

## Produtividade do Trigo sob cultivo no sistema de plantio direto.

Guilherme Bigas<sup>1\*</sup> ;Ellen Toews Doll Hojo<sup>1</sup> Ronaldo Hissayuki Hojo<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Acadêmico do curso de Agronomia, Centro Universitário Assis Gurgacz (FAG), Cascavel, Paraná. <sup>2</sup>

Pesquisador do IDR-Paraná

\*guilhermebigas67@gmail.com

**Resumo:** A cultura do trigo no sistema de plantio direto relacionado com o uso de plantas de coberturas exerce grande contribuição na melhoria e/ou manutenção da fertilidade física e química do solo, e também no controle de doenças. Neste sentido, objetivou-se com este trabalho avaliar o benefício da utilização de plantas de cobertura na qualidade e produtividade da cultura do Trigo. O experimento foi conduzido na estação experimental de pesquisa do Instituto Agrônomico do Paraná (IAPAR), em Santa Helena, no Paraná, entre os meses de maio de 2023 a Setembro de 2023. O delineamento experimental utilizado foi blocos casualizados (DBC), com 6 tratamentos e quatro repetições, totalizando 24 unidades experimentais, sendo utilizadas diferentes cultivares em mix de cobertura. Cada tratamento havia diferentes densidades de sementes, os tratamentos foram: T1- Nabo Forrageiro IPR 116 (10 kg ha<sup>-1</sup>) + Aveia Preta IPR Cabocla (70 kg ha<sup>-1</sup>), T2 – Nabo Forrageiro IPR 116 (2 kg ha<sup>-1</sup>) + Aveia Preta IPR Cabocla (38 kg ha<sup>-1</sup>), T3 – Nabo Forrageiro IPR 116 (2 kg ha<sup>-1</sup>) + Aveia Preta IPR Cabocla (20 kg ha<sup>-1</sup>) + Centeio Forrageiro IPR 89 (25 kg ha<sup>-1</sup>) + Ervilha Forrageira IPR 83 (30 kg ha<sup>-1</sup>), T4 – Guandu IPR 43 Aratã (9 kg ha<sup>-1</sup>) + Trigo Mourisco IPR 92 Altar (15 kg ha<sup>-1</sup>) + Aveia Branca IPR Esmeralda (20 kg ha<sup>-1</sup>) + Nabo Forrageiro IPR 210 (2 kg ha<sup>-1</sup>), T5 – Trigo Mourisco IPR 92 Altar (27 kg ha<sup>-1</sup>) + Nabo Forrageiro IPR 210 (1,75 kg ha<sup>-1</sup>) + Milheto ADR 300 (5 kg ha<sup>-1</sup>) + *Crotalaria Spectabilis* (5 kg ha<sup>-1</sup>) + *Crotalaria Ochroleuca* (3,3 kg ha<sup>-1</sup>) e T6 – Aveia Branca IPR Suprema (30 kg ha<sup>-1</sup>) + Aveia Preta IAPAR 61 (25 kg ha<sup>-1</sup>) + Ervilhaca Peluda (15 kg ha<sup>-1</sup>). Os parâmetros avaliados foram a (massa de mil grãos), Potencial Hidrogeniônico (pH) e produtividade. O uso de plantas de cobertura na sucessão do trigo é viável no sistema de plantio direto. A produtividade de grãos do trigo é positivamente influenciada pelo consórcio de plantas de cobertura, especificamente na combinação T4 (guandu, trigo mourisco, aveia branca e nabo forrageiro). O peso hectolítico (pH) do solo não apresenta diferença significativa entre os tratamentos com diferentes plantas de cobertura. A massa de mil grãos (MMG) do trigo não é afetado pelos tratamentos de plantas de cobertura, indicando que a variação na produtividade ocorre no número de grãos por planta. Os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de significância, com auxílio do programa estatístico SISVAR 5.6. 3

**Palavras-chave:** *Triticum aestivum L.*, Plantas de Cobertura, Mix de Cobertura.

## Wheat productivity with cultivation in the direct planting system.

**Abstract:** Wheat cultivation in the direct planting system related to the use of cover crops makes a great contribution to improving and/or maintaining the physical and chemical fertility of the soil, and also in controlling diseases. In this sense, the objective of this work was to evaluate the benefit of using a cover crops in relation to the productivity of the Wheat crop. The experiment was conducted at the experimental research station of the Instituto Agronomic of Paraná (IAPAR), in Santa Helena, Paraná, between the months of May 2023 and September 2023. The experimental design used will be completely randomized (DIC), with 6 treatments and four replications, totaling 24 experimental units, using different cultivars in cover mix. Each treatment containing a concentration of seeds with different weights. The treatments will be: T1 – Forage Turnip IPR 116 (10 kg ha<sup>-1</sup>) + Black Oats IPR Cabocla (70 kg ha<sup>-1</sup>), T2 – Forage Turnip IPR 116 (2 kg ha<sup>-1</sup>) + Black Oats IPR Cabocla (38 kg ha<sup>-1</sup>), T3 – Forage Turnip IPR 116 (2 kg ha<sup>-1</sup>) + Black Oats IPR Cabocla (20 kg ha<sup>-1</sup>) + Forage Rye IPR 89 (25 kg ha<sup>-1</sup>) + Forage Pea IPR 83 (30 kg ha<sup>-1</sup>), T4 – Guandu IPR 43 Aratã (9 kg ha<sup>-1</sup>) + Buckwheat IPR 92 Altar (15 kg ha<sup>-1</sup>) + White Oats IPR Esmeralda (20 kg ha<sup>-1</sup>) + Forage Turnip IPR 210 (2 kg ha<sup>-1</sup>), T5 – Buckwheat IPR 92 Altar (27 kg ha<sup>-1</sup>) + Forage Turnip IPR 210 (1.75 kg ha<sup>-1</sup>) + Millet ADR 300 (5 kg ha<sup>-1</sup>) + *Crotalaria Spectabilis* (5 kg ha<sup>-1</sup>) + *Crotalaria Ochroleuca* (3.3 kg ha<sup>-1</sup>) and T6 – White Oats IPR Supreme (30 kg ha<sup>-1</sup>) + Black Oats IAPAR

61 (25 kg ha<sup>-1</sup>) + Hairy Vetch (15 kg ha<sup>-1</sup>). The parameters evaluated will be the mass of a thousand grains, Hydrogen Potential (Ph) and productivity. The use of cover crops in wheat succession is viable in no-till systems. Wheat grain yield is positively influenced by the cover crop intercropping, specifically in the T4 combination (pigeon pea, buckwheat, white oat, and forage turnip). The hectoliter weight (pH) of the soil does not show a significant difference between treatments with different cover crops. The thousand-grain weight (TGW) of wheat is not affected by the cover crop treatments, indicating that the variation in yield occurs in the number of grains per plant. The data will be subjected to analysis of variance (ANOVA) and the means compared using the Tukey test at 5% significance, with the aid of the SISVAR 5.6 statistical program.

**Keywords:** *Triticum aestivum L.*, Cover Plants, More Coverage.

## Introdução

O Trigo (*Triticum aestivum L.*) é uma gramínea que pertence à família Poaceae, sendo ele a segunda maior cultura de cereais produzidos, perdendo apenas para o Milho e ficando a frente do Arroz. Seu grão é utilizado em sua maioria para a alimentação humana, grande parte destinado à indústria de panificação, massas e como ingrediente para fabricação de cervejas. No Brasil, o trigo registra um crescimento de 11,2% da área plantada em relação a safra de 2022, chegando a 3,4 milhões de hectares (CONAB, 2023).

Sendo assim uma gramínea de grande importância econômica e alimentícia, sendo um dos cereais mais consumidos no mundo. Cultura que é facilmente optada por produtores pela sua facilidade de comercialização e uma ótima alternativa para cultivo de inverno. Na região sul do país temos uma possibilidade de cultivo durante todo o ano, sem limitações hídricas como ocorre nas regiões mais centrais do Brasil, e clima favorável para o desenvolvimento da cultura.

Dentre os estados produtores, destacam-se o Paraná e o Rio Grande do Sul com a maior parte de produção, em torno de 86% de toda a produção do país (CONAB, 2023).

Segundo estudos realizados pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), o Brasil deverá produzir até o ano de 2028 mais de 7,2 milhões de toneladas de trigo, desta forma suprindo a demanda interna do produto (Gasques, José Garcia; Souza, Geraldo da Silva e; Bastos, Eliane Teles. 2019)

O cultivo do trigo no inverno tem uma contribuição excelente quando se trata de manejo e conservação do solo, o sistema de plantio direto (SPD) necessita diversificação de culturas que sejam capazes de fazer o rompimento destes solos e favorecer a formação de palhada (Alvarenga, R. C.; Cruz, J. C.; Santana, D. P. 2018)

A cobertura do solo com culturas de inverno é fundamental para aumentar a quantidade da palhada, e sendo uma alternativa benéfica do que manter as áreas em

pousio, contribuindo de forma a evitar erosão, lixiviação de nutrientes por enxurradas e o controle de plantas daninhas (Alvarenga, R. C.; Cruz, J. C.; Santana, D. P. 2018)

As condições climáticas da região sul, permite o aumento da diversificação dos sistemas de rotação de culturas, com diferentes combinações. Proporcionando melhorias nas condições de desenvolvimento das culturas sucessoras e das características químicas, físicas e biológicas do solo. A rotação de culturas também contribui para o controle de pragas e doenças (CONAB, 2022).

Um dos sistemas de produção que mais tem se discutido no sul do Brasil é o sistema soja/trigo e milho/trigo. Esses sistemas são os mais visualizados nas regiões que possuem inverno com temperaturas baixas e com chuvas regulares, pois permite um bom desenvolvimento do trigo, alcançando bons resultados produtivos e econômicos (CONAB, 2020). A soja é a cultura que mais gera lucros ao produtor rural, sendo a planta que mais se cultiva nas áreas agrícolas. Já o milho, este é importante fonte de energia para a nutrição de suínos, bovinos e aves, sendo uma planta com elevado volume de grãos produzidos por área e também com boa adição de matéria seca no sistema. Porém, nestes sistemas de produção agrícola, mesmo optando-se por cultivares e híbridos de ciclo longo, há um grande período de pousio entre essas culturas, principalmente após a colheita da soja ou do milho. Este longo período pode totalizar até 120 dias sem presença de plantas na área, propiciando desenvolvimento de plantas daninhas, como picão preto (*Bidens pilosa*), azevém (*Lolium multiflorum*), corda de viola (*Ipomea spp.*) e capim amargoso (*Digitaria insularis*) (Vargas, L.; Peixoto, C. M.; Roman, E. S. 2006).

Neste período há a oportunidade de implementação de diversas plantas de cobertura, solteiras ou consorciadas (Doneda *et al.*, 2012), para proteger o solo de erosão, diminuir presença de plantas daninhas, melhorar aspectos físicos, químicos e biológicos do solo e também preparar a área para semear a cultura de inverno ou a própria cultura de verão. Essas culturas são escolhidas de acordo com as necessidades da área, características do solo e clima, afinidade do produtor e disponibilidade de sementes. Dentre as culturas presentes nas áreas agrícolas estão o trigo mourisco (*Fagopyrum esculentum*), nabo forrageiro (*Raphanus sativus*) e Aveia Branca (*Avena sativa L.*).

Entretanto, de acordo com Daimon e Kotoura (2000), a incorporação de *Crotalaria spectabilis* ao solo como preparo para a semeadura do trigo resultou na redução da matéria seca, do comprimento das raízes e da produtividade de grãos. Esse achado corrobora a informação de Barreto e Fernandes (2001), os quais afirmam que essa espécie específica é a mais tóxica entre as crotalárias.

Já estudos conduzidos com milheto por Oliveira, P.; Nascente, A. S.; Kluthcouski, J. (2013) no estado de Goiás indicaram que o cultivo invernal de milheto promoveu um aumento significativo na produtividade da soja.

Adotar a diversificação no manejo com coberturas verdes, pode refletir na minimização dos riscos de altos investimentos e também na conservação do solo.

Os avanços tecnológicos obtidos nas ultimas décadas pelo melhoramento genético de trigo no Brasil, possibilitaram o desenvolvimento de cultivares com diferentes qualidades tecnológicas. Tais cultivares precisam ser aproveitadas de forma a maximizar a produtividade e qualidade nas diferentes regiões de cultivo, em resposta aos fatores meteorológicos e de manejo.

A combinação do aumento das chuvas e a baixa luminosidade pode favorecer o aumento de doenças e pragas. Desfavorável para as plantas, ainda mais a partir do período de florescimento do trigo até a fase final do enchimento de grãos, devido a precipitação frequente, encharcamento do solo e a dificuldade de manejar a área. Contribuindo diretamente para o aumento de incidência de doenças, tais como Giberela, causada pelo fungo *Gibberella zeae* (*Fusarium graminearum*), responsável por causar perdas de até 25% na produtividade dos grãos (Reis, Edson M.; Casa, Ricardo T.; Dalla Lana, Felipe. 2019).

A cultura do trigo no sistema de plantio direto relacionado com o uso de plantas de coberturas exerce grande contribuição na melhoria e/ou manutenção da fertilidade física e química do solo, e também no controle de doenças. Torna-se necessário aprofundar as investigações sobre o efeito de plantas de cobertura (cultivadas após a soja e o milho) no desenvolvimento da cultura do trigo. Um ponto de atenção central nesse contexto é a potencial interferência na plantabilidade do trigo, o que justifica a relevância dos estudos. Neste sentido, objetivou-se com este trabalho avaliar o benefício da utilização de plantas de cobertura antecessoras na qualidade e produtividade da cultura do Trigo.

## **Material e Métodos**

O experimento foi conduzido na estação experimental de pesquisa do Instituto Agronômico do Paraná (IAPAR), na cidade de Santa Helena, no Paraná, entre os meses de Maio de 2023 a Setembro de 2023. Com Latitude: 24°53'30"S e Longitude: 54°22'21"W, a 235m acima do nível do mar.

O solo é classificado como Nitossolo Vermelho Eutroférico (NVef2), típico da região (EMBRAPA, 2014).

O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados (DBC), com seis tratamentos e quatro repetições, totalizando 24 unidades experimentais.

Para a condução deste experimento, foi realizado o sorteio das misturas das diferentes plantas de cobertura (mix) para serem semeados em cada parcela.

**Na tabela 1** segue os tratamento e quantidade ( $\text{kg ha}^{-1}$ ) utilizada de plantas de cobertura.

Tabela1. Plantas de cobertura de acordo com os tratamentos utilizados

Tratamento	Composição das Plantas de Cobertura
T1	Nabo Forrageiro IPR 116 ( $10 \text{ kg ha}^{-1}$ ) + Aveia Preta IPR Cabocla ( $70 \text{ kg ha}^{-1}$ ).
T2	Nabo Forrageiro IPR 116 ( $2 \text{ kg ha}^{-1}$ ) + Aveia Preta IPR Cabocla ( $38 \text{ kg ha}^{-1}$ ).
T3	Nabo Forrageiro IPR 116 ( $2 \text{ kg ha}^{-1}$ ) + Aveia Preta IPR Cabocla ( $20 \text{ kg ha}^{-1}$ ) + Centeio Forrageiro IPR 89 ( $25 \text{ kg ha}^{-1}$ ) + Ervilha Forrageira IPR 83 ( $30 \text{ kg ha}^{-1}$ ).
T4	Guandu IPR 43 Aratã ( $9 \text{ kg ha}^{-1}$ ) + Trigo Mourisco IPR 92 Altar ( $15 \text{ kg ha}^{-1}$ ) + Aveia Branca IPR Esmeralda ( $20 \text{ kg ha}^{-1}$ ) + Nabo Forrageiro IPR 210 ( $2 \text{ kg ha}^{-1}$ ).
T5	Trigo Mourisco IPR 92 Altar ( $27 \text{ kg ha}^{-1}$ ) + Nabo Forrageiro IPR 210 ( $1,75 \text{ kg ha}^{-1}$ ) + Milheto ADR 300 ( $5 \text{ kg ha}^{-1}$ ) + <i>Crotalaria Spectabilis</i> ( $5 \text{ kg ha}^{-1}$ ) + <i>Crotalaria Ochroleuca</i> ( $3,3 \text{ kg ha}^{-1}$ ).
T6	Aveia Branca IPR Suprema ( $30 \text{ kg ha}^{-1}$ ) + Aveia Preta IAPAR 61 ( $25 \text{ kg ha}^{-1}$ ) + Ervilhaca Peluda ( $15 \text{ kg ha}^{-1}$ ).

Fonte: Os autores, 2025.

No dia 08 de março de 2023, ocorreu a semeadura das coberturas sem qualquer utilização de adubação química.

Após 69 dias após a semeadura da cobertura verde, foi efetuado alguns manejos para semeadura da cultura em palhada. Manejos de cobertura: Foi passado o rolo no pico de florescimento das plantas e feita a dessecação com Diquate® (Diquate).

No dia 16 maio de 2023, ocorreu a semeadura da variedade de trigo IPR Potiporã.

Quadro 1. Características agronômicas da cultivar de trigo IPR POTYPORÃ. Santa Helena – PR, 2023.

## 1. CARACTERÍSTICAS AGRONÔMICAS

Hábito vegetativo	Perfilhamento	Altura de planta (cm)	PMS (mg)	Ciclo (dias)
Intermediário	Boa	84	39	Médio (123)

Fonte: Fundação meridional, 2022.

**Tabela 2.** Reação a doenças e classificação de tolerância da cultivar.

Ferrugem da folha	Moderadamente resistente
Oídio	Moderadamente suscetível
Manchas foliares	Moderadamente resistente
Brusone	Moderadamente suscetível
Giberela	Moderadamente suscetível
Mosaico comum do trigo	Moderadamente resistente
Nanismo amarelo da cevada	Moderadamente resistente

Fonte: Fundação meridional, 2022.

Sendo utilizado uma adubação de base de 300 kg ha<sup>-1</sup> e uma adubação de cobertura de 100 kg ha<sup>-1</sup> de N, 30 dias depois a emergência.

Foi feito a aplicação do herbicida Nufuron® (Metsulfuron-Metílico) para dessecação das coberturas verdes na dose de 6,6 g ha<sup>-1</sup>.

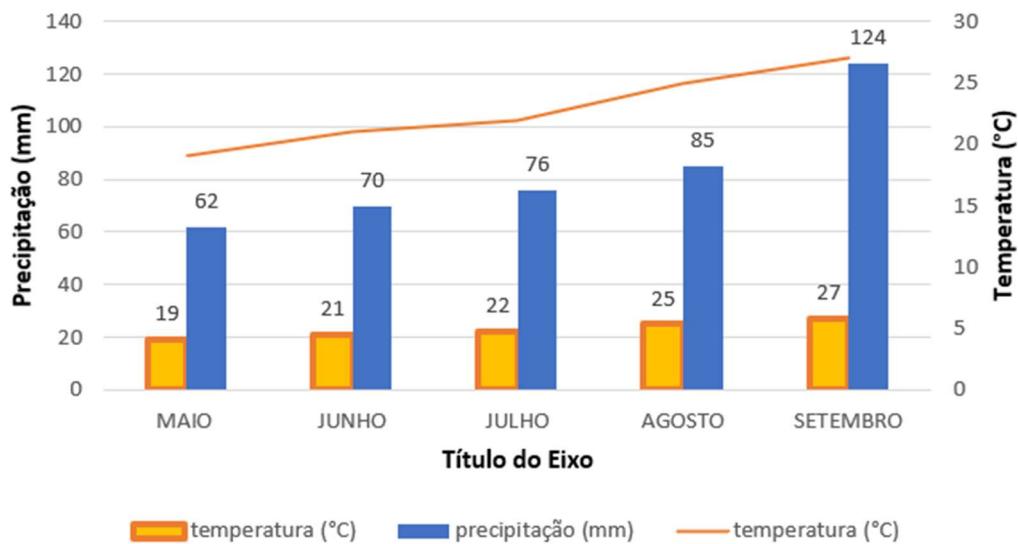
Logo no desenvolvimento da cultura foi feita aplicação do fungicida Elatus (Azostrobina + Benzovindiflupir) na dosagem de 200 g ha<sup>-1</sup> para o controle preventivo de doenças após a fase de perfilhamento do trigo, pensando no controle de Mancha Amarela (*Pyrenophora tritici-repentis*) e Ferrugem da Folha (*Puccinia Triticina*). Foi adicionado o inseticida Engeo Pleno™ S (Tiametoxan + Lambda-cialotrina), para o controle de Pulgão (*Sitobion avenae*) na dosagem de 50 ml ha<sup>-1</sup>.

Realizamos também a aplicação do fungicida Fox® Xpro (Proticonazole + Bixafen + Trifloxtrobina) na dosagem de 0,5 L ha<sup>-1</sup> para o controle preventivo de doenças como Mancha Amarela (*Pyrenophora tritici-repentis*), Ferrugem da Folha (*Puccinia Triticina*) e Giberela (*Fusarium graminearum*). Foi adicionado o inseticida Engeo Pleno™ S (Tiametoxan + Lambda-cialotrina), para o controle de Pulgão (*Sitobion avenae*) na dosagem de 50 ml ha<sup>-1</sup>.

E como última aplicação do ciclo. Sendo o fungicida Fox® Xpro (Proticonazole + Bixafen + Trifloxtrobina) na dosagem de 0,5 L ha<sup>-1</sup> para o controle preventivo de doenças como Mancha Amarela (*Pyrenophora tritici-repentis*), Ferrugem da Folha (*Puccinia Triticina*) e Giberela (*Fusarium graminearum*). Foi adicionado o inseticida Engeo Pleno™ S (Tiametoxan + Lambda-cialotrina), para o controle de Pulgão (*Sitobion avenae*) na dosagem de 50 ml ha<sup>-1</sup>.

A precipitação de chuva na região no período do experimento foi de 685mm, com média de 14,7 mm d<sup>-1</sup>, dados coletados com auxílio do pluviômetro implantado na estação experimental.

**Gráfico 1.** Dados pluviométricos e de temperatura durante o ciclo do trigo cv. IPR POTYPORÃ. Santa Helena – PR. (2023).



Fonte: Os autores, 2025.

A colheita do experimento foi realizada no dia 11 de setembro de 2023, com aproximadamente 118 dias após o plantio, posteriormente foi feito a trilhagem dos grãos com auxílio de uma colhedeira de parcelas, e em sequência foram avaliados os seguintes parâmetros: massa de mil grãos, umidade, peso hectolítico (pH) e produtividade.

A determinação do pH para cada cultivar foi realizada em medidor de peso do hectolitro, tendo por princípio a pesagem de volume conhecido de sementes. O PH foi obtido pela massa de grãos contidas em 125 mL, por cultivar; transformado para massa de sementes, que ocupa o volume de 100 L (Brasil, 2009). Para determinação da massa de mil grãos foram contadas, ao acaso e manualmente, oito amostras de 100 sementes puras, para cada cultivar; em seguida, essas amostras foram pesadas em balança de precisão 0,001 g e os valores médios, expressos em g, transformados para 1000 sementes (Brasil, 2009).

Para a avaliação da produtividade de grãos, coletaram-se manualmente dois pontos de 0,25 m<sup>2</sup> (0,5 m x 0,5 m), totalizando uma área de 0,5 m<sup>2</sup>, escolhidos ao acaso, para cada uma das parcelas. Foi efetuada a trilhagem manual das amostras, sendo posteriormente realizada a pesagem em balança eletrônica. Realizou-se a determinação da umidade, sendo posteriormente corrigida para 13%.

Tanto a massa de mil grãos, a umidade e o pH, foram tiradas as medidas nos aparelhos da cooperativa Coopavel (unidade Vera Cruz).

A massa de mil grãos (MMG) foi determinada por contagem manual. Para cada cultivar foram retiradas oito amostras aleatórias de 100 sementes puras; cada amostra foi pesada em balança de precisão (0,001 g). Calculou-se a média das oito massas e multiplicou-se por 10 para obter a massa de 1000 sementes (MMG), expressa em gramas.

O peso do hectolitro (pH) foi determinado pelo método do copo de 125ml. Foram realizadas três repetições; encheu-se o copo com grãos (sem compactação), a superfície foi nivelada e a massa do conteúdo foi pesada. Calculou-se a média da massa em 125mL e a conversão para Kg/hL foi feita pela expressão  $pH (kg/hL) = \text{média (g em 125 mL)} \times 0,8$ . Todas as pesagens foram realizadas em balança previamente calibrada, em ambiente seco e arejado: Foram registradas temperatura e umidade do ambiente.

Os dados foram submetidos a teste de normalidade e análise de variância (ANOVA) e quando significativo as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de significância, com auxílio do programa estatístico sisvar 5.6. (FERREIRA, 2010).

## Resultados e Discussão

A análise estatística mostrou diferenças significantes somente para o parâmetro produtividade, enquanto o peso hectolítico (pH) e a massa de mil grãos (MMG) não apresentam. Após a coleta dos dados e dos parâmetros avaliados, obtiveram-se os seguintes resultados para cada tratamento, conforme Tabela 2.

**Tabela 1** - Produtividade, peso hectolítico (pH) e massa de mil grãos (MMG) de trigo cultivado sob cultivo de diferentes plantas de cobertura, em Santa Helena – PR.

Tratamentos	Produtividade (kg ha <sup>-1</sup> )	pH (kg/hL)	MMG (g)
T 1 – Nabo + Aveia Preta	295,53 bc	59,86 a	36,00 a
T 2 – Nabo + Aveia preta	277,90 c	65,50 a	36,00 a
T 3 – Nabo + Aveia preta + Centeio + Ervilha	329,36 abc	66,57 a	36,75 a
T 4 – Guandu + Trigo mourisco + Aveia branca + Nabo	373,60 a	67,41 a	36,75 a

T 5 – Trigo mourisco + Nabo + Milheto + Crotalaria.	358,90 ab	72,57 a	36,75 a
T 6 – Aveia branca + Aveia preta + Ervilhaca peluda.	362,01 ab	72,90 a	36,25 a
<u>Média geral</u>	<u>332,88</u>	<u>67,47</u>	<u>36,42</u>
DMS	68,01	14,23	2,75
P-Valor	0,0015	0,0807	0,8444
FC	6,95 *	2,46 ns	0,39 ns
CV (%)	8,89	9,18	3,29

CV% = Coeficiente de variação; DMS = diferença mínima significativa; Fc = F calculado; n.s. = não significativo ao nível de 5 % de probabilidade pelo teste de Tukey.

A presença de leguminosas faz com que não houvesse problemas de imobilização de N, assim a relação C/N tem sua decomposição mais demorada.

Nota-se que a produtividade está 10x abaixo da produtividade média nacional (safra 2022/23, 3.041 kg ha<sup>-1</sup>, cerca de 50,6 sacas ha<sup>-1</sup>) (CONAB, 2023). E isso se deve, provavelmente as doenças desenvolvidas nos tratamentos, que foram atacados por giberela (*Fusarium graminearum*), considerada uma das doenças mais severas, pois ataca as espigas durante a floração e o enchimento dos grãos. Além de reduzir drasticamente a produtividade, compromete a qualidade do grão e pode produzir micotoxinas prejudiciais à saúde humana e animal (Del ponte, *et al.*, 2004). Já a mancha-amarela (*Pyrenophora tritici-repentis*) que foi identificada nos tratamentos também, causa lesões necróticas nas folhas, reduzindo a área fotossintética da planta e, consequentemente, a capacidade de enchimento dos grãos (Santos, Silva e Oliveira, 2013).

Ainda assim, ao analisar os resultados indicam maior produtividade quando utilizado as plantas de cobertura guandu e trigo mourisco (T4 - Guandu IPR 43 Aratã + Trigo Mourisco IPR 92 Altar + Aveia Branca IPR Esmeralda + Nabo Forrageiro IPR 210) em relação ao tratamento T2 (Nabo Forrageiro IPR 116 + Aveia Preta IPR Cabocla), logo que são as espécies que não compartilham no mesmo mix (TABELA 2).

Desta forma, o aumento da produtividade nos tratamentos mais eficientes pode estar associado à presença de leguminosas no sistema. Segundo (Cantarella *et al.*, 2018), os resíduos de leguminosas apresentam menor relação C/N e liberam nitrogênio de forma mais sincronizada com a demanda das plantas, reduzindo perdas por imobilização e otimizando o aproveitamento do nutriente. Dessa maneira, a matéria orgânica com boa

qualidade nutricional pode ter promovido um ambiente mais favorável, refletindo no desempenho superior dos tratamentos T4, T5 e T6.

O emprego de leguminosas, como o feijão-guandu (*Cajanus cajan*), em sistemas de plantio direto é indispensável para a melhoria da qualidade do solo e desenvolvimento das culturas subsequentes (Silva, et al., 2022). Essas plantas promovem incrementos nos atributos físicos, químicos e biológicos do solo, contribuindo para a sustentabilidade do sistema agrícola. Em particular, as leguminosas podem acumular grandes quantidades de N e K, que são nutrientes extraídos em maiores quantidades pelas culturas, como a cana-de-açúcar, mas que se aplicam ao trigo.

Em um estudo que avaliou a atividade enzimática do solo e a produtividade do trigo sob diferentes sistemas de cobertura, observou-se que parcelas que incluíam leguminosas (como guandu, feijão e crotalária) apresentaram maiores teores de N-mineral no solo (Lima, et al., 2024). Esses tratamentos com leguminosas resultaram em uma produtividade de grãos de trigo superior em comparação com o pousio (sem cobertura). A inclusão dessas espécies é uma ferramenta estratégica que contribui para o estoque de carbono orgânico e a ciclagem de nutrientes no solo.

De acordo com Scavo *et al.* (2022), a eficiência das leguminosas em fixar N atmosférico para a cultura subsequente é um benefício crucial. Dependendo das condições, essas espécies podem fixar até 280 kg de N por hectare, um apporte significativo que reduz a dependência de fertilizantes nitrogenados industriais para o trigo.

Já outra planta de cobertura que foi utilizada no presente trabalho bastante estudada é o trigo mourisco, e que pode ser uma alternativa no controle de plantas daninhas. A literatura científica aponta que, enquanto o efeito alelopático dessa planta é severo sobre invasoras como poaia, caruru e azevém, seu impacto na cultura do trigo é quase nulo (Golinsz, A.; Lata, B.; Fuji, Y. 2009).

Para o parâmetro de indicador de qualidade do trigo, pH avaliado, verifica-se que a variável não possuiu diferença significativa para ambos os tratamentos. Isso é vantajoso, pois pressupõe que não houve interferência negativa da palhada das coberturas sobre a qualidade.

A produtividade e a qualidade industrial dos grãos de trigo são parâmetros de rendimento que sofrem forte influência da interação entre o genótipo, o manejo agronômico adotado e as condições ambientais durante o ciclo da cultura (Lima *et al.*, 2024; Scavo *et al.*, 2022). O peso hectolítico (pH), um indicador-chave da densidade do grão e do potencial de rendimento de farinha, reflete diretamente a eficiência do processo de enchimento dos grãos (Embrapa, 2015).

Contudo, a suscetibilidade a doenças pode mitigar esses ganhos. Doenças como a giberela (*Fusarium graminearum*) e as manchas foliares comprometem a área fotossintética e a translocação de fotoassimilados para os grãos, resultando em grãos chochos, de menor peso e densidade (LAU *et al.*, 2020). Esse processo culmina na redução do pH ( $\text{kg hL}^{-1}$ ), afetando a classificação comercial e o valor de mercado do produto final. Portanto, a escolha da cultivar e o manejo fitossanitário são tão importantes quanto o manejo da fertilidade para garantir a qualidade industrial e a rentabilidade da triticultura.

Para a variável MMG não houve diferença estatística do trigo sucedido com as plantas de cobertura, apresentando uma média geral de 36g (TABELA 2). Isso mostra que o peso individual dos grãos não foi afetado pelos tratamentos, possivelmente as variações de produtividade ocorreram principalmente por diferenças no número de grãos produzidos por planta, e não por seu tamanho.

A produtividade de grãos e os atributos de qualidade industrial do trigo (*Triticum aestivum*) são determinados pela interação complexa entre o manejo agronômico e a suscetibilidade a estresses ambientais e bióticos. Parâmetros como o peso Hectolítico (pH, em  $\text{kg hL}^{-1}$ ) e o massa de mil grãos (MMG, em g), que balizam a classificação comercial e o rendimento de farinha, são modulados durante a fase crítica de enchimento dos grãos (CARVALHO *et al.*, 2017).

O manejo conservacionista do solo, que inclui a utilização de plantas de cobertura, exerce influência indireta sobre esses parâmetros. Estudos de Silva *et al.* (2022) demonstram que a inclusão de leguminosas, como o guandu (*Cajanus cajan*), em sistemas de sucessão, incrementa a disponibilidade de N-mineral no solo. Tais condições nutricionais otimizadas favorecem o enchimento dos grãos e resultam em maior rendimento de trigo em comparação ao pousio. O trigo mourisco (*Fagopyrum esculentum*), por sua vez, contribui sistematicamente ao otimizar a disponibilidade de

fósforo (P) e por seu efeito alelopático na supressão de plantas daninhas, reduzindo a competição por recursos hídricos e nutricionais e, consequentemente, suportando o potencial produtivo da cultura principal (Zhu, Y.; He, Y.; Smith, S.; Smith, F. 2002).

Em contrapartida, a incidência de doenças fúngicas no período de enchimento de grãos impõe barreiras fitossanitárias que depreciam a qualidade final. Patógenos como *Fusarium graminearum* (giberela), *Pyrenophora tritici-repentis* e *Bipolaris sorokiniana* (manchas foliares), e *Puccinia triticina* (ferrugem), comprometem a área fotossintética e a integridade da espiga, resultando na formação de grãos chochos, de menor peso específico (baixo pH) e peso individual reduzido (baixo MMG) (LAU *et al.*, 2020). Portanto, a eficácia do manejo integrado de plantas de cobertura, aliada ao controle fitossanitário preventivo, é crucial para a obtenção de altos padrões de produtividade e qualidade industrial do trigo.

A temperatura foi um fator ideal para o desenvolvimento das principais doenças e manchas foliares, levando em consideração os índices pluviométricos registrados nos meses de desenvolvimento da cultura e a crescente da temperatura temos um cenário ideal para a proliferação dos fungos. Uma das doenças de maior impacto foi a brusone, causando uma quebra de produtividade severa. Sendo ela favorecida por condições específicas de temperatura e umidade elevada (Almeida, 2024).

## Conclusões

1. O uso de plantas de cobertura na sucessão do trigo é viável no sistema de plantio direto.
2. A produtividade de grãos do trigo é positivamente influenciada pelo consórcio de plantas de cobertura, especificamente na combinação T4 (guandu, trigo mourisco, aveia branca e nabo forrageiro).
3. O peso hectolítico (pH) do solo não apresenta diferença significativa entre os tratamentos com diferentes plantas de cobertura.
4. A massa de mil grãos (MMG) do trigo não é afetado pelos tratamentos de plantas de cobertura, indicando que a variação na produtividade ocorre no número de grãos por planta.

## Referências

ALMEIDA, J. L. INFORMAÇÕES TÉCNICAS PARA TRIGO E TRITICALE: SAFRAS 2024 & 2025. **Fundação Agrária de Pesquisa Agropecuária, 2024.** Disponível em: <<https://static.conferenceplay.com.br/.../infotecnitrigotr...>>.

ALVARENGA, R. C.; CRUZ, J. C.; SANTANA, D. P.; et al. Plantas de cobertura de solo para sistema plantio direto. Brasília, DF: Embrapa, 2001.

BARRETO, A. C.; FERNANDES, M. F. Recomendações técnicas para o uso da adubação verde em solos de tabuleiros costeiros. Aracaju: Embrapa, 2001. (Circular Técnica, 19). Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/371076> Acesso em: 18 nov. 2025.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes.** Brasília, DF: MAPA/ACS, 2009. 399 p. Disponível em: [https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/insumos-agropecuarios/arquivos-publicacoes-insumos/2946\\_regras\\_analise\\_sementes.pdf](https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/insumos-agropecuarios/arquivos-publicacoes-insumos/2946_regras_analise_sementes.pdf). Acesso em: 18 nov. 2025.

BRASIL. **Regras para análise de sementes.** Brasília: MAPA/ACS, 2009. 399 p.

CAIRES, E. F. **Calagem e aplicação de gesso no sistema de plantio direto.** In: SIMPÓSIO SOBRE FERTILIDADE DO SOLO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS NO SISTEMA PLANTIO DIRETO, 1., 2000, Ponta Grossa. *Anais....* Ponta Grossa: Associação dos Engenheiros Agrônomos dos Campos Gerais, 2000. p. 95–121. Disponível em: <https://pt.scribd.com/document/419186006/Correcao-Da-Acidez-Do-Solo-Em-Sistema-Plantio-Direto> Acesso em: 18 nov. 2025.

CANTARELLA, H. Nitrogênio no solo e seu manejo na agricultura. Campinas: Instituto Agronômico de Campinas, 2018. Disponível em: [https://www.iac.sp.gov.br/media/publicacoes/documentoiac\\_120.pdf](https://www.iac.sp.gov.br/media/publicacoes/documentoiac_120.pdf) Acesso em: 18 nov. 2025.

CASAGRANDE, J. Produção de matéria seca e relação carbono/nitrogênio de plantas de cobertura pré-trigo na região sul do Brasil. 2023. Trabalho de Conclusão de Curso (Agronomia) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 2023. Disponível em: <https://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/handle/1/31807> Acesso em: 18 nov. 2025.

CASSOL, L.; REBELATTO, É. J.; MARTINELLI, D. J.; ALMEIDA, S. M. Z. Avaliação da produtividade de massa verde e seca em misturas de plantas de cobertura de inverno em sistema plantio direto. **Seminário de Iniciação Científica e Seminário Integrado de Ensino, Pesquisa e Extensão**, p. e31959–e31959, 2022. Disponível em: <file:///C:/Users/Microsoft/Downloads/31959-Texto%20do%20artigo-101785-110204-10-20221019.pdf> Acesso em: 18 nov. 2025.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO (CONAB). **Acompanhamento da safra brasileira de grãos.** Brasília, DF, v. 10, n. 11, p. 1–102, safra 2022/23, ago. 2023. Disponível em: <https://www.gov.br/secom/pt->

[br/arquivos/2308\\_conab\\_ebook\\_boletim-de-safras\\_11olevantamento.pdf](br/arquivos/2308_conab_ebook_boletim-de-safras_11olevantamento.pdf). Acesso em: 17 nov. 2025.

DAIMON, H.; KOTOURA, S. Incorporation of *Crotalaria spectabilis* grown at a high seeding rate inhibits the growth of the succeeding wheat crop. **Journal of Agronomy and Crop Science**, v. 185, n. 2, p. 137–144, 2000. Disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/229733536\\_Incorporation\\_of\\_Crotalaria\\_spectabilis\\_Grown\\_at\\_a\\_High\\_Seeding\\_Rate\\_Inhibits\\_the\\_Growth\\_of\\_the\\_Succeeding\\_Wheat\\_Crop](https://www.researchgate.net/publication/229733536_Incorporation_of_Crotalaria_spectabilis_Grown_at_a_High_Seeding_Rate_Inhibits_the_Growth_of_the_Succeeding_Wheat_Crop) Acesso em: 17 nov. 2025.

DE OLIVEIRA, L. Z. BARBOSA, L.; PRETO, L. Análise e recomendação de adubação e calagem da produtividade da soja nos antecedentes culturais de nabo, mix, trigo e pousio. **Salão do Conhecimento**, v. 6, n. 6, 2020. Disponível em: <file:///C:/Users/Microsoft/Downloads/%23%23common.file.namingPattern%23%23.pdf> Acesso em: 17 nov. 2025.

DEL PONTE, E. M.; FERNANDES, J. M. C.; PIEROBOM, C. R.; BERGSTROM, G. C. Giberela do trigo: aspectos epidemiológicos e modelos de previsão. **Fitopatologia Brasileira**, v. 29, n. 6, p. 587–605, 2004. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/fb/a/WHmhpn6NbZJDn49RvBqjQ7D/?format=pdf&lang=pt>.

EMBRAPA. *Qualidade industrial de trigo* (folheto/guia técnico). Embrapa — CNPTIA / Embrapa Trigo, (s.d./2013-2015 text). Disponível em: Infoteca Embrapa. GASQUES, José Garcia; SOUZA, Geraldo da Silva e; BASTOS, Eliana Teles; GOMES, Eliane Gonçalves; TUBINO, Marco Antonio Azevedo; ARAUJO, Wilson Vaz de. **Projeções do Agronegócio: Brasil 2018/2019 a 2028/2029**. Brasília: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, 2019. 120 p.

GOLISZ, A.; CIARKA, D.; GAWRONSKI, S. W. Allelopathic activity of buckwheat – *Fagopyrum esculentum* Moench. In: Proceedings. Third World Congress on Allelopathy. Tsukuba, Japan, p. 161, 2002. Disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/229954945\\_Specific\\_and\\_total\\_activities\\_of\\_the\\_allelochemicals\\_identified\\_in\\_buckwheat](https://www.researchgate.net/publication/229954945_Specific_and_total_activities_of_the_allelochemicals_identified_in_buckwheat) Acesso em: 17 nov. 2025.

KUMAR, V.; BRAINARD, D. C.; BELLINDER, R. R. Supression of Powell amaranth (*Amaranthus powellii*) by buckwheat residues: role of allelopathy. **Weed Science**, v. 57, n. 1, p. 66–73, 2009. Disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/232691636\\_Suppression\\_of\\_Powell\\_Amaranth\\_Amaranthus\\_powellii\\_by\\_Buckwheat\\_Residues\\_Role\\_of\\_Allelopathy](https://www.researchgate.net/publication/232691636_Suppression_of_Powell_Amaranth_Amaranthus_powellii_by_Buckwheat_Residues_Role_of_Allelopathy) Acesso em: 17 nov. 2025.

LAU, D. ; SBALCHEIRO, C. C. ; MARTINS, F. C. ; SANTANA, F. M. ; MACIEL, J. L. N. ; FERNANDES, J. M. C. ; COSTAMILAN, L. M. ; LIMA, M.I.P.M. ; KUHNEM, P. ; CASA, R. T. . **Principais doenças do trigo no sul do Brasil: diagnóstico e manejo**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2020 (Divulgação Técnica). Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/1129989> Acesso em: 17 nov. 2025.

LIMA, L. B. Mixes of cover crops and *Trichoderma asperellum* for enhancing soil attributes and soybean yield. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 54, e77063, 2024.

Disponível em: <https://www.scielo.br/j/pat/a/NDBGYJWcfkk3nKHd9b4DTvc>. Acesso em: 17 nov. 2025.

OLIVEIRA, P.; NASCENTE, A. S.; KLUTHCOUSKI, J. Soybean growth and yield under cover crops. **Revista Ceres**, v. 60, n. 2, p. 249–256, 2013. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rceres/a/XQTXJTtqG8DQcWYFRDWQ9Pf/abstract/?lang=pt&format=html> Acesso em: 17 nov. 2025.

REIS, Edson M.; CASA, Ricardo T.; DALLA LANA, Felipe. **Principais doenças do trigo no sul do Brasil: diagnóstico e manejo**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2019. 62 p. (Documentos, 199).

SANTOS, A. F. dos; SILVA, J. R. da; OLIVEIRA, M. L. de. Aplicação curativa de fungicidas e seu efeito sobre a expansão de lesão da mancha-amarela do trigo. **Ciência Rural**, v. 43, n. 9, p. 1622–1628, 2013. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/cr/a/6bWvMTtPqN8gWcHcbSWRJjc/?format=html&lang=pt> Acesso em: 17 nov. 2025.

SCAVO, A. The role of cover crops in improving soil fertility and plant nutritional status in temperate climates: a review. **Agronomy**, v. 12, n. 9, p. 2132, 2022. Disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/363287297\\_The\\_role\\_of\\_cover\\_crops\\_in\\_improving\\_soil\\_fertility\\_and\\_plant\\_nutritional\\_status\\_in\\_temperate\\_climates\\_A\\_review](https://www.researchgate.net/publication/363287297_The_role_of_cover_crops_in_improving_soil_fertility_and_plant_nutritional_status_in_temperate_climates_A_review) Acesso em: 17 nov. 2025.

SILVA, A. C. Efeito de diferentes manejos do solo sobre a produtividade de culturas anuais. **Revista de Ciências Agrárias**, 2020. Disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/363287297\\_The\\_role\\_of\\_cover\\_crops\\_in\\_improving\\_soil\\_fertility\\_and\\_plant\\_nutritional\\_status\\_in\\_temperate\\_climates\\_A\\_review](https://www.researchgate.net/publication/363287297_The_role_of_cover_crops_in_improving_soil_fertility_and_plant_nutritional_status_in_temperate_climates_A_review) Acesso em: 17 nov. 2025.

SILVA, R. R. Soil enzymatic activity and wheat grain yield under cover crop systems. **Research, Society and Development**, v. 12, n. 1, e129139886, 2022. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/pat/a/3GMGFth9WYjr4vGMTHLTzzP/?lang=en> Acesso em: 17 nov. 2025.

UTFPR. *Plantas de cobertura, rotação e sucessão de culturas no Paraná*. Dois Vizinhos: Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 2020. Disponível em: <https://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/handle/1/5013>. Acesso em: dd mmm. aaaa.

VARGAS, L.; PEIXOTO, C. M.; ROMAN, E. S. **Manejo de plantas daninhas na cultura do milho**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2006. 20 p. (Embrapa Trigo. Documentos Online, 61). Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/852516/manejo-de-plantas-daninhas-na-cultura-do-milho>. Acesso em: dd mmm. Aaaa.

ZHU, Y.; HE, Y.; SMITH, S.; SMITH, F. *Buckwheat (Fagopyrum esculentum Moench) has high capacity to take up phosphorus (P) from a calcium-bound source*. [S.l.]: [s.n.], 2002. (relatório/estudo em meio técnico-acadêmico). Disponível em: AGRIS.