de *A. brasilense* ao fungicida poderia prejudicar a sobrevivência

desta bactéria e, conseqüentemente, afetar na contribuição via hormônios no processo inicial de germinação.

No que se refere aos parâmetros morfométricos para cultura do centeio (Tabela 2), verifica-se que não houve diferença significativa em comparação a testemunha padrão para as variáveis massa verde, massa seca, comprimento total da plântula e número de raízes.

TABELA 2. Valores médios sobre comprimento da parte aérea (CPA), comprimento radicular (CR), comprimento total plântula (CTP), número de raízes (NR), massa verde (MV) e massa seca (MS) de centeio submetido à inoculação de *Azospirillum brasilense*, com presença e ausência de captana e carboxina + tiram no tratamento de sementes.

| Tratamentos | CPA** | CR*** | CTP | NR | MV | MS |
|------------------------|----------------|--------|------|------|-------|-------|
| | ----- cm ----- | | | | | |
| TESTE* | 2,31 b** | 3,79 a | 6,11 | 3,85 | 64,07 | 17,82 |
| AZO | 3,06 a | 3,89 a | 6,94 | 4,03 | 68,36 | 19,30 |
| CAP | 2,55 b | 3,46 a | 6,02 | 4,10 | 74,20 | 17,48 |
| CARB + TIR | 2,69 b | 2,94 b | 5,63 | 3,75 | 69,31 | 17,88 |
| CAP + CARB + TIR | 2,79 b | 3,59 a | 6,37 | 4,05 | 63,63 | 16,08 |
| AZO + CAP | 2,89 b | 3,55 a | 6,43 | 3,85 | 56,09 | 16,84 |
| AZO + CARB + TIR | 2,56 b | 3,08 b | 5,65 | 3,87 | 61,71 | 17,15 |
| AZO + CAP + CARB + TIR | 2,36 b | 2,57 b | 5,11 | 3,80 | 63,71 | 17,97 |
| C.V. (%) | 10,93 | 10,02 | 9,67 | 3,96 | 11,01 | 5,22 |

Em que: *TEST: testemunha; AZO: *Azospirillum brasilense*; CAP: captana; CARB + TIR: carboxina + tiram; CAP + CARB + TIR: captana + carboxina + tiram; AZO + CAP: *Azospirillum brasilense* + captana; AZO + CARB + TIR: *Azospirillum brasilense* + carboxina + tiram; AZO + CAP + CARB + TIR: *Azospirillum brasilense* + captana + carboxina + tiram.

**Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente em relação a testemunha, ao nível de 5% de probabilidade de erro pelo Teste de Dunnett.

O tratamento químico de sementes com os fungicidas captana e carboxina + tiram afetou o desempenho de *A. brasilense* para a variável comprimento de parte aérea, de modo que o uso isolado do inoculante no centeio proporcionou melhores resultados, enquanto os demais tratamentos não apresentaram diferença estatística em relação à testemunha (Tabela 2). Os efeitos tóxicos advindos destes fungicidas sobre as bactérias diazotróficas foram observados por Pereira et al. (2009) em soja, os quais relatam que o uso específico destes produtos promoveu menor número e massa dos nódulos, afetando conseqüentemente o acúmulo de matéria seca.

Para a variável comprimento de raízes, a utilização de *A. brasilense* demonstrou interação sinérgica apenas com o fungicida captana (Tabela 2), de modo que seu comportamento foi semelhante ao da inoculação isolada, ao uso isolado de captana e da testemunha, porém, os tratamentos contendo carboxina + tiram resultaram em menores valores em relação à testemunha. O efeito antagônico advindo deste fungicida também pode ser observado em bactérias fixadoras de N na cultura da soja, onde Zilli et al. (2009) relatam que o emprego de carboxina + tiram no tratamento químico de sementes promoveu menor número e massa dos nódulos, afetado possivelmente pela sinalização rizóbio-planta.

Em relação aos resultados encontrados na cultura do triticale (Tabela 3) verifica-se que as variáveis massa verde e massa seca não apresentaram diferença significativa entre os tratamentos e a testemunha.

Analisando o comprimento de parte aérea, é possível observar que a presença do fungicida captana proporcionou valores significativamente inferiores em relação à testemunha. Por sua vez, a presença de carboxina + tiram promoveram resultados estatisticamente semelhante a testemunha padrão, mesmo associado com a *A. brasilense*. Com relação ao uso isolado da bactéria, para esta variável, não foram observados diferença em comparação a testemunha.

Entretanto, benefícios advindos desta bactéria na sua utilização conjunta a estes fungicidas não podem ser observados com relação a variável comprimento radicular e comprimento da parte aérea, de modo que a presença de captana e carboxina + tiram afetaram o desenvolvimento destas variáveis, sendo inferiores estatisticamente em relação à testemunha. Os efeitos antagônicos proporcionados por estes fungicidas podem ser observados em outras culturas, de modo que Migliorini et al. (2012) relatam que o emprego carboxina + tiram em sementes de canola proporcionaram plantas com menor comprimento radicular e aporte aéreo. Nunes et al. (2000) também observaram menor comprimento da raiz primária de cebola com uso de captana.

Quanto ao número de raízes, a inoculação isolada com *A. brasilense* se mostrou superior em relação à testemunha, enfatizando, conforme abordado ao longo deste trabalho, o efeito positivo da utilização da inoculação sobre os aspectos do sistema radicular das plantas, além de caracterizar possível efeito antagônico destes fungicidas analisados.

Analisando especificamente os benefícios da inoculação via FBN sobre o sistema radicular (CR e NR), diversos estudos demonstram que o tratamento de químico de sementes pode afetar este complexo biológico, de modo que Araújo e Araújo (2006) e Kintschev et al. (2014) constataram decréscimos sobre a nodulação e produtividade de grãos do feijoeiro com emprego de

carboxina + tiram. Na soja, Castro et al. (2008) e Pereira et al. (2009) relatam que o emprego de fungicidas, neste caso o captana e carboxina + tiram, podem afetar o desenvolvimento do sistema radicular, proporcionando a formação de raízes mais finas, com menor comprimento e com baixa presença de nódulos.

TABELA 3. Valores médios sobre comprimento da parte aérea (CPA), comprimento radicular (CR), comprimento total plântula (CTP), número de raiz (NR), massa verde (MV) e massa seca (MS) de triticale submetido à inoculação de *Azospirillum brasilense*, com presença e ausência de captana e carboxina + tiram no tratamento de sementes. Laranjeiras do Sul, PR. 2015.

| Tratamentos | CPA*** | CR*** | CTP*** | NR*** | MV | MS |
|------------------------|----------------|--------|--------|----------------|-------|-------|
| | ----- cm ----- | | | ----- mg ----- | | |
| TESTE* | 3,59 a | 4,61 a | 8,41 a | 3,80 b | 62,74 | 15,99 |
| AZO | 3,86 a | 4,81 a | 8,47 a | 4,45 a | 70,77 | 17,46 |
| CAP | 2,13 b | 3,05 b | 5,18 b | 3,40 b | 53,19 | 16,09 |
| CARB + TIR | 3,23 a | 2,86 b | 6,09 b | 3,90 b | 58,41 | 16,20 |
| CAP + CARB + TIR | 2,54 b | 3,35 b | 5,90 b | 4,15 b | 58,06 | 17,67 |
| AZO + CAP | 2,47 b | 3,23 b | 5,71 b | 3,95 b | 59,04 | 16,37 |
| AZO + CARB + TIR | 3,27 a | 3,46 b | 6,73 b | 4,05 b | 62,31 | 16,55 |
| AZO + CAP + CARB + TIR | 3,16 a | 2,87 b | 6,03 b | 3,80 b | 64,54 | 17,43 |
| C.V. (%) | 15,60 | 12,49 | 11,47 | 7,76 | 12,15 | 5,91 |

Em que: *TESTE: testemunha; AZO: *Azospirillum brasilense*; CAP: captana; CARB + TIR: carboxina + tiram; CAP + CARB + TIR: captana + carboxina + tiram; AZO + CAP: *Azospirillum brasilense* + captana; AZO + CARB + TIR: *Azospirillum brasilense* + carboxina + tiram; AZO + CAP + CARB + TIR: *Azospirillum brasilense* + captana + carboxina + tiram.

**Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente em relação a testemunha, ao nível de 5% de probabilidade de erro pelo Teste de Dunnett.

De modo geral, a inoculação com *A. brasilense* auxilia em incrementos nos parâmetros morfométricos do sistema radicular devido ao desenvolvimento diferenciado destas plantas, induzidas por reguladores de crescimento produzidos pelas bactérias (CASSAN et al., 2009). Porém, essa atividade pode ser comprometida a algum estímulo antagônico. Segundo Campos e Hungria (2000), o principal problema advindo do tratamento de sementes sobre a microbiota do solo se devem principalmente a menor sobrevivência destas bactérias, influenciadas pelo ingrediente ativo, pH e/ou solventes utilizados nas formulações de fungicidas.

CONCLUSÕES

O *A. brasilense*, na forma isolada, estimula a germinação de centeio e triticale, parte aérea na cultura do centeio, assim como comprimento total da planta e número de raízes para cultura do triticale.

O uso de captana e carboxina + tiram apresenta antagonismo a bactéria diazotrófica, afetando o processo de germinação e comprimento da parte aérea na cultura do centeio, bem como o comprimento total e número de raízes em plântulas de triticale.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARAÚJO, A.S.F.; ARAÚJO, 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. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/cr/v36n3/a39v36n3.pdf>>. Acesso em: 02 jul. 2016.

BATTISTUS, A.G.; HACHMANN, T.L.; MIORANZA, T.M.; MULLER, M.A.; MADALOSSO, T.; FAVORITO, P.A.; GUIMARÃES, V.F.; KEIN, J.; KESTRING, D.; INAGAKI, A.M.; BULEGON, L.G. Synergistic action of *Azospirillum brasilense* combined with thiamethoxam on the physiological quality of maize seedlings. *African Journal of Biotechnology*, Ebéne, v.13, n.49, p.4501-4507, 2014. Disponível em: <<http://www.academicjournals.org/journal/AJB/article-full-text-pdf/0C75A1348918>>. Acesso em: 02 jul. 2016.

BRASIL. **Regras para análise de sementes**. Brasília: Ministério da Agricultura e Reforma Agrária, 2009. 399p.

CAMPO, R.J.; HUNGRIA, M. **Compatibilidade de uso de inoculante e fungicidas no tratamento de sementes de soja**. Londrina: Embrapa Soja, 2000. 32p. (Circular Técnica, 26).

CAMPOS, R.J.; ARAUJO, R.S.; HUNGRIA, M. Nitrogen fixation with the soybean crop in Brazil: compatibility between seed treatment with fungicide and bradyrhizobial inoculants. *Symbiosis*, v.48, n.1-3, p.154-163, 2009. Disponível em: <<http://link.springer.com/article/10.1007%2FBF03179994>>. Acesso em: 02 jul. 2016.

CARDOSO, S.M.; SORATTO, R.P.; SILVA, A.H.; MENDONÇA, C.G. Fontes e parcelamento do nitrogênio em cobertura, na cultura do milho sob plantio direto. *Revista Brasileira de Ciências Agrárias*. Recife, v.6, n.1, p.23-28, 2011. Disponível em: <<http://www.redalyc.org/pdf/1190/119018527004.pdf>>. Acesso em: 02 jul. 2016.

CASTRO, G.S.A.; BOGIANI, J.C.; SILVA, M.G.; GAZOLA, E.; ROSOLEM, C.A. Tratamento de sementes de soja com inseticidas e um bioestimulante. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.43, n.10, p.1311-1318, 2008. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/pab/v43n10/08.pdf>>. Acesso em: 02 jul. 2016.

CASSÁN, F.; PERRIG, D.; SGROY, V.; MASCIARELLI, O.; PENNA, C.; LUNA, V. *Azospirillum brasilense* Az39 and *Bradyrhizobium japonicum* E109, inoculated singly or in combination, promote seed germination and early seedling growth in corn (*Zea mays* L.) and

- soybean (*Glycine max* L.). **European Journal Soil and Biology**, Braunschweig, v.45, n.1, p.28-35, 2009. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1164556308001064>>. Acesso em: 02 jul. 2016.
- DA ROSA, C.O.; SALET, L.S.; PORN, R.L.; MACHADO, J.N.C. Disponibilidade de nitrogênio e produtividade de milho e trigo com diferentes métodos de adubação nitrogenada no sistema de plantio direto. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.33, n.5, p.799-804, 2003. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/cr/v33n5/17122.pdf>>. Acesso em: 02 jul. 2016.
- DARTORA, J.; GUIMARÃES, V.F.; MARINI, D.; JÚNIOR, A.S.P.; CRUZ, L.M.; MENSCH, R. Influência do tratamento de sementes no desenvolvimento inicial de plântulas de milho e trigo inoculados com *Azospirillum brasilense*. **Scientia Agraria Paranaensis**, Marechal Cândido Rondon, v.12, n.3, p.175-181, 2013. Disponível em: <<http://e-revista.unioeste.br/index.php/scientiaagraria/article/download/5809/6455>>. Acesso em: 02 jul. 2016.
- EMBRAPA TRIGO. **Ajuste de prática de manejo de plantas de centeio e triticale para a maximização do rendimento de grãos e forragem**. Edição online, Passo Fundo: Embrapa trigo, 2008. (Boletim de Pesquisa, 63).
- GALLORI, E.; CASALONE, E.; COLELLA, C.M.; DALY, S.; POLSINELLI, M. 1,8-Naphthalic anhydride antidote enhances the toxic effect of Captana and thiram fungicides on *Azospirillum brasilense* cells. **Research in Microbiology**, Paris, v.142, n.2, p.1005-1012, 1991. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/092325089190011X>>. Acesso em: 02 jul. 2016.
- HUNGRIA, M.; CAMPO, R.J.; SOUZA, E.M.; PEDROSA, F.O. Inoculation with selected strains of *Azospirillum brasilense* and *A. lipoferum* improves yields of maize and wheat in Brazil. **Plant and Soil**, Crawley, v.331, n.2, p.413-425, 2010. Disponível em: <<http://link.springer.com/article/10.1007/s11104-009-0262-0>>. Acesso em: 02 jul. 2016.
- HUNGRIA, M. **Inoculação com *Azospirillum brasilense*: inovação em rendimento a baixo custo**. Londrina: Embrapa Soja, 2011. 36p. (Documentos, 325).
- KINTSCHEV, M.R.; GOULART, A.C.P.; MERCANTE, F.M. Compatibilidade entre a inoculação de rizóbios e fungicidas aplicados em sementes de feijoeiro-comum. **Summa Phytopathologica**, Botucatu, v.40, n.4, p.338-346, 2014. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/sp/v40n4/a07v40n4.pdf>>. Acesso em: 02 jul. 2016.
- MIGLIORINI, P.; KULCZYŃKI, S.M.; SILVA, T.A.; BELLÉ, C.; KOCH, F. Efeito do tratamento químico e biológico de semente na qualidade fisiológica e sanitária de sementes de canola. **Enciclopédia Biosfera**, Goiânia, v.8, n.15, p.778-801, 2012. Disponível em: <<http://www.conhecer.org.br/enciclop/2012b/ciencias%20agrarias/efeito%20do%20tratamento.pdf>>. Acesso em: 02 jul. 2016.
- MILANI, K.M.L.; SANTOS, O.J.P.; SILVA, M.B.; BARREIRA, B.P.; OLIVEIRA, A.L.M. Influência do meio de cultivo sobre a população e produção de exopolissacarídeos por *Azospirillum brasilense* AbV5. **Biochemistry and Biotechnology Reports**, Londrina, v.2, n.3, p.212-215, 2013. Disponível em: <<http://www.uel.br/revistas/uel/index.php/bbr/article/viewFile/15758/12944>>. Acesso em: 02 jul. 2016.
- MEHDIPOUR-MOGHADDAM, M.J.; EMTIAZI, G.; SALEHI, Z. Enhanced auxin production by *Azospirillum* pure cultures from plant root exudates. **Journal of Agricultural Science and Technology**, v.14, n.5, p.985-994, 2012. Disponível em: <http://jast.modares.ac.ir/article_4869_09e30438016fd624f1587b1fb32cb2d2.pdf>. Acesso em: 02 jul. 2016.
- NUNES, U.R.; SANTOS, M.R.; ALVARENGA, E.M.; DIAS, D.C.F.S. Efeito do condicionamento osmótico e do tratamento com fungicida na qualidade fisiológica e sanitária de sementes de cebola (*Allium cepa* L.). **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v.22, n.1, p.239-246, 2000. Disponível em: <<http://www.abrates.org.br/revista/artigos/2000/v22n1/artigo32.pdf>>. Acesso em: 02 jul. 2016.
- OKUMURA, R.S.; MARIANO, D.C.; ZACCHEO, P.V.C. Uso de fertilizante nitrogenado na cultura do milho: uma revisão. **Applied Research & Agrotechnology**, Guarapuava, v.4, n.2, p.226-244, 2011. Disponível em: <<http://revistas.unicentro.br/index.php/repaa/article/viewFile/1337/1456>>. Acesso em: 02 jul. 2016.
- PEREIRA, L.M.A.; VIEIRA, R.D.; PANIZZI, R.C.; GOTARDO, M. Tratamento fungicida de sementes de milho e metodologias para a condução do teste de frio. **Revista Ceres**, Lavras, v.55, n.3, p.210-217, 2008. Disponível em: <<http://www.ceres.ufv.br/ojs/index.php/ceres/article/view/3321/1205>>. Acesso em: 02 jul. 2016.
- PEREYRA, M.A.; BALLESTEROS, F.M.; CREUS, C.M.; SUELDO, R.J.; BARASSI, C.A. Seedlings growth promotion by *Azospirillum brasilense* under normal and drought condition srema in sunaltered in Tebuconazole-treated wheat seeds. **European Journal of Soil Biology**, Braunschweig, v.45, n.1, p.20-27, 2009. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1164556308001192>>. Acesso em: 02 jul. 2016.
- PEREIRA, C.E.; OLIVEIRA, J.A.; OLIVEIRA, G.E.; ROSA, M.C.M.; NETO, J.C. Tratamento fungicida via peliculização e inoculação de *Bradyrhizobium* em sementes de soja. **Revista Ciências Agrônômicas**, Fortaleza, v.40, n.3, p.433-440, 2009. Disponível em: <<http://www.ccarevista.ufc.br/seer/index.php/ccarevista/article/view/765/364>>. Acesso em: 02 jul. 2016.
- PEREIRA, C.E.; OLIVEIRA, J.A.; CALDEIRA, C.M.; BOTELHO, F.J.E. Efeito do tratamento das sementes de soja com fungicidas e período de armazenamento na resposta da planta inoculada com *Bradyrhizobium*. **Revista Agro@ambiente**, Boa Vista, v.4, n.2, p.62-66, jul./dez. 2010. Disponível em: <<http://ufr.br/revista/index.php/agroambiente/article/viewFile/362/293>>. Acesso em: 02 jul. 2016.
- REPKE, R.A.; CRUZ, S.J.S.; SILVA, C.J.; FIGUEIREDO, P.G.; BICUDO, S.J. Eficiência da *Azospirillum brasilense* combinada com doses de nitrogênio no desenvolvimento de plantas de milho. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v.12, n.3, p.214-226, 2013. Disponível em: <http://rbms.cnpm.embrapa.br/index.php/ojs/article/view/472/pdf_90>. Acesso em: 02 jul. 2016.
- SILVA, F.A.S.; AZEVEDO, C.A.V. **Versão do programa computacional Assistat v. 7.7**. 2009. Disponível em: <<http://www.assistat.com/>>. Acesso em: abr. 2015.
- UBERT, I.P.; SOLIGO, S.C. Associação de *Azospirillum brasilense* a doses de nitrogênio na cultura do sorgo silageiro. **Enciclopédia Biosfera**, Goiania, v.11, n.21, p.220-229, 2015. Disponível em: <<http://www.conhecer.org.br/enciclop/2015b/agrarias/ASSOCIACA%20DE%20AZOSPIRILLUM.pdf>>. Acesso em: 02 jul. 2016.
- VOGEL, G.F.; MARTINKOSKI, L.; BITTENCOURT, H.V.H.; GRILLO, J.F. Agronomic performance of *Azospirillum brasilense* on wheat crops. **Applied Research & Agrotechnology**, Guarapuava, v.6, n.3, p.111-119, 2013. Disponível em: <<http://revistas.unicentro.br/index.php/repaa/article/view/2050/2192>>. Acesso em: 02 jul. 2016.
- ZILLI, J.E.; RIBEIRO, K.G.; CAMPOS, R.J.; HUNGRIA, M. Influence of fungicide seed treatment on soybean nodulation and grain yield. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Lavras, v.33, n.4, p.917-923, 2009. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbcs/v33n4/16.pdf>>. Acesso em: 02 jul. 2016.