

Doses de nitrogênio na produção de pré-secado e grãos de trigo duplo propósito para nutrição animal

Nitrogen doses in the production of pre-dried and dual purpose wheat grains for animal nutrition

Dosis de nitrógeno en la producción de granos de trigo presecado y doble propósito para nutrición animal

Recebido: 10/10/2022 | Revisado: 17/10/2022 | Aceitado: 19/10/2022 | Publicado: 25/10/2022

Jéssica Aneris Folchini

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2068-6890>

Universidade de Passo Fundo, Brasil

E-mail: jessicafolchiniagro@gmail.com

Diogénes Cecchin Silveira

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6653-4839>

Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Brasil

E-mail: diogenessilveira@hotmail.com

Afonso Henrique Schaeffer

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9671-8081>

Universidade de Passo Fundo, Brasil

E-mail: afonso.henriqueschaeffer@gmail.com

Renato Serena Fontaneli

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1970-4791>

Embrapa Trigo Passo Fundo, Brasil

E-mail: renato.fontaneli@embrapa.br

Carlos Bondan

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4827-2609>

Universidade de Passo Fundo, Brasil

E-mail: cbondan@gmail.com

Resumo

A utilização do trigo de duplo propósito surge como uma estratégia agrícola para maximização do uso do solo, principalmente para produção de forragem e grãos visando potencializar recursos naturais nas estações outono e inverno no Rio Grande do Sul. O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito de doses de nitrogênio na produção de pré-secado e grãos de trigo cv. BRS Pastoreio. O estudo consistiu em oito tratamentos decorrentes do arranjo fatorial quatro doses de nitrogênio (N) x dois manejos alocados no delineamento em blocos casualizados. As doses de N foram 70, 100, 130 e 160 kg/ha e os manejos consistiram em: (1) somente rendimento de grãos e (2) colheita de forragem para silagem pré-secada e rebrote para produção de grãos. O rendimento de grãos do rebrote das plantas colhidas como pré-secado foi reduzido drasticamente. A adubação nitrogenada não afetou os componentes de rendimento dos grãos de trigo duplo propósito nos dois manejos estudados. Houve efeito das doses de nitrogênio na produção de forragem no manejo 2. Independente da dose de nitrogênio o teor de PB dos grãos do rebrote do pré-secado foi superior ao manejo exclusivo para grãos.

Palavras-chave: Cereais de inverno; Forragem; Componentes do rendimento; *Triticum aestivum*.

Abstract

The use of dual-purpose wheat emerges as an agricultural strategy to maximize soil use, mainly for forage and grain production, aiming to enhance natural resources in the autumn and winter seasons in Rio Grande do Sul. The objective of this work was to evaluate the effect of nitrogen rates on the production of pre-dried and wheat grains cv. BRS Pastoreio. The study consisted of eight treatments resulting from the factorial arrangement of four nitrogen (N) doses x two managements allocated in a randomized block design. The N rates were 70, 100, 130 and 160 kg/ha and the management consisted of: (1) only grain yield and (2) forage harvest for pre-dried silage and sprouting for grain production. The grain yield of the sprouting of plants harvested as pre-dried was drastically reduced. Nitrogen fertilization did not affect the yield components of dual-purpose wheat in the two managements studied. There was an effect of nitrogen doses on forage production in management 2. Regardless of the nitrogen dose, the CP content of pre-dried sprouting grains was higher than the exclusive management for grains.

Keywords: Winter cereal; Forage; Yields componentes; *Triticum aestivum*.

Resumen

El uso de trigo de doble propósito surge como una estrategia agrícola para maximizar el uso de la tierra, principalmente para la producción de forraje y granos, con el objetivo de mejorar los recursos naturales en las estaciones de otoño e invierno en Rio Grande do Sul. El objetivo de este trabajo fue evaluar el efecto de las dosis de nitrógeno en la producción de granos presecados y de trigo cv. BRS pastoreo. El estudio constó de ocho tratamientos resultantes del arreglo factorial de cuatro dosis de nitrógeno (N) x dos manejos asignados en un diseño de bloques al azar. Las dosis de N fueron 70, 100, 130 y 160 kg/ha y el manejo consistió en: (1) rendimiento de grano solamente y (2) cosecha de forraje para ensilaje presecado y brotación para producción de grano. El rendimiento de grano de las plantas germinadas cosechadas como presecadas se redujo drásticamente. La fertilización nitrogenada no afectó los componentes del rendimiento del trigo de doble propósito en los dos manejos estudiados. Hubo efecto de las dosis de nitrógeno sobre la producción de forraje en el manejo 2. Independientemente de la dosis de nitrógeno, el contenido de PB de los granos presecados brotados fue mayor que el manejo exclusivo para granos.

Palabras clave: Cereal de invierno; Recolectores; Componentes del ingreso; *Triticum aestivum*.

1. Introdução

Os sistemas de integração lavoura-pecuária (ILP) são sistemas agrícolas produtivos, sustentáveis e resilientes ao clima quando comparados aos sistemas especializados e intensivos (Sekaran, et al., 2021). Aliado ao pastejo, a ILP possui a capacidade de renovar os componentes do solo e reduzir gastos com adubação no sistema (Fontaneli, et al., 2012). As culturas de cobertura geram melhoria na matéria orgânica do solo, redução da erosão, produção de forragem com alto valor nutritivo e excelente produção de matéria seca, além de limitar a pressão de plantas daninhas e exposição de pragas e insetos (Drewnoski et al., 2018). Desse modo, a seleção das espécies que produzam maior biomassa deve ser benéfica tanto para a conservação do solo quanto para a produção de forragem para a alimentação animal (Larsen, et al., 2017).

A adoção do trigo de duplo propósito possibilita manejos adicionais além da produção de grãos em sistemas de integração lavoura-pecuária (ILP) tornando-se uma alternativa econômica para melhor aproveitamento da grande extensão de terras agrícolas ociosas durante o período de outono-inverno no sul do Brasil (Santos et al., 2020). O trigo duplo propósito, apresenta a capacidade de produzir forragem e grãos no mesmo cultivo uma vez que pode ser pastejado pelos animais no período entre maio e agosto na região noroeste do estado, oferecendo ainda após seu rebrote a produção de grãos (Fontaneli, et al., 2012). O fornecimento de alimento com alto teor proteico juntamente com boa fração mineral durante o outono são os principais fatores contribuem na escolha do manejo adotado no trigo de duplo propósito (Zilio, et al., 2017). Desse modo, a semeadura deve ser realizada cedo para melhor aproveitamento das terras nas estações frias e liberação da área mais cedo para os cultivos de verão (De Aguilar et al., 2016).

A adubação nitrogenada é fundamental para o aumento da produtividade na lavoura de trigo, entretanto, é preciso otimizar o manejo de nitrogênio buscando rentabilidade. Sabe-se que altas doses, muitas vezes, estão aliadas a altas produtividades, principalmente quando o assunto é produção de forragens e grãos. No entanto, quando não ocorre o pastejo da cultura, o fenômeno de acamamento pode interferir diretamente na produção e valor nutritivo dos grãos (Zagonel, et al., 2002; Silveira et al., 2022). Há a necessidade de se adotar o manejo adequado de nitrogênio o que pode proporcionar maior cobertura do solo e sincronizar a oferta de nutrientes com o período de maior demanda da cultura na ILP (Momesso et al., 2019). O fertilizante com nitrogênio (N) denota um custo elevado custo ao produtor além de possivelmente ocasionar impactos ambientais através da lixiviação de nitrato e das emissões de NO₂ (um gás de efeito estufa) relacionado à desnitrificação. Otimizar a absorção de N é essencial para elevar o crescimento e o desenvolvimento da lavoura (Mehrabi & Sepaskhah, 2019; Nehe et al., 2020; Wang, et al., 2012).

Neste cenário, são necessárias novas estratégias de ocupação do solo e produção de alimentos que visem potencializar o uso dos recursos naturais. A pesquisa agrícola é desafiada a gerar informações sobre o manejo cultural objetivando a melhorar a produtividade, qualidade e reduzir custos de cereais de inverno. O objetivo desse trabalho foi avaliar o efeito de doses de nitrogênio na produtividade e valor nutritivo silagem pré-secada e grãos de trigo cv. BRS Pastoreio.

2. Metodologia

O experimento foi conduzido no município de Sarandi, Rio Grande do Sul, em solo classificado como Latossolo Vermelho distrófico húmico (Santos et al., 2018) conforme análise descrita na Tabela 1. O delineamento experimental foi em blocos casualizados com 8 tratamentos decorrente do arranjo fatorial (4 doses de N x 2 manejos). As doses de N aplicadas de acordo com cada tratamento foram de 70, 100, 130 e 160 kg/ha de (ureia) e os dois manejos adotados foram: (1) somente rendimento de grãos realizado no estágio 11.4, Escala Feekes & Large e (2) colheita de forragem para silagem pré-secada e rebrote para produção de grãos realizado no estágio 10, Escala Feekes & Large, ambos manejos com oito repetições.

A unidade experimental de 15 m² (5 x 3 m) alocadas no delineamento experimental de blocos ao acaso (DBC) com oito repetições. A cultivar utilizada foi a BRS Pastoreio semeada em linhas espaçadas de 0,17 m na densidade de 55 sementes aptas por m (323 sementes aptas/m²). A semeadura ocorreu em 19 de maio de 2020, com semeadora-adubadora comercial de plantio-direto em resteva de soja. A adubação foi conforme análise de solo (Tabela 1) e constou de 200 kg/ha de adubo distribuídos entre a semeadura e cobertura de fórmula 5-20-20 (N-P2O5-K20).

Tabela 1 - Valores médios de matéria orgânica (M.O.), fósforo (P), potássio (K), alumínio (Al⁺³), cálcio (Ca), Magnésio (Mg), pH em água (pH) e soma de bases (V) e, amostras de solos na área experimental, Sarandi, RS, 2020.

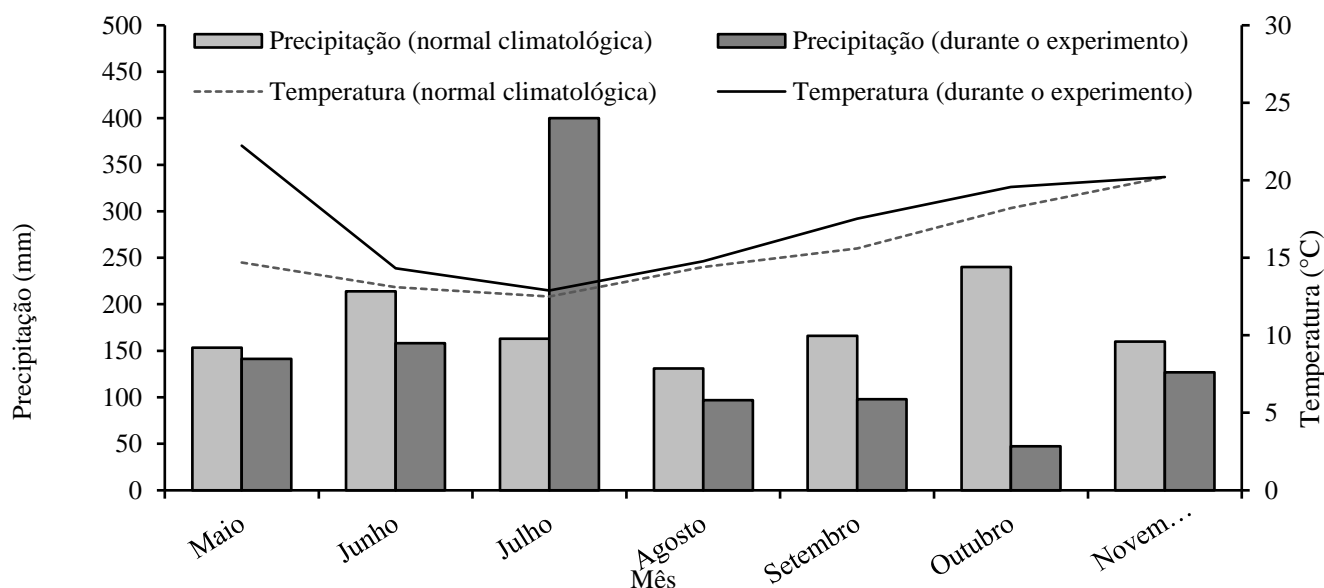
M.O. (%)	P (mg/dm ³)	K	Al ⁺³ (cmo _c dm ⁻³)	Ca	Mg	pH (CaCl ₂)	V (%)
3,3	9,7	124	0,0	5,4	2,1	5,6	62

Fonte: Autores.

No perfilhamento, estágio 3 e 4 na escala Feeks (Large, 1954) foi aplicada 70 kg/ha de N, na forma de ureia, distribuídos à lanço em toda área experimental.

Para completar os tratamentos de N, após 30 dias foi aplicado o restante manualmente conforme tratamentos. O índice pluviométrico e temperaturas médias ocorridas durante o ano de 2020 estão descritas nas Figura 1.

Figura 1 - Precipitação pluvial normal, precipitação total (mm), temperatura normal climatológica e temperatura média (°C) ocorrida em Passo Fundo, RS, Embrapa Trigo, 2020.



Fonte: Embrapa Trigo (2022).

O corte para estimar o rendimento de biomassa para ensilagem pré-secada foi realizado manualmente com foices, no alongamento, estágio 10 na escala Feeks (Large, 1954). A área da amostra foi de 0,34 m² e altura de resteva de 7 cm. A biomassa acumulada foi colhida e pesada. O restante das parcelas foram ceifadas com roçadeira TOYAMA-TBC43H, também a 7 cm da superfície do solo. Para a pré-secagem, as plantas foram deixadas no campo para atingirem de 30 a 45% de matéria seca (MS), quando então foram removidas da área para rebrote e manejadas para rendimento de grãos. Para determinar a concentração de MS, uma amostra foi secada em estufa a 60°C até peso constante, sendo então pesadas e trituradas em moinho tipo *Willey* com peneira de 1,0 mm, sendo armazenadas para posterior análise de valor nutritivo. Foram determinados os teores de proteína bruta (PB), de fibra em detergente neutro (FDN), de fibra em detergente ácido (FDA). As avaliações laboratoriais foram realizadas no Centro de Pesquisa em Alimentos (CEPA) da Universidade de Passo Fundo pelo método de refletância do infravermelho proximal (NIRS) (Scheffer-Basso, et al., 2003; Fontaneli & Fontaneli, 2007). Quando as plantas completaram o ciclo, foram colhidas para estimativa da produtividade ajustada para 13% de umidade, sendo estimado o peso do hectolítro (PH) e a massa de mil grãos (MMG). Uma sub amostra de 20 perfilhos férteis foi destinada para avaliar os componentes de rendimento de grãos. Foram contados o número de espiguetas por perfilho e número de grãos por espiguetas para estimativa no número de grãos por planta, seguida pela determinação da MMG.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância pelo teste F a 5% de probabilidade. Quando significativo, os dados foram submetidos à análise de regressão para o fator quantitativo (doses de N) e para o fator qualitativo (manejos) pelo próprio teste F, pois eram apenas dois tratamentos. Foi utilizado o software R Studio (R Core Team, 2018).

3. Resultados e Discussão

Produção e valor nutritivo de grãos – manejo somente grãos

O rendimento de grãos médio foi de 4340 kg/ha para o manejo somente grãos. Resultado pouco inferior aos reportados por Manfron e Fontaneli (2019) e Castro et al. (2016) de 4.590 kg/ha e 4414 kg/ha, respectivamente, na mesma região. O menor

rendimento registrado se deve a chuvas abaixo da média esperada para a estação, altas temperaturas e incidência de doenças. A partir do mês de agosto, período no qual a planta entrou no espigamento/florescimento (Figura 1) houve forte estiagem. A precipitação acumulada para o período experimental foi de aproximadamente 400 mm, enquanto o esperado era de 700 mm (Inmet, 2020) gerando um clima seco característico de anos com La Niña (Cao; et al., 2022). Além disso, as altas temperaturas registradas no período geraram estresse térmico ao trigo (Figura 1), comprometendo os processos metabólicos e reduzindo a fotossíntese, o que acarretou em diminuições na produtividade dos grãos (Ribeiro et al., 2012).

Para controlar ferrugem linear da folha que ocorreu em setembro/2020 foi aplicado fungicida a base de estrobilurina e triazol, duas vezes, nos estádios 10.4 e 10.5 da Escala Feeks (Large, 1954). Ficou claro que a necessidade de aplicações de fungicidas se deu principalmente pelas condições climáticas que favoreceram as doenças (temperaturas médias entre 15 e 20 °C com elevada umidade do ar, principalmente nos meses de junho e julho) e a alta fertilidade do solo. A cultivar BRS Pastoreio apresenta resistência moderada a ferrugem da folha do trigo produzida pelo fungo *Puccinia triticina* (Castro et al., 2016), desse modo, a não resposta significativa a doses altas de nitrogênio na produtividade pode ser associado a quebra de resistência genética da cultivar a ferrugem (De Aguilar et al., 2016) e a quantidade de matéria orgânica do solo alta (3,3) (Sobral, 2008). Tal cenário, favoreceu o alto aporte de nitrogênio fornecido a planta, o que pode ser considerado um dos principais responsáveis pela pré-disposição de plantas ao ataque de patógenos (Cornélio et al., 2007).

A massa de mil grãos (MMG) registrada foi de 25,2g. Não houve efeito significativo para MMG, no entanto, o resultado foi abaixo do esperado para a cultivar que é de 37g (Castro et al., 2016), e inferior aos reportados para cultivares de trigo de duplo propósito por Manfron e Fontaneli (2019) e Ronsani et al. (2018) que variou de 27,5 a 32,0 g. A MMG influencia diretamente na produtividade e qualidade de grãos de trigo, principalmente de acordo com as doses, fontes e épocas nas quais o nitrogênio é fornecido a planta. As doses de N podem afetar de forma negativa e linear nos valores de MMG quando associados ao aumento de números de grãos por espiga, o que leva a competição por nutrientes e fotoassimilados dentro da espiga e redução da massa final (Teixeira Filho, et al., 2010). Nesse estudo foi encontrado uma média de 30 grãos por espiga, resultado superior ao registrado pela cultivar BRS Umbu que foi de 27 grãos e MMG de 29,4 g e para a BRS Tarumã que foi de 18 grãos para a cultivar com MMG de 27,5 g, ambas com maiores valores de MMG (Ronsani et al, 2018). Especula-se, de acordo com resultados de Ronsani et al, (2018), a possibilidade do maior número de grãos por espiga observado nesse estudo ter motivado a menor MMG.

Ainda nesse contexto, os tratamentos que receberam doses de 160 kg/ha de N, apresentaram 90% de incidência de plantas acamadas. O tombamento das plantas é característico de solos com alta fertilidade, devido ao crescimento excessivo das plantas que perde a capacidade de sustentação (Arf, et al., 2015). A ocorrência deste problema está associada à fatores como condições ambientais e a intensificação da severidade de doenças, uma vez que a intensidade com que este ocorre está relacionada aos diferentes estádios de desenvolvimento da planta (Silveira et al., 2021). Observou-se acamamento a partir do estádio 10.5, na escala Feeks (Large, 1954).

A média para o peso hectolitro (PH) foi de 71 kg/hectolitro. Não houve efeito significativo para PH e os valores ficaram abaixo de 72 kg/hectolitro, tipo padrão para comercialização (Brasil, 2010), resultando em grãos apenas para nutrição animal (Castro et al., 2021). As altas temperaturas, quando a cultura se encontrava no estádio inicial de enchimento de grãos, acarretaram na redução do peso hectolitro uma vez que as plantas se encontravam em estádios iniciais de desenvolvimento de grãos, sendo mais sensíveis ao estresse por calor (Ribeiro et al., 2012) e foram expostas a amplitudes de temperaturas de até 30,3°C (Inmet, 2020).

Houve diferenças estatísticas de acordo com as doses de nitrogênio para os teores de PB (p= 0,0), lipídeos (p= 4,9), carboidratos (p = 0,0) e umidade (p = 0,3) com diferença mínima significativa expressa em porcentagem da média (DMS) de

0,43; 0,22; 0,9 e 0,7 a 5% de probabilidade. Os cereais de inverno geralmente apresentam respostas significativas a adubação nitrogenada devido ao aporte ineficiente pelo solo para assistir a demanda da cultura (Ecco et al., 2020).

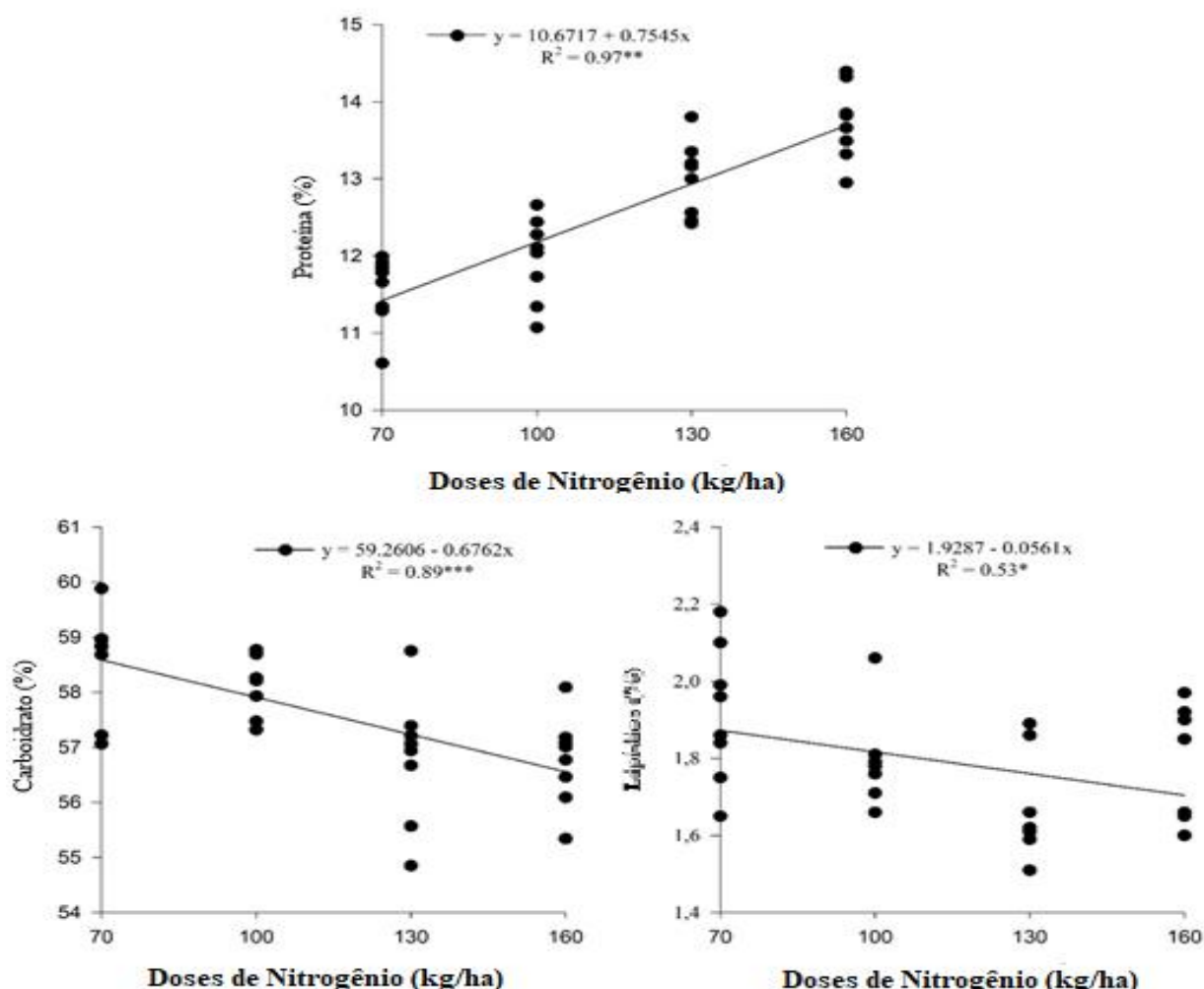
O modelo linear de regressão foi o que melhor se ajustou aos teores em função das doses de N (Figura 2). Nas equações, considerou-se o \hat{y} como a estimativa de porcentagem dos teores estudados e o X a dose de N aplicada em kg/ha.

A média de PB registrada no estudo foi de 12,5%, valor dentro da faixa de 11 a 14% para cereais de duplo propósito (Fontaneli; et al, 2012), no entanto, inferior aos 17,1% para a cultivar BRS Pastoreio sob diferentes doses de N e sem realização de corte (Manfron & Fontaneli, 2019). O aumento nos teores de PB nos grãos (+3,7%) conforme o aumento da disponibilidade de N ($R^2 = 0,97$) é demonstrado na figura 2. Esse resultado é esperado com o aumento da disponibilidade de N, principalmente pelo nutriente ser utilizado diretamente na formação de aminoácidos que constituem as proteínas (Cazetta et al., 2008; Souza, et al., 2019)

A média de carboidratos totais registrada foi de 57,6%. A redução nos teores de carboidratos (-5,3%) conforme o aumento da disponibilidade de N ($R^2=0,89$) é demonstrada na figura 2. A redução dos teores de carboidratos conforme o aumento da disponibilidade de N, ocorre pelo menor redirecionamento de cadeias carbônicas para a formação de carboidratos sendo que estas são utilizadas na formação de aminoácidos e proteínas (Souza et al., 2019).

A média dos teores de lipídios foi de 1,8%. A redução nos teores de lipídios (-0,2%) de acordo com o aumento das doses de N ($R^2= 0,5$) está demonstrado na Figura 2. Resultados similares foram encontrados por Souza et al. (2019) até a dose de 120kg/ha e se devem ao fato de os lipídios estarem localizados no gérmen do trigo e a ocorrência da possível remoção dessa camada na moagem, o que pode ter acontecido quando a realização de moagem para análise no equipamento NIRS.

Figura 2 – Efeito de doses de N (kg/ha) nos teores de proteína bruta (%), teores de carboidrato (%) e teores de lipídios (%) em grãos de trigo BRS Pastoreio em Sarandi, RS, 2020.



Fonte: Autores (2022).

Produção e valor nutritivo da forragem e grãos– manejo colheita de forragem para silagem pré-secada e rebrote para produção de grão

Pré-secado

A média geral para forragem acumulada foi de 2,8 t/ha de matéria seca (MS) e a forragem com 79,4% de umidade, valor superior ao registrado por Castro et al. (2016) de 1,2 t/ha com a realização de um corte. Realizou-se o corte para pré-secado quando as plantas encontravam-se no alongamento com cerca de 45 cm de altura e com o ponto de crescimento a 10 cm de altura da superfície do solo. A recomendação é que o corte seja realizado a 7 cm da base e as plantas sejam depositadas para secarem no campo mesmo até sobrar em torno de 30 a 45% de matéria seca (Fontaneli et al., 2012). Portanto, foi necessário emurchecimento com perda de 10-25% de umidade para enfardamento e envelopamento, a fim de garantir uma boa conservação. A silagem pré-secada consiste em remover uma parte da água da planta com o intuito de proporcionar condições ideais para uma boa fermentação, para que a forragem possa ser disponibilizada aos animais durante o período de escassez na alimentação (Fontaneli; et al., 2012).

O tratamento que recebeu 130 kg/ha de nitrogênio para produção de pré-secado, apresentou o valor mais alto de média para produção de massa seca (3,5 t/ha), uma vez que outros tratamentos foram inferiores e não apresentaram diferenças estatísticas entre si ($p > 0,05$).

A média de PB encontrada na forragem foi de 14,5%. Tanto o acúmulo de biomassa como o teor de PB de trigo BRS Pastoreio estão associados linearmente com as doses de N estudadas, dados que estão de acordo com Hastenpflug et al. (2011) que estudaram até 120 kg/ha N e concordam com os resultados desse experimento no qual houve um acréscimo linear de MS (+1t/ha) e PB (+1,5%) até a dose de 130 kg/ha. A adubação nitrogenada gerou um aumento linear na produção de MS produzida assim como na proporção de nitrogênio presente na planta (Hastenpflug et al. 2011).

Os modelos quadráticos de regressão para a produção de pré-secado, foram os que melhores se ajustaram para os teores de massa seca (kg/ha) ($R^2 = 0,25$) e para % de massa seca ($R^2 = 0,22$). No entanto, os coeficientes R^2 foram muito baixos geralmente associados a não significância estatística (Favero & Belfiore, 2017).

Rendimento de Grãos – do rebrote

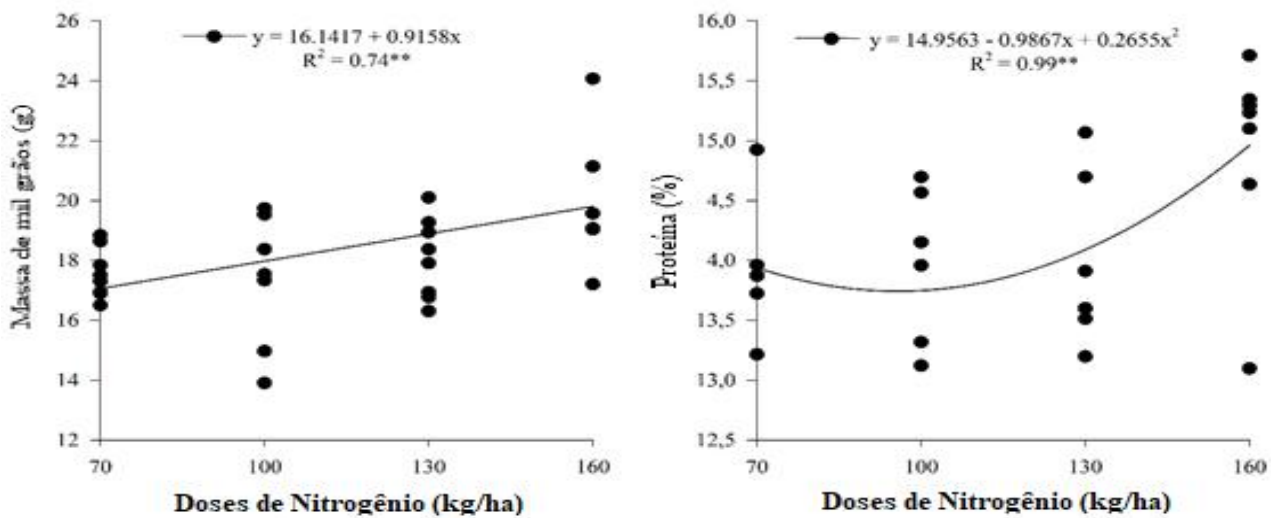
Não houve diferença estatística para o rendimento de grãos ($P < 0,05$), a média total de grãos encontrada após o rebrote para produção de pré-secado foi de 1450 kg/ha, baixa em relação ao manejo sem corte (4340 kg/ha). Rendimento inferior ao mencionado por Manfron e Fontaneli (2019) que encontraram 4257 kg/ha para a cultivar BRS Pastoreio e Castro et al. (2016) que registraram 3696 kg/ha para a mesma cultivar e 2658 kg/ha para BRS Tarumã, também de duplo propósito. No entanto, cada cultivar de duplo propósito responde diferentemente após o corte/desfolha, principalmente quanto ao rendimento de massa seca, aptidão para o rebrote e emissão de novos afilhos (Bortolini et al., 2004). De acordo com dados meteorológicos de precipitação (Figura 1), o ano de 2020 foi um período de estiagem, altas temperaturas e aparecimento de ferrugem principalmente nos meses pós rebrote. Registrou-se apenas 40% da precipitação esperada, fato que dificultou o rebrote do pré-secado e posterior formação do grão. Além disso, as altas temperaturas reduziram o rendimento de grãos e os componentes de produção, uma vez que o número de grãos por espiga é um dos componentes mais afetados sob condições de estresse térmico (Pimentel et al., 2015).

O corte do pré-secado para posterior rebrote dos grãos foi realizado no final de agosto. A partir de setembro, quando as plantas do rebrote já haviam se desenvolvido 20 cm, houve detecção de pústulas lineares visíveis para ferrugem da folha. Estima-se que o excesso de nitrogênio pode favorecer a infecção dos tecidos foliares por diminuir os compostos fenólicos da planta, assim como a lignina presente nas folhas o que torna os tecidos menos enrijecidos, além de diminuir a área fotossintética da planta (Silveira & Higashi, 2003), o que explica o menor rendimento de grãos.

Houve diferenças estatísticas de acordo com as doses de nitrogênio para os teores de MMG ($p=1,8$) e PB ($p= 0,0$) a 5% de probabilidade. O corte das plantas com posterior rebrote, possibilitou um maior fornecimento de radiação solar as plantas pelo aumento na área foliar, gerando um maior aporte de nitrogênio aos grãos favorecendo o enchimento de grãos (MMG) e formação da PB (Melero, et al., 2013). O modelo linear de regressão foi o que melhor se ajustou para a MMG ($R^2=0,74$) e o modelo de regressão quadrática ($R^2= 0,99$) foi o que melhor se ajustou para PB em função das doses de N (Figura 3). Nas equações considerou-se o \hat{Y} como a estimativa de MMG e teor de PB (%) e o X a dose de N aplicada em kg/ha.

A média para a MMG foi de 18,4g. Observou-se que para produção de pré-secado com posterior colheita de grãos ($R^2 = 0,74$), o tratamento que recebeu 160 kg/ha de nitrogênio apresentou os valores mais altos para MMG (20,5g), não diferindo estatisticamente do tratamento que recebeu 130 kg/ha (Figura 3). A dose de 130 kg/ha de N supriu as necessidades da planta para o rebrote, a redução na estatura da planta favoreceu a MMG (+2,9g). O trigo duplo-propósito após a realização do corte ou pastejo, apresenta efeitos positivos nos componentes de rendimento devido a maior capacidade de afilhamento da planta, renovação da área foliar, diminuição no porte e menor acamamento, o que irá influenciar no desenvolvimento da planta (Del Duca et al, 2001).

Figura 3 – Efeito de doses de N (kg/ha) na massa de mil grãos (MMG) e teor de (PB) em grãos do rebrote BRS Pastoreio em Sarandi,RS,2020.



Fonte: Autores (2022).

A média de teor de PB foi de 14,1%. De acordo com Manfron e Fontaneli (2019) quando a cultivar foi submetida a um corte, o teor de PB encontrado foi de 12,6%, valor inferior ao encontrado nesse estudo. O que possivelmente pode estar relacionado com as altas temperaturas e estiagem após o rebrote ocorridas no ano do experimento e incidência de ferrugem linear da folha. O aumento nos teores de PB (+1,2%) conforme o aumento da disponibilidade de N ($R^2 = 0,99$) é demonstrado na figura 3.

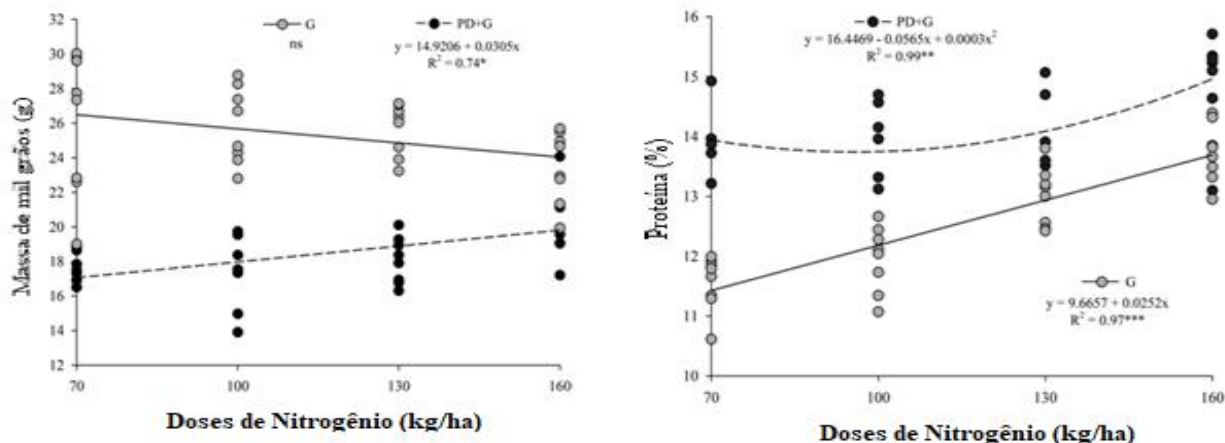
Produção de pré-secado com posterior colheita de grãos x produção de grãos

Houve diferenças estatísticas de acordo com as doses de nitrogênio para os teores de MMG e PB a 5% de probabilidade. O modelo linear de regressão foi o que melhor se ajustou a MMG e PB (Figura 4). Nas equações, considerou-se o \hat{Y} como a estimativa de porcentagem dos teores estudados e o X a dose de N aplicada em kg/ha.

Independente das doses de nitrogênio estudadas, para o manejo de produção de grãos a massa de mil grãos apresentou valores superiores (25,2g) quando comparada ao tratamento que foi realizado o manejo para produção de pré-secado com posterior colheita de grãos (18,4g) a 5% de probabilidade. Considera-se que o corte afete a massa final de grãos uma vez que ocorre a concorrência por reservas de fotoassimilados na planta após o corte. Esse fenômeno faz com que as reservas sejam redirecionadas para o rebrote do colmo e das folhas pós-pastejo desacelerando o crescimento das espigas e reduzindo a massa de grãos (Bortolini et al., 2004).

Independente da dose aplicada, para o manejo de produção de grãos a média de PB foi inferior (12,5%) quando comparada ao tratamento que foi realizado o manejo para produção de pré-secado com posterior colheita de grãos (14,1%). O corte para produção de pré-secado favoreceu o teor de PB no grão, na dose de 160 kg/ha (14,1% PB), tratamento que não sofreu com o processo de acamamento devido à realização de um corte antes do espigamento conforme escala proposta por Feeks (Large, 1954). A redução da estatura da planta, bem como o aumento da área fotossintética e melhor aproveitamento do nitrogênio para emissão de inflorescências, possibilitam um acréscimo no teor de PB dos grãos (Cazetta et al., 2008). Aproximadamente um terço do nitrogênio que é absorvido pela planta durante seu desenvolvimento é incorporado pela planta para a etapa de enchimento de grãos (Lamothe, 2006; Rodrigues & Teixeira, 2010).

Figura 4 – Efeito de doses de N (kg/ha) na massa de mil grãos e teor de proteína bruta de grãos do rebrote de colheita de forragem para silagem pré-secada em Sarandi, 2020. Significância: ^{ns} não significativo e * 5%, ** 1% e *** 0,1% de probabilidade. G = grão e PD+G = Pré-secado + grão.



Fonte: Autores (2022).

O pH do solo sob o trigo estudado foi de 5,6 (Tabela 1). Solos com pH em água entre 5,5 a 6,3 registram maiores perdas de ureia sólida por volatilização quando esta é aplicada em períodos seguidos por temperaturas de até 35°C (Tasca, et al., 2016) e sem chuvas (Inmet, 2020), o que foi observado nesse estudo quando foi registrado máxima de 31,4°C dois dias após aplicação de ureia. Somado a isso, estima-se que o índice volumétrico de precipitação em um período de até dois dias pós aplicação da ureia precisa ser de 10 a 20 mm, pois a dissolução dos grânulos e o transporte de N para as raízes são muito rápidos (De bona, et al., 2016), volume registrado apenas 12 dias depois da aplicação de ureia (Inmet, 2020). Para a cultivar BRS Pastoreio a dose recomendada e economicamente eficaz ao produtor para manejo de pré secado e rebrote para grãos, foi a dose de 70 kg/ha.

4. Conclusão

Há aumento linear de rendimento de biomassa ensilável como pré-secado em função de doses de N, mas as doses crescentes de N não influenciaram os componentes de rendimento do trigo duplo propósito BRS Pastoreio independente do manejo, para pré-secado ou somente para colheita de grãos. Independente das doses de N, o manejo para produção de grãos apresenta maior massa de mil grãos, mas menor teor de PB.

Recomenda - se a realização de pesquisas mais específicas voltadas para a eficiência da adubação nitrogenada de acordo com cada estágio de desenvolvimento da cultura do trigo BRS Pastoreio afim de maximizar a produção de pré-secado e grãos da cultura afim de otimizar o desenvolvimento econômico.

Agradecimentos

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal 7 de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001.

Referências

Arf, O., Rodrigues, R. A. F., Nascente, A. S., & Lacerda, M. C. (2015). Espaçamento e adubação nitrogenada afetando o desenvolvimento do arroz de terras altas sob plantio direto. *Revista Ceres*, 62 (5), 1-18. <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/130914/1/Nascente-Revista-Ceres.pdf>

Brasil. (2010). Instrução normativa nº 38, de 30 de novembro de 2010; Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. – Brasília.

- Bortolini, P. C., Sandini, I., Carvalho, P. C. F., & Moraes, A. de. (2004). Cereais de Inverno Submetidos ao Corte no Sistema de Duplo Propósito. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 33 (1), 45-50. <https://www.scielo.br/j/rbz/a/GpmpQdKkWQyPk6VbxbM5Hm/?lang=pt&format=pdf>
- Castro, R. L. de., Caierao, E., Fontaneli, R. S., Santos, H. P. dos., Nascimento Junior, A. do., Scheeren, P., Guarienti, E. M., Miranda, M. Z. de., & Ramos, A. R. (2016). BRS Pastoreio Trigo duplo propósito. [Folheto]. Passo Fundo: Embrapa Trigo.
- Castro, R. L., Caierao, E., Fontaneli, R. S., Santos, H. P. dos., Nascimento Junior, A. do., Scheeren, P., Guarienti, E. M., Miranda, M. Z. de., & Ramos, A. R. (2021). BRS Pastoreio: extensão de indicação de cultivo para Santa Catarina. In: Reunião da comissão brasileira de pesquisa de trigo e triticales. *Atas e resumos*, Castro, PR, Fundação ABC, 14 (1), 384-388.
- Cazetta, D. A., Filho, D. F., Arf, O., & Germani, R. (2008). Qualidade industrial de cultivares de trigo e triticales submetidos à adubação nitrogenada no sistema de plantio direto. *Bragantia*, 67 (3), 741-750.
- Cao, T., Zheng, F., & Fang, X. F. (2022). Key Processes on Triggering the Moderate 2020/21 La Niña Event as Depicted by the Clustering Approach. *Frontiers in Earth Science*, 10 (1), 1-10. <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/feart.2022.822854/full>
- Cornélio, V. M. O., Reis, M. de S., Soares, A. A., Soares, P. C., & Oliveira, J. A. (2007) Efeito de doses e épocas de aplicação de nitrogênio na incidência de doenças, produção e qualidade sanitária das sementes de arroz. *Ciência e Agrotecnologia*, 31 (1), 47-52. <https://www.scielo.br/j/cagro/a/JdmDxnzYb695tQ7gR7spGhr/?lang=pt>
- De Aguiar, P. B., Teixeira, F. A., de Silva, F. F., Pires, A. J. V., Nascimento, P. V. N., Ili, A. C. R. L., De Souza, I. A., dos Santos, O. O., Brandão, R. K. C., & Schio, A. R. (2016). Ingestive behavior and nitrogenous compounds balance of heifers on pastures of *Urochloa brizantha* cv. Marandu deferred and fertilized with nitrogen. *Semina: Ciências Agrárias*, 37(4). <https://doi.org/10.5433/1679-0359.2016v37n4p2221>
- De bona, F. D., De Mori, C., & Wiethölter, S. (2016) *Manejo nutricional da cultura do trigo*. Informações Agrônomicas, 154 (1), 1-16. [http://www.ipni.net/publication/ia-brasil.nsf/0/47520FE3CAA3AEF183257FE70048CC16/\\$FILE/Page1-16-154.pdf](http://www.ipni.net/publication/ia-brasil.nsf/0/47520FE3CAA3AEF183257FE70048CC16/$FILE/Page1-16-154.pdf)
- Del duca, de J. A., Rodrigues, O., Cunha, G.R., Guarienti, E., & Santos, H.P. (1997) Desempenho de trigos e aveia preta visando duplo propósito (forragens e grãos) no sistema plantio direto. In: Seminário do sistema plantio direto, Passo Fundo. *Anais*, Passo Fundo, Embrapa Trigo, 2 (1), 177-178.
- Drewnoski, M., Parsons, J., Blanco, H., Redfearn, D., Hales, K., & MacDonald, J. (2018). Forages and pastures symposium: cover crops in livestock production. *Journal Animal Science*, 96 (8), 3503-3512. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30060232/>
- Ecco, M., Perin, R. F., Duarte, R. F., Barbosa, A. P., & Gabriel, A. M. (2020). Respostas biométricas de plantas de trigo submetidas a diferentes doses de nitrogênio em cobertura. *Revista Científica Rural*, 22 (1), 169-184.
- Favero, L. P. L., & Belfiore, P. P. (2017) *Manual de análise de dados: estatística e modelagem multivariada com excel, SPSS e stata*. (1a ed.). Rio de Janeiro: Elsevier.
- Fontaneli, R. S., & Fontaneli, R. S. (2007). Uso e abuso da espectroscopia no infravermelho proximal (NIRS). In: Rennó, F. P., Prado & Silva, L. F. *Simpósio internacional avanços em técnicas de pesquisa em nutrição de ruminantes*, Pirassununga, SP. Anais. Pirassununga, 2 (1), 160-193.
- Fontaneli, R. S., Santos, H. P., & Fontaneli, Rob. S. (2012). *Forrageiras para Integração Lavoura-Pecuária-Floresta na Região Sul-Brasileira* (2a ed.). Brasília: Embrapa.
- Hastenpflug, M., Braidia, J. A., T.N; Martin, T. N., Ziech, M. Z., Simionatto, C. C., & Castagnino, D. C. (2011). Cultivares de trigo duplo propósito submetidos ao manejo nitrogenado e a regimes de corte. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, 63, (1), 196-202.
- Inmet – Instituto Nacional de Meteorologia. (2020). *Banco de Dados Meteorológicos para Ensino e Pesquisa*. <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/inmet>.
- Lamothe, A. G. (2006). Trigo: calidad vs. rendimiento. In: *INIA (Ed.) Jornada técnica de cultivos de invierno*. Montevideo: CIMMYT/INIA, 444 (1), 207-246.
- Larsen, R. J., Beres, B. L., Blackshaw, R. E., & Graf, R. J. (2017). Extending the growing season: Winter cereals in western Canada. *Canadian Journal of Plant Science*, 98 (2), 267-277. <https://doi.org/10.1139/cjps-2017-0278>
- Manfron, A. C. A de., & Fontaneli, R. S. (2019). Grain yield and technological quality of dual-purpose wheats with additional late nitrogen fertilization. *Revista Brasileira de Ciências Agrárias*, 14 (3), 6396-6404.
- Mehrabi, F., & Sepaskhah, A. R. (2019). Partial root zone drying irrigation, planting methods and nitrogen fertilization influence on physiologic and agronomic parameters of winter wheat. *Agricultural Water Management*, 223 (2), 1-18. <https://ideas.repec.org/a/eee/agiwat/v223y2019ic21.html>
- Melero, M. M., Gitti, D. de C., Arf, O., & Rodrigues, R. A. F. (2013). Coberturas vegetais e doses de nitrogênio em trigo sob sistema plantio direto. *Pesquisa Agropecuária Tropical*, 43 (4), 343-353.
- Momesso, L., Crusciol, C. A. C., Tony J, R. P. S., Tanaka, V. K. S., Costa, C. H. M., Ferrari Neto, J., & Cantarella, H. (2019). Impacts of Nitrogen Management on No-Till Maize Production Following Forage Cover Crops. *Agronomy Journal*, 111 (2), 639-649.
- Nehe, A. S. Misra, E. H., Chinnathambi, K., Singh Tyagi, B., & Foulkes, M. J. (2020). Nitrogen partitioning and remobilization in relation to leaf senescence, grain yield and protein concentration in Indian wheat cultivars. *Field Crops Research*, 251 (1), 107-118.
- Pimentel, A. J. B., Rocha, J. R. S. C., Souza, M. A de., Ribeiro, G., Silva, C. R., & Oliveira, I. C. M. (2015). Characterization of heat tolerance in wheat cultivars and effects on production components. *Revista Ceres*, 62 (2), 191-198.
- R Core Team. (2018). *R A language and environment for statistical computing*. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria.

- Ribeiro, G., Pimentel, A. J. B., Souza, M. A. de, Carvalho, J. R. A. S., & Fonseca, W. de B. (2012). Estresse por altas temperaturas em trigo: impacto no desenvolvimento e mecanismos de tolerância. *Revista Brasileira Agrociência*, 18 (24), 133-142.
- Rodrigues, O., & Teixeira, M. C. C. (2010). Potencial de rendimento de grãos. IN: Rodrigues, O., & Teixeira, M. C. C. (Orgs.). *Bases ecofisiológicas para manutenção da qualidade do trigo*. Passo Fundo: Embrapa Trigo.
- Ronsani, S. C., Piva, J. T., Fioreze, S. L., Basso, K. C., Ribeiro, R. H., & Besen, M. R. (2018). Adubação nitrogenada na produção de grãos e matéria seca de cultivares de trigo de duplo propósito. *Revista de Ciências Agroveterinárias*, 17 (2), 1-8. <https://doi.org/10.5965/223811711722018174>
- Santos, H. G., Jacomine, P. K. T., Anjos, L. H. C. dos, Oliveira, V. A. de, Lumberras, J. F., Coelho, M. R., Almeida, J. A. de, Araujo Filho, J. C. de, Oliveira, J. B. de, & Cunha, T. J. F. (2018). *Brazilian system of soil classification*. Brasília: Embrapa.
- Santos, H. P., Fontaneli, R. S., Dalmago, G. A., Castro, R. L., Santi, A., & Possebom, T. (2020). Desempenho econômico de sistemas de produção com integração lavoura-pecuária em sistema plantio direto. *Revista Brasileira de Ciências Agrárias*, 15 (2), 1-7. <http://www.agraria.pro.br/ojs32/index.php/RBCA/article/view/v15i2a6508>
- Silveira, D. C., Basso, S. M. S., Ebone, L. A., Caverzan, A., Machado, J. M., Schaeffer, A. H., Folchini, J. A., & Lângaro, N. C. (2021). Anatomical traits and structural components of peduncle associated with lodging in *Avena sativa* L. *Agronomy Research*, 19 (1), 2021.
- Silveira, D. C., Basso, S. M. S., Ebone, L. A., Caverzan, A., Machado, J. M., Schaeffer, A. H., Folchini, J. A., & Lângaro, N. C. (2022). Morphological traits of stem to indirect selection of resistance to lodging in *Avena sativa* L. *Journal Crop Sci. Biotechnol*, 25 (1), 39-50.
- Silveira, L. V. A., & Higashi, E. N. (2003). *Aspectos nutricionais envolvidos na ocorrência de doenças com ênfase para eucalipto*. Circular Técnica IPEF-ESALQ/USP, 200 (1) 01-13, Piracicaba, SP.
- Scheffer-Basso, S. M., Fontaneli, R. S., & Fontaneli, Rob. S. (2003). *Valor nutritivo de forragens: concentrados, pastagens e silagens*. Passo Fundo: Universidade de Passo Fundo - Centro de Pesquisa em Alimentação, 31p.
- Sekaran, U., Lai, L., Ussiri, D. A. N., Kumar, S., & Clay, S. (2021). Role of integrated crop-livestock systems in improving agriculture production and addressing food security – A review. *Journal of Agriculture and Food Research*, 5, 100190. <https://doi.org/10.1016/J.JAFR.2021.100190>
- Sobral, M. F. (2008). *Fontes de matéria orgânica e seus efeitos na severidade da murcha-de-fusário do caupi*. Dissertação. Programa de Pós-Graduação em Fitopatologia, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, PE, Brasil.
- Souza, T. M., Prando, A. M., Miranda, M. Z., Hirooka, E. L. Y., & Zucareli, C. (2019). Kernel chemical composition and flour quality of wheat in response to nitrogen sources and doses. *Revista Agrarian*, 12 (46), 1-15.
- Tasca, F. A., Ernani, P. R., Rogeri, D. A., Gatiboni, L. C., & Cassol, P. C. (2011). Volatilização De Amônia do solo após a aplicação de ureia convencional ou com inibidor de urease. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 35 (2), 1-18.
- 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 Agropecuária Brasileira*, 45 (8), 797-804.
- Wang X., Yang, G., Feng, Y., & Ren, G. (2012) Optimizing feeding composition and carbon–nitrogen ratios for improved methane yield during anaerobic co-digestion of dairy, chicken manure and wheat straw. *Bioresource technology*, 120 (1), 78-83.
- Zagonel, J., Venancio, W. S., Kunz, R. P., & Tanamati, H. (2002). Doses de nitrogênio e densidades de plantas com e sem um regulador de crescimento afetando o trigo, cultivar or-1. *Ciência Rural*, 32 (1), 1-10. <https://doi.org/10.1590/s0103-84782002000100005>
- Zilio, M., Peloso, J. A., & Mantovani, A. (2018). Produção de forragem e de grãos de trigo de duplo propósito submetido a diferentes densidades de semeadura, adubação nitrogenada e manejos de corte. *Revista de Ciências Agroveterinárias*, 16 (4), 367-375. <https://revistas.udesc.br/index.php/agroveterinaria/article/view/7541>