



Avaliação da eficiência agrônômica de *Azospirillum brasilense* na cultura do trigo⁽¹⁾.

Gilmar Luiz Mumbach⁽²⁾; Douglas Rodrigo Kaiser⁽³⁾; Élcio Bilibio Bonfada⁽⁴⁾; Ivan Enrique Kotowski⁽⁵⁾; Micael Stolben Mallmann⁽⁶⁾; Valéria Ortaça Portela⁽⁷⁾.

⁽¹⁾ Trabalho executado com recursos da Universidade Federal da Fronteira Sul, campus Cerro Largo/RS.

⁽²⁾ Mestrando em Ciência do Solo, no centro de Ciências Agro Veterinárias da Universidade do Estado de Santa Catarina, Lages/SC. E-mail: gilmarmumbach@hotmail.com; ⁽³⁾ Professor da Universidade Federal da Fronteira Sul; ⁽⁴⁾ Mestrando na Universidade do Estado de Santa Catarina; ⁽⁵⁾ Graduando na Universidade Federal da Fronteira Sul; ⁽⁶⁾ Mestrando na Universidade Federal de Viçosa; ⁽⁷⁾ Mestranda na Universidade Federal de Santa Maria.

RESUMO: A inoculação de sementes de gramíneas com bactérias do gênero *Azospirillum* pode reduzir os custos com adubação nitrogenada. O principal objetivo deste estudo é avaliar a eficiência agrônômica da inoculação de sementes de trigo com *Azospirillum brasilense*, em associação à adubação nitrogenada. Foram testados neste trabalho oito diferentes tratamentos, associando a inoculação com a adubação nitrogenada em diferentes fases da cultura, distribuídos em quatro blocos casualizados. As parcelas foram constituídas de uma área de 27,2 m². Foram avaliadas diferentes variáveis na cultura do trigo, sendo estas divididas em três grupos: características morfológicas, componentes secundários e componentes primários do rendimento. Não foram observados resultados estatisticamente significativos da inoculação em parâmetros como a produtividade, peso de 1000 grãos e peso hectolitro. Outras variáveis, no entanto, como a matéria seca e o número de espigas por metro quadrado, apresentaram resultados estatisticamente significativos, quando da interação entre a inoculação com parte da adubação nitrogenada em cobertura. Conclui-se que, de acordo com os resultados encontrados neste estudo, a inoculação não apresenta efeitos significativos sobre o rendimento da cultura do trigo.

Termos de indexação: *Triticum aestivum*. Inoculação. Produtividade.

INTRODUÇÃO

O trigo (*Triticum aestivum*) é a principal cultura de inverno no Brasil. Apresenta grande importância dentro do cenário da produção agrícola, com destaque principalmente nos estados do Sul do país. Destaca-se não apenas pela sua produtividade, mas também é uma importante ferramenta dentro de um sistema de rotação de culturas, pela alta produção de resíduos vegetais, gerando assim uma boa cobertura de solo.

A elevação da produtividade, observada no decorrer das últimas safras, provém de uma série de

fatores, que envolvem desde a utilização de cultivares mais adaptadas às condições brasileiras, maior investimento na fertilidade do solo, manejo mais rigoroso de pragas e doenças. Um dos fatores principais para esses ganhos, segundo Megda et al. (2009), é o correto manejo do nitrogênio, sendo este o elemento nutricional absorvido em maiores quantidades, e que garante as respostas mais positivas quanto a produtividade.

As principais fontes de nitrogênio disponibilizadas à cultura provém da adubação química e da matéria orgânica do solo. No entanto, vem ganhando espaço nos últimos anos, através das descobertas de estudos científicos, a utilização de bactérias diazotróficas, principalmente do gênero *Azospirillum*, capazes de fixar nitrogênio atmosférico, tornando-o disponível às plantas em formas assimiláveis. A fixação de nitrogênio, assim como outros benefícios gerados por essas bactérias, possibilita a redução da adubação nitrogenada, e por consequência a redução dos gastos por parte do agricultor.

As bactérias pertencentes ao gênero *Azospirillum* tem sido intensamente estudadas por sua possível aplicação no cultivo de milho, trigo e outras culturas. No entanto, evidências atuais indicam que a fixação biológica de nitrogênio não é tão eficiente quanto a realizada por outros gêneros de bactérias, porém promove estímulo às plantas através da produção bacteriana de fitohormônios, como ácido indolacético (EPSTEIN e BLOOM, 2006).

A espécie mais utilizada na inoculação de sementes de espécies gramíneas é a *Azospirillum brasilense*. Esta auxilia de diversas formas o desenvolvimento das culturas; dentre os principais benefícios gerados pelas bactérias destaca-se a produção de hormônios, os quais interferem no crescimento das plantas, principalmente beneficiando o maior desenvolvimento radicular, o aumento do processo da redução assimilatória de nitrato disponível no solo e a fixação biológica de nitrogênio (REIS, 2007).

O presente estudo teve como objetivo avaliar a resposta da cultura do trigo à utilização de inoculante a base da bactéria *Azospirillum*



brasiliense nas sementes da cultura, associada a aplicação de adubação nitrogenada em diferentes períodos do ciclo de desenvolvimento do trigo.

MATERIAL E MÉTODOS

Local de implantação

O presente estudo foi implantado na área experimental da Universidade Federal da Fronteira Sul, campus Cerro Largo, localizado na região Noroeste do estado do Rio Grande do Sul

O solo da área experimental é caracterizado como Latossolo Vermelho distroférrico típico, com alto percentual de argila, podendo atingir valores de 70% (EMBRAPA, 2009). A pluviosidade anual é elevada nos municípios da região, variando entre 1500 e 1700 milímetros (CEMETRS, 2013).

Implantação e condução da cultura

A semeadura do trigo foi realizada no dia 2 de julho de 2014, de maneira manual. A densidade de semeadura utilizada foi em torno de 400 sementes por metro quadrado, utilizando-se a cultivar “Tbio-Sintonia”. Apesar de acima dos valores recomendados, que variam entre 300 a 330 sementes viáveis por metro quadrado (Comissões Centro-Sul Brasileira de Pesquisa de Trigo e Triticale, 2013), essa densidade foi escolhida devido à semeadura ser manual e tardia, no qual se recomenda um aumento na densidade.

A inoculação das sementes foi realizada na mesma data da semeadura. Seguindo as recomendações da empresa desenvolvedora do inoculante, foram utilizados 100 ml do produto para cada 25 kg de sementes. A concentração do inoculante é de 2×10^8 Unidades Formadoras de Colônias (UFC) por milímetro do produto comercial. As cepas Ab-V5 e Ab-V6 constituem o inoculante.

Cerca de 15 dias após a emergência, devido a infestação de plantas daninhas, especialmente azevém (*Lolium multiflorum*) e nabo (*Raphanus sativus*), realizou-se uma aplicação com herbicida do grupo das sulfoniluréias. Também foram realizadas duas aplicações de fungicidas: a primeira no início do estágio reprodutivo da cultura e a segunda cerca de três semanas após, objetivando o controle de doenças como oídio (*Erysiphe graminis* f. sp. *Triticis*) e ferrugem da folha (*Puccinia recôndita* f. sp. *Triticis*) durante o desenvolvimento vegetativo, e giberela (*Gibberella zeae*), na fase reprodutiva; o fungicida utilizado é baseado na mistura comercial dos grupos químicos triazol e estrobilurina.

Tratamentos e amostragens

Foram testados oito tratamentos, caracterizados na **tabela 1**.

Tabela 1 – Tratamentos e condições avaliadas no estudo.

Tratamento	Condição avaliada
T1	Inoculação ¹
T2	Inoculação (dose dobrada)
T3	Inoculação + N cob. (70 kg/ha)
T4	Inoculação + N sem. (20 kg/ha)
T5	Inoculação + N sem. + N cob.
T6	Inoculação + N sem. + ½ N cob.
T7	N sem. + N cob.
T8	Testemunha ²

¹ 100 ml do produto comercial para cada 25 kg de sementes.

² Sem inoculação e sem doses de nitrogênio

Componentes e características avaliados

Para facilitar a compreensão dos resultados, as variáveis avaliadas foram divididas em três grupos: características morfológicas (perfilhos por planta e matéria seca); componentes secundários do rendimento (espiguetas por espiga, grãos por espiga e espigas por metro quadrado); e componentes primários do rendimento (produtividade, peso de mil grãos e Peso Hectolitro).

O número de perfilhos por planta foi avaliado no estágio reprodutivo, contando-se dois metros lineares de plantas, demarcadas no início do perfilhamento, em cada parcela; o resultado encontrado foi dividido pelo número de plantas.

A matéria seca foi avaliado quando a cultura encontrou-se em florescimento; coletou-se uma área de 0,51 m² de plantas em cada parcela, que passaram por pesagem, secagem em estufa a 60°C e pesagem final.

O número de espiguetas por espiga e número de grãos por espiga foram avaliados em período próximo à maturação fisiológica; coletaram-se dez espigas por parcela, escolhidas aleatoriamente, com posterior debulha e contagem.

Para a variável “número de grãos por espiga” foram contabilizados o número de espigas em dois metros lineares, em cada parcela; posteriormente os valores encontrados foram transformados para a unidade desejada.

A produtividade foi avaliada a partir da maturação fisiológica da cultura. Coletou-se, manualmente, as espigas de 3,06 m² em cada parcela, que posteriormente passaram por debulha, limpeza e pesagem. Para adequação dos resultados, avaliou-se a umidade em amostras de grãos de cada parcela, padronizando os valores encontrados para a umidade de 14% nos grãos.

Para avaliação do peso de mil grãos e PH coletaram-se amostras de grãos provenientes da determinação de produtividade.



Análise estatística

A partir das coletas à campo, e posterior contagens e determinações, foi realizada a interpretação estatística dos dados, sendo realizada a análise de variância e as comparações de médias efetuadas pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade de erro. A análise estatística foi realizada através do software Sasm-Agri.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Características morfológicas da cultura

O número de perfilhos (**tabela 2**), não apresentou diferença estatística nos diferentes tratamentos avaliados. Mendes et al. (2011), avaliando diferentes doses de nitrogênio associadas a inoculação com *Azospirillum brasilense*, encontraram os melhores resultados no tratamento onde 100% da dose recomendada de nitrogênio foi associada a inoculação das sementes.

Em relação a matéria seca, cujos valores constam na **tabela 2**, observou-se valores significativos em termos de quantidade de biomassa produzida. A ausência de fontes de nitrogênio químico apresentou resultados aquém dos tratamentos que receberam o elemento, o que indica a resposta limitada da inoculação para esse parâmetro.

Tabela 2 – Matéria seca (MS) e número de perfilhos por planta (NP) da cultura do trigo.

Tratamento	NP	MS
		kg/ha
T1	1,38 a*	3002,87 c
T2	2,11 a	4615,33 bc
T3	2,18 a	7238,64 a
T4	2,29 a	6413,58 ab
T5	2,16 a	7565,55 a*
T6	2,37 a	6869,76 a
T7	2,5 a	6890,94 a
T8	1,6 a	3088,26 c
C.V. (%)	25,64	15,99

*Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente entre si, pelo Teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Componentes secundários do rendimento

As variáveis espiguetas por espiga e número de grãos por espiga (**tabela 3**) não apresentaram diferença estatisticamente significativas entre os tratamentos avaliados. Em estudo realizado por Mendes et al. (2011), avaliando a resposta da inoculação com *Azospirillum brasilense* em associação à redução das doses de nitrogênio fornecidas via adubação, foram encontrados resultados estatisticamente significativos para a variável número de grãos por espiga nos tratamentos onde realizou-se a adubação em

semeadura e cobertura, juntamente com a inoculação, quando comparados ao tratamento testemunha, sem adubação e sem inoculação. Em outro trabalho, conduzido por Rosário (2013), não foram observadas diferenças estatisticamente significativas para o número de grãos por espiga.

Para a variável número de espigas por metro quadrado, **tabela 3**, também não foram encontrados resultados significativos em termos estatísticos. Resultado similar foi encontrado por Mendes et al. (2011), associando doses de nitrogênio com a inoculação das sementes de trigo.

Tabela 3 – Número de espiguetas por espiga (NEE), número de grãos por espiga (NGE) e número de espigas por metro quadrado (NEsp) na cultura do trigo.

Tratamento	NEE	NGE	NEsp
T1	15,02 a*	24,78 a*	404,25 bc
T2	16,02 a	28,68 a	448,35 abc
T3	16,18 a	29,70 a	571,83 a*
T4	15,82 a	27,12 a	540,22 ab
T5	16,75 a	30,38 a	515,14 ab
T6	16,65 a	30,90 a	524,5 ab
T7	16,45 a	27,55 a	452,76 abc
T8	16,15 a	28,52 a	361,62 c
C.V. (%)	5,93	10,99	12,30

*Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente entre si, pelo Teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Componentes primários do rendimento

Em relação à produtividade da cultura, **tabela 4**, os melhores resultados foram encontrados quando da presença de ao menos uma aplicação de nitrogênio mineral, independente ou não da inoculação. Didonet et al. (2000) e Rosário (2013) não encontraram resultados estatisticamente significativos, em termos de produtividade, quando compararam tratamentos com e sem a inoculação. Por outro lado, existem casos onde aumentos significativos são observados, como em estudo de Sala et al. (2007), que obtiveram ganhos entre 14 e 20% de produtividade testando diferentes estirpes de *Azospirillum* e com adição de 60 kg de nitrogênio na cultura do trigo.

Tabela 4 – Produtividade da cultura do trigo, em kg/ha, nos diferentes tratamentos avaliados.

Tratamento	Produtividade
T1	987,25 b
T2	1177,50 b
T3	1718,33 a
T4	1673,51 a
T5	1800,34 a



T6	1857,96 a*
T7	1839,11 a
T8	1126,36 b
C.V. (%)	12,67

*Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente entre si, pelo Teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Os valores de peso de mil grãos, na **tabela 5**, não diferiram estatisticamente entre os tratamentos. Para Piccinin (2012), no entanto, a associação da inoculação com metade da dose de N em cobertura apresentou os melhores resultados para a variável massa de 1000 grãos, apresentando diferenças estatisticamente positivas para os demais tratamentos.

O peso hectolitro (**tabela 5**) também apresentou resultados estatisticamente iguais entre os diferentes tratamentos. Avaliando a resposta da inoculação com diferentes doses e épocas de aplicação de nitrogênio, Piccinin (2012) encontrou os melhores valores de PH para a condição onde a inoculação esteve associada à redução pela metade da dose de N em cobertura.

Tabela 5 – Peso de mil grãos (P1000) e peso hectolitro (PH) na cultura do trigo.

Tratamento	P1000	PH
T1	25,68 a	68,32 a
T2	28,14 a	69,22 a
T3	28,03 a	70,39 a
T4	28,28 a	70,92 a
T5	28,75 a	71,28 a*
T6	28,86 a*	71,21 a
T7	27,77 a	70,33 a
T8	26,68 a	68,90 a
C.V. (%)	5,18	1,94

*Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si, pelo Teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

CONCLUSÕES

A inoculação das sementes de trigo não garantiu efeitos estatisticamente significativos aos principais parâmetros avaliados: produtividade, peso de 1000 grãos e peso hectolitro.

A inoculação de sementes de trigo com *Azospirillum brasilense* não permite a eliminação da adubação nitrogenada.

As condições meteorológicas durante a condução do experimento, bem como a questão fitossanitária, podem ter apresentado influência sobre a resposta da bactéria *Azospirillum brasilense*.

Estudos sequenciais, com trigo e outras culturas, devem ser realizados para melhor avaliar a resposta da inoculação em gramíneas.

AGRADECIMENTOS

Aos colegas e amigos Fabio J. A. Schneider, José L. P. Rauber e Éverson B. Bonfada, pela colaboração na implantação do experimento e manejo da cultura. Às empresas Biotrigo-genética e Simbiose-agro, que disponibilizaram as sementes e o inoculante, respectivamente.

REFERÊNCIAS

CENTRO ESTADUAL DE METEOROLOGIA – CEMETRS. Porto Alegre, 2013. Acesso em: 25 jun. 2014. Disponível em < <http://www.cemet.rs.gov.br/>>.

DIDONET, A. et al. Realocação de nitrogênio e de biomassa para os grãos, em trigo submetido a inoculação de *Azospirillum*. Pesquisa Agropecuária brasileira, Brasília, 35:401-411, 2000.

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, Centro Nacional de Pesquisa de solos. Sistema brasileiro de classificação de solos, 3º edição, Rio de Janeiro: CNPS, 2009. 397p.

EPSTEIN, E.; BLOOM, A. Nutrição Mineral de Plantas: princípios e perspectivas. 2º edição, Editora Planta. Londrina-PR, 2006. 401 p.

MEGDA, M. M. et al. Resposta de cultivares de trigo ao nitrogênio em relação às fontes e épocas de aplicação sob plantio direto e irrigação por aspersão. Ciência e Agrotecnologia, 33:1055-1060, 2009.

MENDES, M. et al. Avaliação da eficiência agrônômica de *Azospirillum brasilense* na cultura do trigo e os efeitos na qualidade da farinha. Revista Brasileira de Tecnologia Aplicada nas Ciências Agrárias, 4:95-110, Guarapuava-PR, 2011.

PICPININ, G. Eficiência da inoculação das sementes com *Azospirillum brasilense* no rendimento e no potencial fisiológico das sementes de trigo. Maringá, 79 f. Dissertação. Maringá: Universidade Estadual de Maringá; 2012.

REIS, V. Uso de bactérias fixadoras de nitrogênio como inoculante para aplicação em gramíneas. Embrapa Agrobiologia – Documentos 232, Seropédica-RJ, 2007.

ROSÁRIO, J. Inoculação com *Azospirillum brasilense* associada à redução na adubação nitrogenada de cobertura em cultivares de trigo. 2013. 85 f. Dissertação. Guarapuava: Universidade Estadual do Centro-Oeste; 2013.

SALA, V. et al. Resposta de genótipos de trigo à inoculação de bactérias diazotróficas em condições de campo. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, 42:833-842, 2007.