

Avaliação agrônômica da cama de frango no manejo nutricional na cultura do trigo (*Triticum aestivum*)

**Agronomic evaluation of poultry litter in nutrient management in Wheat (*Triticum aestivum* L.)
cultivation**

**Evaluación agronómica de la cama de pollo en el manejo nutricional en el cultivo de trigo (*Triticum
aestivum* L.)**

Recebido: 23/04/2026 | Aceito: 28/04/2026 | Publicado: 29/04/2026

Murilo Incerte Dias

ORCID: <https://orcid.org/0009-0003-3097-0091>
Universidade Cesumar, Brasil
E-mail: incertemurilo@gmail.com

Stephanie Abisag Sáez Meyer Piazza

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8301-6734>
Universidade Cesumar, Brasil
E-mail: s.meyer.piazza@gmail.com

Pedro Luan Ferreira da Silva

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5520-7920>
Universidade Cesumar, Brasil
E-mail: pedroluanferreira@gmail.com

Amanda Eustachio Pereira

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9770-3719>
Universidade Estadual de Londrina, Brasil
E-mail: maeustachio1998@hotmail.com

Jean Evens Alcinat

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0910-399X>
Universidade Cesumar, Brasil
E-mail: alcinajeanevens@gmail.com

Edneia Aparecida de Souza Paccola

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3182-3224>
Universidade Cesumar, Brasil
E-mail: edneia.paccola@unicesumar.edu.br

Anny Rosi Mannigel

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3371-802X>
Universidade Cesumar, Brasil
E-mail: anny.mannigel@unicesumar.edu.br

Resumo

O trigo (*Triticum aestivum*) é um dos cereais de maior importância para a economia mundial, sendo utilizado tanto para alimentação humana como animal. Devido aos elevados custos de produção, o seu cultivo acabou se tornando menos atrativo. O objetivo desse estudo foi avaliar o uso da cama de frango de corte em substituição à adubação nitrogenada na produtividade do trigo em Latossolo Vermelho do estado do Paraná. O trabalho foi realizado em Bom Sucesso no Paraná, com os seguintes tratamentos: T1- Testemunha (ausência de adubação); T2- 2 t ha⁻¹ de Cama de Frango; T3- 1 t ha⁻¹ de Cama de Frango; T4- 3 t ha⁻¹ de Cama de Frango e T5- 250 kg ha⁻¹ do formulado 10-15-15. A cama de frango aplicada neste experimento foi obtida na propriedade rural onde o experimento foi implantado oriundo de sistema de criação de frango de corte. Cada tratamento foi aplicado em uma parcela de 5x5 m, com 4 repetições por tratamento em delineamento inteiramente casualizado. Avaliou-se as variáveis morfológicas e reprodutivas do trigo via análise de variância. O tratamento 4 (3 t ha⁻¹ de cama de Frango) apresentou-se como uma boa alternativa à adubação mineral 5 (250 kg ha⁻¹ de 10-15-15), tendo em vista que ele se igualou as características morfológicas da planta quando comparado ao tratamento 5 e foi mais lucrativo ao produtor. Conclui-se, portanto, por meio deste trabalho que a adubação orgânica com cama de frango é uma alternativa eficiente para reduzir os custos de produção com adubação no trigo.

Palavras-chave: Cereal; Custo de produção; Cama de frango; Cultivo de inverno.

Abstract

Wheat (*Triticum aestivum*) is one of the most economically important cereal crops worldwide, being used for both human consumption and animal feed. Owing to the high production costs, its cultivation has become less attractive. The objective of this study was to evaluate the use of broiler poultry litter as a substitute for nitrogen fertilization on wheat yield in a Red Latosol in the state of Paraná, Brazil. The experiment was conducted in Bom Sucesso, Paraná State, Brazil, under the following treatments: T1 – control (no fertilisation); T2 – 2 t ha⁻¹ of poultry litter; T3 – 1 t ha⁻¹ of poultry litter; T4 – 3 t ha⁻¹ of poultry litter; and T5 – 250 kg ha⁻¹ of the 10-15-15 mineral fertiliser. The poultry litter used in this experiment was obtained from the same farm where the trial was established, originating from a broiler production system. Each treatment was applied to a 5 × 5 m plot, with four replicates per treatment arranged in a completely randomised design. Morphological and reproductive variables of wheat were assessed through analysis of variance. Treatment 4 (3 t ha⁻¹ of poultry litter) proved to be a viable alternative to mineral fertilisation (Treatment 5: 250 kg ha⁻¹ of 10-15-15), as it achieved comparable plant morphological characteristics while providing greater economic return to the farmer. It can therefore be concluded that organic fertilisation using poultry litter is an effective strategy for reducing fertiliser-related production costs in wheat cultivation.

Keywords: Cereal crop; Production costs; Poultry litter; Winter cropping.

Resumen

El trigo (*Triticum aestivum*) es uno de los cereales de mayor importancia para la economía mundial, siendo utilizado tanto para la alimentación humana como animal. Debido a los elevados costos de producción, su cultivo se ha vuelto menos atractivo. El objetivo de este estudio fue evaluar el uso de la cama de pollo de engorde como sustituto de la fertilización nitrogenada en la productividad del trigo en un Latosol Rojo del estado de Paraná, Brasil. El experimento se llevó a cabo en Bom Sucesso, en el estado de Paraná (Brasil), con los siguientes tratamientos: T1 - Testigo (ausencia de fertilización); T2 - 2 t ha⁻¹ de cama de pollo; T3 - 1 t ha⁻¹ de cama de pollo; T4 - 3 t ha⁻¹ de cama de pollo; y T5 - 250 kg ha⁻¹ del fertilizante formulado 10-15-15. La cama de pollo utilizada en el experimento fue obtenida en la misma propiedad rural donde se instaló el ensayo, proveniente de un sistema de producción de pollos de engorde. Cada tratamiento se aplicó en parcelas de 5 × 5 m, con cuatro repeticiones por tratamiento, en un diseño completamente al azar. Se evaluaron variables morfológicas y reproductivas del trigo mediante análisis de varianza. El tratamiento T4 (3 t ha⁻¹ de cama de pollo) se presentó como una alternativa viable a la fertilización mineral T5 (250 kg ha⁻¹ de 10-15-15), ya que mostró características morfológicas similares y mayor rentabilidad para el productor. Se concluye que la fertilización orgánica con cama de pollo es una alternativa eficiente para reducir los costos de producción en el cultivo de trigo.

Palabras clave: Cereal; Costo de producción; Cama de pollo; Cultivo de invierno.

1. Introdução

O trigo (*Triticum aestivum*) é um dos cereais de maior importância para o desenvolvimento da agropecuária mundial e serve como base para alimentação humana e animal (Cotrim et al., 2016). O seu cultivo geralmente ocorre em áreas subtropicais, concentrando-se, principalmente em regiões dos estados do Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul (Souza et al., 2013). Contudo, em algumas áreas, o cultivo acabou sendo deixado de lado, devido aos altos custos com adubação e elevada demanda nutricional da cultura após sucessivos programas de melhoramento (Woo, Riley & Wu, 2020). O nitrogênio é um dos elementos mais requeridos pela cultura e a incorporação do elemento via solo, por exemplo, consegue aumentar a produtividade em até 92,18% (Yokamo et al., 2023), a diferença de produtividade entre a dose 0 e 100 kg ha⁻¹ foi de 11% em um Chenossolo háplico da Romênia (Miroslavljević et al., 2025). Contudo, Feyisa, Jiao e Mojo (2024) constataram que o excesso de N no solo também pode comprometer a produtividade do trigo até um pico máximo, que pode ser superado através da adição de matéria orgânica.

Para a cultura do trigo, geralmente recomenda-se aplicar cerca de 15 a 25 kg ha⁻¹ de Nitrogênio na semeadura, visando proporcionar um crescimento inicial com vigor adequado, porém quantidades excessivas desse elemento na semeadura não é recomendada, pois a planta está em fase inicial de crescimento, e ainda depende das reservas contidas nas sementes (Taiz et al., 2016). Uma alternativa sustentável para aumentar a concentração de N no solo e melhorar a resposta é a utilização de cama de frango (Bottrel et al., 2023). Estudos como o de Demari et al. (2016) constataram que a associação de cama de frango com a ureia aumentou o rendimento de grãos do trigo. Segundo Silva et al. (2014) e Borges et al. (2015), o fluxo constante dos nutrientes fornecidos pela adubação orgânica, através da adição de cama de frango pode disponibilizar os elementos

necessários para o desenvolvimento da cultura, contudo a liberação é um pouco mais lenta e depende da mineralização do material pelos microrganismos (Pereira et al., 2021).

A adubação orgânica surge como uma alternativa para diminuir a necessidade por adubação mineral, além de reduzir os custos de produção e melhorar a preservação do ambiente (Briedis et al., 2011; Oyebiyi et al., 2026). A cama de frango se destaca devido a intensificação na produção de aves, fatores como o elevado índice de conversão alimentar e curto período de criação, proporcionam uma frequente disponibilidade deste material para poder ser utilizado como adubo orgânico pelos produtores rurais (Figuerola et al., 2012; Valadão et al., 2011; Pereira et al., 2021; Bottrel et al., 2023). A adubação orgânica com cama de frango de corte, além de proporcionar um destino ambientalmente adequado para o resíduo, possui nutrientes para as plantas e altos teores de matéria orgânica, resultando em uma melhoria nas propriedades físicas, químicas e biológicas do solo, sendo que quando bem feita, pode substituir parcial ou totalmente a adubação mineral (Briedis et al., 2011; Santos, 2011; Deinert, 2024).

A hipótese desse estudo é que a utilização de cama de frango consegue suprir a demanda da cultura do trigo por N em substituição ao fertilizante nitrogenado. O objetivo desse estudo foi avaliar o uso da cama de frango de corte em substituição à adubação nitrogenada na produtividade do trigo em Latossolo Vermelho do estado do Paraná.

2. Metodologia

O trabalho foi realizado na Fazenda Santa Bárbara, em Bom Sucesso, Paraná (23° 42'34" S, 51°45'42" W) e 548 m de altitude. Realizou-se uma pesquisa experimental, em campo, de natureza quantitativa (Pereira et al., 2018).

De acordo com a classificação de Köppen, o clima da região é caracterizado como subtropical úmido (Cfa) com verões quentes e úmidos (Alvares et al., 2014). A precipitação média anual é de 1500 mm (Salton et al., 2016), com temperatura variando de 22 a 18°C nos meses mais quentes e frios, respectivamente e umidade relativa do ar em 80% (Figueiredo, 2010). O solo da área experimental foi caracterizado como Latossolo Vermelho, resultante da decomposição de rochas basálticas. A caracterização física do solo na camada de 0-10 cm de profundidade, com médias de 60, 34 e 94 g kg⁻¹ de areia fina, areia grossa e total, respectivamente, 256 g kg⁻¹ de silte e 650 g kg⁻¹ de argila e a caracterização química do solo está apresentada na Tabela 1, para a camada de 0-20 cm de profundidade.

Tabela 1 - Caracterização química do Argissolo na camada de 0-20 cm de profundidade, em Bom Sucesso, Paraná.

pH	V	CTC	SB	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	H+Al	P
CaCl ₂	----- % -----				----- cmol _c dm ⁻³ -----			mg dm ⁻³
5,4	69,5	9,2	6,4	0,05	4,2	1,7	2,8	10,0

Nota: Análises realizadas de acordo com o Manual de Métodos de análise de solo da Embrapa (Teixeira et al., 2017).
Fonte: Os autores (2021).

O delineamento experimental adotado foi o inteiramente casualizados com cinco tratamentos e quatro repetições. Os tratamentos foram compostos por diferentes doses de cama de frango e adubação convencional com NPK formulado: T1 - (Sem adubação – tratamento testemunha), T2- 2,0 t ha⁻¹ de cama de frango, T3- 1,0 t ha⁻¹ de cama de frango, T4- 3,0 t ha⁻¹ de cama de frango e T5- 250 kg ha⁻¹ do formulado 10-15-15. A dose de 2,0 t ha⁻¹ de cama de frango foi utilizada como referência, ou dose padrão adotada pelos produtores da região de Bom Sucesso, PR. A dose de 250 t ha⁻¹ do formulado 10-15-15 foi recomendada com base na análise de solo da área experimental e na demanda da cultura do trigo com base no manual de adubação e calagem para o estado do PR (Wiethölter, 2011). A cama de frango utilizada no experimento foi oriunda da

propriedade rural onde o experimento foi instalado e a análise química encontra-se apresentada na Tabela 2.

Tabela 2 - Análise química de cama de frango utilizada como adubo orgânico no experimento.

N	P	K	Ca	Mg	Cu	Fe	Mn	Zn	pH
----- g kg ⁻¹ -----				----- mg kg ⁻¹ -----				CaCl ₂	
2,89	2,15	3,88	2,45	1,36	512,0	348,37	544,0	461,0	8,2

Nota: Análises realizadas de acordo com o Manual de Métodos de análise de solo da Embrapa (Teixeira et al., 2017).
 Fonte: Os autores (2021).

A unidade experimental foi composta por uma parcela por tratamento, cada parcela possuía área total de 5 x 5 m, totalizando 25 m². As repetições foram representadas pelas linhas dentro dos tratamentos, ou seja, em cada parcela havia 4 linhas centrais, que representavam as pseudorepetições. Nas linhas foram semeadas 80 sementes de trigo por metro linear, de forma manual, a lanço, adotando a cultivar BRS 220. Aos 170 dias após a semeadura, as plantas de trigo da parte central da parcela foram colhidas, respeitando a área de bordadura de cada parcela. Após a colheita, o trigo foi analisado através dos seguintes componentes agrônômicos e de rendimento: Produtividade (P, kg ha⁻¹) com a umidade dos grãos ajustada em 13%; peso de mil grãos (PMG, g) utilizando balança de precisão com margem de erro de ±0,001 g; peso da parte aérea (PPA, g) usando balança de precisão para a obtenção de massa da base caulinar até o ápice da folha bandeira; altura de planta (AP, cm) – mensurada com o uso de uma fita métrica, da base do colmo até o ápice da folha bandeira; número de perfilhos (NP) – essa variável foi analisada antes da colheita do trigo, quando os perfilhos atingiram o estágio reprodutivo (10.5), quando as espigas estavam em fase final de florescimento, conforme a escala de Zadoks (1974).

No final do ciclo da cultura, após a coleta dos dados das variáveis que foram analisadas, os dados foram submetidos a análise estatística pelo *software* Sisvar (Ferreira, 2019), sendo então feito o teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade para os tratamentos que apresentaram diferença significativa.

3. Resultados e Discussão

Os valores médios de peso da parte aérea (PPA), altura de planta (AP), número de perfilho (NP), peso de mil grãos (PMG) e produtividade, encontram-se apresentados na Tabela 3. Apesar de numericamente menor, não houve diferença significativa ($p < 0,05$) entre o tratamento testemunha e as doses de 2,0 (T1) e 1,0 (T2) t ha⁻¹ para PPA e AP. A utilização do formulado de NPK na dose de 250 kg ha⁻¹ (T5) apesar de maior que os tratamentos T1, T2 e T3 não diferiu do T4 para o PPA, com médias de 10,5 g para o T5 e 9,5 g para o T4, uma diferença de apenas 9,52% (Tabela 3).

Tabela 3 - Valores médios para caracteres agronômicos do trigo em função de diferentes doses de cama de frango e adubação com formulado de NPK.

Tratamento	PPA	AP	NP	PMG	Produtividade
	(g)	(cm)	---	(g)	kg ha ⁻¹
T1 -Testemunha	8,0 b	51,8 b	0,9 d	34,0 a	2011,1 b
T2 - 2,0 t ha ⁻¹	8,5 b	68,5 a	2,3 b	40,9 a	3208,9 a
T3 - 1,0 t ha ⁻¹	8,7 b	69,5 a	2,5 b	40,9 a	3319,5 a
T4 - 3,0 t ha ⁻¹	9,5 a	63,6 a	1,4 c	39,6 a	3537,1 a
*T5 - 250 kg ha ⁻¹	10,5 a	67,8 a	2,7 a	35,2 a	3129,0 a
CV %	9,0	64,2	9,7	12,6	15,4

Nota: *Médias seguidas de letras distintas na coluna, diferem entre si ao nível de 5% pelo teste de Scott-Knott. PPA - Peso da Parte Aérea; NP - Número de perfilhos por planta; AP = Altura de Plantas; PMG = Peso de mil grãos; *250 kg ha⁻¹ do formulado NPK (10-15-15).

Fonte: Os autores (2021).

Conforme pode ser observado na Tabela 3, os tratamentos que apresentaram resultado satisfatório para altura de planta (AP) foram o T5 com a aplicação de 250 kg ha⁻¹ de adubação mineral, seguido do tratamento 4. Respostas semelhantes foram encontrados por Wietholter et al. (1994) ao avaliarem o uso de cama de frango em comparação com o uso de adubo mineral. De acordo com Wiethölter (2011) a adubação orgânica pode suprir a necessidade das plantas por nutrientes, explicando dessa forma o resultado satisfatório com a dose de 3,0 t ha⁻¹ que foi estatisticamente igual ao uso do formulado químico, T5 (Tabela 3).

Ressalte-se que a disponibilidade de N em quantidade suficiente para satisfazer as necessidades da planta é um dos fatores determinantes ao rendimento potencial da cultura do trigo, tendo em vista que este elemento é o encontrado em maior concentração nos tecidos dos vegetais, atuando na síntese de proteínas, clorofila, coenzimas e fitormônios (Marschner, 1995; Pikula et al., 2026). Cabe mencionar que a cama de frango apresenta baixa relação de carbono/nitrogênio (Figuroa et al., 2012) o que pode beneficiar a disponibilidade de nutrientes às plantas, principalmente do nitrogênio.

Estudos como o de Cruz Junior et al. (2019) constataram resultados semelhantes aos obtidos no presente estudo para a variável altura de planta (Tabela 3), ou seja, as fontes (adubos) não diferiram entre si ($p < 0,04$), porém proporcionaram resposta superior à condição sem adubação (Testemunha). Esse resultado pode ser decorrente de melhores condições na fertilidade proporcionada pela aplicação do adubo orgânicos, que nesse caso também atuam para melhoria da estrutura do solo, proporcionando um ambiente mais favorável para o desenvolvimento do sistema radicular (Melo et al., 2019; Ray et al., 2025). Salienta-se que a adubação orgânica também pode contribuir para o fornecimento de micronutrientes, suprimindo boa parte das demandas da cultura, conforme constatado por Wiethölter (2011).

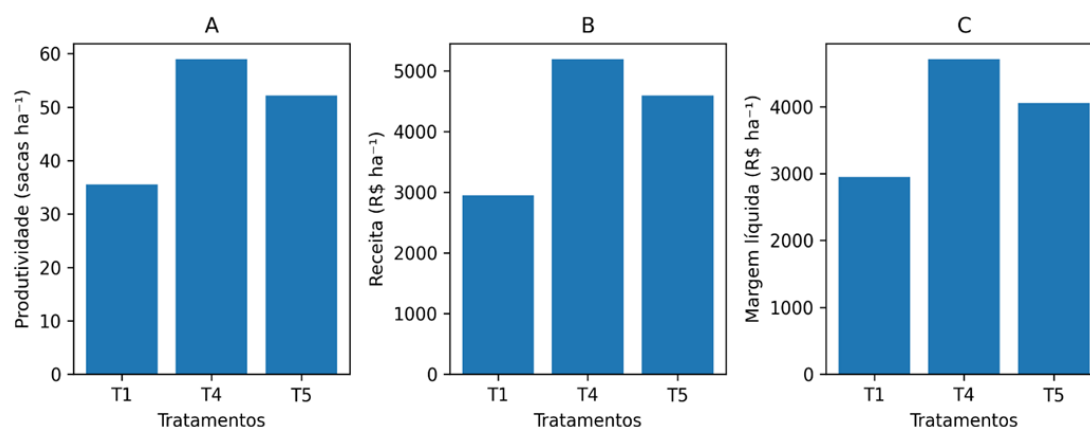
Ao se avaliar a variável produtividade, verificou-se que não houve diferença significativa) entre as doses de cama de frango e o adubo mineral, contudo foram superiores ao tratamento testemunha (Tabela 3). Os estudos de Wiethölter et al. (1994) e de Cruz Junior et al. (2019) também reportam respostas semelhantes sobre o efeito de uso de adubos orgânicos e minerais na produtividade do trigo. Por outro lado, Silva et al. (2019) constataram superioridade nos resultados de produtividade ao usarem adubo mineral em detrimento ao uso de adubos orgânicos.

Gasparin et al. (2017) observaram um incremento do número de perfilhos por planta de 70% ao utilizarem tratamento com adubo organomineral na cultura trigo, diferente dos resultados obtidos no presente trabalho, no qual o T5 (adubação

mineral) se mostrou muito mais efetivo. Provavelmente, o tratamento com adubação mineral proporcionou o maior número de perfilhos em virtude da disponibilização mais rápida de nitrogênio, pois, conforme Ramos (1973) o N deve estar disponível no estágio de perfilhamento, ocasião na qual este nutriente é muito relevante na determinação do número de perfilhos por planta.

Para o peso de mil grãos, observa-se que não houve diferença significativa entre os tratamentos avaliados, diferentemente dos resultados constatados por Silva et al. (2019), eles constataram diferença significativa para o peso de mil grãos para a adubação mineral quando comparado à adubação orgânica. Segundo Figueroa et al. (2012), esse aspecto também foi observado em outros trabalhos com trigo, sendo a massa de mil grãos e a produtividade influenciadas pela adubação nitrogenada, principalmente quando o nitrogênio é aplicado nas etapas iniciais de desenvolvimento das plantas. Do ponto de vista econômico, buscando-se diminuir os custos de produção com a adubação química, foi feita uma análise da rentabilidade obtida pelo produtor rural comparando-se os tratamentos 4 e 5 que obtiveram os melhores desempenhos neste trabalho, sendo o resultado encontrado na Figura 1.

Figura 1 - Análise econômica da cultura do trigo cultivada com adubação mineral e orgânica.



Nota: Preço da saca da Trigo no Paraná - R\$88,00 (Copagril). Adubação convencional com NPK formulado: T1- (Sem adubação – tratamento testemunha), T2- 2,0 t ha⁻¹ de cama de frango, T3- 1,0 t ha⁻¹ de cama de frango, T4- 3,0 t ha⁻¹ de cama de frango e T5- 250 kg ha⁻¹ do formulado 10-15-15.

Fonte: Os autores (2021).

Conforme pode ser visto na Figura 1, o tratamento que promoveu maior rentabilidade ao produtor rural foi o tratamento 4 que aplicou 3 toneladas por hectare de cama de frango. Mesmo que no ponto de vista de produtividade o tratamento 5 não tenha sido estatisticamente superior ao 4, seu custo de aplicação acabou interferindo no retorno econômico final de modo que ao aplicar o adubo 10-15-15 na quantidade de 250 kg ha⁻¹ o produtor teve um ganho extra de R\$ 1.107,57 por hectare.

No que se refere ao tratamento 4, como o produto obtido na adubação orgânica foi proveniente da própria propriedade, embora não houve custo nenhum de aquisição do adubo, os produtores possuem a opção de vender a tonelada de cama de frango a R\$ 160 reais a tonelada no mercado regional, sendo este valor classificado como custo de oportunidade no qual o produtor deixaria de vender para aplicar como fonte de adubo na cultura do trigo. Desta forma, o retorno econômico obtido por hectare foi de R\$ 1.758,72, apresentando um ganho de R\$ 651,15 reais por hectare quando comparado a adubação mineral.

4. Conclusão

Conclui-se por meio deste trabalho que a adubação orgânica via cama de frango na cultura do trigo é uma alternativa viável para suprir a necessidade nutricional da cultura e permitir uma redução de custos com adubação mineral pelo produtor rural. Nesse caso, a melhor adubação foi a que ofereceu 3 toneladas por hectare de cama de frango, e, além de proporcionar desempenho similar aos parâmetros morfológicos da planta quando comparado com a adubação mineral, ainda proporcionou maior lucratividade ao produtor rural. É importante que o produtor, ao escolher a cama de frango, leve em conta a necessidade nutricional da cultura e também a composição química do adubo orgânico que está sendo aplicado, de modo que garanta um bom uso da técnica.

Referências

- Alvares, C. A., Stape, J. L., Sentelhas, P. C., Gonçalves, J. L. M., & Sparovek, G. (2013). Köppen's climate classification map for Brazil. *Meteorologische Zeitschrift*, 22(6), 711–728. <https://doi.org/10.1127/0941-2948/2013/0507>
- Borges, R. E., Menezes, J. F. S., Simon, G. A., & Benites, V. (2015). Eficiência da adubação com organomineral na produtividade de soja e milho. *Global Science and Technology*, 8(1).
- Bottrel, S. C., Ribeiro, F. C. C., Cavalcanti, R. S., & Coura, F. M. (2023). Uso da cama de frango fermentada e não fermentada na adubação de culturas agrícolas. *Research, Society and Development*, 12(1), e7512139268. <https://doi.org/10.33448/rsd-v12i1.39268>
- Briedis, C., et al. (2011). Efeito primário e residual de resíduos orgânicos de abatedouro de aves e suínos na produtividade do trigo. *Revista Verde*, 6(2), 221–226.
- Cotrin, M. F., Alvarez, R. C. F., & Seron, A. C. C. (2016). Qualidade fisiológica de sementes de trigo em resposta à aplicação de *Azospirillum brasilense* e ácido húmico. *Revista Brasileira de Engenharia de Biosistemas*, 10(4), 349–357.
- Cruz Junior, N. R. F., Mumbach, G. L., Bona, F. D., Gabriel, C. A., & Gatiboni, L. C. (2018). Diferentes fontes de adubação apresentam resposta similar no rendimento de trigo. In *Anais da XII Reunião Sul Brasileira de Ciência do Solo*.
- Demari, G. H., Carvalho, I. R., Nardino, M., Follmann, D. N., Souza, V. Q., Somavilla, L., & Basso, C. J. (2016). Cama de aves como alternativa para adubação nitrogenada em trigo. *Revista Cultivando o Saber*, 9(2).
- Ferreira, D. F. (2011). Sisvar: A computer statistical analysis system. *Ciência e Agrotecnologia*, 35(6), 1039–1042.
- Ferreira, D. F. (2019). SISVAR: A computer analysis system for fixed effects split plot type designs. *Revista Brasileira de Biometria*, 37(4), 529–535. <https://doi.org/10.28951/rbb.v37i4.450>
- Feyisa, D. S., Jiao, X., & Mojo, D. (2024). Wheat yield response to chemical nitrogen fertilizer application in Africa and China: A meta-analysis. *Journal of Soil Science and Plant Nutrition*, 24, 102–114. <https://doi.org/10.1007/s42729-023-01609-5>
- Figueiredo, R. M. (2010). *O estudo da paisagem do município de Bom Sucesso – PR. frango* [Trabalho de conclusão de curso]. Universidade Estadual de Londrina.
- Figuroa, E. A., Escosteguy, P. A., & Wiethölter, S. (2012). Dose de esterco de ave poedeira e suprimento de nitrogênio à cultura do trigo. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 16(7), 714–720.
- Gasparin, E., Santos, J. A. A., Bartz, R. L., Ferro, A. E. M. M., & Vincenzi, S. L. (2017). Crescimento do trigo com diferentes tipos de adubação. *Engenharia na Agricultura*, 25(5), 469–477.
- Marschner, H. (1995). *Mineral nutrition of higher plants*. Academic Press.
- Melo, T. R., Figueiredo, A., Machado, W., et al. (2019). Changes in soil structural stability after in natura and composted chicken manure application. *International Journal of Recycling of Organic Waste in Agriculture*, 8, 333–338. <https://doi.org/10.1007/s40093-019-0250-1>
- Mirosavljević, M., Momčilović, V., Aćin, V., Jocković, B., Timić, J., & Jaćimović, G. (2025). Wheat, barley, and triticale response to nitrogen fertilization in Pannonian environment. *Agriculture*, 15, 683. <https://doi.org/10.3390/agriculture15070683>
- Oyebiyi, O. O., Laezza, A., Hoque, M. M., Thammavongsa, S., Li, M., Tsipas, S., Tasiopoulos, A. J., Scopa, A., & Drosos, M. (2026). Organic amendments for sustainable agriculture: Effects on soil function, crop productivity and carbon sequestration under variable contexts. *C*, 12(1), 7. <https://doi.org/10.3390/c12010007>
- Pereira, A. S. et al. (2018). *Metodologia da pesquisa científica*. [free ebook]. Santa Maria. Editora da UFSM
- Pereira, M. E., Varanda, L. D., Carvalho, N. R., Sette Jr., C. R., Padua, F. A., De Conti, A. C., & Yamaji, F. M. (2021). Biochar produced from poultry litter waste. *Research, Society and Development*, 10(11), e351101119704. <https://doi.org/10.33448/rsd-v10i11.19704>

- Pikuła, W., Jańczak-Pieniżek, M., & Szpunar-Krok, E. (2026). Role of nitrogen fertilization in mitigating drought-induced physiological stress in wheat seedlings. *Agriculture*, 16(3), 337. <https://doi.org/10.3390/agriculture16030337>
- Ramos, M. (1973). Efeitos do nitrogênio e fósforo sobre características agrônômicas da variedade de trigo IAS 54 e suas relações com a produção. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 8, 213–216.
- Ray, R. L., Kularathna, K. M., Griffin, R. W., Abeysingha, N., Woldesenbet, S., Elhassan, A., Awal, R., & Fares, A. (2025). Enhancing plant and soil health through organic amendments in a humid environment. *Results in Soil and Plant Science*. <https://doi.org/10.1016/j.rhisph.2025.101126>
- Salton, F. G., Morais, H., Caramori, P. H., & Borrozzino, E. (2016). Climatologia dos episódios de precipitação em três localidades no estado do Paraná. *Revista Brasileira de Meteorologia*, 31(4), 626–638. <https://doi.org/10.1590/0102-7786312314b20150108>
- Santos, L. B. dos. (2011). Substituição da adubação nitrogenada mineral pela cama de frango na sucessão aveia e milho [Dissertação de mestrado em Agronomia]. Universidade Estadual do Oeste do Paraná.
- Silva, G. U., Soares, F. C., Parizi, A. R. C., Santos, L. C., Santos, P. R. F., & Essi, R. (2014). Efeito da adubação mineral e organomineral. In *Anais do Salão Internacional de Ensino, Pesquisa e Extensão*, 6(2).
- Silva, R. G., Borsoi, A., Lima, P. R., Pinto, J. S., Daniel, C., & Lavratti, M. B. (2019). Adubação orgânica e química na cultura do trigo. *Revista Cultivando o Saber*, 12(3), 292–300.
- Souza, P. W., Bonfim-Silva, E. M., Schlichting, A. F., & Silva, M. C. (2013). Desenvolvimento inicial de trigo sob doses de nitrogênio em Latossolo Vermelho de Cerrado. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 17(6), 575–580.
- Taiz, L., Zeiger, E., Møller, I. M., & Murphy, A. (2016). *Plant physiology and development*. Sinauer Associates.
- Valadão, F. C. A. (2011). Variação nos atributos do solo em sistemas de manejo com adição de cama de frango. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 35, 2073–2082.
- Wiethölter, S. (2011). *Trigo no Brasil: Fertilidade do solo*. Embrapa.
- Wietholter, O., Siqueira, J. F., Peruzzo, G., & Bem, J. (1994). Efeito de fertilizantes minerais e organominerais nos rendimentos de culturas. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 29(5), 713–724.
- Woo, D. K., Riley, W. J., & Wu, Y. (2020). More fertilizer and impoverished roots required for improving wheat yields and profits under climate change. *Field Crops Research*, 249, 107756. <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2020.107756>
- Yokamo, S., Irfan, M., Huan, W., Wang, B., Wang, Y., Ishfaq, M., Lu, D., Chen, X., Cai, Q., & Wang, H. (2023). Global evaluation of key factors influencing nitrogen fertilization efficiency in wheat: A recent meta-analysis (2000–2022). *Frontiers in Plant Science*, 14, 1272098. <https://doi.org/10.3389/fpls.2023.1272098>
- Zadoks, J. C., Chang, T. T., & Konzak, C. F. (1974). A decimal code for the growth stages of cereals. *Weed Research*, 14, 415–421.