

AValiação Físico-Químico de Cultivares de Trigo para Silagem, sob Colheitas Sucessivas a Partir da Fase de Pré-Florescimento

VENANCIO, Bruno José¹
KALINOVSKI, Valéria²
PASSARIN FILHO, Arno³
NEUMANN, Mikael⁴

RESUMO

A utilização de cultivares de cereais de inverno para produção de silagem tem se intensificado na região Sul do Brasil devido a sua utilização em diferentes estratégias de manejo. O trabalho tem como objetivo avaliar a produção de biomassa, a composição física e química da planta e a degradação ruminal da matéria seca de dois cultivares de trigo, a partir do pleno florescimento. O delineamento experimental foi de blocos ao acaso, num esquema fatorial de 2x5, sendo dois cultivares de trigo: BRS Tarumaxi e BRS Pastoreio, sob cinco cortes consecutivos, com 10 dias de intervalo, a partir do pleno florescimento, com quatro repetições. O BRS Pastoreio apresentou sua maior produção de biomassa verde aos 14 dias após florescimento com 30.153,11 kg ha⁻¹, antecedendo a máxima produção do BRS Tarumaxi (30.425,93 kg ha⁻¹) 19 dias após o florescimento. O BRS Tarumaxi obteve maior produção de biomassa seca (106,63 kg dia⁻¹) e melhor composição bromatológica após o florescimento, apresentando incremento diário de 0,0973 e 0,1525 pontos percentuais para FDN e FDA, respectivamente e decréscimo diário de 0,0941 e 0,3251 pontos percentuais para PB e CNF + EE, respectivamente. A degradação ruminal foi superior para o BRS Tarumaxi nos períodos de 24, 48, 72 e 96 horas⁻¹, apresentando decréscimo de 0,5930, 0,5267, 0,5078 e 0,5246%, respectivamente ao dia após florescimento. Com isso, O BRS Tarumaxi apresentou melhor produção física e composição química-bromatológica para produção e utilização de forragem conservada, sendo a idade ideal de colheita a partir do 30º dia pós florescimento.

PALAVRAS-CHAVE: culturas hibernais. degradação ruminal. pós florescimento. produção de biomassa.

PHYSICAL-CHEMICAL EVALUATION OF WHEAT CULTIVARS FOR SILAGE, UNDER SUCCESSIVE HARVESTS FROM THE PRE-FLOWERING PHASE

ABSTRACT

The use of winter cereal cultivars for silage production has intensified in the southern region of Brazil due to their use in different management strategies. The objective of this study was to evaluate the biomass production, the physical and chemical composition of the plant and the ruminal degradation of dry matter of two wheat cultivars, from full flowering. The experimental design was randomized blocks, in a 2x5 factorial scheme, with two wheat cultivars: BRS Tarumaxi and BRS Pastoreio, under five consecutive cuts, with a 10-day interval, from full flowering, with four replicates. BRS Pastoreio showed its highest green biomass production 14 days after flowering with 30.153,11 kg ha⁻¹, preceding the maximum production of BRS Tarumaxi (30.425,93 kg ha⁻¹) 19 days after flowering. BRS Tarumaxi obtained higher dry biomass production (106,63 kg day⁻¹) and better bromatological composition after flowering, presenting a daily increase of 0,0973 and 0,1525 percentage points for NDF and ADF, respectively, and a daily decrease of 0,0941 and 0,3251 percentage points for CP and NFC + CF, respectively. Ruminal degradation was higher for BRS Tarumaxi in the periods of 24, 48, 72 and 96 hours⁻¹, presenting a decrease of 0,5930, 0,5267, 0,5078 and 0,5246%, respectively per day after flowering. Therefore, BRS Tarumaxi presented better physical production and chemical-bromatological composition for production and use of preserved forage, with the ideal harvest age being the 30th day after flowering.

KEYWORDS: winter crops. ruminal degradation. post flowering. biomass production.

¹ Programa de Pós-Graduação em Agronomia da UNICENTRO. E-mail: brunojosevenancio@outlook.com

² Graduanda do Curso de Medicina Veterinária da UNICENRO, colaboradora do NUPRAN. E-mail: kalinovskivaleria@gmail.com

³ Programa de Pós Graduação em Ciências Veterinárias, Saúde e Produção Animal Sustentável da UNICENTRO. E-mail: arnopassarin@gmail.com

⁴ Dr. Engenheiro Agrônomo, Pesquisador Produtividade PQ/CNPq, Professor do Curso de Pós Graduação em Agronomia na área de Produção Vegetal e em Ciências Veterinárias na área de Produção e Saúde Animal Sustentável da UNICENTRO, Guarapuava, PR, Brasil. E-mail: neumann.mikael@hotmail.com

1. INTRODUÇÃO

A utilização de cultivares de cereais de inverno para produção de silagem tem se intensificado na região Sul do Brasil, devido à grande instabilidade climática ocorrida nos últimos anos, bem como ao período de safrinha para cultura de milho, que é prejudicado com variações de luminosidade, temperatura e pluviosidade, além da ocorrência de geadas antecipadas e alta pressão de pragas e doenças (FARIA *et al.*, 2021).

O cultivo do trigo passou a ser uma alternativa no período hibernar, maximizando a produção de forragem e sem prejudicar qualidade nutricional (DEMICHELI, 2022), devido sua resistência a temperaturas baixas, fertilidade do solo e ponto de corte, para a produção de biomassa verde.

As cultivares de trigo de duplo propósito têm se destacado no mercado, devido a sua utilização em diferentes estratégias de manejo no sistema de integração lavoura-pecuária, melhorando o desempenho técnico e econômico da cultura (DEEN *et al.*, 2019). Quando utilizado para produção de alimentos conservados na forma de pré-secados ou silagens, seu valor nutricional varia com o sistema adotado para o manejo de corte, apresentando um ponto de colheita amplo principalmente entre os estádios de pré florescimento e grão farináceo, com isso, o manejo de corte depende de qual finalidade é requerida pelo produtor na elaboração das dietas dos animais (FONTANELI *et al.*, 2009).

O avanço na fase reprodutiva da cultura do trigo faz variar os teores dos nutrientes no momento da colheita para silagem, tendo-se uma forragem, quando em estágio de pré florescimento, com menor produção de biomassa por unidade de área, porém com maior participação de folhas em relação a colmos, conferindo menores teores de matéria seca, maiores teores de matéria mineral, proteína bruta e digestibilidade da FDN. Quando se trata do estágio de grão farináceo, o volumoso apresenta-se com maior produção de biomassa, teor de matéria seca e amido, em detrimento aos valores de matéria mineral, proteína bruta e digestibilidade da FDN (WROBEL *et al.*, 2017; FONTANELI e FONTANELI, 2009a).

Diante disso, o estudo teve como objetivo avaliar a produção de biomassa, composição física e química da planta e a degradação ruminal da matéria seca de dois cultivares de trigo, sob cinco corte consecutivos com intervalo de dez dias, a partir do pleno pré-florescimento.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 O TRIGO E SUA IMPORTÂNCIA NA NUTRIÇÃO ANIMAL

Devido as características edafo climáticas, da região sul do Brasil, temos a dificuldade de trabalharmos com milho de segunda safra, então a utilização de cereais hibernais para a produção de silagem vem se tornando cada vez mais comum (FONTANELLI *et al.*, 2007), entretanto ainda há dúvidas dos melhores estádios colheita e ensilagem, uma vez que este vai depender do objetivo da forragem.

Principalmente na região sul do Brasil, a cultura do trigo para produção de forragem conservada é uma ótima saída, pois podemos trabalhar com o corte e pré-secagem de um material com altas concentrações de PB, MM e baixos níveis de fibra, com uma boa digestibilidade da FDN (CARLETTO *et al.*, 2020), ou a colheita em corte direto, onde dependemos de menor número de equipamentos, menores probabilidades de contaminação, geralmente recomendado nos estádios de grão pastoso à farináceo, deposição de amido (WROBEL *et al.*, 2018) no entanto com uma digestibilidade da FDN menor, devido ao processo de lignificação estar mais acentuado com o decorrer do avanço dos estádios fenológicos (VENANCIO *et al.*, 2019).

2.2 CULTIVAR BRS PASTOREIO

A cultivar BRS Pastoreio possui duplo propósito, para forragem e produção de grãos, com adaptação para a região Sul do Brasil. Seu ciclo fenológico é tardio, com época de semeadura entre março e maio, o espigamento ocorre até 100 a 105 dias e a maturação de 153 a 158 dias após a semeadura, no entanto estes valores podem variar de acordo com a região e as condições climáticas.

2.3 CULTIVAR BRS TARUMAXI

A cultivar BRS Tarumaxi é utilizada normalmente para pastejo, apresentando amplitude de pastejo e alta qualidade nutricional, adaptada para a região Sul do Brasil. Apresenta ciclo fenológico tardio, com semeadura entre março a maio, o espigamento ocorre até 110 a 115 e a maturação até 162 a 167 dias após a semeadura, no entanto estes valores podem variar de acordo com a região e as condições climáticas.

3. METODOLOGIA

O experimento foi conduzido no Núcleo de Produção Animal (NUPRAN) junto ao curso de Mestrado em Agronomia na área de Produção Vegetal do Setor de Ciências Agrárias e Ambientais da Universidade Estadual do Centro-Oeste (UNICENTRO), localizada em Guarapuava - PR.

O clima da região é do tipo subtropical mesotérmico úmido (Cfb), sem estação seca definida, com verões frescos e inverno moderado, conforme a classificação de Köppen. A altitude é de aproximadamente 1.100 m, com precipitação média anual acima de 1.700 mm e temperatura média anual de 17°C.

O solo da área experimental é classificado como Latossolo Bruno Típico (MICHALOVICZ *et al.*, 2019) e vem sendo utilizada nos últimos anos com pastagens de ciclo anual na estação de inverno, e lavouras de milho na estação de verão, recebendo a cada estação de cultivo, adubações de fósforo e potássio, conforme as recomendações de Adubação e Calagem para o Estado do Paraná (SBCS/NEPAR, 2017).

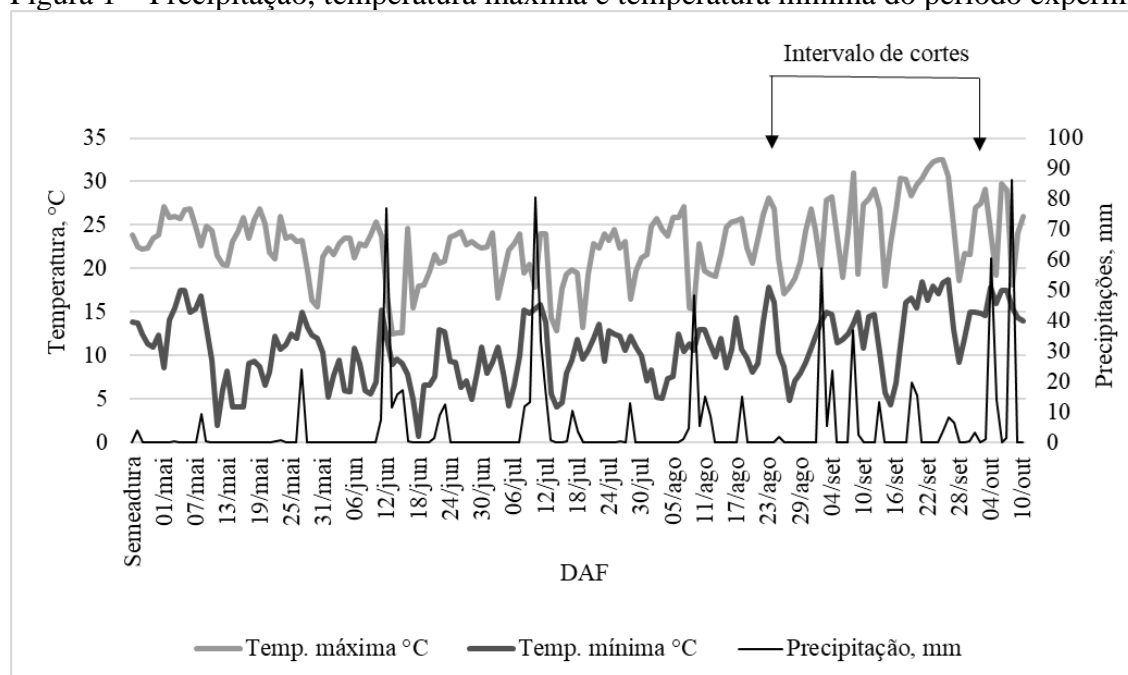
No momento da semeadura, as características químicas do solo apresentaram (perfil de 0 a 20 cm): pH CaCl₂ 0,01M: 5,98; Fósforo: 15,30 mg dm⁻³; K⁺: 0,43 cmol_c dm⁻³; MO: 23,73%; Al³⁺: 0,21 cmol_c dm⁻³; H+Al³⁺: 6,42 cmol_c dm⁻³; Ca²⁺: 6,33 cmol_c dm⁻³; Mg²⁺: 1,67 cmol_c dm⁻³ e saturação de bases: 56,75%.

Foram utilizadas as cultivares BRS Pastoreio e BRS Tarumaxi. A semeadura ocorreu em 25/04/2023, sob sistema de plantio direto, utilizando-se espaçamento entre linhas de 0,17 m, profundidade de semeadura de 0,02 m e densidade de semeadura de 400 sementes/m² para ambas as cultivares.

O período experimental (25/04 a 10/10/2023) se caracterizou com temperaturas médias máximas de 22,9°C ± 4,04°C e médias mínimas de 10,9°C ± 3,8°C. Não houve a ocorrência de geadas durante o período experimental, assim como foram observadas a ocorrência de 53 chuvas, determinando uma precipitação média de 15,6 mm, sob variações máximas e mínimas entre 86 mm e 0,2 mm, respectivamente.

Os dados climáticos do período experimental então ilustrados na Figura 1.

Figura 1 – Precipitação, temperatura máxima e temperatura mínima do período experimental.



Fonte: Estação experimental do SIMEPAR/UNICENTRO, Guarapuava, PR, 2023.

Nota: * Data de semeadura: 25/04/2023; Período de cortes: 23/08/23 a 10/10/2023.

Foram avaliados a produção de biomassa, composição física e química da planta e a degradação ruminal *in situ* da matéria seca de dois cultivares de trigo de duplo propósito (*Triticum aestivum* L): cultivares BRS Pastoreio e BRS Tarumaxi, sob cinco corte consecutivos com intervalo de 10 dias, a partir do pleno florescimento.

Assim, o delineamento experimental foi de blocos ao acaso, num esquema fatorial 2 x 5, sendo dois cultivares de trigo associados a cinco colheitas com intervalos de corte de 10 dias, a partir do pleno florescimento, com quatro repetições. A área experimental foi constituída em quatro blocos com 10 parcelas sob área total de 14,28 m² cada (2,38 m x 6,00 m – 14 linhas de cultivo), sendo utilizado para avaliação área útil 5,44 m² (1,36 m x 4,00 m – 8 linhas de cultivo), totalizando 40 unidades experimentais.

A adubação de base utilizada foi de 250 kg ha⁻¹ com o fertilizante 12-31-17 (N-P₂O₅-K₂O) e a adubação em cobertura foi de 250 kg ha⁻¹ com ureia fórmula 46-00-00, conforme as Recomendações de Adubação e Calagem para o Estado do Paraná (SBCS/NEPAR, 2017). O manejo anterior a implantação da cultura se baseou no controle de plantas indesejáveis e insetos pelo método químico utilizando o herbicida a base de *Glifosate* (produto comercial Roundup® WG: 1,5 kg ha⁻¹). No controle pós emergência foi realizado *Metsulfurom-metílico* (produto comercial Accurate®, dose de 4,5g ha⁻¹).

O período de colheita iniciou-se em 23/08/2023, onde os cortes das forrageiras foram realizados de forma manual com o auxílio de uma foice serrilhada, a uma altura do solo de 12 cm. Todo material

cortado, da área útil da parcela, foi encaminhado ao laboratório para ser pesado para determinação de produção de biomassa verde (kg ha^{-1}), sendo sequentemente, formada uma amostra homogênea de forragem de cada unidade experimental, no momento de cada colheita, para realização de análise de composição física da planta, através da segmentação dos componentes colmo, folhas (verdes e senescentes) e estrutura reprodutiva, assim como a determinação dos teores de matéria seca parcial da planta inteira e seus componentes, em estufa de ar forçado a 55°C por 72 horas (AOAC, 1995). A relação entre peso *in natura* de planta e teor de matéria seca, permitiu a determinação da produção de biomassa seca (kg ha^{-1}). Sequencialmente as amostras de planta inteira foram moídas em moinho tipo “Willey” com peneira de 1 mm.

Em seguida, as amostras pré-secas e moídas de planta inteira foram submetidas às análises de teor de matéria seca total em estufa a 105°C por 4 horas, de matéria mineral (MM) por incineração a 550°C por 4 horas e de proteína bruta (PB) pelo método micro Kjeldahl, conforme a AOAC (1995). Os teores de fibra em detergente neutro (FDN) foram obtidos utilizando α -amilase termoestável (Termamyl 120L, Novozymes Latin América Ltda.), conforme Van Soest *et al.* (1991) e os teores de fibra em detergente ácido (FDA) segundo Goering e Van Soest (1970).

A taxa de desaparecimento ruminal da matéria seca foi mensurada pela técnica *in situ* utilizando sacos de náilon de 12 cm x 8 cm e com poros de 50 μm , contendo 5,0 g de cada material pré-seco e moído a 1 mm, para posterior incubação no rúmen (NOCEK, 1988). Para tal, utilizou-se dois bovinos machos com 84 meses de idade, peso vivo médio de 800 kg, portador de cânula ruminal permanente. Os tempos de incubação utilizados foram de 24, 48, 72 e 96 horas. O projeto de pesquisa e a utilização do animal canulado foi avaliado previamente aprovado pelo Comitê de Conduta Ética no Uso de Animais em Experimentação (CEUA/UNICENTRO), sob o ofício nº 023/2023.

Os dados foram submetidos aos testes de Shapiro-Wilk e Bartlett, a fim de verificar os pressupostos de normalidade e homogeneidade de variância, respectivamente. Uma vez atendidos estes pressupostos, para os parâmetros avaliados relativos à produção de biomassa, a composição física da planta, a bromatologia e a degradação ruminal da matéria seca, aplicou-se o teste F a 5% de probabilidade, através da análise de variância (ANOVA) e em seguida aplicou-se o teste Tukey de comparação de múltiplas médias a 5% de significância, por intermédio do programa de Statistical Analysis System, versão 9.3 (SAS, 1993).

Neste sentido utilizou-se o seguinte modelo matemático para a análise de variância foi: $Y_{ijkl} = \mu + CT_i + EC_j + B_k + (CT_i * EC_j)_l + E_{ijkl}$, onde: μ = média dos tratamentos; CT_i = efeito dos cultivares de trigo, de ordem i, onde 1 = BRS Pastoreio e 2 = BRS Tarumaxi; EC_j = efeito da época de colheita de ordem j, onde 1 = primeira; 2 = segunda, 3 = terceira, 4 = quarta e 5 = quinta; B_k = efeito do bloco de ordem k, onde 1 = primeiro; 2 = segundo, 3 = terceiro e 4 = quarto; $(CT_i * EC_j)_l$ =

efeito da interação entre os trigos e época de corte; e E_{ijkl} = erro aleatório associado a cada observação Y_{ijkl} .

4. ANÁLISES E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Na Tabela 1 é apresentado a produção de biomassa verde e biomassa seca (kg ha^{-1}), de dois cultivares de trigos colhidos a partir do florescimento para produção de forragem, os quais diferiram com o passar dos dias.

Em relação a produção de biomassa verde (kg ha^{-1}), ambas as cultivares avaliadas apresentaram comportamento quadrático ($P < 0,05$), o que fez com a média geral destas também apresentasse mesma tendência. Utilizando-se da curva de regressão a cultivar BRS Tarumaxi demonstrou sua máxima produção de biomassa verde aos 19 dias após o florescimento, atingindo $30.948,95 \text{ kg ha}^{-1}$, enquanto que a cultivar BRS Pastoreio obteve a máxima produção de biomassa verde aos 14 dias após o florescimento, com $30.153,11 \text{ kg ha}^{-1}$, no entanto sabemos que somente os dados produtivos de biomassa verde não são suficientes para estimarmos a produção, pois estes devem ser corrigidos pela matéria seca da planta.

Quando corrigimos os dados de produção de biomassa verde (kg ha^{-1}) em biomassa seca (kg ha^{-1}), verificamos que a mesma apresentou um comportamento de incremento de produção de forma linear (de 1 a 40 dias após o florescimento), com isso, observou-se acúmulo biomassa seca até os 40 dias após o pleno florescimento de cada cultivar. O cultivar BRS Tarumaxi elevou sua produção de biomassa em $106,63 \text{ kg ha}^{-1} \text{ dia de MS}$ e a cultivar BRS Pastoreio elevou sua produção em $84,79 \text{ kg ha}^{-1} \text{ dia de MS}$.

Tabela 1 – Produção de biomassa verde e de biomassa seca, de cultivares de trigo colhidos a partir do pleno florescimento para produção de forragem.

Cultivar	Colheita, dias após florescimento					Equação de regressão ¹
	1	10	20	30	40	
Produção de biomassa verde, kg ha ⁻¹						
BRS Tarumaxi	24324	27715	33704	25882	21450	$\hat{Y}= 23180 + 832,4023D - 22,29D^2$ (R ² :0,4866; CV:15,47%; P=0,0035)
BRS Pastoreio	27303	28117	33146	21778	17840	$\hat{Y}= 26516 + 530,1193D - 19,30D^2$ (R ² :0,7381; CV:11,92%; P=0,0001)
Média	25813	27916	33425	23830	19645	$\hat{Y}= 24848 + 681,2608D - 20,79D^2$ (R ² :0,5576; CV:14,36%; P=0,0001)
Produção de biomassa seca, kg ha ⁻¹						
BRS Tarumaxi	4058	5255	7363	7403	8227	$\hat{Y}= 4307,2863 + 106,6368D$ (R ² :0,6612; CV:17,26%; P=0,0001)
BRS Pastoreio	4698	5549	7178	7473	7903	$\hat{Y}= 4847,2423 + 84,7974D$ (R ² :0,7483; CV:10,95%; P=0,0001)
Média	4378	5402	7270	7438	8065	$\hat{Y}= 4577,2643 + 95,7171D$ (R ² :0,6829; CV:14,24%; P=0,0001)

¹ R²: coeficiente de determinação; CV: coeficiente de variação; e DAF: dias após florescimento, variando de 1 a 40 dias.

A produtividade em MS apresentou um comportamento linear, ou seja, com o passar dos dias após o florescimento a planta concentra mais matéria seca por unidade de área, comportamento também encontrados por Fontanelli (2007) e por Fontanelli e Fontanelli (2009b).

A colheita a partir do 30º dia após o florescimento demonstrou-se o mais indicado para conservação da forragem em silagem, acima de 30% de MS, uma vez que permite a colheita sem a necessidade de emurchecimento a campo para adequação do teor de MS ao processo fermentativo, além de diminuir perdas de campo e contaminação do material (WROBEL *et al.*, 2018).

Com relação aos teores de MS da planta inteira e de seus componentes estruturais folhas, colmos e estrutura reprodutiva (Tabela 2), houve tendência linear crescente (P<0,05), onde na cultivar BRS Tarumaxi os incrementos, respectivamente, foram de 0,5453; 0,4821; 0,5686 e 0,8122 pontos percentuais de MS dia⁻¹, enquanto que na cultivar BRS Pastoreio os incrementos foram de 0,7030; 0,5104; 0,5278 e 1,0037 pontos percentuais de MS dia⁻¹, respectivamente.

A cultivar BRS Tarumaxi obteve maior incremento de MS em colmos e estrutura reprodutiva se comparada a cultivar BRS Pastoreio. Carvalho *et al.* (2015) sugerem que há uma relação diretamente proporcional entre o diâmetro do colmo principal da planta e a massa de grãos na espiga, refletindo positivamente na produtividade, fator esse que também explica a maior produção de biomassa seca desta cultivar.

A cultivar BRS Pastoreio apresentou maior acúmulo de MS na planta inteira e nas folhas, apresentando uma das características de cultivares de trigo de duplo propósito (CARVALHO *et al.*, 2015) se comparada a cultivar BRS Tarumaxi.

Tabela 2 – Teores de matéria seca da planta inteira e de seus dos componentes estruturais, de cultivares de trigo, colhidos a partir do pleno florescimento para produção de forragem.

Cultivar	Colheita, dias após florescimento					Equação de regressão ¹
	1	10	20	30	40	
Teor de matéria seca da planta inteira, %						
BRS Tarumaxi	16,55	18,91	21,89	28,51	38,36	$\hat{Y} = 13,8267 + 0,5453D$ (R ² :0,9107; CV:10,04%; P=0,0001)
BRS Pastoreio	17,21	19,71	21,66	34,28	44,21	$\hat{Y} = 13,2127 + 0,7030D$ (R ² :0,8981; CV:12,62%; P=0,0001)
Média	16,88	19,31	21,77	31,39	41,29	$\hat{Y} = 13,5197 + 0,6242D$ (R ² :0,8715; CV:13,04%; P=0,0001)
Teor de matéria seca das folhas, %						
BRS Tarumaxi	20,53	22,69	26,39	32,10	39,37	$\hat{Y} = 18,4762 + 0,4821D$ (R ² :0,8978; CV:8,42%; P=0,0001)
BRS Pastoreio	19,60	23,37	25,52	31,99	40,24	$\hat{Y} = 17,8336 + 0,51041D$ (R ² :0,8735; CV:10,08%; P=0,0001)
Média	20,07	23,03	25,96	32,05	39,80	$\hat{Y} = 18,1549 + 0,4962D$ (R ² :0,8840; CV:9,07%; P=0,0001)
Teor de matéria seca dos colmos, %						
BRS Tarumaxi	14,54	18,17	23,55	30,25	36,32	$\hat{Y} = 13,0784 + 0,5686D$ (R ² :0,9311; CV:9,19%; P=0,0001)
BRS Pastoreio	14,97	19,32	25,98	29,46	35,75	$\hat{Y} = 14,4342 + 0,5278D$ (R ² :0,9296; CV:8,45%; P=0,0001)
Média	14,75	18,74	24,77	29,86	36,04	$\hat{Y} = 13,7563 + 0,5482D$ (R ² :0,9281; CV:8,74%; P=0,0001)
Teor de matéria seca da estrutura reprodutiva, %						
BRS Tarumaxi	20,08	20,70	29,29	36,45	51,80	$\hat{Y} = 15,2549 + 0,8122D$ (R ² :0,9109; CV:11,72%; P=0,0001)
BRS Pastoreio	17,23	22,86	28,88	37,32	59,02	$\hat{Y} = 12,7863 + 1,0037D$ (R ² :0,8958; CV:15,12%; P=0,0001)
Média	18,66	21,78	29,08	36,88	55,41	$\hat{Y} = 14,0206 + 0,9080D$ (R ² :0,8894; CV:14,07%; P=0,0001)

¹ R²: coeficiente de determinação; CV: coeficiente de variação; e DAF: dias após florescimento, variando de 1 a 40 dias.

Na Tabela 3 é apresentado a participação dos componentes estruturais da planta, os quais diferiram (P<0,05) com o avanço do ciclo reprodutivo de ambas cultivares avaliadas. A participação de folhas verdes, na estrutura da planta, da cultivar BRS Tarumaxi reduziu na proporção 1,2373 pontos percentuais dia⁻¹ na base seca, enquanto que na cultivar BRS Pastoreio reduziu 1,4945 pontos percentuais dia⁻¹. Para participação de folhas senescentes secas, estas tiveram aumento de participação, com avanço do ciclo reprodutivo, somente na cultivar BRS Pastoreio com incremento de 0,2509 pontos percentuais dia⁻¹, algo não observado na cultivar BRS Tarumaxi (P>0,05).

Tabela 3 – Participação física estrutural da planta, com base na MS, de cultivares de trigo colhidos, a partir do pleno florescimento para produção de forragem.

Cultivar	Colheita, dias após florescimento					Equação de regressão ¹
	1	10	20	30	40	
Participação de folhas verdes, % na MS						
BRS Tarumaxi	62,3	53,2	32,6	24,0	16,2	$\hat{Y} = 62,6848 - 1,2373D$ (R ² :0,9392; CV:12,20%; P=0,0001)
BRS Pastoreio	62,8	47,2	32,4	16,4	4,9	$\hat{Y} = 62,9406 - 1,4945D$ (R ² :0,9680; CV:12,12%; P=0,0001)
Média	62,5	50,2	32,5	20,2	10,5	$\hat{Y} = 632,8127 - 1,3659D$ (R ² :0,9326; CV:14,82%; P=0,0001)
Participação de folhas senescentes, % na MS						
BRS Tarumaxi	8,1	1,1	3,1	3,4	4,5	$\hat{Y} = 5,0005 - 0,0475D$ (R ² :0,0594; CV:68,43%; P=0,3004)
BRS Pastoreio	1,0	0,7	3,4	8,8	9,2	$\hat{Y} = - 0,4648 + 0,2509D$ (R ² :0,8447; CV:34,15%; P=0,0001)
Média	4,5	0,9	3,2	6,1	6,85	$\hat{Y} = 2,2678 + 0,1017D$ (R ² :0,1824; CV:70,86%; P=0,0060)
Participação de colmo, % na MS						
BRS Tarumaxi	28,3	36,0	44,4	44,5	39,3	$\hat{Y} = 32,2661 + 0,3081D$ (R ² :0,4290; CV:13,49%; P=0,0017)
BRS Pastoreio	28,2	37,7	43,7	42,3	37,2	$\hat{Y} = 33,2496 + 0,2265D$ (R ² :0,2606; CV:14,73%; P=0,0215)
Média	28,2	36,8	44,0	43,4	38,3	$\hat{Y} = 32,7578 + 0,2673D$ (R ² :0,3408; CV:13,85%; P=0,0001)
Participação de estrutura reprodutiva, % na MS						
BRS Tarumaxi	1,3	9,6	19,9	28,1	40,0	$\hat{Y} = 0,0524 + 0,9768D$ (R ² :0,9732; CV:11,97%; P=0,0001)
BRS Pastoreio	8,0	14,4	20,5	32,5	48,7	$\hat{Y} = 4,2844 + 1,0168D$ (R ² :0,9260; CV:16,92%; P=0,0001)
Média	4,7	12,0	20,2	30,3	44,3	$\hat{Y} = 2,1684 + 0,9968D$ (R ² :0,9187; CV:18,90%; P=0,0001)

¹ R²: coeficiente de determinação; CV: coeficiente de variação; e DAF: dias após florescimento, variando de 1 a 40 dias.

Com relação a participação de colmo, esta teve comportamento contrário a participação de folhas na estrutura da planta. Na cultivar BRS Tarumaxi, a participação de colmos, nos sucessivos 40 dias pós florescimento, foi aumentada em 0,3081 pontos percentuais dia⁻¹, enquanto que na cultivar BRS Pastoreio sua participação elevou-se em 0,2265 pontos percentuais ao dia⁻¹.

Tabela 4 – Composição química da planta de cultivares de trigo colhidos, a partir do pleno florescimento para produção de forragem.

Cultivar	Colheita, dias após florescimento					Equação de regressão ¹
	1	10	20	30	40	
Fibra em detergente neutro, %						
BRS Tarumaxi	63,70	64,09	65,88	66,23	67,39	$\hat{Y}= 63,4913 + 0,0973D$ (R ² :0,7694; CV:1,18%; P=0,0001)
BRS Pastoreio	61,98	62,14	63,83	64,47	66,40	$\hat{Y}= 61,4535 + 0,1143D$ (R ² :0,6064; CV:2,11%; P=0,0001)
Média	62,84	63,11	64,85	65,35	66,90	$\hat{Y}= 62,4724 + 0,1058D$ (R ² :0,5420; CV:2,14%; P=0,0001)
Fibra em detergente ácido, %						
BRS Tarumaxi	41,22	41,65	43,78	45,38	46,81	$\hat{Y}= 40,6818 + 0,1525D$ (R ² :0,8869; CV:1,81%; P=0,0001)
BRS Pastoreio	39,41	40,87	42,71	43,87	45,61	$\hat{Y}= 39,3282 + 0,1567D$ (R ² :0,7815; CV:2,85%; P=0,0001)
Média	40,32	41,26	43,24	44,62	46,21	$\hat{Y}= 40,0050 + 0,1546D$ (R ² :0,7732; CV:2,76%; P=0,0001)
Matéria mineral, %						
BRS Tarumaxi	10,43	8,15	6,34	5,67	5,08	$\hat{Y}= 9,8377 - 0,1338D$ (R ² :0,8615; CV:10,98%; P=0,0001)
BRS Pastoreio	8,58	7,59	6,35	6,38	5,07	$\hat{Y}= 8,4857 - 0,0837D$ (R ² :0,7850; CV:9,42%; P=0,0001)
Média	9,51	7,87	6,34	6,02	5,08	$\hat{Y}= 9,1617 - 0,1087D$ (R ² :0,7883; CV:11,51%; P=0,0001)
Proteína bruta, %						
BRS Tarumaxi	13,31	12,01	11,19	10,03	9,69	$\hat{Y}= 13,1487 - 0,0941D$ (R ² :0,8035; CV:6,04%; P=0,0001)
BRS Pastoreio	11,64	10,44	9,96	8,80	8,04	$\hat{Y}= 11,5943 - 0,0900D$ (R ² :0,8422 CV:5,83%; P=0,0001)
Média	12,48	11,23	10,58	9,42	8,86	$\hat{Y}= 12,3715 - 0,0921D$ (R ² :0,6449; CV:9,24%; P=0,0001)
Carboidrato não fibroso + Extrato Etéreo, %						
BRS Tarumaxi	60,05	56,08	51,66	49,47	47,38	$\hat{Y}= 59,4940 - 0,3251D$ (R ² :0,9330; CV:2,40%; P=0,0001)
BRS Pastoreio	58,23	55,89	52,49	50,71	46,71	$\hat{Y}= 58,6260 - 0,2881D$ (R ² :0,9090; CV:2,52%; P=0,0001)
Média	59,14	55,98	52,07	50,09	47,04	$\hat{Y}= 59,0600 - 0,3066D$ (R ² :0,9188; CV:2,45%; P=0,0001)

¹ R²: coeficiente de determinação; CV: coeficiente de variação; e DAF: dias após florescimento, variando de 1 a 40 dias.

A crescente participação de folhas senescentes, colmo, bem como da estrutura reprodutiva, em ambas as cultivares, justificam o incremento dos teores de matéria seca da planta inteira apresentado anteriormente na Tabela 2, devido principalmente as folhas senescentes apresentarem uma matéria seca mais elevada, os colmos também apresentaram teores de matéria seca se elevando com o ciclo, além do acúmulo de amido nos grãos que também possuem um teor de matéria seca mais elevado.

De maneira geral, conforme dados da Tabela 4, observa-se que houve aumento (P<0,05) dos

teores de FDN e FDA, enquanto que para os teores de MM, PB e CNF+EE houve redução ($P<0,05$) nos valores, para ambas cultivares de trigo avaliadas, conforme avanço ciclo reprodutivo após o florescimento.

Fontanelli e Fontanelli (2009b) relatam que existem grandes variações nas composições bromatológicas dos cereais de inverno, e um dos principais fatores se deve ao ponto de colheita. De acordo com Lopes *et al.* (2008), há uma maior concentração de fibras nas plantas em estágio de florescimento e um decréscimo destes valores com a diluição pelo efeito do incremento de grãos. No entanto no presente trabalho apesar do incremento da porção reprodutiva, não houve o efeito de diluição da porção fibrosa, provavelmente pelo incremento da proporção de colmo na cultivar BRS Tarumaxi e de folhas senescentes na BRS Pastoreio.

Os teores de FDN e FDA aumentaram de forma linear com o avanço do ciclo reprodutivo da planta, com incrementos, respectivamente, de 0,0973 e de 0,1525 pontos percentuais dia^{-1} para o cultivar BRS Tarumaxi, e com incremento de 0,1143 e 0,1567 pontos percentuais dia^{-1} para o cultivar BRS Pastoreio.

As plantas forrageiras apresentam variadas mudanças na composição de seus nutrientes, devido a evolução do ciclo fenológico, em consequência, da sua maturidade, assim, na maioria das espécies há um declínio em alguns valores nutritivos, enquanto que outros, apresentam um acréscimo em seus teores, resultado esse da menor relação folha/colmo e da crescente lignificação da parede celular (DEMÉTRIO *et al.*, 2012).

Os maiores teores de fibra em detergente neutro não são muito interessantes, devido este ter uma função de limitador de consumo geralmente por enchimento ruminal. Este também apresenta menor degradabilidade ruminal, contudo depende da sua composição, pois a relação entre hemicelulose, celulose e lignina apresentam diferentes valores de degradabilidade (VAN SOEST *et al.*, 1991).

Para os teores de MM, PB e CNF + EE, estes apresentaram respectivamente, um decréscimo de 0,1338, 0,0941 e 0,3251 pontos percentuais dia^{-1} , na cultivar BRS Tarumaxi e de 0,0837, 0,0900 e 0,2881 pontos percentuais dia^{-1} na cultivar BRS Pastoreio, este decréscimo ocorreu pela diluição destes nutrientes, pelo incremento das concentrações de FDN.

Devido ao avanço do ciclo produtivo, há o alongamento dos colmos e diminuição na participação de folhas, ocasionando a queda da PB, MM e CNF+EE (SANTOS *et al.*, 2015).

Carletto *et al.* (2020) e Venancio *et al.* (2020) observaram decréscimo no teor de proteína bruta, CNF e EE para trigo em diferentes estádios fenológicos, variando de estágio vegetativo à estágio de grão farináceo, com incremento para os valores de FDN, FDA e lignina, corroborando com os resultados do presente trabalho,

Com relação a Tabela 5 é apresentado a degradação ruminal *in situ* da MS, nos tempos de 24, 48, 72 e 96 horas⁻¹ de incubação, das cultivares de trigo, conforme avanço do ciclo reprodutivo após o florescimento.

Tabela 5 – Degradação ruminal *in situ* da MS em 24, 48, 72, e 96 horas⁻¹ de incubação, de cultivares de trigo colhidos a partir do pleno florescimento para produção de forragem.

Cultivar	Colheita, dias após florescimento					Equação de regressão ¹
	1	10	20	30	40	
Degradação ruminal da MS 24 horas ⁻¹ , % na MS						
BRS Tarumaxi	73,44	70,80	59,83	54,72	52,45	$\hat{Y}= 74,2397 - 0,5930D$ (R ² :0,9304; CV:3,80%; P=0,0001)
BRS Pastoreio	72,29	70,26	58,22	51,98	50,66	$\hat{Y}= 73,3759 - 0,6282D$ (R ² :0,9232; CV:4,36%; P=0,0001)
Média	72,86	70,53	59,02	53,35	51,55	$\hat{Y}= 73,8078 - 0,6106D$ (R ² :0,9185; CV:4,20%; P=0,0001)
Degradação ruminal da MS 48 horas ⁻¹ , % na MS						
BRS Tarumaxi	80,86	77,76	68,90	64,40	61,72	$\hat{Y}= 81,3760 - 0,5267D$ (R ² :0,9567; CV:2,31%; P=0,0001)
BRS Pastoreio	78,15	74,43	64,19	59,24	56,19	$\hat{Y}= 78,6192 - 0,6031D$ (R ² :0,9549; CV:2,88%; P=0,0001)
Média	79,50	76,09	66,54	61,82	58,95	$\hat{Y}= 79,9976 - 0,5649D$ (R ² :0,8877; CV:4,16%; P=0,0001)
Degradação ruminal da MS 72 horas ⁻¹ , % na MS						
BRS Tarumaxi	83,88	79,91	71,26	67,84	64,99	$\hat{Y}= 83,8388 - 0,5078D$ (R ² :0,9493; CV:2,33%; P=0,0001)
BRS Pastoreio	80,74	76,94	69,08	62,40	60,99	$\hat{Y}= 81,1532 - 0,5511D$ (R ² :0,9565; CV:2,45%; P=0,0001)
Média	82,31	78,42	70,17	65,12	62,99	$\hat{Y}= 82,4960 - 0,5295D$ (R ² :0,9012; CV:3,47%; P=0,0001)
Degradação ruminal da MS 96 horas ⁻¹ , % na MS						
BRS Tarumaxi	87,69	81,53	74,27	70,87	67,24	$\hat{Y}= 86,9186 - 0,5246D$ (R ² :0,9586; CV:2,08%; P=0,0001)
BRS Pastoreio	83,92	78,47	72,44	67,29	62,37	$\hat{Y}= 84,0841 - 0,5534D$ (R ² :0,9929; CV:0,93%; P=0,0001)
Média	85,80	80,00	73,35	69,08	64,80	$\hat{Y}= 85,5014 - 0,5390D$ (R ² :0,9284; CV:2,85%; P=0,0001)

¹ R²: coeficiente de determinação; CV: coeficiente de variação; e DAF: dias após florescimento, variando de 1 a 40 dias.

Na degradação ruminal da MS, nos períodos de 24, 48, 72 e 96 horas de incubação ruminal, houve, respectiva diminuição linear (P<0,05), com o avanço do ciclo reprodutivo após o florescimento, apresentando decréscimos de degradação da MS, na ordem de 0,5930, 0,5267, 0,5078 e 0,5246 pontos percentuais dia⁻¹, na cultivar BRS Tarumaxi e decréscimos de 0,6282, 0,6031, 0,5511 e 0,5534 pontos percentuais dia⁻¹ na cultivar BRS Pastoreio.

As forrageiras de cereais de inverno possuem algumas variações da cinética de degradabilidade, Horst *et al.* (2017) avaliando forrageiras de inverno em estágio de pré florescimento, encontraram

diferentes valores de intercepto, o que pode se referir como nutrientes prontamente solúveis, bem como com o passar do estágio vegetativo, Venancio *et al.* (2020), encontraram uma diminuição tanto dos valores nos nutrientes prontamente solúveis, bem como da degradação da MS em diferentes horas de incubação, avaliando trigo e aveia.

A parede celular pode apresentar diferentes espessuras, devido ao arranjo adensado de seus componentes na estrutura e concentração de compostos de lignificação em sua estrutura (BUENO *et al.*, 2020), dificultando a digestibilidade do alimento, o qual pode explicar a baixa degradabilidade de alguns materiais que não apresentam componentes químicos indigeríveis (BASSO *et al.*, 2015).

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O BRS Tarumaxi destacou-se frente ao BRS Pastoreio, por apresentar maior produção de biomassa seca, melhor composição química-bromatológica e degradação ruminal da forragem para a confecção de forragem conservada, a partir do pleno florescimento, e MS ideal para o corte direto a partir do 30º dia após o florescimento.

REFERÊNCIAS

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official methods of analysis**. 16. ed. Washington: AOAC, 1995.

BASSO, K. C.; BARBERO, L. M. Anatomia foliar de forrageiras e a sua relação com o valor nutritivo. **Veterinária Notícias**, v 21, n. 1, p. 1-10. Jan./jun. 2015.

BUENO, A. V. I.; RIBEIRO, M. G.; JACOVACI, F. A.; TRÊS, T. T.; LEÃO, G. F. M.; GOMES, A. L. M.; JOBIM, C. C. Nutritional value and digestible dry matter production of oat genotypes for ensiling. **Ciência Animal Brasileira**, v 21, p. e-58129. Mai. 2020.

CARLETO, R.; LEÃO, G. F. M.; NEUMANN, M.; HORST, E. H. Influência do regime de cortes sobre a produção e valor nutricional de trigo cv. BRS Umbu para forragem. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, v 19, n. 3, p. 254-262. Jun. 2020.

CARVALHO, I. R.; SOUZA, V. Q.; NARDINO, M.; FOLLMANN, D. N.; SCHMIDT, D.; BARETTA, D. Correlações canônicas entre caracteres morfológicos e componentes de produção em trigo de duplo propósito. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v 50, n. 8, p. 690-697. Ago. 2015.

DEEN, W.; JANOVICEK, K.; LANDRY, E.; LEE, E. A. Annual cereal cover crops following winter wheat produce high quality fall forage. **Agronomy Journal**, v 111, n. 4, p. 1634-1642. Jul. 2019.

DEMÉTRIO, J. V.; DA COSTA, A. C. T.; OLIVEIRA, P. S. R. Produção de biomassa de cultivares de aveia sob diferentes manejos de corte. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v 42, n. 2, p. 198-205. Abr./jun. 2012.

- DEMICHELI, P. M. Características agronômicas, fisiológicas e bromatológicas do trigo forrageiro em diferentes manejos de adubação e densidades de semeadura [Dissertação de mestrado, Universidade Estadual de Montes Claros]. **Unimontes Biblioteca Digital**, p. 1-49. 2020.
- FARIA, T. F. R.; PINESE, F.; GIMENE, F. M. A.; DEMARCHI, J. J. A. A.; CAMPOS, F. P.; PREMAZZI, L. M.; GERDES, L. Composição bromatológica de silagens de milho comerciais produzidas no Brasil. **Archivos de zootecnia**, v 70, n. 269, p. 20-27. Jan. 2021.
- FONTANELI, R. S. Trigo de duplo-propósito na integração lavoura-pecuária. **Revista Plantio Direto**, v 16, n. 99, p. 29-32. Dez. 2007.
- FONTANELI, R. S.; FONTANELI, R. S. **Ensilagem**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2009a.
- FONTANELI, R. S.; FONTANELI, R. S. **Silagens de Cereais de Inverno**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2009b.
- FONTANELI, R. S.; FONTANELI, R. S.; SANTOS, H. P.; NASCIMENTO JUNIOR, A.; MINELLA, E.; CAIERÃO, E. Rendimento e valor nutritivo de cereais de inverno de duplo propósito: forragem verde e silagem ou grãos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v 38, n. 11, p. 2116-2120. Nov. 2009.
- GOERING, H. K.; VAN SOEST, P. J. **Forage fiber analysis: apparatus reagents, procedures and some applications**. Washington: Agricultural Handbook, 1970.
- HORST, E. H.; NEUMANN, M.; MAREZE, J.; LEÃO, G. F. M.; DOCHWAT, A. Silagem pré-secada de cereais de inverno em estágio de pré-florescimento: Revisão. **Pubvet**, v 11, n. 4, p. 415-423. Abr. 2017.
- LOPES, F. C. F.; SILVA e OLIVEIRA, J.; LANES, E. C. M.; DUQUE, A. C. A.; RAMOS, C. R. Valor nutricional do triticale (X Triticosecale Wittmack) para uso como silagem na Zona da Mata de Minas Gerais. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v 60, n. 6, p. 1484-1492. Dez. 2008.
- MICHALOVICZ, L.; MULLER, M. M. L.; TORMENTA, C. A.; WARREN, A.; DICK, M. V.; MEERT, L. Atributos químicos do solo, absorção de nutrientes e produtividade de culturas de plantio direto em função de dosagens e parcelamento de fosfogesso no sul do Brasil. **Arquivos de Agronomia e Ciências do Solo**, v 65, n. 3, p. 385-399. 2019.
- Nocek, J. E. In situ and Other Methods to Estimate Ruminant Protein and Energy Digestibility: A Review. **Journal of Dairy Science**, v 71, n. 8, p. 2051–2069. Ago. 1988.
- PAVINATO, O. S.; PAULETTI, V.; MOTTA, A. C. V.; MOREIRA, A. **Manual de adubação e calagem para o estado do paraná**. 2. ed. Curitiba: SBCS/NEPAR, 2017.
- SANTOS, H. P.; FONTANELLI, R. S.; CASTRO, R. L.; VERDI, A. C.; VARGAS, A. M.; BIAZUS, V. Avaliação de trigo para grãos e duplo propósito, sob plantio direto. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v 10, n. 1, p. 43-48. Dez. 2014.
- VAN SOEST, P. J.; ROBERTSON, J. B.; LEWIS, B. A. Symposium: carbohydrate methodology,

metabolism, and nutritional implications in dairy cattle. **Journal of Dairy Science**, v 74, n. 10, p. 3583-3597. Out. 1991.

VENANCIO, B. J.; NEUMANN, M.; SILVA, M. R. H.; PONTAROLO, G. B.; SANTOS, L. C.; COSTA, L.; SANTOS, L. V.; SPLIETHOFF, J. Efficacy of pyraclostrobin on the production and chemical composition of forage and silage of wheat (*Triticum aestivum* cv. BRS Umbu) and oats (*Avena strigosa* cv. Embrapa 139) preceded by successive cuts in the hard dough grain stage. **Semina Ciências Agrárias**, v 40, n. 5, p. 2439. Abr. 2019.

VENANCIO, B.J.; SILVA, M. R. H.; COSTA, L.; STADLER JUNIOR, E. S.; CRISTO, F. B.; HEKER JUNIOR, J. C.; PEREIRA, E. L. C.; NEUMANN, M. Effectiveness of pyraclostrobin on the production, morphology and nutritional value of winter cereal forage in successive cuts. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v 76, n. 2, p. 333-345. Abr. 2024.

WROBEL, F. L.; NEUMANN, M.; LEÃO, G. F. M.; SANDINI, I. E.; POCZYNEK, M.; MARAFON, F. Qualidade da silagem de trigo produzida sob níveis de adubação nitrogenada em dois estádios fenológicos. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, v 17, n. 4, p. 539-546. Jun. 2018.