

Inoculação com *Azospirillum brasilense* e adubação nitrogenada na cultura do trigo

Luiz Paulo Pamocene^{1*}; Luiz Antônio Zano Júnior¹

¹Centro Universitário Assis Gurgacz, Acadêmico de Agronomia, Cascavel, Paraná.

^{1*}luispaulo_gdm@hotmail.com

Resumo: O trigo é uma gramínea que tem como principal requerimento nutricional o nitrogênio. Porém, os fertilizantes nitrogenados apresentam custos elevados e ainda grandes perdas do nutriente. Desta forma, a inoculação com *Azospirillum brasilense* tem se mostrado uma alternativa para suprir parcialmente as necessidades de nitrogênio da cultura do trigo, visto que estes microrganismos são capazes de fixar biologicamente o N₂ presente na atmosfera. Assim, o objetivo do trabalho foi avaliar a resposta da cultura do trigo à inoculação com *Azospirillum brasilense* associada à adubação nitrogenada em cobertura em um Latossolo Vermelho Distroférrico. O experimento foi realizado em uma propriedade rural em Santa Tereza do Oeste de maio a outubro de 2018. O delineamento utilizado foi o de blocos ao acaso, com quatro repetições. Foram avaliados oito tratamentos, gerados pelo esquema fatorial 2x4, sendo quatro doses de nitrogênio aplicadas em cobertura: 0, 30, 60 e 120 kg ha⁻¹, associadas ou não com a inoculação das sementes com *Azospirillum brasilense*. Os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA). Foram avaliados altura de plantas, produtividade, massa hectolétrica de grãos. O efeito da inoculação foi comparado pelo teste F a 5 % e o efeito das doses, por análise de regressão. A inoculação das sementes com *Azospirillum brasilense* não interferiu na altura, produtividade, massa hectolétrica do trigo e independe da dose de N aplicada em cobertura. A adubação nitrogenada em cobertura não influenciou na altura das plantas porém diminuiu a massa hectolétrica dos grãos e aumentou a produtividade.

Palavras-chave: Nitrogênio; fertilizantes; microrganismos.

Wheat is a gramineous plant whose main nutritional requirement is nitrogen. However, nitrogen fertilizers have high costs and high nutrient losses. Thus, an inoculation with *Azospirillum brasilense* has been shown to be an alternative to partially meet the nitrogen requirements of the wheat crop, since these microorganisms are capable of biologically rendering N₂ present in the atmosphere. The. It was the work expected in the text of the Brazilian *azospirillum* associated to nitrogen and nitrogen fertilization in Northeastern fertilization in Dystroferic Red Latosol. The experiment was carried out at a rural property in Santa Tereza do Oeste, Brazil, in May to October, 2018. The experimental design was a randomized block design with four replications. It was obtained the treatments, generated by the factorial scheme 2x4, being four nitrogen doses in covers: 0, 30, 60 and 120 kg ha⁻¹, associated or not with the inoculation of the seeds with *Azospirillum brasilense*. Data were analyzed by analysis of variance. Plant height, yield, grain hectoliter mass were introduced. The effect of the inoculation will be compared with the 5% F test and the effect of the doses, by regression analysis. The inoculation of the seeds with *azospirillum brasilense* did not interfere in the height, productivity, wheat hectolétrica mass and independently of the dose of nitrogen in coverage. .

Key words: Nitrogen; fertilizers; microorganisms.

Introdução

O trigo (*Triticum aestivum*) é uma cultura anual pertencente ao grupo das gramíneas, apresenta grande importância mundial. No Brasil, a produção da última safra, ultrapassou 6,7 milhões de toneladas (CONAB, 2017). Porém essa produção não é o suficiente e consegue atender, aproximadamente, 50 % da demanda interna, o que levou o país a depender da importação, principalmente da Argentina.

A cultura do trigo tem se mostrado compatível com práticas de conservação de solo, a exemplo o sistema plantio direto, onde o trigo se encaixa perfeitamente pelo fato de possibilitar sua semeadura com o mínimo de revolvimento de solo e ainda deixar grande quantidade de palha sobre o solo que resulta em inúmeros benefícios para o sistema solo-planta (RCBPTT, 2014).

Considera-se o nitrogênio o macronutriente determinante na produção (RODRIGUES *et al.*, 2014). Pois ele participa da composição de compostos orgânicos, atuando na produção de biomassa (VOGEL e FEY, 2016).

A adubação química é a principal fonte de N às culturas, com a ideia de obter altas produtividades, cada vez mais são aplicadas doses elevadas do nutriente. Sabe-se que apenas 50 % é aproveitado pela cultura, o restante se perde na forma de volatilização da amônia, lixiviação, desnitrificação e erosão (GALINDO, 2015).

Uma das alternativas para diminuir o uso de fertilizantes nitrogenados então seria o uso de inoculantes que contém bactérias *Azospirillum brasilense*. Estas bactérias realizam fixação biológica do nitrogênio presente na atmosfera na forma N₂ para formas minerais, disponibilizando esse nutriente para o trigo, reduzindo custos de produção e a dependência por adubos nitrogenados (PRANDO *et al.*, 2013).

Segundo Cotrim, Alvarez e Seron (2016) consegue-se verificar que, quando existe a interação do microorganismo com o ácido húmico, ocorrem benefícios no vigor das sementes de trigo. As gramíneas necessitam de grandes quantidades de nitrogênio, que possui alta solubilidade. Com isso apresenta também rápida absorção, porém tem grande potencial de perda para o ambiente devido à volatilização. Como tal necessidade deve ser suprida, elevando o custo de produção, como alternativa Milléo e Cristófoli (2016), recomendam a utilização de inoculantes à base de bactérias fixadoras de N, principalmente as do gênero *Azospirillum*.

Quando utilizado o *Azospirillum* pode proporcionar ganhos significativos, com relação ao N-fertilizante na biomassa, ficando evidente que ocorre aumento no acúmulo do nutriente. Para Hungria, Nogueira e Araújo (2016), chega a se equivaler a uma segunda aplicação de 40 kg ha⁻¹ de N.

Das bactérias pertencentes ao gênero *Azospirillum*, a de maior potencial é a *Azospirillum brasilense*, existindo diversos inoculantes comercializados no Brasil que contém essa bactéria. A bactéria pode gerar inúmeros estímulos para o crescimento das plantas, destacando-se a fixação biológica de N (FUKAMI *et al.*, 2016)

Com base no contexto apresentado, o presente trabalho terá por objetivo avaliar as respostas do trigo à inoculação das sementes com bactérias *Azospirillum brasilense*, associada ou não a aplicação de doses de nitrogênio aplicadas em cobertura.

Material e Métodos

O experimento foi conduzido em uma propriedade rural em Santa Tereza do Oeste - PR. O solo é classificado como Latossolo Vermelho Distrófico, de boa fertilidade. A cultura antecessora foi milho safrinha sob sistema plantio direto. Foi realizada análise química do solo antes da implantação do experimento. O solo apresenta os seguintes atributos químicos: P = 11,9 mg dm⁻³; C = 31,5 g dm⁻³; pH CaCl₂ = 4,6; Ca = 4,8 cmol_c dm⁻³; Mg = 2,3 cmol_c dm⁻³; K = 0,57 cmol_c dm⁻³ e V = 50 %.

Os tratamentos foram gerados pelo esquema fatorial 2x4, sendo quatro doses de nitrogênio aplicadas em cobertura: 0, 30, 60 e 120 kg ha⁻¹, associadas ou não com a inoculação das sementes com *Azospirillum brasilense*. O delineamento estatístico foi o de blocos casualizados, com quatro repetições.

As parcelas foram constituídas por 11 linhas de 8 m, com espaçamento entre elas de 0,17 m, totalizando 15 m². Na colheita foi descartado 1 m em cada extremidade das linhas e também as duas linhas de cada lateral das parcelas.

A inoculação das sementes com *Azospirillum brasilense* foi realizada em tambor rotativo, utilizando a dosagem de inoculante recomendada pelo fabricante (125 mL para cada 50 kg de semente). O inoculante utilizado foi o Top Nitro AZO^R, de natureza líquida, que contém *Azospirillum brasilense* (estirpe AbV-5 e AbV6) na proporção 2 x 10³ ufc mL⁻¹. A semeadura ocorreu logo após a inoculação com semeadora de fluxo contínuo.

Na semeadura, em todas as parcelas foram aplicados 250 kg ha⁻¹ do fertilizante 08-20-10. A população esperada de plantas será de 400 plantas m⁻² da cultivar Toruk. As sementes foram tratadas com fungicida.

A adubação de cobertura (tratamentos) foi realizada manualmente quando as plantas estavam no início do perfilhamento, que compreende ao estágio 2 da escala Feekes da cultura, utilizando-se a ureia (45 % de N) como fonte.

Os tratos culturais posteriores a semeadura, como controle de plantas invasoras, pragas e doenças, foram realizados de acordo com as necessidades das mesmas, utilizando defensivos indicados para a cultura.

Foram coletadas 10 plantas ao acaso de cada parcela, no final da fase reprodutiva. Após a coleta, foram feitas as medições, da base até a extremidade mais alta da planta até a espiga.

A colheita foi realizada com colhedora de parcelas. A produtividade de grãos foi determinada na área útil de cada parcela, transformada em kg ha⁻¹. A massa hectolétrica foi determinada com teor de água dos grãos corrigido para 13 % (base úmida), sendo realizadas cinco repetições por unidade experimental.

Os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA). O efeito da inoculação foi comparado pelo teste F a 5 % de probabilidade de erro e o efeito das doses, por análise de regressão. O modelo foi escolhido baseado na significância dos coeficientes da equação de regressão ajustada, bem como nos valores do coeficiente de determinação (R²) associado a cada modelo de regressão. As análises estatísticas foram realizadas utilizando-se o programa Assistat (SILVA e AZEVEDO, 2016).

Resultados e Discussão

Não foi verificada interação significativa entre a inoculação das sementes e as doses de N aplicadas em cobertura para nenhuma variável avaliada. Assim, os efeitos de ambas foram discutidos isoladamente.

A inoculação das sementes de trigo com *Azospirillum brasilense* não influenciou significativamente nenhuma das variáveis analisadas (Tabela 1). Resultados semelhantes foram encontrados por Prando (2013), que testou em duas safras (2010 e 2011) a inoculação das sementes de trigo com *Azospirillum* e verificou que ela não influenciou o desempenho agrônomo da cultura.

Tabela 1- Altura das plantas, produtividade e massa hectolétrica de grãos de trigo em função da inoculação das sementes com *Azospirillum brasilense*. Santa Tereza do Oeste, PR, 2018.

Inoculação	Altura das plantas m	Produtividade kg ha ⁻¹	Massa hectolétrica kg hL ⁻¹
Sim	0,45 a	3750 a	81,36 a
Não	0,45 a	3820 a	81,54 a

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de F a 5 % de probabilidade.

O fato da inoculação não ter influenciado no desempenho agrônômico da cultura do trigo, pode ser devido a alguns fatores, dentre eles o alto teor de matéria orgânica e consequentemente teores de N no solo. Segundo Silva *et al.* (2007), a capacidade competitiva das bactérias do gênero *Azospirillum* é alta somente quando os níveis de N são baixos no ambiente. Além disso, Didonet *et al.* (2000) afirmam que bactérias do gênero *Azospirillum*, quando aplicadas nas sementes e levadas ao solo também podem sofrer competição de outras bactérias diazotróficas nativas do solo.

A altura das plantas não foi significativamente influenciada pela adubação nitrogenada aplicada em cobertura. Sem adubação nitrogenada de cobertura (testemunha) constatou-se 0,45 m de altura de plantas, com a adubação nitrogenada de cobertura constatou-se o mesmo resultado (Figura 1).

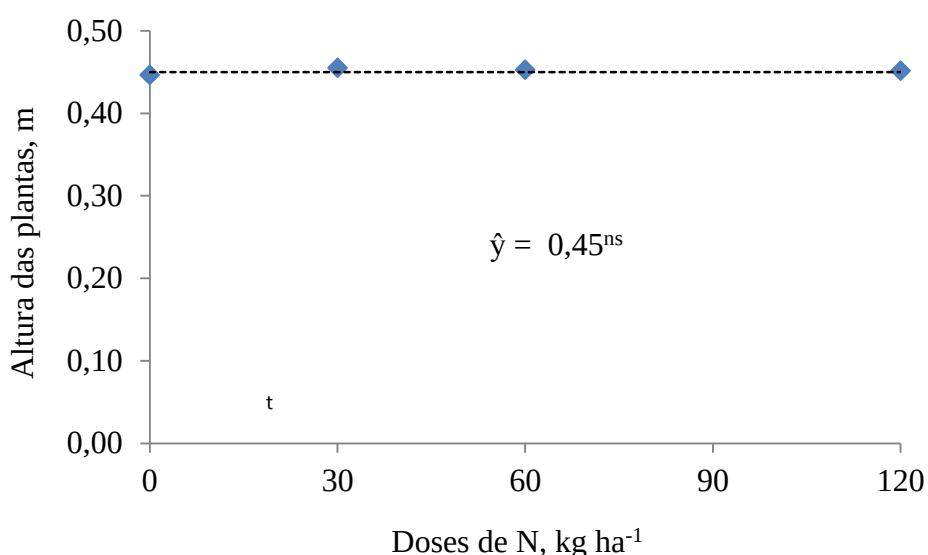


Figura 1 – Altura das plantas em função de doses de N aplicadas em cobertura na cultura do trigo. Santa Tereza do Oeste, PR, 2018. Ns = não-significativo.

De certa forma, o fato da altura da planta não ter sido afetada pela aplicação de nitrogênio é benéfico para a própria planta, sabendo que o crescimento da planta de trigo em excesso pode contribuir para diversos problemas, tais como, aumento de doenças e acamamento em anos com muita precipitação e vento das e consequentemente diminuição do rendimento de grãos, contudo ao aplicar altas doses de nitrogênio geralmente é recomendado aplicar inibidores de crescimento para diminuir a biossíntese da giberelina devido a que este promove o crescimento da planta em altura, conforme Fioreze e Rodrigues (2014).

Espindula *et al.* (2010), relatam que a ausência de significância entre as aplicações N para as características altura de plantas, pode ser afetada pelas condições de clima e temperaturas elevadas que antecedem o ciclo da cultura.

Entretanto verificou-se que sem adubação nitrogenada de cobertura (testemunha) constatou-se produtividade de 3679 kg ha⁻¹, com a adubação nitrogenada de cobertura contatou-se, em média, produtividade de 3820 kg ha⁻¹, o que representou um aumento de 11,3 % (Figura 2).

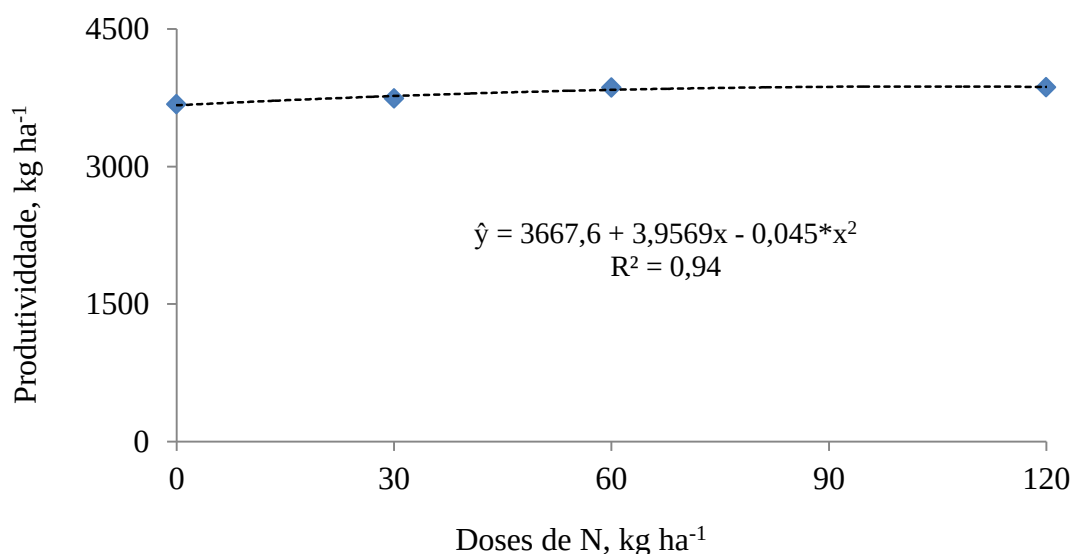


Figura 2 – Produtividade de grãos em função de doses de N aplicadas em cobertura na cultura do trigo. Santa Tereza do Oeste, PR, 2018. * significativo a 5 %.

A resposta da produtividade às doses de N ajustou-se ao modelo quadrático, sendo que a dose de 74 kg ha⁻¹ de N proporcionou a produtividade máxima, calculada em 3955 kg ha⁻¹ de grãos (Figura 2). De modo geral, as respostas da produção de grãos à adubação nitrogenada variam em função de condições edafoclimáticas, como teores de matéria orgânica e argila do solo; pluviosidade; sistema de cultivo; cultura antecessora e

características varietais. Segundo RCBPTT (2014), no estado do Paraná, a dose de N a ser aplicada na semeadura e em cobertura na cultura do trigo varia em função da cultura antecessora. Se soja, 10 a 30 kg ha⁻¹ de N na semeadura e de 30 a 60 e cobertura, e, se milho, 25 a 50 kg ha⁻¹ de N na semeadura e de 30 a 90 kg ha⁻¹ em cobertura. Teixeira Filho *et al.* (2007) verificaram incremento na produtividade do trigo até a dose de 69 kg ha⁻¹ de N e Zagonel *et al.* (2002), até a dose de 90 kg ha⁻¹ aplicadas em cobertura. Prando (2010) em trabalho realizado em Londrina, também observou resposta positiva da produtividade de trigo com a aplicação de N, porém seus dados se ajustaram de forma linear crescente, onde o tratamento 120 kg ha⁻¹ proporcionou a maior produtividade.

A massa hectolétrica de grãos diminuiu com o aumento da dose de N aplicada em cobertura. A cada kg ha⁻¹ de N aplicado houve redução de 0,0125 kg, ajustando-se a uma equação linear (Figura 3). Kegler e Mourão (2011), Trindade *et al.* (2006) e Prando (2010) também verificaram o mesmo comportamento. Segundo Trindade *et al.* (2006) e Prando (2010) maiores doses de N proporcionam aumento no número de espigas ou grãos por área, o que aumenta a competição por fotoassimilados e reduz a massa unitária de grãos e consequentemente a massa hectolétrica. A massa hectolétrica de grãos reflete diretamente no rendimento de farinha, sendo que para comercialização existe um padrão de qualidade (ORMOND *et al.* 2013) e por isso é um parâmetro importante. Segundo Trindade *et al.* (2006) massa hectolétrica menor que 78 kg hL⁻¹ pode reduzir o preço pago pelo trigo. No presente trabalho o menor valor de massa hectolétrica foi de 80,6 kg hL⁻¹ com a dose de 120 kg há⁻¹ de N (Figura 3).

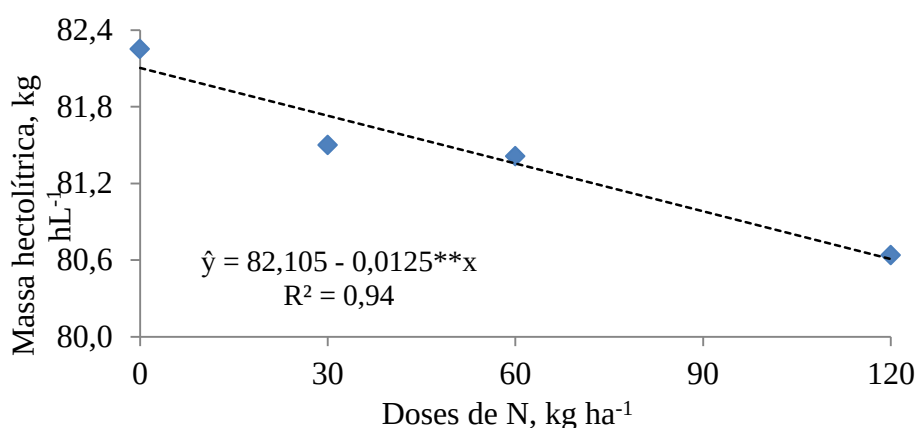


Figura 3 – Massa hectolétrica de grãos em função de doses de N aplicadas em cobertura na cultura do trigo. Santa Tereza do Oeste, PR, 2018.

Conclusões

A inoculação das sementes com *Azospirillum brasilense* não interferiu na altura, produtividade, massa hectolétrica do trigo e independe da dose de N aplicada em cobertura.

A adubação nitrogenada em cobertura não influenciou na altura das plantas porém diminuiu a massa hectolétrica dos grãos e aumentou a produtividade.

Referências

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da safra brasileira de grãos - Safra 2016/17. Quinto levantamento.** v. 4, n. 5, 2017. Disponível em <www.conab.gov.br>. Acesso em: 15 mar. 2018.

COTRIM, M. F.; ALVAREZ, R. C. F.; SERON, A. C. C. Qualidade fisiológica de sementes de trigo em resposta a aplicação de *Azospirillum brasilense* e ácido húmico. **Revista Brasileira de Engenharia de Biosistemas**, v. 10, p. 349-357, 2016.

DIDONET, A.D.; LIMA, A.S.; CANDATEN, A.A.; RODRIGUES, O. Relação de nitrogênio e de biomassa para os grãos em trigo submetido e inoculação de *Azospirillum*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.35, n.2, p.401-411, 2000.

ESPINDULA, M. C.; ROCHA, V. S.; SOUZA, M. A.; GROSSI, J. A. S.; SOUZA, L. T. Doses e formas de aplicação de nitrogênio no desenvolvimento e produção da cultura do Trigo. **Ciências Agrotec, Lavras**, v. 34, n. 6, p. 1404-1411, 2010.

FIGUEIRE, S.L.; RODRIGUES, J.D. Componentes produtivos do trigo afetados pela densidade de semeadura e aplicação de regulador vegetal. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 35, n. 1, p. 39-54, 2014.

FUKAMI, J.; NOGUEIRA, M. A.; ARAUJO, R. S.; HUNGRIA, M. Accessing inoculation methods of maize and wheat with *Azospirillum brasilense*. **AMB Express**, v. 6, p. 1-13, 2016.

GALINDO, F. S. **Desempenho agrônômico do milho e do trigo em função da inoculação com *Azospirillum brasilense* e doses e fontes de nitrogênio.** 2015. 150f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Estadual Paulista - UNESP, Ilha Solteira.

HUNGRIA, M.; NOGUEIRA, M. A.; ARAUJO, R. S. Inoculation of *Brachiaria* spp. with the plant growth-promoting bacterium *Azospirillum brasilense*: an environment-friendly component in the reclamation of degraded pastures in the tropics. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v. 221, n.1, p. 125-131, 2016.

KEGLER, W.F.; MOURÃO, A.P.M. Adubação nitrogenada aplicada em cobertura na cultura do trigo na região sudoeste do Paraná. **Cultivando o Saber**, v.4, n.1, p.62-72, 2011.

MILLÉO, M. V. R.; CRISTÓFOLI, I. Avaliação da eficiência agronômica da inoculação de *Azospirillum* sp. na cultura do milho. **Revista Scientia Agraria** v. 17, n.3, p. 14-23, 2016.

ORMOND, A.T.S.; NUNES, J.A.S.; CANEPPELE, C.; SILVA, S.L.; PEREIRA, M.T.J. Análise das características físicas de sementes de trigo. **Enciclopédia Biosfera**, v.9, n.17, p.108-114, 2013.

PRANDO, M. A. **Doses de nitrogênio e formas de ureia em cobertura em genótipos de trigo**. 2010. Dissertação (Mestrado), Programa de Pós-graduação em Agronomia da Universidade Estadual de Londrina. Londrina - PR.

PRANDO, M. A. **Inoculação com *Azospirillum brasilense* e adubação nitrogenada de cobertura no trigo**. 2013. Tese (Doutorado), Programa de Pós-graduação em Agronomia da Universidade Estadual de Londrina. Londrina - PR.

PRANDO, A. M.; ZUCARELLI, C.; FRONZA, V.; OLIVEIRA, F. A.; OLIVEIRA JÚNIOR, A. Características produtivas do trigo em função de fontes e doses de nitrogênio. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 43, n.1, p. 34-41, 2013.

REUNIÃO DA COMISSÃO BRASILEIRA DE PESQUISA DE TRIGO E TRITICALE. 2014. Londrina - PR. **Informações técnicas para trigo e triticale safra 2014**. Fundação Meridional. 2014. 235p.

RODRIGUES, L. F. O. S.; GUIMARÃES, V. F.; SILVA, M. B.; PINTO JUNIOR, A. S.; KLEIN, J.; COSTA, A. C. R. Características agronômicas do trigo em função de *Azospirillum brasilense*, ácidos húmicos e nitrogênio em casa de vegetação. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 18, n.1, p. 31-37, 2014.

SILVA, D.M.; ANTONIOLLI, Z. I.; JACQUES, R.J.S.; VOSS, M. Bactérias diazotróficas nas folhas e colmos de plantas de arroz irrigado (*Oryza sativa* L.). **Revista Brasileira de Agrociência**, v.13, n.2, p.181-187, 2007.

SILVA, F. A. S.; AZEVEDO, C. A. V. The Assistat Software Version 7.7 and its use in the analysis of experimental data. **African Journal of Agricultural Research**, v. 11, n. 39, p. 3733-3740, 2016.

TEIXEIRA FILHO, M.C.M.; BUZETTI, S.; ALVAREZ, R. de C.F.; FREITAS, J.G.; ARF, O.; SÁ, M.E. de. Resposta de cultivares de trigo irrigado por aspersão ao nitrogênio em cobertura na Região do Cerrado. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v.29, n.3, p.421-425, 2007.

TRINDADE, M. G.; STONE, L.F.; HEINEMANN, A.B.; CÁNOVAS, A.D.; MOREIRA, J.A.A. Nitrogênio e água como fatores de produtividade do trigo no cerrado. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.10, n.1, p.24-29, 2006.

VOGEL, G. F.; FEY, R. Estímulo do potencial germinativo e fisiológico de centeio e tritcale por *Azospirillum brasilense*, submetidos ao tratamento químico de sementes. **Scientia Agraria Paranaensis**, v. 15, n.4, p. 493-498, 2016.

ZAGONEL, J.; VENÂNCIO, W.S.; KUNZ, R.P.; TANAMATI, H. Doses de nitrogênio e densidades de plantas com e sem regulador de crescimento afetando o trigo, Cultivar OR-1. **Ciência Rural**, v.32, n.1, p.25-29, 2002.