

Efeitos da adubação mineral, organomineral e inoculação na cultura do trigo

Effects of mineral and organo-mineral fertilization and inoculation on wheat crop

Efectos de la fertilización mineral y organomineral y de la inoculación en el cultivo del trigo

Recebido: 28/11/2022 | Revisado: 09/12/2022 | Aceitado: 10/12/2022 | Publicado: 17/12/2022

Larissa Ferreira Fonseca

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0826-1526>
Centro Superior de Ensino e Pesquisa de Machado, Brasil
E-mail: larifs45@gmail.com

Giselle Prado Brigante

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0952-0075>
Centro Superior de Ensino e Pesquisa de Machado, Brasil
E-mail: giselle.brigante@cesep.edu.br

Kleso Silva Franco Júnior

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6807-8889>
Centro Superior de Ensino e Pesquisa de Machado, Brasil
E-mail: kleso.junior@cesep.edu.br

Resumo

O trigo é um dos cereais mais importantes do mundo, a partir do mesmo, inúmeros produtos alimentícios são produzidos, tanto para alimentação humana como animal. Atualmente, a cultura representa 30% da produção mundial e o Brasil produz anualmente em torno de 6,30 milhões de toneladas. Todavia, uma das principais limitações do cultivo é o seu manejo e o uso eficiente do nitrogênio no solo, assim a adubação com fertilizantes, principalmente, nitrogenado é um dos maiores custos produtivos para a cultura. Desta forma, pesquisas que buscam alternativas que proporcionem o mesmo resultado ou até mais eficientes se tornam cada vez mais frequentes. Com isso, o objetivo dessa pesquisa foi avaliar o efeito da inoculação de sementes de trigo com adubação organomineral e mineral. A pesquisa foi conduzida no município de Machado, sendo realizado em delineamento de blocos casualizados, em esquema fatorial 2x2, com duas fontes de adubação e a presença ou não de inoculante nas sementes. Os resultados não se notaram diferença estatística com as características físicas das plantas pelo tipo de adubo utilizado, mas a produtividade foi maior quando utilizado o adubo mineral. Já em relação ao inoculante, a presença do mesmo proporcionou melhoria dos resultados produtivos, mas nas características físicas das plantas não trouxe resultados. Assim, pode-se concluir que o adubo mineral traz melhores resultados para a cultura e que a presença do inoculante traz ganhos significativos em relação a produtividade, tendo maiores quantidades de grãos por espiga e bem como com maiores pesos.

Palavras-chave: Trigo; Fontes de adubo; Inoculação; Fatorial.

Abstract

Wheat is one of the most important cereals in the world, from which numerous food products are produced, both for human and animal food. Currently, the crop represents 30% of world production and Brazil produces annually about 6.30 million tons. However, one of the main limitations of the crop is its management and the efficient use of nitrogen in the soil, thus fertilization with fertilizers, especially nitrogen is one of the major productive costs for the crop. Thus, research seeking alternatives that provide the same or even more efficient results is becoming increasingly frequent. Thus, the objective of this research was to evaluate the effect of inoculating wheat seeds with organo-mineral and mineral fertilizers. The research was conducted in the city of Machado, in a randomized block design, in 2x2 factorial scheme, with two sources of fertilization and the presence or absence of inoculant in the seeds. The results showed no statistical difference with the physical characteristics of the plants by the type of fertilizer used, but productivity was higher when mineral fertilizer was used. In relation to the inoculant, the presence of the same provided an improvement in the productive results, but in the physical characteristics of the plants, it did not bring results. Thus, it can be concluded that the mineral fertilizer brings better results for the culture and that the presence of the inoculant brings significant gains in relation to productivity, having greater quantities of grains per ear and with greater weights.

Keywords: Wheat; Fertilizer sources; Inoculation; Factorial.

Resumen

El trigo es uno de los cereales más importantes del mundo, a partir del cual se elaboran numerosos productos alimenticios, tanto para la alimentación humana como animal. Actualmente, el cultivo representa el 30% de la producción mundial y Brasil produce alrededor de 6,30 millones de toneladas anuales. Sin embargo, una de las principales limitaciones del cultivo es su manejo y el uso eficiente del nitrógeno en el suelo, por lo que la fertilización

con abonos, especialmente con nitrógeno, es uno de los principales costes de producción del cultivo. Por ello, cada vez son más frecuentes las investigaciones que buscan alternativas que proporcionen el mismo resultado o incluso más eficiente. Así, el objetivo de esta investigación fue evaluar el efecto de la inoculación de semillas de trigo con fertilizantes organominerales y minerales. La investigación se realizó en el municipio de Machado, en un diseño de bloques al azar, en esquema factorial 2x2, con dos fuentes de fertilización y la presencia o ausencia de inoculante en las semillas. Los resultados no mostraron diferencias estadísticas con las características físicas de las plantas según el tipo de abono utilizado, pero la productividad fue mayor cuando se utilizó el abono mineral. En cuanto al inoculante, su presencia proporcionó una mejora en los resultados de producción, pero en las características físicas de las plantas no aportó resultados. Así, se puede concluir que el fertilizante mineral trae mejores resultados para el cultivo y que la presencia del inoculante trae ganancias significativas en relación a la productividad, teniendo mayores cantidades de granos por espiga y con mayores pesos.

Palabras clave: Trigo; Fuentes de abono; Inoculación; Factorial.

1. Introdução

O trigo tem se destacado por sua grande importância para a economia global, por ser um dos três cereais mais cultivados no mundo, juntamente com o milho e o arroz (Takeiti, 2015). Mundialmente representa cerca de 30% da produção mundial de grãos, com uma média de 725 milhões de toneladas por ano (USDA, 2016).

No Brasil, a área de trigo cultivado o torna como uma das principais culturas de inverno brasileiras, contudo, a sua produção de grãos, não é capaz de atender a demanda interna de consumo, seja pelo grão ou pela farinha, o que leva a necessidade de importações desses produtos, sendo, principalmente, importado da Argentina (Companhia Nacional de Abastecimento, 2021).

E, em relação a produção, a região Sul do país, é responsável por 87% de toda produção nacional. Em 2020, a região produziu cerca de 6,24 milhões de toneladas, e, este resultado é atrelado, principalmente, ao clima da região que torna favorável o cultivo de trigo (Companhia Nacional de Abastecimento, 2021).

Contudo, é fato, que altos rendimentos demandam investimentos altos, e, a viabilidade da cultura do trigo no Brasil depende especificamente de quantificar a relevância do sistema de plantio (inverno ou verão), ou seja, utilizar os recursos de forma racional e inteligente, como o solo, os insumos, os sistemas de manejo, assim, gerando contribuições significativas para a diluição de custos (Baumgratz et al., 2017).

Em relação aos custos produtivos, a adubação, em específico, a adubação nitrogenada mineral é considerada um dos maiores custos produtivos, fato a qual está ligado a volatilidade e disponibilização do nutriente (Bona et al., 2016). Todavia, a disponibilização de Nitrogênio (N) é fator determinante para o potencial de rendimento da cultura do trigo, pois, o nutriente está envolvido diretamente na síntese de proteínas, na produção de clorofila, coenzimas, fitormônios, ácidos nucleicos e metabólicos secundários (Marschner, 2012). E, na ausência desse nutriente, as plantas de trigo, apresentam um baixo crescimento, clorose (amarelecimento ou branqueamento) das folhas mais velhas e redução na produção de grãos (Marschner, 2012).

Para diminuição desses custos provenientes de adubação, pesquisas vêm sendo feitas em busca de alternativas tão ou até mais eficientes para suprir a necessidade de nitrogênio via solo.

Uma opção que se destaca é o emprego de adubação com fontes de resíduos orgânicos, popularmente conhecida como adubação orgânica, e, ganha-se destaque pelo potencial da presença de macronutrientes e de fácil obtenção e disponibilização, além disso, de inúmeros benefícios conhecidos que tangem a melhoria da qualidade do solo (Bona et al., 2016).

Contudo, altas doses de adubo orgânico não é indicado, devido o fato que o excesso pode causar elevação do pH do solo e aumentar a CTC em solos que possuem um alto teor de Fe^{2+} e Al^{2+} (Barker & Pilbeam 2015).

Vale destacar que o uso de fertilizantes organominerias que, além de fornecer N necessário às plantas, auxilia na retenção hídrica, reduzindo a densidade do solo bem como aumentando a porosidade, além de atuar na formação de agregados que diminuem a erosão do solo, aumentar a capacidade de absorção e a CTC (Fernandes et al., 2015). Outro ponto que

favorece o emprego desses adubos é que parte dos nutrientes contidos se encontram em formas que não são imediatamente disponíveis, sendo geralmente liberados lentamente no solo, além disso catiônicos presentes na forma mineral, contribuem para evitar perdas por lixiviação ou por fixação em minerais do solo, quando relacionado exclusivamente com adubos minerais (Côrrea et al., 2018).

Por outro lado, uma outra linha sugere a inoculação das sementes de trigos, principalmente que a adubação é concentrada na vertente via solo e pela vertente foliar. A estratégia de se substituir ou reduzir a necessidade de aplicação de insumos químicos é por meio do uso de bactérias promotoras de crescimento, como a *Azospirillum* spp., a qual consegue fixar o nitrogênio atmosférico (N²) e produzir fitormônios que melhoram, principalmente, o crescimento radicular (Hungria, 2011; Mus et al., 2016).

Bactérias diazotróficas, responsáveis pelo processo de fixação biológica de nitrogênio (FBN), conseguem fixar o N² e ainda disponibilizar para a cultura associada, o que faz delas, serem capazes de promover o crescimento vegetativo e gerar incrementos no desenvolvimento e na produtividade da cultura (Baldani et al., 1997), isso se deve pela produção de auxinas e a solubilização do fósforo no solo (Dartora et al., 2013), e, o gênero *Azospirillum*, é o mais comumente encontrado em associação com poáceas, como o milho e o trigo (Coelho et al., 2016).

Dentre as bactérias do gênero *Azospirillum*, a de maior potencial é a *Azospirillum brasiliense*, a qual consegue gerar diversos estímulos para o crescimento das plantas, como já mencionado, e em destaque, a FBN (Fukami et al., 2016). Todavia, a FBN consegue apenas suprir parte do N necessário (Fukami et al., 2016), sendo ainda necessário aplicação de nitrogênio via solo e/ou foliar para obter-se bons resultados (Morais et al., 2016).

Já na cultura do trigo, estudos de associação com *Azospirillum* spp., evidenciam que as bactérias se estabelecem na superfície externa da raiz, colonizando a rizosfera, o qual confirma existir uma estreita interação entre planta e bactéria (Majeed et al., 2015; Souza; Ambrosini; Passaglia, 2015).

Levando esses pressupostos em consideração, o objetivo desse estudo foi de avaliar o efeito da inoculação em relação ao efeito do tipo de adubo (orgânico ou mineral).

2. Metodologia

A pesquisa foi realizada na chácara Mumbuca, localizada na cidade de Machado, sul de Minas Gerais, situada nas coordenadas Latitude de 21°40'02'' e Longitude 45°53'22''. O solo do local é caracterizado como Latossolo Vermelho com clima ameno, sujeito a geadas, moderada deficiência hídrica, relevo suave ondulado a forte ondulado (Empresa De Pesquisa Agropecuaria De Minas Gerais, 2016).

O estudo, de caráter experimental, foi conduzido em delineamento em blocos casualizados, em esquema fatorial 2x2 (Banzatto & Kronka, 2006), sendo duas fontes de adubação (mineral e organomineral) e dois parâmetros de inoculação das sementes (presença e ausência de inoculante).

Os tratamentos constituídos foram: **T1** NPK mineral (04.14.08) sem inoculante; **T2** NPK organomineral (20.10.00) sem inoculante; **T3** NPK mineral (04.14.08) com inoculante; e, **T4** NPK organomineral (20.10.00) com inoculante. E, cada tratamento contou com cinco repetições, ou seja, 20 unidades experimentais. As parcelas, foram constituídas de uma área de 2 X 3 m, com espaçamento de 17 cm entre plantas e 20 cm entre linhas. Os tratamentos com adubação de cobertura (T1 e T3) aplicou-se NPK (46.00.00). A inoculação de sementes (T1 e T3) foi realizada imediatamente antes da semeadura, utilizando-se o produto comercial contendo *Azospirillum brasilenses* cepas AbV5 e AbV6 que é um inoculante líquido para milho e coinoculação em soja.

A variedade de trigo utilizada foi à BRS-264, sementes não certificadas, categoria "S2", com ideotipo de ciclo médio de 120 dias, moderadamente resistente a acamamento, suscetível a manchas foliares, a *Giberella* spp., a oídio e resistente a

debulha.

Após a semeadura, quando as plantas atingiram o estágio fenológico de maturação, analisou-se as seguintes variáveis: altura, número de folhas e massa fresca de parte aérea. Para a avaliação da altura utilizou-se uma fita métrica e para mensuração da matéria fresca das plantas foi pesado utilizando-se uma balança de precisão.

Os dados coletados foram tabulados em planilhas eletrônicas e submetidos à análise de variância. As médias foram comparadas entre si pelo teste Scott-Knott a 5% de probabilidade utilizando o software para análise estatística SISVAR (Ferreira, 2019).

3. Resultados e Discussão

Após as plantas de trigos atingirem estágio fenológico de maturação realizou-se as mensurações e tabulações dos dados e análises estatísticas, no qual gerou-se as tabelas demonstradas a seguir. A Tabela 1, evidencia as variáveis em estudo com relação ao tipo de adubo.

Tabela 1 – Médias dos fatores em estudo em decorrência do tipo de adubo utilizado.

	ALTURA	Nº FOLHAS	Grãos por Espiga	Peso Grãos
Mineral	48,24 A	4,25 A	51,08 A	0,033 A
Orgânico	48,58 A	4,25 A	47,42 B	0,032 B

Médias seguidas das mesmas letras na coluna, não se diferem estatisticamente com a probabilidade de 5% pelo teste de Scott-Knott.
Fonte: Autores.

Com relação ao tipo de adubo utilizado, ou seja, adubo mineral ou orgânico, em relação as características físicas das plantas, não foram constatadas diferenças estatísticas, por outro lado, em relação a produtividade, observa-se que a quantidade de grãos por espiga e o peso deles foram superiores estatisticamente diferentes nos tratamentos que empregaram o adubo mineral, conforme pode ser visualizado pela Tabela 1.

Por outro, foi analisado as médias das variáveis obtidas em relação a presença ou ausência do uso do inoculante *Azospirillum brasiliense*, estando dispostos os resultados na Tabela 2.

Tabela 2 – Médias dos fatores em estudo em decorrência da presença de inoculante utilizado.

	ALTURA	Nº FOLHAS	Grãos por Espiga	Peso Grãos
Ausência	47,82 A	4,08 A	47,83 B	0,031 B
Presença	49,00 A	4,42 A	50,67 A	0,033 A

Médias seguidas pelas mesmas letras na coluna não se diferem pelo teste de Scott-Knott com 5% de probabilidade.
Fonte: Autores.

Em relação ao uso do inoculante, as características físicas das plantas de trigo não apresentaram diferenciação, contudo, a produtividade foi afetada, evidenciando que os tratamentos que utilizaram o inoculante tiveram maior quantidade de grãos e grãos mais pesados. Em foco o inoculante, reforça-se que o uso do *Azospirillum brasiliense* é um produto que auxilia a fixação do Nitrogênio atmosférico no solo e promovendo uma maior quantidade de N disponível para a planta, o que, segundo Gargantini e Blanco (1973), proporciona um aumento na estatura das plantas, pois age diretamente no metabolismo e atua na estrutura, nas funções das células e moléculas de clorofila, assim levando ao alongamento das plantas.

A Tabela 3 evidencia o efeito do tipo de adubo e da presença ou ausência de inoculante na altura do trigo.

Tabela 3 – Altura das plantas com diferentes adubos e a presença ou não de inoculante.

	Sem Inoculante	Com Inoculante
Mineral	46,37 Bb	50,12 Aa
Orgânico	49,27 Aa	47,88 Bb

Médias seguidas pelas mesmas letras maiúsculas na coluna e letras minúsculas na linha, não se diferem pelo teste de Scott-Knott com 5% de probabilidade. Fonte: Autores.

Resultados de altura próximos aos observados por Ecco et al. (2022), principalmente a utilização mineral com o emprego do inoculante, evidenciando ganho para o desenvolvimento da cultura. Resultados muito semelhantes aos encontrados por Seben (2021), estudo que aplicou diferentes fontes nitrogenadas e mensurou o efeito dessas aplicações.

Na Tabela 4 encontra-se os resultados médios da relação do tipo de adubo com a presença ou ausência de inoculante na cultura do trigo, avaliando a média da quantidade de folhas por planta.

Tabela 4 – Número de folhas com diferentes adubos e a presença ou não de inoculante.

	Sem Inoculante	Com Inoculante
Mineral	4,00 Aa	4,50 Aa
Orgânico	4,17 Aa	4,33 Aa

Médias seguidas pelas mesmas letras maiúsculas na coluna e letras minúsculas na linha, não se diferem pelo teste de Scott-Knott com 5% de probabilidade. Fonte: Autores.

O número de folhas em todas as parcelas manteve-se entre 4 a 5, sendo a média geral de 4,25 folhas, assim, nessa variável não houve diferença estatística significativa ($p\text{-value} > 0,05$), ou seja, o tipo de adubo, seja mineral ou orgânico e a presença ou ausência de inoculante, não gera efeito de aumento ou diminuição no número de folhas de trigos no estágio fenológico de maturação.

A Tabela 5, por outro lado, possui resultado significativo ($p\text{-value} < 0,05$) com relação ao tipo de adubo, ao analisar a quantidade média de grãos por espiga em função do tipo de adubo e da presença ou ausência de inoculante.

Tabela 5 – Grãos por espiga com diferentes adubos e a presença ou não de inoculante.

	Sem Inoculante	Com Inoculante
Mineral	49,83 Aa	52,33 Aa
Orgânico	45,83 Ba	49,00 Aa

Médias seguidas pelas mesmas letras maiúsculas na coluna e letras minúsculas na linha, não se diferem pelo teste de Scott-Knott com 5% de probabilidade. Fonte: Autores.

Nota-se que o tipo de adubo produziu um efeito negativo na quantidade de grãos, sendo a menor média e estatisticamente diferente, quando não empregado o inoculante, esse que por sua vez não foi possível constatar diferença entre os tratamentos.

Com relação ao peso dos grãos em relação ao tipo de adubo e a presença ou ausência de inoculante, os dados médios são apresentados na Tabela 6.

Tabela 6 – Peso dos grãos com diferentes adubos e a presença ou não de inoculante.

	Sem Inoculante	Com Inoculante
Mineral	0,032 Ab	0,035 Aa
Orgânico	0,031 Aa	0,032 Ba

Médias seguidas pelas mesmas letras maiúsculas na coluna e letras minúsculas na linha, não se diferem pelo teste de Scott-Knott com 5% de probabilidade. Fonte: Autores.

Em relação ao peso dos grãos, pôde-se notar que no adubo mineral a presença do inoculante produziu-se um efeito positivo quando presente, proporcionando grãos mais pesados, por outro lado, no orgânico esse ponto não foi observado. Já em relação ao tratamento com inoculante, notou-se que que o mineral teve grãos mais pesados do que o com adubo orgânico.

A quantidade de grãos por espiga no estudo acabou sendo bem superior ao observado por Teixeira Filho et al. (2010), onde o qual observou-se média de aproximadamente 37 a 38 grãos por espiga em seu estudo que avaliou diferentes fontes de nitrogênio e épocas de aplicação.

Vale ressaltar de que a utilização de adubos organominerais desenvolvem uma melhora na característica do solo bem como na absorção de água, por promover o fornecimento de nutrientes para as plantas e aumentar conseqüentemente a produção da cultura (Vieira et al., 2015). Além disso, com a incorporação de matéria orgânica no solo, uma intensa atividade biológica é gerada, fazendo-se que as substâncias produzidas funcionem como “agentes cimentantes das partículas”, o que melhora a estrutura do solo e favorece a obtenção de um melhor desenvolvimento radicular (Kiehl, 2010).

Outro ponto que é peculiar aos adubos organominerais é a sua característica de liberação lenta no solo, isso pôde ser um indicativo dos baixos resultados encontrados em relação a produtividade no trigo (Embrapa, 2020).

Por outro lado, o fato de não ser avaliado dosagens dos adubos, abre-se uma posição, principalmente no que tange o organomineral, se outras dosagens podem atrelar melhores resultados, como é observado por Caixeta (2022), no qual observou que a altura, diâmetro de caule e peso de mil sementes começou a equiparar e ser maior no uso de organomineral quando este estava com a mesma dosagem do mineral.

4. Conclusão

Conclui-se que a fonte de adubo mineral proporciona melhores resultados e a presença do inoculante promoveu alguns ganhos significativos na produtividade.

Sugere-se como trabalhos futuros a avaliação de outros inoculantes que utilizam-se de outros microrganismos, além disso, a avaliação do enraizamento sistema radicular das plantas de trigo.

Referências

- Baldani, J., Caruso, L., Baldani, V. L. D., Goi, S. R., & Döbereiner, J. (1997). Recent advances in BNF with non-legume plants. *Soil Biology & Biochemistry*, 29(5–6), 911–922. [https://doi.org/10.1016/s0038-0717\(96\)00218-0](https://doi.org/10.1016/s0038-0717(96)00218-0)
- Banzatto, D. A., & Kronka, S. D. N. (2006). *Experimentação agrícola*. Funep.
- Barker, A. V., & Pilbeam, D. J. (Eds.). (2015). *Handbook of plant nutrition*. CRC press.
- Baumgratz, E., Mera, C., Fiorin, J., de Castro, N., & de Castro, R. (2017). Produção de trigo A decisão por análise econômico-financeira. *Revista De Política Agrícola*, 26(3), 8-21. Recuperado de <https://seer.sede.embrapa.br/index.php/RPA/article/view/1293/1063>
- Coelho, S. P., Galvão, J. C. C., Giehl, J., CAMPOS, S. D. A., BRITO, L., SANTOSS, T. D., & Mendonça, B. F. (2016). Influência de *Azospirillum brasiliense* no crescimento de milho em manejo orgânico e convencional. In *Congresso Brasileiro de milho e sorgo* (Vol. 31, pp. 1083-1086).
- CONAB. (2021). Companhia Nacional de Abastecimento. CONAB.gov.br – Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento.
- Corrêa, J. C., Grohskopf, M. A., Rebellatto, A., Rigo, A. Z., & Coldebella, A. (2018). Fertilization of high-yield corn with poultry litter based on nitrogen doses. *Pesquisa Agropecuaria Brasileira*, 53(3), 342–350. <https://doi.org/10.1590/s0100-204x2018000300009>

- Dartora, J., Guimarães, V. F., Marini, D., & Sander, G. (2013). Adubação nitrogenada associada à inoculação com *Azospirillum brasilense* e *Herbaspirillum seropedicae* na cultura do milho. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental/Brazilian Journal of Agricultural and Environmental Engineering*, 17(10), 1023–1029. <https://doi.org/10.1590/s1415-43662013001000001>
- Ecco, M., Junior, V. L., Lucas, V. d. P., & Nunes, R. (2022, April 24). Inoculação por diferentes produtos a base de *Azospirillum brasilense* na cultura do trigo. *Revista Ciência Agrícola*, 20(1), 9-17.
- EMPRESA, D. P. A. D. M. (2016). GERAIS. *Seleção de progênies de “mundo novo” para o programa de melhoramento de Coffea arabica L. Lavras, EPAMIG*.
- Fernandes, D. M., Grohskopf, M. A., Gomes, E. R., Ferreira, N. R., & Bull, L. T. (2015). Fósforo na solução do solo em resposta à aplicação de fertilizantes fluidos mineral e organomineral. *Irriga*, 1(1), 14–27. <https://doi.org/10.15809/irriga.2015v1n1p14>
- Ferreira, D. F. (2019). Sisvar: A computer analysis system to fixed effects split plot type designs: Sisvar. *Revista Brasileira de Biometria*, 37(4), 529–535. <https://doi.org/10.28951/rbb.v37i4.450>
- Fukami, J., Nogueira, M. A., Araujo, R. S., & Hungria, M. (2016). Accessing inoculation methods of maize and wheat with *Azospirillum brasilense*. *AMB Express*, 6(1), 3. <https://doi.org/10.1186/s13568-015-0171-y>
- Gargantini, H., Garcia Blanco, H., Haag, H. P., & Malavolta, E. (1973). Absorção de nutrientes pelo trigo. *Bragantia: boletim tecnico do Instituto Agronomico do Estado de Sao Paulo*, 32(unico), 285–307. <https://doi.org/10.1590/s0006-87051973000100016>
- Hungria, M. (2011). *Inoculação com Azospirillum brasilense: inovação em rendimento a baixo custo*. <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/879471>
- Majeed, A., Abbasi, M. K., Hameed, S., Imran, A., & Rahim, N. (2015). Isolation and characterization of plant growth-promoting rhizobacteria from wheat rhizosphere and their effect on plant growth promotion. *Frontiers in Microbiology*, 6, 198. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2015.00198>
- Marschner H, Marschner P. 2012. Marschner's mineral nutrition of higher plants. Waltham (MA): Elsevier/Academic Press. 672 p.
- Morais, T. P. de, Brito, C. H. de, Brandão, A. M., & Rezende, W. S. (2016). Inoculation of maize with *Azospirillum brasilense* in the seed furrow. *Ciencia agronomica*, 47(2). <https://doi.org/10.5935/1806-6690.20160034>
- Mus, F., Crook, M. B., Garcia, K., Garcia Costas, A., Geddes, B. A., Kouri, E. D., Paramasivan, P., Ryu, M.-H., Oldroyd, G. E. D., Poole, P. S., Udvardi, M. K., Voigt, C. A., Ané, J.-M., & Peters, J. W. (2016). Symbiotic nitrogen fixation and the challenges to its extension to nonlegumes. *Applied and Environmental Microbiology*, 82(13), 3698–3710. <https://doi.org/10.1128/aem.01055-16>
- Seben, M. S. (2022). *Diferentes fontes de fertilização nitrogenada no trigo e a dinâmica do ph do solo*. Engenharia Agrônômica.
- Souza, R. de Ambrosini, A., & Passaglia, L. M. P. (2015). Plant growth-promoting bacteria as inoculants in agricultural soils. *Genetics and Molecular Biology*, 38(4), 401–419. <https://doi.org/10.1590/S1415-475738420150053>
- Takeiti, C. Y. (2015). Trigo. *Brasília: Agência Embrapa de Informação Tecnológica*.
- Teixeira Filho, M. C. M., Buzetti, S., Andreotti, M., Arf, O., & Benett, C. G. S. (2010). Doses, fontes e épocas de aplicação de nitrogênio em trigo irrigado em plantio direto. *Pesquisa Agropecuaria Brasileira*, 45(8), 797–804. <https://doi.org/10.1590/s0100-204x2010000800004>
- USA. (2016). Department of Agriculture. USDA.gov - United States Department of Agriculture. <http://www.usda.gov>.
- Vieira, V. M., Faé, G. S., Eichelberger, L., Lemainski, J., da Silva Acosta, A., Strieder, M. L., ... & Antunes, J. M. (2015). *Validação da cultivar de soja BRS 5601RR*.