

Revista Inovação, vol. 4, 2025.
ISSN 2764-9199

RENDIMENTO E VALOR NUTRITIVO DE SILAGEM DE TRIGO cv. ENERGIX (*Triticum aestivum* L.) SUBMETIDAS A DIFERENTES ESTRATÉGIAS DE ADUBAÇÃO DE COBERTURA

Valdéria Biazus¹

Magdalena Reschke Lajús Travi²

RESUMO

Nos sistemas de produção de leite a silagem é uma opção importante para manter a qualidade da dieta durante o ano. A utilização do trigo para produção de silagem no inverno é importante para obter um sistema produtivo eficiente, diminuindo a oscilação na produção de leite e o custo de produção nesse período. Nesse contexto o objetivo do trabalho foi de avaliar o rendimento e o valor nutritivo de trigo cv. Energix 201 sob diferentes estratégias de adubação de cobertura. Os tratamentos foram T1 (200 kg/ha de ureia em duas aplicações), T2 (200 kg/ha de ureia em uma aplicação), T3 (200 kg/ha de ureia e 100 kg/ha de cloreto de potássio em 1 aplicação), T4 (200 kg/ha de ureia em duas aplicações e 100 kg/ha de cloreto de potássio em uma aplicação), T5 (10 t/ha de cama de aviário), T6 (100 kg/ha de ureia e 2 L/ha de ureia líquida na elongação), T7 (2 aplicações de ureia líquida 2 L/ha) e T8 (2 aplicações de ureia líquida 2 L/ha e 3 aplicações de adubo foliar 400 ml/ha). O experimento foi conduzido no campo experimental da empresa Agrorios no município de Entre Rios do Sul, RS no ano de 2022. O delineamento experimental foi em blocos ao acaso com quatro repetições. As variáveis avaliadas foram estatura, acamamento, produção de matéria verde e matéria seca, FDN, FDA, NDT e PB. Foi observado que a adubação nitrogenada associada com potássica influenciam no maior rendimento de matéria verde e seca.

Palavras-chave: Cereais de inverno, silagem e adubação de cobertura

1 INTRODUÇÃO

A bovinocultura leiteira na região Sul do Brasil é caracterizada por pequenas propriedades que têm a produção baseada em pastagens. Na entressafra, período que é caracterizado pelo final do verão e início do outono, as áreas de pastagem de verão encontram-se com baixa produção de matéria verde e qualidade e as pastagens de inverno não estão prontas para o pastejo.

A sazonalidade produtiva das pastagens ou também chamado de vazio forrageiro outonal é um problema para os produtores, visto que com a falta de

¹ Acadêmico do Curso de Agronomia do Centro Universitário Uceff. E-mail: valbiazus@hotmail.com

² Professora do Curso de Agronomia do Centro Universitário Uceff. E-mail: magtravi@uceff.edu.br

volumoso oriundo da pastagem a tendência é aumentar a quantidade de alimentos concentrados. Essa alternativa torna-se mais onerosa e aumenta os custos de produção. A alimentação animal corresponde em média a 70% dos custos totais de produção. Geralmente os alimentos concentrados são mais onerosos e têm maior impacto no custo final da dieta, representam em média 30 a 40% dos custos operacionais totais (NOGUEIRA, 2004).

A utilização de forragens conservadas na alimentação de vacas leiteiras é uma prática comum nos períodos de carência de forragem e tem por objetivo fornecer alimento volumoso de boa qualidade e em quantidades suficientes para a manutenção dos níveis de produtividade dos rebanhos (Meinerz et al., 2012). Além disso, é possível utilizar áreas que permanecem ociosas no inverno, possibilitar a rotação de culturas, manter o solo coberto e produzir alimento de alto valor nutritivo que poderá ser usado durante o ano. Cada vez mais buscam-se alternativas que permitam racionalizar o uso da terra, aumentando a produtividade e melhorando a sustentabilidade dos sistemas de produção, com aumento da renda dos produtores.

A utilização do trigo para produção de silagem no inverno é importante para obter um sistema produtivo eficiente, diminuindo a oscilação na produção de leite e o custo de produção nesse período. Nesse contexto, o objetivo do trabalho foi avaliar o rendimento e o valor nutritivo de trigo cv. energix 201 sob diferentes estratégias de adubação de cobertura.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA/REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Trigo para produção de silagem

Os cereais de inverno são cultivados em quase todas as regiões do mundo. Normalmente são cultivados com o objetivo de produzir grãos, para a alimentação humana e animal, ou como forrageiras para a formação de pastagens. Em sistemas de integração entre agricultura e pecuária, estes cereais podem ser utilizados tanto em pastejo direto como em manejo de duplo propósito, produzindo forragem que pode ser ensilada ou grãos, contribuindo para a maior estabilidade da produção (Bortolini

et al., 2004). Tem sido usado em diversos países, como USA, Austrália, Uruguai e Argentina, como alternativa econômica em sistemas mistos de produção agrícola (Epplin et al., 2001). Produz de 4-6 toneladas de MS/ha e 2 a 3 toneladas de grãos/ha (MENEIRZ et al., 2012).

Quando se menciona a produção de forragem conservada logo vem em mente as culturas de milho e sorgo, no entanto em climas subtropicais e temperados as silagens de cereais de inverno podem tornar-se uma solução para fornecer estoques forrageiros (BUMBIERS JUNIOR et al., 2013).

O trigo surge como oportunidade de diminuir estes riscos, como de geadas antecipadas que irão comprometer o cultivo do milho safrinha e de aumentar a produtividade no inverno, onde a maioria das áreas fica em repouso, aguardando a nova safra de grãos. Com a expansão dos sistemas de integração lavoura-pecuária, a utilização de cereais de inverno (forragem e grãos) surge como uma alternativa para produção de alimento de qualidade, considerando-se que no final do ciclo dessas culturas, normalmente há um excedente de massa de forragem (MEINERZ et al., 2011).

2.2 Valor nutritivo da silagem de trigo

O valor nutritivo da forragem refere-se à sua composição química e à sua digestibilidade (percentagem do alimento que é aproveitada pelo organismo animal). O que se busca em uma forrageira é a sua capacidade de atender, pelo maior período possível, as demandas nutricionais dos animais (EUCLIDES, 2001).

As plantas forrageiras podem ser divididas quimicamente e anatomicamente em duas frações, parede celular e conteúdo celular. A parede celular é a porção fibrosa, composta por carboidratos estruturais, como celulose e hemicelulose, lignina e outros compostos fenólicos, além de ceras e sílica. A quantidade e digestibilidade da parede celular determinarão o consumo e a produtividade animal (BALL et al., 2001).

A parede celular pode ser separada em fibra detergente neutro (FDN) que determina a sua concentração na planta e expressa a fibra digestível (celulose,

hemicelulose e lignina). O teor de FDN está diretamente relacionado a fatores como ciclo da cultivar, temperaturas noturnas, teor de carboidratos solúveis, entre outros. Por outro lado, o teor de fibra detergente ácido (FDA) determina a qualidade da parede celular e expressa a fração indigestível (celulose e lignina), está relacionado com a digestibilidade da forragem, pois a celulose e a lignina são as frações da fibra de menor digestibilidade (CRUZ, 1998).

Estes dois componentes, FDN e FDA, determinam respectivamente o potencial de consumo e digestibilidade da matéria seca da planta e, por sua vez, o valor nutritivo da forragem quando associados com o teor de proteína, minerais, vitaminas e concentração energética (BERCHIELI, et al., 2011).

A quantidade e, especialmente, a qualidade da forragem produzida pelos cereais de estação fria são determinadas por diversos fatores, destacando-se a variabilidade entre as espécies, entre genótipos de uma mesma espécie e a adaptabilidade destas às diferentes condições edafoclimáticas (BRUCKNER & HANNA, 1990).

Pode-se destacar também que com o avanço do estágio fenológico da cultura aumenta a produção de matéria seca por área, além do benefício da alta concentração de amido depositada nos grãos, aumentando o índice energético do alimento. Porém, com o avançar da maturidade da planta tem-se redução no teor de proteína bruta da mesma em função da diluição provocada pelo aumento dos teores de compostos estruturais como a celulose, hemicelulose e a lignina (VAN SOEST, 1994).

2.3 Adubação nitrogenada em trigo

O nitrogênio (N) é um macronutriente essencial para o desenvolvimento e produção das plantas produtoras de grãos. É um dos elementos minerais de maior demanda e o que mais limita o crescimento das culturas (Souza & Fernandes, 2006). Porém, é um dos elementos mais limitantes nos solos, sendo requerido em maior quantidade pela planta, entretanto, seu manejo no solo é complexo devido a vários fatores que afetam a dinâmica do nitrogênio no solo (PRANDO et al., 2013).

A adubação nitrogenada faz-se necessária em virtude da insuficiente quantidade que o solo fornece para o adequado crescimento das plantas. Essa situação é particularmente importante para a cultura do trigo, uma vez que, dentre os nutrientes que influenciam o seu rendimento, o N é um dos mais absorvidos durante o ciclo de desenvolvimento da planta (Scalco et al., 2003). Está envolvido em processos como a síntese de clorofila, fotossíntese e desempenha a função de aumentar o teor de proteína nas plantas (SOUZA & LOBATO, 2004).

A aplicação de N no momento adequado pode aumentar sua eficiência de uso pela cultura do trigo e alterar o rendimento de grãos por meio de estímulos aos componentes do rendimento (Bredemeier & Mundstock, 2001). Além dos aspectos agrônômicos, a adubação na época apropriada reduz os processos de perdas do N por lixiviação, volatilização e desnitrificação.

A adubação nitrogenada pode ser feita por meio da aplicação de ureia. Esse fertilizante possui o inconveniente de perder nitrogênio pela hidrólise e volatilização da amônia, principalmente em solos úmidos e bem intemperizados, além de condições inadequadas de aplicação (Costa et al., 2005). Devido à grande mobilidade, este nutriente deve ser aplicado de forma parcelada, visando diminuir as perdas (Suhel et al., 1988). A variação na época de aplicação de N, dentro das práticas de manejo de cereais de estação fria, constitui-se em interessante método para a maximização da eficiência da adubação nitrogenada, com possíveis consequências sobre o rendimento de grãos (MUNDSTOCK, 1999).

Em cereais de inverno, os estádios mais dependentes de N são o afilhamento e a diferenciação do primórdio floral, que ocorrem a partir do estágio de 3 a 4 folhas. As plantas ao final do afilhamento já absorveram aproximadamente um terço do N que será utilizado em todo o ciclo. Quando elevadas quantidades de N forem absorvidas até o final dessa fase, as plantas pouco responderão à adição de adubo nitrogenado em cobertura (Lamothe, 1994). Dessa forma, a absorção de N durante o afilhamento pode estabelecer o nível de suprimento desse nutriente em que as plantas se encontram e pode possibilitar a tomada de decisão de fornecimento de quantidades mais condizentes com as reais necessidades das plantas, em cada situação específica (POLETTTO, 2004).

A quantidade de fertilizante nitrogenado a se aplicar varia em função do nível de matéria orgânica do solo, da cultura precedente e da expectativa de rendimento de grãos da cultura. A dose de N a ser aplicada na semeadura varia entre 15 kg/ha e 20 kg/ha. O restante deve ser aplicado em cobertura entre as fases de perfilhamento e alongamento do colmo da cultura, complementando o total indicado (BIOTRIGO, 2022).

Os mesmos autores citam que para as doses mais elevadas de N em cobertura, pode-se optar pelo fracionamento em duas aplicações: no início do afilhamento e, o restante, no início do alongamento. A aplicação de N em cobertura no estágio de afilhamento dos cereais de inverno proporciona, em geral, incrementos significativos no rendimento de grãos. Já a aplicação tardia de N pode incrementar a sobrevivência dos afilhos emitidos pela planta e aumentar a massa dos grãos de trigo (PERUZZO, 2000).

2.4 Adubação potássica em trigo

O potássio (K) é o cátion mais abundante nas plantas, não fazendo parte da estrutura das células, mas apresenta importância fundamental em inúmeros processos, como a fotossíntese, regulação da abertura estomática, manutenção do turgor das células e é constituinte de várias enzimas. Quando se tem baixos teores de K e altos de N, os caules ficam fracos, tendo maior ocorrência de acamamento das plantas. Na deficiência, as folhas mais velhas apresentam amarelecimento e enfraquecimento nas pontas e margens, seguidos de clorose, que progride até atingir a nervura, ocasionando encurvamento da folha para baixo. Geralmente ocorre um crescimento vegetal reduzido e encurtamento dos entrenós (GRANDO et al., 2016).

A importância do K se dá pelo estímulo a vegetação e o perfilhamento de poáceas, aumento do teor de carboidratos e proteínas, estímulo ao enchimento de grãos, promove armazenamento de açúcar e amido, ajuda a fixação simbiótica de nitrogênio, aumenta a utilização de água consequentemente na resistência a secas (MALAVOLTA et al., 2006).

Quanto à forma de aplicação do K no solo, esta pode ser no sulco de semeadura, sendo depositada abaixo e ao lado da semente, ou a lanço. Se a aplicação for no sulco, deve-se ter cuidado quando há necessidade de aplicar doses muito altas, que podem provocar efeito salino à semente, devido à maior concentração do nutriente nos locais fertilizados. Por ocasião da semeadura, doses superiores a 80-100kg de K/ha podem prejudicar a germinação e/ou o crescimento inicial da planta. Nestes casos, uma alternativa é a adubação a lanço ou parcelada (VILELA et al, 2004).

A adubação em cobertura de K pode se tornar uma estratégia importante no sistema de produção de silagem, pois ficam poucos restos culturais, o que prejudica a ciclagem de nutrientes. Nessas situações a reposição de nutrientes é essencial para obter maior rendimento da cultura e manutenção do solo.

2.5 Trigo Energix 201 para produção de silagem

O trigo Energix 201 é um material próprio para produção de silagem sem arista. É formado pelo mix de dois cultivares, TBIO energia 1 e 2, nas proporções de 45 e 55%, respectivamente. A junção de dois cultivares confere maior produtividade, melhor teor de nutrientes, tolerância a doenças, e aumenta a janela de corte. O ciclo da cultivar é de em torno de 110 dias, da semeadura até a colheita com média de 35% de MS.

As recomendações de manejo conforme as indicações da Biotrigo (2022) estão descritas na sequência: Adubação de base N-P-K conforme necessidade e recomendação da análise de solo para altos rendimentos de grãos. Adubação de cobertura: de 100 kg de nitrogênio/ha (60% em pleno perfilhamento e 40% no emborrachamento). Evitar semear Energix 201 em áreas com histórico de mosaico. Para manejo fitossanitário posicionar até duas aplicações de fungicida para pré-secado (perfilhamento e emborrachamento) e três para silagem (perfilhamento, emborrachamento e início floração) ou conforme a incidência de doenças fúngicas.

3 METODOLOGIA

O experimento foi conduzido na área experimental da empresa Agrorios Comércio e Produção de Sementes, situada no município de Entre Rios do Sul (RS), no ano de 2022. O solo é classificado como Latossolo Vermelho Distrófico típico (Santos et al., 2014). O clima é classificado segundo a classificação de Köppen como Cfa, a temperatura média é 19,1 °C, e uma pluviosidade média anual de 1280 mm.

Foram avaliadas a produção e o valor nutritivo da silagem e a porcentagem de acamamento de trigo cv. energix 201, submetidas a diferentes estratégias de adubação de cobertura. A semeadura foi realizada no dia 16/06/2022. A população de plantas foi de 300 plantas/m². O tratamento de sementes foi feito com Vitavax Thiram®, Cruiser® e imidacloprid®. Foram realizados dois tratamentos com inseticida e fungicida. A aplicação na fase de perfilhamento no qual foi usado Nativo® e uma segunda aplicação de Fox® Xpro mais inseticida Connect® no espigamento.

O delineamento experimental foi em blocos ao acaso com quatro repetições. A área útil das parcelas foi de 10,2 m² (12 linhas x 5,0 metros x 0,17 m espaçamento). Foi utilizado 200 kg/ha de adubação de base 10-20-10 (N-P-K) para todos os tratamentos.

Foram avaliados os seguintes tratamentos: T1 (200 kg/ha de ureia em duas aplicações – perfilhamento e alongação), T2 (200 kg/ha de ureia em uma aplicação - perfilhamento), T3 (200 kg/ha de ureia e 100 kg/ha de cloreto de potássio em 1 aplicação - perfilhamento), T4 (200 kg/ha de ureia no perfilhamento e alongação e 100 kg/ha de cloreto de potássio no perfilhamento), T5 (10 t/ha de cama de aviário no perfilhamento), T6 (100 kg/ha de ureia perfilhamento e 2 L/ha de ureia líquida na alongação), T7 (2 aplicações de ureia líquida 2 L/ha no perfilhamento e alongação) e T8 (2 aplicações de ureia líquida 2 L/ha e 3 aplicações de adubo foliar 400 ml/ha).

As plantas foram submetidas ao corte para produção de silagem no dia 24/10/2022 quando atingiram entre 35 a 38% de matéria seca (fase de grão pastoso). No momento da colheita foi medida a estatura das plantas da base até o ápice da espiga em local que representasse a área mais homogênea da parcela. Foi

determinada a porcentagem de acamamento de cada parcela atribuindo notas zero a dez, na qual zero não tinha acamamento e dez completamente acamada.

Na sequência cada parcela foi colhida, pesada e processada em partículas de 3 a 4 mm. Em seguida foi armazenada em silos experimentais de PVC, com dimensões de 40 x 100 cm, obedecendo o processo de compactação para obter fermentação anaeróbica.

Para avaliação do valor nutritivo foi retirada uma subamostra do material antes do processo de silagem. As amostras foram enviadas para o laboratório o qual avaliou os teores de proteína bruta (PB), digestibilidade da matéria seca (DMS), nutrientes digestíveis totais (NDT), fibra insolúvel em detergente neutro (FDN), fibra insolúvel em detergente ácido (FDA). Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e, quando necessário, comparados pelo teste de Tukey a 5% pelo programa estatístico SASM Agri (CANTERI et al., 2001).

4 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS DADOS

No período de realização do ensaio ocorreram chuvas acima da média (tabela 1) esse fato pode ter ocasionado lixiviação de nutrientes principalmente da adubação de base, não favorecendo que a cultivar expressasse todo seu potencial produtivo. O excesso de chuvas ocasiona o desenvolvimento de condições anaeróbicas no solo prejudicam a respiração pelas raízes. Além disso, a adequada absorção de nutrientes pode ser prejudicada, especialmente no caso do nitrogênio, que se encontra na forma de nitrato, em condições anaeróbicas. Nesta forma, o nitrogênio não é disponível às plantas e sim utilizado pelos microorganismos desnitrificantes, que o reduzem a óxido nitroso (volátil) (GUARIENTI et al., 2003).

Além das chuvas o período de radiação solar foi baixo devido aos dias nublados principalmente nos estádios de perfilhamento e de alongação. O crescimento do trigo (acúmulo de biomassa) é determinado pela capacidade fotossintética do dossel em interceptar radiação solar e sua eficiência de uso (conversão), que é variável ao longo do ciclo de desenvolvimento. No caso, a radiação solar é uma variável fundamental na definição do potencial de rendimento do cereal (CUNHA et al., 2009).

Tabela 1: Temperatura mínima e máxima e precipitação pluvial ocorrida durante os meses de execução do experimento, Entre Rios do Sul/RS, 2022

Mês/2022	Temperatura (°C) Mínima	Temperatura (°C) Máxima	Precipitação pluvial (mm)
Julho	9,8	20,0	186,0
Agosto	11,2	19,7	142,0
Setembro	12,1	22,7	187,1
Outubro	14,8	25,5	243,3

Fonte: IRGA/RS

A estatura das plantas (Tabela 2) no momento do corte para silagem variou de 63,5 a 87,2 cm. A menor estatura foi observada no tratamento 7, nos demais tratamentos não houve diferença significativa. Para a variável acamamento não houve diferença significativa entre os tratamentos, mesmo com as doses mais altas de nitrogênio em uma única aplicação. A estatura da planta influencia diretamente no rendimento, pois o aumento no número de folhas associado ao seu tamanho contribui para o aumento da área foliar (CRUZ et al., 2007).

Tabela 2. Estatura de corte e porcentagem de acamamento de trigo cv. Energix 201 submetido a diferentes manejos de adubação de cobertura, Entre Rios do Sul, de junho a outubro, 2022

Tratamentos	Estatura de planta (cm)	Acamamento (%)
T1 (ureia em duas aplicações)	80,5 a*	0 ns
T2 (ureia em uma aplicação)	88,2 a	0
T3 (ureia + KCl em uma aplicação)	86,7 a	0
T4 (ureia em duas aplicações + KCl)	85,2 a	0
T5 (cama de aviário)	82,2 a	0
T6 (ureia + ureia líquida)	78,7 a	0
T7 (ureia líquida)	63,5 b	0
T8 (ureia líquida + foliar)	87,2 a	0
Média	81,5	0
CV (%)	7,2	7,2

* médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem significativamente pelo teste de Tukey (P>0,05). ns = não significativo

A utilização de adubação de cobertura somente com ureia líquida obteve a menor estatura de planta. Contudo a utilização da ureia líquida associada a ureia sólida e ao adubo foliar obtiveram estatura similar aos outros tratamentos. Isso porque houve deficiência de nitrogênio, essa deficiência retarda a divisão celular nos pontos de crescimento resultando em redução na área foliar e no tamanho da planta, com reflexos negativos sobre a produção (ARNON, 1975).

Os tratamentos que tinham ureia associada com potássio não diferiram entre si dos que tinham somente ureia, resultado que corrobora com os trabalhos de Carvalho (2014) e Cavalcante et al. (2016). Espíndola et al., (2010), avaliaram que há ausência de diferenças significativas entre as aplicações N de forma parcelada para as características altura de plantas isso devido ao curto espaço de tempo entre a semeadura e a aplicação em cobertura, uma vez que as condições de clima, temperaturas elevadas antecedem o ciclo da cultura e que podem ser particularidade de cada cultivar.

Para o acamamento (tabela 2) não houve diferença significativa entre os tratamentos, mesmo com as doses mais altas de nitrogênio em uma única aplicação. A recomendação usada na literatura para o trigo são de fracionar o nitrogênio em duas aplicações para maximizar a absorção e diminuir o acamamento. Para a produção de silagem a estatura de planta favorece no rendimento de volumoso então é importante obter plantas de porte mais alto, porém lançando estratégias para evitar o acamamento.

Os resultados mostram que a cultivar energix tem tolerância a doses de N até 100 kg/ha, associada com adubação de base contendo P e K. O K pode contribuir no aumento do diâmetro do colmo do trigo. Analisando as respostas do desenvolvimento do trigo em função da adubação com N e K, Carvalho (2014) verificou que o aumento de doses de potássio pode conferir maior espessura do colmo do trigo. Fato que pode proporcionar maior resistência para a cultura ao acamamento e com isso diminuir as perdas de produtividade e qualidade do trigo decorrentes do acamamento.

A produtividade de matéria verde e matéria seca (Tabela 3) foram influenciados pelas diferentes estratégias de adubação de cobertura. Para matéria verde as maiores

produtividades foram observadas no tratamento T4 e T3 os quais foram associados nitrogênio e potássio. A menor produtividade foi encontrada no tratamento T7 com aplicação somente de ureia líquida em cobertura. Para matéria seca os resultados foram similares, a produção variou de 3.800 a 11.040 kg/ha.

Tabela 3. Rendimento de matéria verde e matéria seca de trigo cv. Energix 201 submetido a diferentes manejos de adubação de cobertura. Entre Rios do Sul de junho a outubro, 2022.

Tratamentos	Matéria verde kg/ha	Matéria seca kg/ha
T1 (ureia em duas aplicações)	21.600b*	8.640 b
T2 (ureia em uma aplicação)	21.530 bc	8.612 b
T3 (ureia + KCl em uma aplicação)	22.550 ab	9.020 ab
T4 (ureia em duas aplicações + KCl)	27.600 a	11.040 a
T5 (cama de aviário)	16.650 bc	6.660 bc
T6 (ureia + ureia líquida)	15.200 cd	6.080 cd
T7 (ureia líquida)	9.650 e	3.860 d
T8 (ureia líquida + foliar)	19.050 bc	7.620 bc
Média	19.228,7	7.691,5
CV (%)	12,6	12,6

*médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem não diferem significativamente pelo teste de Tukey ($P>0,05$).

Os resultados mostram que a adubação nitrogenada e potássica são importantes para a produtividade da cultura. Esse incremento de produtividade é explicado pelo fato de que o N é um dos principais nutrientes que controla os processos de desenvolvimento das plantas, fixando mais carbono e aumentando a fitomassa (Malavolta, 2006). Além disso o trigo possui metabolismo C3 e a sua demanda por nitrogênio é muito elevada e de particular importância para assimilação de CO₂, o que interfere consequentemente o ganho da fitomassa.

Aumentos de matéria seca da parte aérea em função de doses de N são geralmente aguardados, uma vez que o nutriente contribui para o crescimento vegetativo das plantas atuando principalmente nas taxas de iniciação e expansão foliar, no tamanho final das folhas e no alongamento do caule (SCHRÖDER et al., 2000).

O K também foi importante no processo de incremento de produtividade visto que pode estimular a vegetação e o perfilhamento nas poáceas, aumento do teor de carboidratos e proteínas, estímulo ao enchimento de grãos, promove armazenamento de açúcar e amido, ajuda a fixação simbiótica de N (MALAVOLTA, 2007).

Existe uma forte relação entre o N e o K no metabolismo das plantas, sendo fundamental adequados níveis de K para que a planta possa prover do melhor aproveitamento do N e conseqüentemente melhor crescimento. Segundo ele, baixos níveis de K no solo podem resultar em um ineficiente uso do N pelas plantas, logo, o K apresenta importância tal como o N para a cultura do trigo (CARVALHO, 2014).

A utilização da adubação nitrogenada realizada de forma parcelada também influenciou no rendimento de matéria verde, principalmente no perfilhamento. Essa fase é crucial para que a planta consiga emitir os afilhos. O surgimento dos afilhos se inicia, geralmente, quando a planta possui três folhas expandidas. Cada folha emitida no colmo principal pode corresponder à emissão de um novo afilho, sendo eles formados até a diferenciação da espiguetta terminal, no ponto de crescimento (LARGE, 1954).

O fornecimento parcelado de N durante o período vegetativo do trigo resulta em maior aproveitamento pela planta, aumentando assim, a viabilidade dos afilhos e produção de grãos nas espigas dos afilhos e, conseqüentemente, resulta no incremento da massa de grãos de afilhos. O manejo de N na fase mais crítica é relevante para determinar o número de colmos que sobrevivem e tornam-se espigas produtivas (BREDEMEIER & MUNDSTOCK, 2001).

A maior produtividade de matéria seca por hectare também resulta em menor custo por tonelada de silagem, isso porque os custos são diluídos pelo volume produzido. Santos (2017) avaliou a produção e os custos de silagem de milho e concluiu que quanto mais produtiva for a lavoura, menor será o custo de produção da silagem. A silagem da lavoura em que se colhe 50 toneladas/ha, aquela na qual se investiu mais em insumos (adubos, sementes e tratos culturais), é 27% mais barata que a lavoura menos produtiva. Além disso a maior produtividade de MV também apresenta uma elevada produtividade de grãos, que representa quase metade da

matéria seca (MS) da silagem e, como se sabe, é a principal fonte de energia da alimentação animal.

Para o valor nutritivo da silagem não houve diferença significativa para as diferentes porções de fibras. Os teores de FDN variaram de 50,44 a 55,15% e FDA de 28,78 a 33,55%. Os teores ficaram acima do que se tem de informações para a cultivar energix. Isso porque as recomendações técnicas preconizam a produção de silagem com média de 35% de matéria seca. Já o ensaio foi colhido com média de 41%, devido às condições climáticas que não permitiram que a colheita fosse antecipada. Fontaneli et al. (2009) avaliaram o valor nutritivo de silagens de cereais de inverno, nesse trabalho, encontraram valores médios para o trigo de 56,7% FDN e 38,2% FDA, valores similares aos observados nesse estudo.

Tabela 4. Porcentagem de fibra insolúvel em detergente neutro (FDN) e fibra insolúvel em detergente ácido (FDA) de trigo cv. Energix 201 submetido a diferentes manejos de adubação de cobertura. Entre Rios do Sul de junho a outubro de 2022

Tratamentos	FDN (%)	FDA (%)
T1 (ureia em duas aplicações)	50,96 ns*	31,12 ns
T2 (ureia em uma aplicação)	50,76	33,55
T3 (ureia + KCl em uma aplicação)	52,01	32,41
T4 (ureia em duas aplicações + KCl)	55,15	33,53
T5 (cama de aviário)	52,72	32,20
T6 (ureia + ureia líquida)	51,30	28,78
T7 (ureia líquida)	50,94	31,71
T8 (ureia líquida + foliar)	50,44	31,27
Média	51,84	31,82
CV (%)	2,54	6,54

*médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem não diferem significativamente pelo teste de Tukey ($P>0,05$). ns = não significativo

Conforme a planta vai desenvolvendo, há aumento nos teores de carboidratos estruturais e lignina, e redução no conteúdo celular das plantas, o que invariavelmente proporciona redução na digestibilidade. As estruturas das plantas são alteradas com elevação da relação caule/folha, onde as plantas mais velhas apresentam maiores proporções de talos que de folhas, tendo, portanto, o conteúdo em nutrientes potencialmente digestíveis reduzido (REIS & RODRIGUES, 1993).

Para NDT observou-se valores de 62,09 a 65,19%, para silagem valores acima de 60% são ideais (Pereira, 2020). Os valores de PB variaram de 5,24 a 7,53%, a matéria seca acima da recomendada para o corte pode ter influenciado na obtenção de teores menores. Meinerz et al. (2011) observaram valores similares em cultivares de trigo para produção de silagem, que variaram de 6,87 a 7,96% de PB. Já Lehmen et al., (2014) encontraram valores de PB acima de 8,0 para silagem de trigo com MS em torno de 33%.

Com o avanço do estágio fenológico aumenta a produção por área, além do benefício da alta concentração de amido depositada nos grãos, aumentando o índice energético do alimento. Porém, com o avançar da maturidade da planta tem-se redução no teor de PB da mesma em função da diluição provocada pelo aumento dos teores de compostos estruturais como a celulose, hemicelulose e a lignina (VAN SOEST, 1994).

A PB da forragem é geralmente responsiva a diferentes doses de N, de acordo com Semple (1974) o uso de fertilizantes nitrogenados determina um aumento no teor de PB na forragem à medida que se elevam as doses de N aplicado. Porém por estar em estágio fenológico mais adiantado não foi possível observar nesse trabalho.

Tabela 5. Porcentagem de nutrientes digestíveis totais (NDT) e proteína bruta (PB) de trigo cv. Energix 201 submetido a diferentes manejos de adubação de cobertura, Entre Rios do Sul de junho a outubro, 2022

Tratamentos	NDT (%)	PB (%)
T1 (ureia em duas aplicações)	63,33 ab*	6,37 ns
T2 (ureia em uma aplicação)	65,19 a	6,81
T3 (ureia + KCl em uma aplicação)	62,26 ab	7,45
T4 (ureia em duas aplicações + KCl)	64,35 ab	7,24
T5 (cama de aviário)	64,99 ab	6,58
T6 (ureia + ureia líquida)	64,94 ab	6,30
T7 (ureia líquida)	62,09 b	5,24
T8 (ureia líquida + foliar)	65,03 ab	7,53
Média	64,02	6,69
CV (%)	1,24	13,3

* médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem significativamente pelo teste de Tukey ($P>0,05$). ns = não significativo

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A utilização da adubação nitrogenada na cultura do trigo para produção de silagem é de grande importância para aumentar a produtividade de matéria seca. Associar o nitrogênio com o potássio mostrou-se uma estratégia viável pelo fato de aumentar a produtividade e diminuir o custo final por hectare. Para diminuir o efeito do fator climático seria importante repetir o trabalho para corroborar os dados coletados neste ensaio e assim melhorar as estratégias de adubação e poder levar informações de confiança para os produtores.

REFERÊNCIAS

- ARNON, I. **Mineral nutrition of maize**. Bern: InternationalPotash Institute, 1975.
- BALL D.; COLLINS, M.; LACEFIELD, G.; MARTIN, N.; MERTENS, D.; OLSON, K.; PUTNAM, D.; UNDERSANDER, D.; WOLF, M. **Understanding Forage Quality**. American Farm Bureau Federation Publication, 2001, 20p.
- BERCHIELLI, T. T.; GARCIA, A. V.; OLIVEIRA, S. G. **Principais técnicas de avaliação aplicadas em estudo de nutrição**. In: BERCHIELLI, T. T.; PIRES, A. V.; OLIVEIRA, S. G. (Eds). *Nutrição de Ruminantes*. 2.ed. Jaboticabal: Funep, 2011. p. 565-600.
- BIOTRIGO. **Guia de cultivares**. Disponível em https://biotrigo.com.br/cultivares/alimentacao-animal/energix_201_e_202/52. Acesso em 15/11/2022.
- BORTOLINI, P. C.; SANDINI, I.; CARVALHO, P. C. F.; MORAES, A. de. Cereais de inverno submetidos ao corte no sistema de duplo propósito. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 33, n. 1, p. 45-50, 2004.
- BREDEMEIER, C.; MUNDSTOCK, C.M. Estádios fenológicos do trigo para a adubação nitrogenada em cobertura. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 25, n. 2, p. 317-323, 2001.
- BRUCKNER, P. L.; HANNA, W. W. In vitro digestibility of fresh leaves and stems of small-grain species and genotypes. **Crop Science**, v. 30, n. 1, p. 196-202, 1990.
- BUMBIERIS JR, V.H. et al. Use of winter cultures for forage conservation. In: DANIEL, J.L.P. et al. *Forage quality and conservation. INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON FORAGE QUALITY AND CONSERVATION*, 2., 2011, São Pedro, SP. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 2011. p.65-83

CANTERI, M. G., ALTHAUS, R. A., VIRGENS FILHO, J. S., GIGLIOTI, E. A., GODOY, C. V. SASM - Agri: Sistema para análise e separação de médias em experimentos agrícolas pelos métodos Scoft - Knott, Tukey e Duncan. **Revista Brasileira de Agrocomputação**, v.1, n.2, p.18-24. 2001.

CARVALHO, J. M. G. **Desenvolvimento, produção e nutrição de trigo adubado com nitrogênio e potássio**. Universidade Federal do Mato Grosso, Rondonópolis, 2014.

CAVALCANTE, J.A.; PRIMIERI, C.; RIBEIRO, E. T.; DELUCA, R.; DA SILVA, W.G. **Produtividade do trigo através de diferentes formas de adubação na semeadura e em cobertura**. Edição Especial, p. 1 -13, 2016.

COSTA, K. A. de P.; FRANÇA, A. F. de S.; OLIVEIRA, I. P. de; MONTEIRO, F. A.; BARRIGOSI, J. A. F. Produção de massa seca, eficiência e recuperação do nitrogênio e enxofre pelo capim Tanzânia adubado com nitrogênio, potássio e enxofre. **Revista Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 29, n. 3, p. 598-603, 2005.

CRUZ, J. C. Cultivares de milho para ensilagem. In: CONGRESSO NACIONAL DOS ESTUDANTES DE ZOOTECNIA, 1998, Viçosa. **Anais...** Viçosa: UFV, p. 93-114, 1998.

CRUZ, J. L.; PELACANI, C. R.; CARVALHO, J. E. B. DE; SOUZA FILHO, L. F. DA S.; Queiroz, D. C. Níveis de nitrogênio e a taxa fotossintética do mamoeiro "Golden". **Ciência Rural**, v.37, p.64-71, 2007.

CUNHA, G. R.; PIRES, J. L. F. PIRES.; DALMAGO, G. A.; EDUARDO CAIERÃO, E.; PASINATO, A. **Trigo**. In: Agrometeorologia dos cultivos: o fator meteorológico na produção agrícola / Org. MONTEIRO, J. E. B. A - BRASÍLIA, DF: INMET, 2009. 530 P.: IL

EPPLIN, F. M.; KRENZER, JR.; E. G.; HORN, G. Net returns from dual-purpose wheat and grain-only wheat. **Journal of the ASFMRA**, v. 80, p. 8-14, 2001.

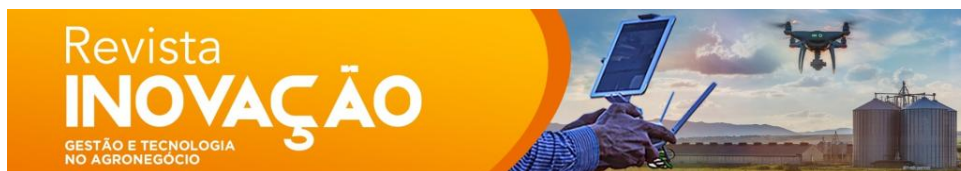
ESPINDULA, M. C.; ROCHA, V. S.; SOUZA, M. A.; GROSSI, J. A. S.; SOUZA, L. T. Doses e formas de aplicação de nitrogênio no desenvolvimento e produção da cultura do Trigo. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 34, n. 6, p. 1404-1411, 2010.

EUCLIDES, V. B. P. Produção de carne em pastagens. In: Planejamento de sistemas de produção em pastagens. In: Simpósio sobre manejo de pastagens, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba, FEALQ, 2001.

FONTANELI, R.S.; FONTANELI. R.S.; SANTOS, H.P. 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, 2009

GUARIENTI, E.M. et al. Avaliação do efeito de variáveis meteorológicas na qualidade industrial e no rendimento de grãos de trigo pelo emprego de análise dos componentes principais. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.23, n.3, p.500-510, 2003.

GRANDO, L. F. T.; PAVINATO, P. S.; LUDWIG, R. L. **Nutrir na medida**. Disponível em <https://revistacultivar.com.br/acervo>. Acesso em 10/11/2022.



Revista Inovação, vol. 4, 2025.
ISSN 2764-9199

LAMOTHE, A.G. **Manejo del nitrógeno para aumentar productividad en trigo**. Montevideo: INIA, 1994. 26 p. (Série Técnica, 54).

LEHMEN, R.I.; FONTANELI, R.S.; FONTANELI, R.S.; SANTOS, H.P. dos. Rendimento, valor nutritivo e características fermentativas de silagens de cereais de inverno. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.44, n.7, p.1180-1185, 2014.

LARGE, E. C. Growth stages in cereals illustration of the feekes scale. **Plant Pathology**, v. 3, n. 4, p. 128-129, 1954.

MALAVOLTA E. **Manual de nutrição de plantas**. São Paulo: Agronômica Ceres. 638p. 2006.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G.C.; OLIVEIRA, S.A. **Avaliação do Estado Nutricional das Plantas: princípios e aplicações**. 2.ed. Piracicaba: Associação Brasileira para a Pesquisa da Potássio e do Fosfato, 319 p.1997.

MEINERZ, G. R.; OLIVO, C. J.; FONTANELI, R.S.; AGNOLIN, C. A.; HORST, T.; BEM, C. M. Produtividade de cereais de inverno de duplo propósito na depressão central do Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 41, n. 4, p. 873-882, 2012.

MEINERZ, G. R. **Silagem de cereais de inverno submetidos ao manejo de duplo propósito**. Embrapa Trigo-Artigo em periódico indexado (ALICE), 2011.

MUNDSTOCK, C. M. **Planejamento e manejo integrado da lavoura de trigo**. Porto Alegre: Evnagraf, 1999. 227p.

NOGUEIRA, M. P. **Pontos para o bom gerenciamento de uma fazenda leiteira**: Scot Consultoria, 2004. p. 5-7. Disponível em <<https://www.scotconsultoria.com.br/>>. Acesso em 17/09/2022.

PEREIRA, C. H. **Fibra em Detergente Neutro (FDN): fibras na nutrição dos animais ruminantes**. Disponível em <https://sementesbiomatrix.com.br/blog/silagem/fibra-em-detergente-neutro>. Acesso em 05/10/2022.

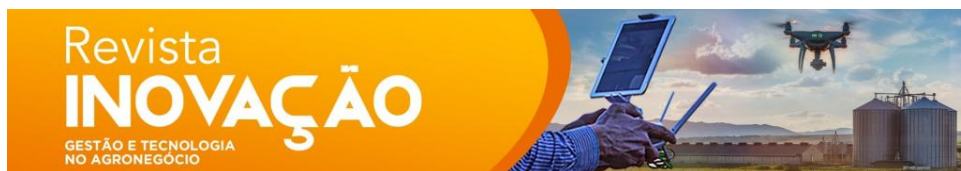
PERUZZO, G. Nitrogênio no seu trigo. **Revista Cultivar Grandes Culturas**, n.16, 2000.

POLETTTO, N. **Disponibilidade de nitrogênio no solo e sua relação com o manejo da adubação nitrogenada**. 2004. 119 f. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2004.

PRANDO, A. M., ZUCARELI, C., FRONZA, V., DE OLIVEIRA, F. Á., & OLIVEIRA JÚNIOR, A. (2013). Características produtivas do trigo em função de fontes e doses de nitrogênio. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 43, n. 1, p. 34 - 41.

REIS, R. A.; RODRIGUES, L. R. A. **Valor nutritivo de plantas forrageiras**. Jaboticabal, 1993, 26 p.

SANTOS, H. G. dos; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C. dos; OLIVEIRA, V. A. de; LUMBRERAS, J. F.; COELHO, M. R.; ALMEIDA, J. A. de; CUNHA, T. J. F.; OLIVEIRA,



Revista Inovação, vol. 4, 2025.
ISSN 2764-9199

J. B. de. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 4. ed. Brasília: Embrapa, 2014.

SANTOS, G.; MORAES, J. M. M.; NUSSIO, L. G. Custo e análise de sensibilidade na produção de silagem. **Revista Ipecege**. V.3, n.1, 2017.

SCALCO, M.S.; FARIA, M.A.; GERMANI, R. & MORAIS, A.R. Produtividade e qualidade industrial do trigo sob diferentes níveis de irrigação e adubação. **Ciência e Agrotecnologia**, n. 26, v. 400-410, 2003.

SCHEEREN, P. L. **Instruções para utilização de trigo e triticale**. Passo Fundo: Embrapa – CNPT, 1984. (Documentos 09).

SCHRÖDER, J. J.; NEETESON, J. J.; OENEMA, O.; STRUIK, P. C. Does the crop or the soil indicate how to save nitrogen in maize production?: Reviewing the state of the art. *Field Crops Research*, v.66, p.151-164, 2000.

SEMPLE, A. T. *Avances en pasturas cultivadas y naturales*. 1ª ed. Ed. Hem. Sur. Buenos Aires, Argentina, 1974. 504 p.

SOUZA, D. M. G. de; LOBATO, E. (Ed.). **Cerrado: correção do solo e adubação**. 2. ed. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2004. 416 p.

SOUZA, S.R.; FERNANDES, M.S. **Nitrogênio**. In: FERNANDES, M.S. (Ed.) *Nutrição mineral de plantas*. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2006. p.215-252.

SUHET, A. R.; PERES, J. R. R.; RITCHEY, K. D. Adubação nitrogenada em solos de Cerrado. In: *SIMPÓSIO SOBRE O CERRADO*, 6., 1982, Brasília, DF. **Savanas: alimento e energia: anais**. Planaltina, DF: EMBRAPA-CPAC, 1988. p. 79-85.

VAN SOEST, P. J. **Nutritional ecology of ruminant**. 2. Ed. Cornell: Cornell University Press, 1994.

VILELA, L.; SOUZA, D. M. G.; SILVA, J. E. **Adubação potássica**. In: SOUZA, D. M. G.; LOBATO, E. (Eds.). *Cerrado: Correção do solo e adubação*. 2 ed. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2004. p. 169-182.