

QUALIDADE NUTRICIONAL DE DIFERENTES HÍBRIDOS DE MILHO PARA A PRODUÇÃO DE SILAGEM

BALDISSERA, Ellen¹
CARVALHO, Igor Quirrenbach²
GIACOMET, João Antonio de Arruda³
IENKE, Livia Alessi³
MOKOCHINSKI, Nicollis Soethe³
UENO, Robson Kyoshi⁴
NEUMANN, Mikael⁵

RESUMO

A escolha do híbrido, junto a fatores controláveis e não controláveis, implica diretamente na qualidade da silagem de milho. O objetivo do trabalho foi avaliar a capacidade produtiva e o valor nutricional das plantas de diferentes híbridos de milho para silagem, em duas safras consecutivas 2023/2024 e 2024/2025. O experimento foi realizado na área experimental do Núcleo de Produção Animal (NUPRAN), Universidade Estadual do Centro-Oeste (UNICENTRO), localizada em Guarapuava - PR. As avaliações foram realizadas em dois ensaios, representando as safras de milho dos anos de 2023-2024 e 2024-2025, utilizando 7 híbridos de milho, de diferentes empresas de melhoramento, sendo elas: Agromen® (AGN2M76PRO3), Brevant® (B2801PWU), Dekalb® (DKB235PRO3 e DKB242PRO4), Morgan® (MG616PWU), Pioneer® (P3016VYHR) e Tevo® (T1503PWU). O delineamento experimental foi de blocos casualizados, em esquema fatorial de 7x2 (7 híbridos associados a dois anos de cultivo), com 4 repetições. A área útil de corte foi as duas linhas centrais da parcela ($3,6\text{ m}^2$) no momento de silagem (estádio R4-R5). Foi mensurado os parâmetros para capacidade produtiva e de análise bromatológica da planta. De modo geral, híbridos de melhor qualidade nutricional tendem a apresentar maior teor de amido, diminuindo a digestibilidade da fibra, enquanto que outro híbrido apresentou característica inversa. As características de produção e valor nutricional devem ser associados, buscando um material que apresente equilíbrio, de forma mais estável as condições climáticas de ano após ano, possibilitando um material de maior segurança no sistema de produção de leite e carne.

PALAVRAS-CHAVE: digestibilidade de fibra. produção. teor de amido.

NUTRITIONAL QUALITY OF DIFFERENT MAIZE HYBRIDS FOR SILAGE PRODUCTION

ABSTRACT

The choice of hybrid, together with controllable and non-controllable factors, directly affects the quality of maize silage. The objective of this study was to evaluate the productive capacity and nutritional value of plants from different maize hybrids for silage over two consecutive growing seasons, 2023/2024 and 2024/2025. The experiment was conducted in the experimental area of the Animal Production Center (NUPRAN) at the State University of Central-West (UNICENTRO), located in Guarapuava, Paraná State, Brazil. Evaluations were carried out in two trials representing the maize growing seasons of 2023–2024 and 2024–2025, using seven maize hybrids from different breeding companies: Agromen® (AGN2M76PRO3), Brevant® (B2801PWU), Dekalb® (DKB235PRO3 and DKB242PRO4), Morgan® (MG616PWU), Pioneer® (P3016VYHR), and Tevo® (T1503PWU). The experimental design was a randomized complete block design in a 7×2 factorial arrangement (seven hybrids associated with two growing seasons), with four replications. The harvest area consisted of the two central rows of each plot (3.6 m^2) at the silage stage (R4–R5). Parameters related to productive capacity and bromatological (chemical) analysis of the plant were measured. In general, hybrids with higher nutritional quality tended to present higher starch content, with reduced fiber digestibility, whereas another hybrid showed the opposite characteristic. Production traits and nutritional value should be considered together

¹ Médica Veterinária, Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Universidade Estadual do Centro-Oeste (Unicentro). E-mail: ellen_baldissera@outlook.com

² Doutor em Zootecnia na área de Pastagens e Forragicultura, Universidade Estadual de Maringá. E-mail: igor@dakarpesquisa.com.br

³ Graduando do curso de Medicina Veterinária, Universidade Estadual do Centro-Oeste (Unicentro). E-mail: joaogiacomet3@gmail.com, liviaienke@gmail.com, nickmokochinski@gmail.com

⁴ Mestre em Produção Vegetal, colaborador do NUPRAN. E-mail: robson@cooperalianca.com

⁵ 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. E-mail: neumann.mikael@hotmail.com

in order to identify materials that present a balanced profile and greater stability under year-to-year climatic conditions, thereby providing safer feed resources for milk and meat production systems.

KEYWORDS: fiber digestibility. production. starch content.

1. INTRODUÇÃO

As características nutricionais qualitativas e quantitativas da silagem de milho são afetadas diretamente por condições de escolha de híbrido (CHERNEY *et al.*, 2007), condução de lavoura (fertilidade do solo, ocorrência de insetos e doenças), variabilidade climática (estresse hídrico ou falta de chuva), ponto de corte, processamento das frações da planta e condições de armazenamento (FARIA *et al.*, 2021; NEUMANN *et al.*, 2024a), impactando diretamente na composição física da planta, e consequentemente na digestibilidade fibra e deposição de amido.

Existe uma grande variabilidade produtiva entre os híbridos comerciais indicados para cultivo de silagem na região Sul do Brasil. Contudo, a resposta produtiva destes materiais é fortemente relacionada com a interação genótipo e ambiente, sendo necessário que as recomendações dos híbridos de milho sejam regionalizadas (GRALAK *et al.*, 2014; NEUMANN *et al.*, 2018).

A produção de silagem de milho de alta qualidade depende da seleção de híbridos que apresentem elevada produção de matéria seca e de grãos, com isso a composição das frações da planta de milho apresentam influência sobre a qualidade, principalmente em relação a qualidade da fração fibrosa da planta. Com isso, o uso de híbridos, mais produtivos e adaptados às condições locais, tem sido apontado como responsável por ganhos efetivos em produtividade (MARCONDES *et al.*, 2012; NEUMANN *et al.*, 2018).

Logo, pesquisas contínuas de acompanhamento de híbridos comerciais recentemente lançados no mercado consumidor, em diferentes locais ou diferentes safras, são necessárias para avaliar as características qualitativas e quantitativas de diferentes materiais destinados a produção de silagem de milho, visando melhor direcionamento de técnicos e/ou produtores na sua escolha, referente as características de manejo da propriedade e condições ambientais da respectiva região.

Neste contexto o objetivo do presente trabalho foi avaliar a capacidade produtiva e o valor nutricional das plantas de diferentes híbridos de milho para silagem, em duas safras consecutivas 2023/2024 e 2024/2025.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 CONDIÇÕES CLIMÁTICAS PARA A CULTURA DO MILHO

O milho é uma das culturas mais produzidas no mundo e também a mais afetada pela variabilidade climática (TIKUYE; RAY, 2025). A produção de milho está concentrada principalmente na América do Norte, Ásia e América do Sul, com destaque para os EUA, China, Brasil e União Europeia que em 2024/2025 foram responsáveis por 71% da produção global de milho (USDA, 2025).

Para o desenvolvimento ótimo da cultura do milho, requer-se condições climáticas de 25 a 30°C, durante o dia, com temperatura mínima de 10°C, precipitação anual de 500 a 800 mm bem distribuídos nas fases de desenvolvimento, alta incidência de radiação solar, devido características de planta C4 com resposta positiva a luminosidade. O solo deve ser bem drenado, com capacidade de reter água e nutrientes e com pH de 5,5 a 6,5 (FANCELLI; DOURADO NETO, 2000).

O melhoramento genético de híbridos é impulsionado pelas mudanças climáticas, principalmente por meio de fatores meteorológicos, como padrões de precipitação, aumento de temperaturas e aumento das concentrações atmosféricas de dióxido de carbono, esse tipo de variação climática pode beneficiar alguns sistemas agrícola, enquanto ameaça outro (WANG; HU, 2021; SHUKLA *et al.*, 2022; TIKUYE; RAY, 2025). Esses efeitos variam entre as regiões e ao longo do tempo, necessitando de avaliação contínua para diminuir riscos e otimizar a resiliência agrícola na produção e milho (JABRAN FLORENTINE; CHAUHAN, 2020; TIKUYE; RAY, 2025).

Por exemplo, o aumento de temperatura em regiões temperadas, podem estender as estações de crescimento e aumentar a fotossíntese, consequentemente aumentando o rendimento das culturas (HATFIELD; PRUEGER, 2015; VIEIRA *et al.*, 2025). Enquanto, que em áreas tropicais e áridas o impacto é negativo, com redução na produtividade da cultura, aumento da evapotranspiração, déficits de umidade do solo e proliferação de pragas e doenças (WHEELER; BRAUN, 2013; TIKUYE; RAY, 2025). As mudanças climáticas ampliam a vulnerabilidade sobre as culturas existentes no ambiente e beneficiam culturas mais adaptadas ou de maior disponibilidade de recursos (VERMEULEN *et al.*, 2012).

2.2 COMPOSIÇÃO BROMATOLÓGICA DA SILAGEM DE MILHO

A maioria dos programas de melhoramento genético desenvolvidos no país não enfatiza o desenvolvimento de cultivares para produção de silagem. Os híbridos selecionados para a produção

de grãos, também são os mesmos indicados para a produção de silagem. Com isso, a escassez de informações sobre as características agronômicas produtivas e bromatológicas, tornou-se uma barreira para a seleção de milho híbrido para a produção de silagem (CREVELARI *et al.*, 2019).

Contudo, a composição bromatológica da silagem de milho está diretamente relacionada a fatores controláveis, de escolha de híbrido, manejo agronômico, ponto de conte, altura de corte, processamento das partículas, entre outros e a fatores não controláveis, como as condições climáticas, de relevo, ambientais e de altitude (NEUMANN *et al.*, 2024a).

Para a produção de silagem de milho de qualidade, em que a escolha do híbrido foi considerada a ideal, associada aos fatores controláveis e não controláveis, é esperado que a planta no dia da colheita apresente parâmetros considerados ideais para a confecção da silagem de milho. Assim, o teor de matéria seca (MS) da planta é um dos principais determinantes para o momento de colheita, variando de 30 a 38 % de MS, correspondente ao estádio de R4 e R5, respectivamente (KUNG *et al.*, 2018; NEUMANN *et al.*, 2020).

À medida que a planta avança no ciclo produtivo, os nutrientes são transferidos das frações fibrosas (hemicelulose e celulose) para a espiga, devido a deposição de amido nos grãos e aumento nos teores de lignina, consequentemente ocorre a diluição nos teores e na digestibilidade da fibra, impactando na qualidade da silagem resultante (SKONIESKI *et al.*, 2014; PEREIRA *et al.*, 2025).

O aporte energético da planta de milho está relacionado aos teores de amido e de extrato etéreo (EE), os quais são influenciados pelo ciclo reprodutivo da planta (SOUZA *et al.*, 2022). Plantas colhidas mais jovens, tendem apresentar baixa participação de grãos na estrutura, consequentemente baixa deposição de amido. Enquanto que plantas próximas ao ponto ótimo de colheita (R4 e R5), apresentam maior participação de grãos e deposição de amido (NEUMANN *et al.*, 2024a).

Este efeito é fisiológico do ciclo produtivo da planta, independente do híbrido utilizado. Contudo, características intrínsecas de cada híbridos junto a fatores climáticos, podem alterar a concentração de alguns teores na planta, variando qualidade nutricional dos híbridos.

3. METODOLOGIA

O experimento foi realizado na área experimental do 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 de Guarapuava é do tipo subtropical mesotérmico úmido (Cfb), sem estação seca, com verões frescos e inverno moderado. Conforme a classificação de Köppen, Guarapuava

apresenta altitude de aproximadamente 1.100 m, precipitação média anual de 1.944 mm, temperatura média mínima anual de 12,7°C, temperatura média máxima anual de 23,5°C e umidade relativa do ar de 77,9%.

O solo da área experimental foi classificado como Latossolo Bruno (DE SOUZA *et al.*, 2022). A área onde é cultivado o milho vem sendo cultivado nos últimos anos com pastagens de ciclo anual na estação de inverno, e lavoura de milho na estação de verão, recebendo a cada estação de cultivo, adubações de fósforo e potássio, conforme as recomendações do Manual de Adubação e Calagem para o Estado do Paraná (SBCS/NEPAR, 2017).

O manejo da área antecedendo a semeadura, em ambos ensaios avaliados, baseou-se no controle preventivo de plantas daninhas, pelo método químico utilizando o herbicida a base de Glifosato (Roundup Original®: 2,0 L ha⁻¹), Glufosinato (Trunfo®: 2 L ha⁻¹), S-metolacloro + Nafta de petróleo (Dual Gold®: 1,25 L ha⁻¹) e Óleo mineral (Assist®: 0,5 L ha⁻¹), conforme recomendações do fabricante. No momento da semeadura na safra de 2024, as características químicas do solo apresentaram (perfil de 0 a 10 cm): pH CaCl₂ 0,01M: 5,05; Fósforo: 7,92 mg dm⁻³, K⁺: 0,24 cmolc dm⁻³; MOS¹: 55,68 g dm⁻³; Al³⁺: 0,0 cmolc dm⁻³; H⁺Al³⁺: 7,04 cmolc dm⁻³; Ca²⁺: 4,25 cmolc dm⁻³; Mg²⁺: 1,41 cmolc dm⁻³ e saturação de bases: 45,58%.

As avaliações foram realizadas em dois ensaios, representando as safras de milho dos anos de 2023-2024 e 2024-2025, utilizando 7 híbridos de milho, de diferentes empresas de melhoramento, sendo elas: Agromen® (AGN2M76PRO3), Brevant® (B2801PWU), Dekalb® (DKB235PRO3 e DKB242PRO4), Morgan® (MG616PWU), Pioneer® (P3016VYHR) e Tevo® (T1503PWU). Na escolha dos híbridos avaliado, considerou-se a recomendação das empresas de melhoramento quanto a maior possibilidade de obtenção sucesso na produção de silagem quanto ao local de cultivo.

O delineamento experimental foi de blocos casualizados, em esquema fatorial de 7x2 (7 híbridos associados a dois anos de cultivo), com 4 repetições.

As parcelas experimentais do primeiro ensaio foram implantadas no dia 31 de agosto de 2023 e do segundo ensaio no dia 12 de setembro de 2024, sob sistema de plantio direto, utilizando espaçamento entre linhas de 45 cm, profundidade de semeadura de 5 cm e distribuição de sementes visando população final de 80.000 plantas ha⁻¹.

A unidade experimental foi representada por uma parcela de 2,70 m x 5,0 m (13,5 m² - 6 linhas de cultivo), onde considerou-se as duas linhas centrais da parcela como área útil com 0,9 m x 4,00 m (3,6 m² - 2 linhas de cultivo) para colheita das plantas no momento de silagem (estádio R4-R5), sendo o restante da unidade experimental foi considerado como bordadura.

A adubação de base utilizada foi de 400 kg ha⁻¹ com o fertilizante 09-24-14 (N-P-K) e a adubação nitrogenada em cobertura foi de 180 kg ha⁻¹ de KCl (00-00-60) e 360 kg ha⁻¹ de ureia (40-00-00), parcelada em duas aplicações, em estádio vegetativo V2 e em estádio vegetativo V6.

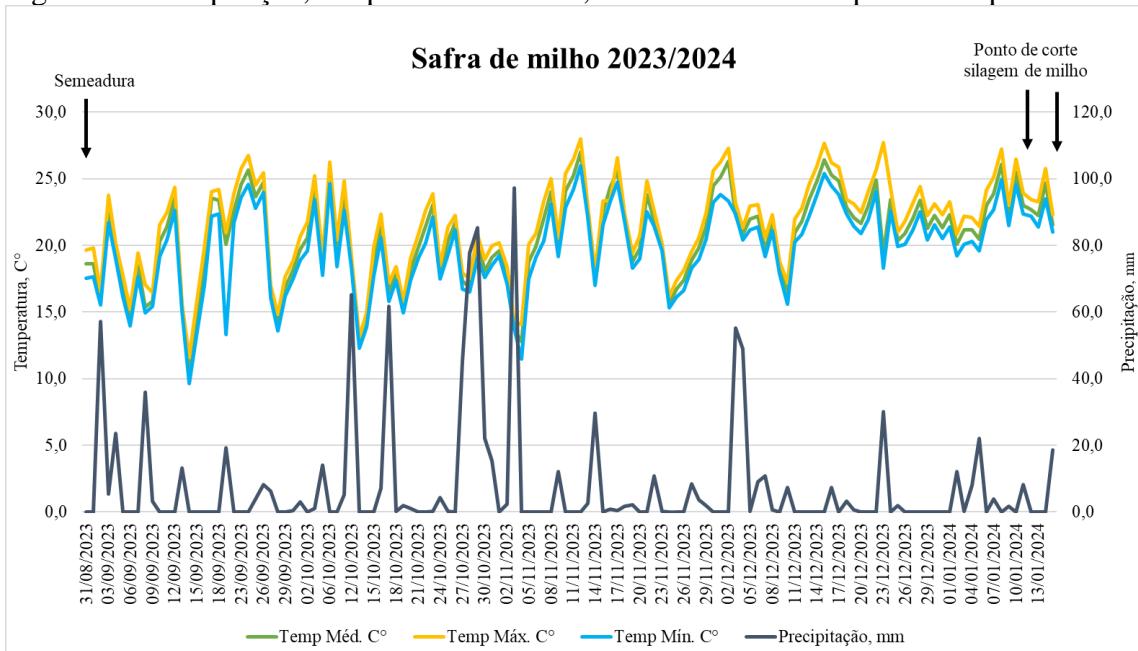
O manejo após a semeadura se baseou no controle preventivo de plantas daninhas e insetos, pelo método químico utilizando os herbicidas: Tembotrona (Soberan®: 80 ml/ha⁻¹), Nicossulfurom (Kyron®: 40 ml/ha⁻¹), Acefato + Bifentrina (Feroce®: 1 kg/ha⁻¹), Terbutilazina (Click®: 1,5 L/ha⁻¹), e Óleo mineral (Assist®: 0,5 L ha⁻¹).

Nas aplicações de fungicida, foi utilizado o produto a base de Azoxistrobina + Difenocoonaazole (Vitene®: 0,25 L/ha⁻¹), realizado em duas aplicações, a 1^a aplicação na fase de pré pendoamento e a 2^a aplicação na entrada limite do trator. No manejo preventivo de pragas, foi realizado 6 aplicações sequenciais de inseticidas, em intervalos de 5 dias, mediante a laudo técnico da lavoura, com a presença de cigarrinha, utilizando os produtos: Buprofezina (Fiera SC®: 0,6 L/ha⁻¹) e Acefato + Bifentrina (Feroce®: 1 kg/ha⁻¹).

Os diferentes híbridos de milho foram avaliados no momento de colheita para silagem estádios entre R4 e R5, fase de grão farináceo e grão duro, conforme Ritchie *et al.* (2003). No primeiro ensaio, os híbridos DKB235PRO3 e DKB242PRO4 chegaram ao estádio reprodutivo de R4-R5 aos 134 dias após a emergência (DAE), enquanto os híbridos T1503PWU, P3016VYHR MG616PWU, B2801PWU, e AGN2M76PRO3 aos 137 DAE. Com relação ao segundo ensaio, os híbridos DKB235PRO3, DKB242PRO4, T1503PWU e P3016VYHR, chegaram ao mesmo estádio reprodutivo (R4-R5) com 145 DAE e os híbridos MG616PWU, B2801PWU, e AGN2M76PRO3 com 153 DAE.

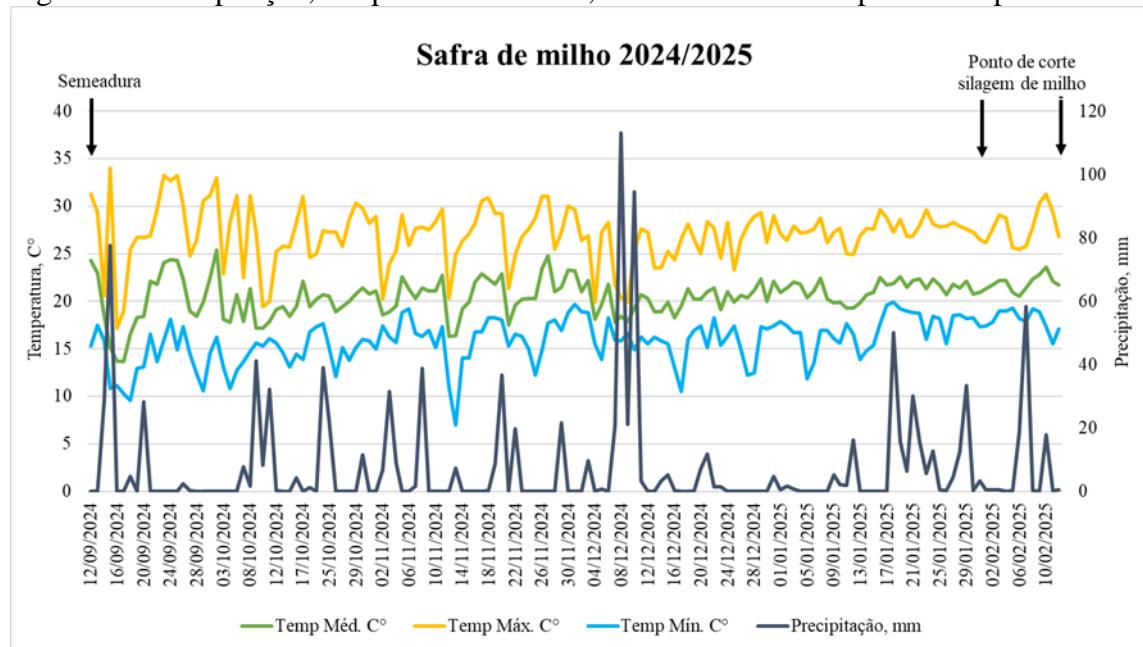
Os dados climáticos de temperaturas (máxima, média e mínima) em °C e as precipitações (mm) referente ao período experimental da Safra 2023/2024 e Safra 2024/2025 estão ilustrados na Figura 1 e 2, respectivamente.

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



Fonte: Estação experimental do SIMEPAR/UNICENTRO, Guarapuava, PR, 2023/2024.

Figura 2 – Precipitação, temperatura máxima, média e mínima do período experimental.



Fonte: Estação experimental do SIMEPAR/UNICENTRO, Guarapuava, PR, 2024/2025.

No momento da colheita dos diferentes híbridos de milho, foi determinado a altura da inserção da primeira espiga (he, m) e da planta (hp, m), sendo sequencialmente as plantas inteiras colhidas na área útil, cortadas manualmente a 30 cm do solo, as quais foram pesadas para determinação da produção de biomassa verde (ton ha⁻¹), obtida na relação entre o peso médio das plantas e a população

de plantas por unidade de área. Quando em maturidade fisiológica (R6), mais duas linhas de cultivo foram avaliadas, coletando as espigas para estimativa da produção de grãos (PG, ton ha⁻¹).

Uma amostra homogênea de plantas de cada parcela foi coletada, as quais foram picadas para determinação do teor de matéria seca (MS) sendo pesadas e pré-secas em estufa de ar forçado a 5 5°C. Após 72 horas de secagem em estufa, estas foram pesadas novamente para determinação do teor de MS, conforme AOAC (1995), o que permitiu obter a produção de biomassa seca (ton ha⁻¹). Sequencialmente, as amostras de planta inteira foram moídas em moinho tipo “Willey”, com peneira de malha de 1 mm.

As amostras pré-secas e moídas foram submetidas sequencialmente às análises de teor de MS total, em estufa a 105 °C, por 4 horas, de proteína bruta (PB), pelo método micro-Kjedahl, de extrato etéreo (EE), de matéria mineral, (MM) por incineração a 550 °C, por 4 horas, conforme AOAC (1995). Os teores de fibra em detergente neutro (FDN) foram obtidos com uso de α -amilase termo-estável (Termamyl 120L, Novozymes Latin América Ltda.) (VAN SOEST *et al.*, 1991), de fibra em detergente ácido (FDA) (GOERING; VAN SOEST, 1970) e de lignina em detergente ácido (LDA) segundo Silva e Queiroz (2009).

Os teores de carboidratos não fibrosos (CNF) foram calculados segundo Silva e Queiroz (2009), [CNF = 100 - (PB + EE + MM + FDN)] e o valor relativo do alimento (VRA) foi calculado segundo a equação [VRA = ((DMS*CMSPV%) ÷ 1,29)], para a digestibilidade da matéria seca, DMS = 88,9 – (0,779 x FDA) e consumo de matéria seca expresso em porcentagem do peso vivo, CMSPV% = 120 ÷ FDN (BOLSEN *et al.*, 1996). A concentração de nutrientes digestíveis totais (NDT) foi calculado conforme equações propostas por Weiss *et al.* (1992).

A análise de amido foi realizada seguindo o método de (HENDRIX, 1993), que envolve a hidrólise do amido presente na amostra, após a extração dos carboidratos solúveis por meio de sucessivas lavagens com álcool 80%, sendo em seguida, realizada a análise colorimétrica dos açúcares redutores (glicose), e o resultado convertido para a quantidade de amido presente.

A digestibilidade da fibra em detergente neutro *in vitro* (DFDN) foi realizada utilizando a técnica descrita por Goering e Van Soest (1975), adaptado ao rúmen artificial (incubadora *in vitro*, Tecnal® TE-150), de acordo com Holden (1999). Para coleta do fluido ruminal com cânula ruminal, foram utilizados dois bovinos Jersey machos castrados. A planta de milho moída foi dividida em amostras de 0,25 g, acondicionado em sacos filtrantes (TNT - 100 g cm², cortados e selados com tamanho de 5,0 x 5,0 cm) e incubados em potes contendo fluido ruminal e solução tampão. O material foi incubado por 24 e 48 horas sob rotação constante e temperatura controlada (39 °C), seguida da análise de FDN. O uso de animais portadores de cânula ruminal permanente como fornecedores de líquido ruminal para a análise de digestibilidade, foram previamente aprovado pelo Comitê de

Conduta Ética no Uso de Animais em Experimentação (CEUA/UNICENTRO), sob o ofício nº 019/2023. Os tempos de incubação utilizados foram de 24 e 48 horas.

Uma vez atendidos estes pressupostos para os parâmetros avaliados, aplicou-se o teste F a 5% de probabilidade de confiança, 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 estatístico SAS (1993).

A análise dos parâmetros relativo as características produtivas, bromatológicas e de degradação ruminal da planta de milho para silagem, seguiu o seguinte modelo matemático para a análise de variância de: $Y_{ijkl} = \mu + H_i + A_j + B_k + (H_i A_j)_l + E_{ijkl}$, em que: μ = média dos tratamentos; H_i = efeito dos híbridos de milhos, de ordem i , sendo 1 = AGN2M76PRO3, 2 = B2801PWU, 3 = DKB235PRO3, 4 = DKB242PRO4, 5 = MG616PWU, 6 = P3016VYHR e 7 = T1503PWU; A_j = ano de cultivo, de ordem j , sendo 1 = safra 2023/2024 e 2 = safra 2024/2025; B_k = efeito do bloco de ordem k , e 1 = primeiro, 2 = segundo, 3 = terceiro e 4 = quarto; $(H_i A_j)_l$ = efeito da interação entre híbrido e ano de cultivo; e E_{ijkl} = erro aleatório associado a cada observação Y_{ijkl} .

4. ANÁLISES E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Na Tabela 1 observa-se que houve interação significativa ($P<0,05$) entre híbrido e safra para os parâmetros produção de MS, alturas de planta e inserção da primeira espiga, enquanto que para produção de grão não houve interação significativa ($P>0,05$). Na média geral, a safra 2023/2024 apresentou menor ($P<0,05$) produção de MS para silagem ($18,27 \text{ ton ha}^{-1}$) comparada a safra 2024/2025 ($30,84 \text{ ton ha}^{-1}$), independente dos híbridos avaliados. Este fato pode ser justificado com as condições climáticas dos anos de cultivos, conforme apresentado nas Figuras 1 e 2.

O período experimental da safra de 2023/2024 caracterizou-se de agosto a janeiro (período de 138 dias), com temperaturas média de $20,6^{\circ}\text{C}$, com máximas atingindo $29,3^{\circ}\text{C}$ e mínimas atingindo $9,6^{\circ}\text{C}$, e precipitação bem distribuída com 8,5 mm ao dia, totalizando 1.176 mm no período equivalente. Entretanto, o período experimental foi caracterizado com muitos dias nebulosos, com pouca radiação solar, desencadeando alta pressão de doenças e de enfezamento nas plantas dos diferentes híbridos. No segundo ano de cultivo (safra 2024/2025) o período experimental correspondeu de setembro a fevereiro, com 153 dias, temperaturas médias de $20,5^{\circ}\text{C}$, com máximas atingindo $34,0^{\circ}\text{C}$ e mínimas atingindo $7,0^{\circ}\text{C}$, onde a precipitação foi bem distribuída, totalizando 1.113 mm durante todo o período, apresentando média de 7,3 mm diário. A safra apresentou alta radiação solar e baixa pressão de doença e enfezamento nas plantas dos diferentes híbridos.

Na safra 2023/2024, a maior ($P<0,05$) produção de MS foi obtida com o híbrido TV1503 (20,21 ton ha $^{-1}$) quando comparado ao híbrido DKB242 (16,50 ton ha $^{-1}$), enquanto que demais híbridos não diferiram destes materiais com valores intermediários. Na safra 2024/2025 os híbridos DKB242, TV1503 e o BR2801 apresentaram produção de MS superior (32,34; 32,32 e 34,37 ton ha $^{-1}$, respectivamente) ($P<0,05$) comparativamente ao híbrido PI3016 (24,49 ton ha $^{-1}$), enquanto os híbridos DKB235, MOG616 e AGRN76 não diferiam de todos materiais avaliados.

O aumento de produção de biomassa da planta de milho, com o avanço no ciclo reprodutivo, relaciona-se positivamente a incrementos de altura e maior participação de grão na composição física da planta (PEREIRA *et al.*, 2025), assim como a deposição de MS na planta que também influencia na capacidade produtiva de biomassa por unidade de área (OLIVEIRA *et al.*, 2013). Em ambas as safras, as condições climáticas foram consideradas ótimas ao cultivo do milho, como descrito por Fancelli e Dourado Neto (2000). No estudo de Pereira *et al.* (2025) foi possível observar que os híbridos atingiram média de 26.536 kg ha $^{-1}$, resultado esse semelhante ao apresentado no estudo, em que as plantas foram submetidas ao mesmo ambiente de cultivo e estágio reprodutivo para o corte.

A redução nas características produtiva dos híbridos na safra 2023/2024, está relacionada as condições climáticas durante o período experimental, associado com a alta pressão de doenças e de enfezamento, ocasionando baixa capacidade de produção de MS e de grãos, devido ao baixo desenvolvimento das plantas e na formação dos grãos.

Tabela 1 – Produção em MS (PMS), altura da planta (hp), altura de inserção da espiga (he) e a produção de grãos (PG) de diferentes híbridos de milho para silagem, avaliados nas safras de verão 2023/2024 e 2024/2025.

Parâmetro	Safra	Híbridos						Média
		DKB235	DKB242	MOG616	TV1503	PI3016	BR2801	
PMS (ton ha $^{-1}$)	2023/24	17,03 bcB	16,50 cB	18,77 abcB	20,51 aB	17,57 abcB	17,65 abcB	18,27
	2024/25	30,87 abA	32,34 aA	30,95 abA	32,32 aA	24,49 bA	34,37 aA	30,55 abA
	Média	23,95	24,42	24,86	26,41	21,03	26,01	25,20
hp (m)	2023/24	1,90 aB	1,92 aB	1,87 aB	1,91 aB	1,96 aB	1,99 aB	1,94
	2024/25	2,30 cA	2,88 aA	2,69 bA	2,78 abA	2,89 aA	2,77 bA	2,72
	Média	2,10	2,40	2,28	2,35	2,42	2,38	2,39
he (m)	2023/24	0,96 abB	1,07 aB	1,01 abB	0,91 bB	0,91 bB	1,04 abB	0,99 abB
	2024/25	1,25 bA	1,58 aA	1,69 aA	1,57 aA	1,58 aA	1,65 aA	1,57 aA
	Média	1,11	1,32	1,35	1,24	1,24	1,34	1,28
PG (ton ha $^{-1}$)	2023/24	11,85	11,98	11,69	12,65	10,83	12,44	11,34
	2024/25	17,21	17,97	14,69	17,83	15,45	17,20	15,89
	Média	14,53 abc	14,98 ab	13,19 c	15,24 a	13,14 c	14,82 ab	13,62 bc

Médias seguidas de letras minúsculas diferentes, na linha, diferem entre si, na comparação entre diferentes híbridos de milho, pelo Teste de Tukey a 5%.

Médias seguidas de letras maiúsculas diferentes, na coluna, diferem entre si, na comparação entre safras de verão, pelo Teste de F a 5%.

Os híbridos apresentaram menor altura de planta e de espiga na safra 2023/2024 (1,94 e 0,98 m), comparativamente a safra 2024/2025 (2,72 e 1,56 m) ($P<0,05$), respectivamente. Para a altura de planta entre os híbridos, não foi observado diferença na safra 2023/2024 ($P>0,05$). Enquanto, os híbridos DKB242 (2,88 m) e PI3016 (2,89 m) apresentaram maior ($P<0,05$) altura de planta em comparação ao híbrido DKB235 (2,30 m) na safra 2024/2025, e os demais híbridos com valores intermediários e não diferentes destes materiais.

O híbrido DKB242 (1,07 m) apresentou maior ($P<0,05$) altura de espiga em comparação aos híbridos TV1503 (0,91 m) e PI3016 (0,91 m) na safra 2023/2024, enquanto os demais híbridos não diferiram destes materiais. Já os híbridos DKB242 (1,58 m), MOG616 (1,69 m), TV1503 (1,57 m), PI3016 (1,58 m), BR2801 (1,65 m) e AGRN76 (1,57 m) apresentaram maior ($P<0,05$) altura de espiga, comparado ao híbrido DKB235 (1,25 m) na safra 2024/2025.

A similaridade na altura de planta e altura de espiga quando avaliado híbridos em mesmo estádio fenológico é considerado um comportamento normal (RITCHIE *et al.*, 2003), no entanto, estas características muitas vezes são intrínsecas de cada híbrido e vão de encontro com as características almejadas pelas empresas de melhoramento que os detém, e isto explica as variações encontradas para ambas variáveis.

Na média geral, todos os materiais avaliados foram caracterizados como plantas de médio porte (2,10 a 2,80 m). Quanto maior a altura da planta, maior é a contribuição com a produção de biomassa, mas não relacionado diretamente com a qualidade da silagem (BUSO *et al.*, 2018; NEUMANN *et al.*, 2024b). A altura de espiga é uma característica importante, devido a sua capacidade em refletir à tolerância do híbrido ao acamamento (NEUMANN *et al.*, 2024b).

A produção de grãos, independente da safra, foi maior para o híbrido TV1503 (15,24 ton ha⁻¹), o qual não diferiu do híbrido DKB235 (14,53 ton ha⁻¹), DKB242 (14,98 ton ha⁻¹), BR2801 (14,82 ton ha⁻¹) e AGRN76 (13,62 ton ha⁻¹) e com menor produção para os híbridos MOG616 (13,19 ton ha⁻¹) e PI3016 (13,14 ton ha⁻¹).

Na Tabela 2 houve interação significativa ($P<0,05$) para os teores médios de MS da planta, enquanto que para os teores médios de MM, PB e EE não houve interação ($P>0,05$), considerando que todos materiais avaliados foram colhidos no mesmo estádio reprodutivo (R4-R5), independentemente da safra. Os híbridos DKB242 (39,91 %), MOG616 (37,29 %), TV1503 (38,45 %) e AGRN76 (38,21 %), não apresentaram diferença nos teores de MS entre as safras avaliadas, enquanto, os híbridos DKB235 e PI3016 apresentaram maiores ($P<0,05$) teores de MS na safra 2023/2024 (43,63 e 41,39 %) em comparação a safra 2024/2025 (34,52 e 37,19 %), assim como o híbrido BR2801 apresentou comportamento inverso (36,62 e 39,04 %), respectivamente.

Tabela 2 – Teores médios de matéria seca (MS), matéria mineral (MM), proteína bruta (PB) e de extrato etéreo (EE) de diferentes híbridos de milho para silagem, avaliados nas safras de verão 2023/2024 e 2024/2025.

Parâmetro	Safra	Híbridos						Média
		DKB235	DKB242	MOG616	TV1503	PI3016	BR2801	
MS (%)	2023/24	43,63 aA	40,18 abcA	38,52 bcA	39,41 bcA	41,39 abA	36,62 cB	37,60 bcA 39,62
	2024/25	34,52 bcB	39,65 aA	36,07 cA	37,48 bcA	37,19 bcB	39,04 abA	38,82 abA 37,97
	Média	40,57	39,91	37,29	38,45	39,29	37,83	38,21
MM (% MS)	2023/24	2,52	2,80	3,45	2,47	2,87	4,02	3,85 3,14 B
	2024/25	3,32	3,35	3,82	3,02	3,12	3,96	3,40 3,43 A
	Média	2,92 cd	3,07 bcd	3,63 ab	2,75 d	3,00 bcd	3,99 a	3,62 abc
PB (% MS)	2023/24	7,87	7,77	7,90	7,32	7,78	7,77	8,15 7,79 B
	2024/25	9,05	8,47	8,60	7,85	8,50	8,10	8,50 8,43 A
	Média	8,46 a	8,12 ab	8,25 a	7,58 b	8,13 ab	7,92 ab	8,32 a
EE (% MS)	2023/24	4,50	3,57	4,40	4,05	4,45	4,07	4,85 4,27 A
	2024/25	3,85	2,87	3,17	3,82	4,25	3,92	4,33 3,74 B
	Média	4,17 ab	3,22 bc	3,78 bc	3,93 b	4,35 ab	4,00 b	4,59 a

Médias seguidas de letras minúsculas diferentes, na linha, diferem entre si, na comparação entre diferentes híbridos de milho, pelo Teste de Tukey a 5%.

Médias seguidas de letras maiúsculas diferentes, na coluna, diferem entre si, na comparação entre safras de verão, pelo Teste de F a 5%.

Na avaliação entre híbridos, a safra 2023/2024 mostrou que o híbrido DKB235 (43,63 %) apresentou o maior teor de MS em comparação ao híbrido BR2801 (36,62 %), e os demais híbridos não diferiram destes materiais. Para a safra 2024/2025 o híbrido DKB242 (39,65 %) apresentou maior teor de MS em comparação ao híbrido MOG616 (36,07 %), e os demais híbridos não diferiram destes materiais.

O teor de MS é um dos principais determinantes para o ponto de corte, variando de 30 a 38 %, de modo geral, os teores médios de MS do presente estudo, estão dentro desta faixa indicada para a ensilagem (KUNG *et al.*, 2018; NEUMANN *et al.*, 2020). A variação nos teores de MS está relacionada ao tipo de híbrido, variabilidade climáticas entre as safras avaliadas, pressão por insetos ou doenças, como a cigarrinha-do-milho e manejo de lavoura (NEUMANN *et al.*, 2024a).

Para a avaliação dos teores de MM, PB e EE não houve interação entre os híbridos e a safra ($P>0,05$). Contudo, o híbrido BR2801 (3,99 %) apresentou maior teor de MM, comparado ao híbrido TV1503 (2,75) de menor teor e os demais híbridos não diferiram destes materiais. Para a PB, os híbridos DKB235 (8,46 %), MOG616 (8,25) e o AGR76 (8,32 %) apresentaram maior teores ao híbrido TV1503 (7,58 %), e os demais híbridos não diferiram destes materiais. Na avaliação do EE, o híbrido AGR76 (4,59 %) apresentou maior teor comparado ao híbrido DKB242 (3,22 %), os demais híbridos não diferiram destes materiais avaliados.

Segundo Neumann *et al.* (2018), ao avaliarem diferentes híbridos em diferentes locais de cultivo, foi observado diferença no teor de MM entre os locais, sugerindo que a fertilidade do solo pode interferir na concentração de minerais na planta, dado esse que não foi observado no presente

estudo, devido as condições de local, solo e clima serem iguais para todos os híbridos. Contudo alguns híbridos apresentaram maior teor de MM, característica essa do próprio híbrido.

Enquanto que para os dados de PB, todos os híbridos estão dentro da faixa considerada ideal (6 a 9 % MS) (NEUMANN *et al.*, 2017) para a produção de silagem, a variação entre os híbridos, refere-se as características intrínsecas de cada material genético.

O teor de EE e de amido, estão relacionados ao teor energético da planta, os quais podem ser modificados devido ao estádio reprodutivo em que a planta foi colhida (SOUZA *et al.*, 2022), contudo a maior deposição de amido não está necessariamente relacionada a maior participação de grãos na planta, consequentemente não indica maior produção de grãos.

Na Tabela 3 observa-se que houve interação significativa ($P<0,05$) entre híbrido e safra, para os teores médios de FDN, FDA, CNF e amido, enquanto que para a LIG não houve interação significativa ($P>0,05$). Para os teores de FDN e a FDA, os híbridos TV1503 e o BR2801 apresentaram uma redução nos teores média da safra 2023/2024 (40,27 e 44,02; 21,75 e 24,87 %) para a safra 2024/2025 (37,40 e 37,71; 19,67 e 20,17 %, respectivamente), enquanto os demais híbridos não diferiram entre as safras.

O FDN e a FDA são representados pela fração fibrosa da planta, correspondendo ao teor de hemicelulose, celulose e lignina (SOUZA *et al.*, 2021). Quando ocorre aumento nos teores de FDN, FDA e LIG, pode ser em decorrência do espessamento dos colmos e lignificação das folhas, característica intrínseca da planta e de seu estado sanitário (GARCEZ *et al.*, 2016). Todos os híbridos ficaram dentro da faixa considerada ideal para FDN (menor que 52 % MS) e FDA (menor que 32 % MS) (NEUMANN *et al.*, 2017).

Na safra 2023/2024, o híbrido BR2801 apresentou maiores ($P<0,05$) teores de FDN (44,02 %) e FDA (24,87 %) em comparação ao híbrido DKB242 (34,50 e 19,87 %), os demais híbridos não diferiram destes materiais. Para a safra 2024/2025 não houve diferença estatística ($P>0,05$) entre os híbridos para os teores de FDN e FDA.

Contudo, na safra 2023/2024 os híbridos apresentaram instabilidade para os parâmetros de avaliação da fibra (FDN e FDA), característica de uma safra com alta pressão de doenças e enfezamento nas plantas dos diferentes híbridos. Resultado esse que não foi observado na safra 2024/2025.

Tabela 3. Teores médios de fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), lignina (LIG), carboidratos não fibrosos (CNF) e amido de diferentes híbridos de milho para silagem, avaliados nas safras de verão 2023/2024 e 2024/2025.

Parâmetro	Safras	Híbridos							Média
		DKB235	DKB242	MOG616	TV1503	PI3016	BR2801	AGRN76	
FDN (% MS)	2023/24	38,22 bcdA	34,50 dA	38,97 abcdA	40,27 abcA	37,77 cdA	44,02 aA	43,45 abA	39,60
	2024/25	38,55 aA	36,97 aA	38,36 aA	37,40 aB	37,93 aA	37,71 aB	40,35 aA	38,18
	Média	38,38	35,73	38,67	38,83	37,85	40,87	41,90	
FDA (% MS)	2023/24	20,95 bcA	19,87 cA	21,42 abcA	21,75 abcA	20,97 bcA	24,87 aA	24,47 abA	22,04
	2024/25	20,61 aA	19,72 aA	21,47 aA	19,67 aB	20,47 aA	20,17 aB	22,25 aA	20,62
	Média	20,78	19,80	21,45	20,71	20,72	22,52	23,36	
LIG, (% MS)	2023/24	2,45	2,37	2,75	2,50	2,45	3,45	3,32	2,75 B
	2024/25	3,05	3,25	3,37	2,70	3,05	3,07	3,57	3,15 A
	Média	2,75 b	2,81 ab	3,06 ab	2,60 b	2,75 b	3,26 ab	3,45 a	
CNF (% MS)	2023/24	48,82 abA	53,20 aA	47,25 bcA	47,82 bB	49,27 abA	42,22 cdB	41,75 dA	47,19
	2024/25	48,14 bcA	51,46 aA	48,76 abA	49,80 abA	45,20 cA	47,80 bcA	44,97 cA	48,02
	Média	48,48	52,33	48,00	48,81	47,23	45,01	43,36	
Amido (% MS)	2023/24	40,10 aA	42,60 aA	38,12 aA	38,10 aA	38,52 aA	31,07 bB	31,72 bA	37,17
	2024/25	32,95 bcB	36,30 aB	34,33 abcA	37,52 aA	31,96 cB	36,10 abA	31,72 cA	34,41
	Média	36,52	39,45	36,22	37,81	35,42	33,58	31,72	

Médias seguidas de letras minúsculas diferentes, na linha, diferem entre si, na comparação entre diferentes híbridos de milho, pelo Teste de Tukey a 5%.

Médias seguidas de letras maiúsculas diferentes, na coluna, diferem entre si, na comparação entre safras de verão, pelo Teste de F a 5%.

O híbrido AGRN76 (3,45 %) apresentou na média geral maior teor de LIG, comparado ao menor teor dos híbridos DKB235 (2,75 %), TV1503 (2,60 %) e PI3016 (2,75 %), os demais híbridos não diferiram destes materiais.

A LIG é um composto polifenólico, que limita a digestibilidade dos outros compostos da planta, como por exemplo a hemicelulose e a celulose (JUNG; LAMB, 2004; PENNING *et al.*, 2014). A diminuição na DFDN está relacionada ao aumento na lignificação da planta, contudo deve ser avaliado se o aumento na lignificação da forragem é devido a concentração de tecidos lignificados em toda a planta ou se um componente específico apresentou maior taxa de lignificação (FERREIRA *et al.*, 2023a).

Os híbridos TV1503 e BR2801 apresentaram um acréscimo nos teores de CNF da safra 2023/2024 (47,82 e 42,22 %) para a safra 2024/2025 (49,80 e 47,80 %), respectivamente, efeito não observado nos demais híbridos. O híbrido DKB242 apresentou teor de CNF superior em ambas as safras (53,20 e 51,46 %) enquanto os híbrido AGRN76 de teor inferior (41,75 e 44,97 %), junto ao PI3016 (45,20 %) apresentaram menores teores de CNF na safra 2024/2025, os demais híbridos não diferiram destes materiais.

Plantas de milho com alto teor de FDN e de CNF, conferem uma fibra de ótima qualidade para o híbrido (SOUZA *et al.*, 2021), em que, no presente estudo, todos os híbridos apresentaram tal característica, mantendo estabilidade bromatológica entre safras.

Os híbridos MOG616, TV1503 e o AGRN76 não apresentaram diferença para o teor médio de amido (36,22; 37,81 e 31,72 %, respectivamente), entre as duas safras avaliadas. Enquanto os híbridos DKB235, DKB242 e o PI3016 apresentaram redução no teor de amido, da safra 2023/2024 (40,10, 42,60 e 38,52 %) para a safra 2024/2025 (32,95, 36,30 e 31,96 %), e o híbrido BR2801 apresentou comportamento inverso (31,07 para 36,10 %), respectivamente.

Na safra 2023/2024 os híbridos DKB235 (40,10 %), DKB242 (42,60 %), MOG616 (38,12 %), TV1503 (38,10 %) e PI3016 (38,52 %) foram superiores ($P<0,05$) ao teor médio de amido dos híbridos BR2801 (31,07 %) e AGRN76 (31,72 %). Para a safra 2024/2025 os híbridos DKB242 (36,30 %) e TV1503 (37,52 %) foram superiores ($P<0,05$) aos híbridos PI3016 (31,96 %) e AGRN76 (31,72 %), os demais híbridos não diferiram destes materiais.

Com o avanço na maturidade fisiológica, ocorre a diluição nos teores de fibra e aumenta a deposição do amido (SOUZA *et al.*, 2022), mas não necessariamente com maior participação de grãos. A diminuição nos teores de amido da safra 2024/2025, está relacionada ao aumento na produção de MS, apresentando aumento na área foliar, a qual pode alterar a participação de fotoassimilados na planta e reduzir as concentrações de amido nos grãos (YUE *et al.*, 2022).

Na Tabela 4 observa-se que houve interação significativa ($P<0,05$) entre híbrido e safra, para os teores de DFDN em 24 e 48 horas, NDT e VRA. Na avaliação da DFDN de 24 e 48 horas, com exceção do híbrido DKB235 na avaliação de DFDN 24h (% MS), todos os demais híbridos apresentaram redução nos teores de DFDN da safra 2023/2024 (49,20 e 63,25 %) para a safra 2024/2025 (43,25 e 53,35 %) em ambos os tempos de incubação ruminal.

Na safra 2023/2024, não houve diferença significativa entre os híbridos para a DFDN (24 e 48 horas). Contudo, na safra 2024/2025 a DFDN avaliada em 24 horas de incubação teve maiores médias, nos híbridos DKB235 (48,75 %) e TV1503 (47,75 %), comparado ao híbrido BR2801 (34,75 %), enquanto os demais híbridos não diferiram destes materiais. Para a DFDN de 48 horas, os híbridos DKB235 (58,75 %), DKB242 (57,00 %), TV1503 (57,75 %) e o PI3016 (55,50 %) foram superiores ($P<0,05$) ao híbrido BR2801 (45,50 %), os demais híbridos não diferiram destes materiais.

Alguns fatores controláveis e não controláveis, podem interferir na digestibilidade FDN, como a seleção do híbrido, maturidade na colheita, altura de corte, condições ambientais e agronômicas. Os teores de lignina também podem influenciar na digestibilidade da fibra (FERREIRA *et al.*, 2023a). Como observado no presente estudo, houve maior variação na DFDN (24 e 48 horas), entre as safras avaliadas do que entre os híbridos. Com isso, compreender os efeitos do ambiente sobre a DFDN nas forragens é fundamental para maximizar a produção de forragem e a utilização de nutrientes pelos animais, buscando híbridos que mantenham estabilidade produtiva e composição nutricional entre safras. Tanto o clima quanto os manejos de lavoura determinam o desenvolvimento da cultura

(FERREIRA *et al.*, 2023b; FERREIRA *et al.*, 2021).

Os híbridos DKB242 e MOG616 apresentaram respectivamente redução nos teores de NDT da safra 2023/2024 (76,50 e 74,50 %) para a safra 2024/2025 (71,25 e 71,00 %), enquanto que os demais híbridos não apresentaram diferença entre safra. Na safra 2023/2024 os híbridos DKB235 (76,50 %), DKB242 (76,50 %), TV1503 (75,25 %) e PI3016 (76,25 %) apresentaram maiores médias, comparado ao híbrido BR2801 (70,50 %), enquanto os demais híbridos não diferiram destes materiais. Na safra 2024/2025 não houve diferença significativa ($P>0,05$) entre os híbridos.

Os híbridos TV1503, BR2801 e AGRN76 apresentaram aumento ($P<0,05$) do valor do VRA da safra 2023/2024 (166, 147 e 150, respectivamente) para a safra 2024/2025 (183, 181 e 166, respectivamente), enquanto que o híbrido DKB242 apresentou comportamento inverso (199 para 185). Na safra 2023/2024, o híbrido DKB242 apresentou maior média de VRA (199) em relação aos híbridos BR2801 (147) e AGRN76 (150), enquanto os demais híbridos não diferiram destes materiais. Para a safra 2024/2025, os híbridos DKB235 (176), DKB242 (185), MOG616 (175), TV1503 (183), PI3016 (179) e BR2801 (181) apresentaram maior média em comparação ao híbrido AGRN76 (166).

O valor nutricional de um alimento pode ser medido pelo seu valor de NDT ou de VRA. De modo geral, os híbridos que diminuíram os valores de NDT e/ou de VRA entre safras, pode ser em decorrência de uma planta mais velha ou de um possível estresse ambiental que ocorreu entre safras, ocasionando menor enchimento de grãos, menor teor de amido, maior participação de colmo e de folhas em estágio senescente, consequentemente menor produção de MS (NEUMANN, *et al.*, 2017; NEUMANN, *et al.*, 2024a), o contrário é verdadeiro.

De modo geral, híbridos de melhor qualidade nutricional tendem a apresentar maior teor de amido, diminuindo a digestibilidade da fibra, enquanto que outro híbrido apresentou característica inversa, esses fatores devem ser associados, buscando um equilíbrio de produção, teor de amido e digestibilidade de fibra, buscando um material que seja mais estável as condições climáticas de ano após ano, apresentando um material de maior segurança no sistema de produção de leite e carne, do que um material que apresentou alta oscilação entre produção, teor de amido e qualidade de fibra.

Tabela 4 – Degradação ruminal da FDN, em 24 e 48 horas (DFDN 24h e DFND 48h), concentração de nutrientes digestíveis totais (NDT) e valor relativo do alimento (VRA) de diferentes híbridos de milho para silagem, avaliados nas safras de verão 2023/2024 e 2024/2025.

Parâmetro	Safras	Híbridos						Média
		DKB235	DKB242	MOG616	TV1503	PI3016	BR2801	
DFDN	2023/24	49,00 aA	48,50 aA	51,25 aA	51,25 aA	49,75 aA	49,50 aA	47,25 aA 49,50
	24h	48,75 aA	43,66 bcB	41,00 cB	47,75 aB	46,50 abB	34,75 dB	40,37 cB 43,25
	(% MS)	Média	48,87	46,08	46,12	49,50	48,12	42,12 43,81
DFDN	2023/24	63,75 aA	64,00 aA	63,50 aA	64,75 aA	62,50 aA	63,50 aA	60,75 aA 63,25
	48h	58,75 aB	57,00 aB	50,50 bB	57,75 aB	55,50 aB	45,50 cB	48,50 bcB 53,35
	(% MS)	Média	61,25	60,50	57,00	61,25	59,00	54,50 54,62
NDT	2023/24	76,50 aA	76,50 aA	74,50 abA	75,25 aA	76,25 aA	70,50 bA	72,25 abA 74,53
	(%)	74,00 aA	71,25 aB	71,00 aB	74,50 aA	74,50 aA	73,00 aA	72,00 aA 72,89
	Média	75,25	73,87	72,75	74,87	75,37	71,75	72,12
VRA	2023/24	177 bA	199 aA	173 bA	166 bB	180 bA	147 cB	150 cB 170
	2024/25	176 aA	185 aB	175 aA	183 aA	179 aA	181 aA	166 bA 178
	Média	176	192	174	174	180	164	158

Médias seguidas de letras minúsculas diferentes, na linha, diferem entre si, na comparação entre diferentes híbridos de milho, pelo Teste de Tukey a 5%.

Médias seguidas de letras maiúsculas diferentes, na coluna, diferem entre si, na comparação entre safras de verão, pelo Teste de F a 5%.

Tabela 5 – Resumo da análise de variância para parâmetros quanti-qualitativos de diferentes híbridos de milho para silagem, avaliados nas safras de verão 2023/2024 e 2024/2025.

Parâmetro	QM				Prob.				Média	CV	R ²
	H	S	B	H*S	H	S	B	H*S			
GL	6	1	3	6							
PG	6222,2077	319906,2806	1325,7115	1731,2331	0,0002	0,0001	0,2932	0,1525	14,22	7,15	0,9023
PMS	25,2022	2212,3200	3,7965	21,9024	0,0012	0,0001	0,5579	0,0031	24,55	9,48	0,9221
Hp	0,1010	8,5801	0,0089	0,0712	0,0001	0,0001	0,2432	0,0001	2,33	3,36	0,9756
He	0,0579	4,5771	0,0044	0,0389	0,0001	0,0001	0,2680	0,0001	1,27	4,48	0,9759
MS	11,0813	38,2801	0,5267	17,7565	0,0002	0,0001	0,8401	0,0001	38,79	3,54	0,7431
MM	1,7158	1,1629	0,1977	0,3574	0,0001	0,0237	0,4295	0,1460	3,28	13,93	0,6343
PB	0,6640	5,8501	0,2501	0,1605	0,0052	0,0001	0,2583	0,5072	8,11	5,21	0,6230
EE	1,5356	3,8430	0,2130	0,2908	0,0001	0,0001	0,2066	0,0663	4,00	9,11	0,7475
FDN	32,4006	28,1870	3,5584	16,7305	0,0001	0,0113	0,4535	0,0024	38,89	5,13	0,6821
FDA	11,9463	28,1870	2,0170	5,8794	0,0006	0,0013	0,4695	0,0377	21,33	7,17	0,6071
LIG	0,7753	2,2001	0,1335	0,3397	0,0043	0,0021	0,5825	0,1529	2,95	15,23	0,5402
CHF	66,1456	9,6197	3,5627	20,9826	0,0001	0,1098	0,4067	0,0002	47,60	3,98	0,7949
DFDN 24h	58,4723	545,8130	11,2546	47,7373	0,0001	0,0001	0,0445	0,0001	46,37	4,21	0,8910
DFDN 48h	69,8273	1370,1607	9,3511	43,3273	0,0001	0,0001	0,0926	0,0001	58,30	3,45	0,9290
Amido	53,1859	106,9778	1,4649	40,0962	0,0001	0,0001	0,8165	0,0001	35,79	6,05	0,7856
VRA	984,0178	787,5000	118,7381	491,9583	0,0001	0,0196	0,4529	0,0052	174	6,61	0,6588
NDT	18,4047	37,7857	2,4761	12,3690	0,0006	0,0024	0,5625	0,0078	73,71	2,56	0,6221

Médias seguidas de letras minúsculas diferentes, na linha, diferem entre si, na comparação entre diferentes híbridos de milho, pelo Teste de Tukey a 5%.

Médias seguidas de letras maiúsculas diferentes, na coluna, diferem entre si, na comparação entre safras de verão, pelo Teste de F a 5%.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A realização de estudos para avaliar a capacidade produtiva e o valor nutricional de diferentes híbridos de milho, permite não identificar qual o melhor híbrido para as características e maior produção, maior teor de amido e melhor qualidade de fibra de forma isolada, mas buscar na avaliação

entre safras, híbridos que repetem características ano após ano, os quais se apresentam mais estáveis as variações climáticas, garantindo segurança ao sistema de produção de carne e/ou leite.

REFERÊNCIAS

- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS (1995). **Official methods of analysis.** (16th ed). AOAC
- BOLSEN, K. K.; ASHBELL, G.; WEINBERG, Z.G. Silage fermentation and silage additives - Review -. **Asian-Australasian Journal of Animal Sciences**, vol. 9, p. 483–493, out. 1996.
- BUSO, W. H. D.; MACHADO, A. S.; RIBEIRO, T. B.; SILVA, L. O. Produção e composição química de silagem híbrida de milho sob duas alturas de corte. **Neotropical Agriculture Magazine**, vol. 5, n. 4, p. 74-80, dez. 2018.
- CHERNEY, D. J. R.; CHERNEY, J. H.; COX, W. J. Forage quality differences of corn hybrids as influenced by ensiling. **Forage and Grazinglands**, vol. 5, n. 1, p. 1-8, set. 2007.
- CREVELARI, J. A.; DURÃES, N. N. L.; SANTOS, P. R.; DOS AZEVEDO, F. H. V.; BENDIA, L. C. R.; PREISIGKE, S. da C.; GONÇALVES, G. M. B.; FERREIRA, J. A.; PEREIRA, M. G. Correlação canônica para traços morfoagronómicos e bromatológicos em genótipos de milho-silage. **Bragantia**, vol. 78, n. 3, p. 337–349, 2019.
- DE SOUZA, M. P.; LOPES, É. C. P.; UMBURANAS, R. C.; KOSZALKA, V.; MARCOLINA, E.; DE ÁVILA, F. W.; MÜLLER, M. M. L. Long-Term Gypsum and Top-Dress Nitrogen Rates on Black Oat Forage Yield After Maize in No-Till. **Journal of Soil Science and Plant Nutrition**, vol. 22, n. 3, p.3448–3462, 2022.
- FANCELLI A. L; NETO D. D. **Implantação da lavoura de milho.** Em: Produção de milho. Agropecuária (Guaíba), 2000. p.97–146.
- FARIA, T. F. R.; PINESE, F.; GIMENE, F. M. A.; DEMARCHI, J. J. A. A.; CAMPOS, F. P.; PREMAZZI, L. M.; GERDES, L. Bromatological composition of commercial corn silages produced in Brazil. **Archivos de Zootecnia**, vol. 69, n. 266, p. 20-27, jan. 2020.
- FERREIRA, G.; MARTIN, L. L.; TEETS, C. L.; CORL, B. A.; HINES, S. L.; SHEWMAKER, G. E.; DE HARO-MARTI, M. E.; CHAHINE, M. Effect of drought stress on in vitro neutral detergent fiber digestibility of corn for silage. **Animal Feed Science and Technology**, vol. 273, 114803, mar. 2021.
- FERREIRA, G.; THOMAS, S. E.; TEETS, C. L.; CORL, B. A. Intrinsic and Extrinsic Factors Affecting Neutral Detergent Fiber (NDF) Digestibility of Vegetative Tissues in Corn for Silage. **Agriculture**, vol. 13, n. 8, p. 1485, jul. 2023a.
- FERREIRA, G.; TEETS, C. L.; KINGORI, A. M.; ONDIEK, J. O. Effect of drought stress on neutral detergent fiber degradation kinetics of corn for silage. **JDS Communications**, vol. 4, n. 3, p. 196-201, mai. 2023b.

GARCEZ, B. S.; ALVES, A. A.; ARAÚJO, D. L. C.; LACERDA, M. D. S. B.; SOUZA, L. G. C.; CARVALHO, L. F. Ruminal degradability of colonião grass (*Panicum maximum jacq. cv. colonião*) at three post-regrowth ages. **Acta Veterinaria Brasilica**, vol. 10, n. 2, p. 130-134, mai. 2016.

GOERING, H. K. E VAN SOEST, P. J. **Forage fiber analyses**. Washington, D.C.: [s.n.]. 387-598 (379)p.

HATFIELD, J.L.; PRUEGER, J.H. Temperature extremes: effect on plant growth and development. **Weather and Climate Extremes**, vol. 10, p. 4-10, dez. 2025.

HENDRIX, K. M.; HENDERSON, R. E.; ROTZ, C. A.; MUCK, R. E.; KUNG, L. Relationship between the technical quality of total mixed rations and the use of silage additives on commercial dairy farms. **Journal of Dairy Science**, v. 76, n. 3, p. 808-818, 1993.

HOLDEN, L. A. Comparação de métodos de digestibilidade in vitro da matéria seca para dez rações. **Journal of Dairy Science**, vol. 82, n. 8, p. 1791-1794, ago. 1999.

JABRAN, K.; FLORENTINE, S.; CHAUHAN, B. S. **Crop Protection under Changing Climate**. Springer International Publishing AG, **Cham** (2020).

JUNG, H.-J. G.; LAMB, J. F. S. Prediction of cell wall polysaccharide and lignin concentrations of alfalfa stems from detergent fiber analysis. **Biomass Bioenergy**, vol. 27, n. 4, p. 365-373, out. 2004.

KUNG, L. Jr.; SHAVER, R. D.; GRANT, R. J.; SCHMIDT, R. J. (2018). Silage review: interpretation of chemical, microbial, and organoleptic components of silages. **Journal of Dairy Science**, vol. 101, n. 5, p. 4020-4033, mai. 2018.

NEUMANN, M.; LEÃO, G. F. M.; COELHO, M. G.; FIGUEIRA, D. N.; SPADA, C. A.; PERUSSOLO, L. F. Productive, nutritional and bioeconomical aspects of corn hybrids for silage. **Archivos de Zootecnia**, vol. 66, n. 253, p. 51-58, ago. 2017.

NEUMANN, M.; POCZYNEK, M.; LEÃO, G. F. M.; FIGUEIRA, D. N.; SOUZA, A. M. Desempenho de híbridos de milho para silagem cultivados em diferentes locais com três densidade populacionais. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, vol. 17, n. 1, p. 49–62, mar. 2018.

NEUMANN, M.; VENANCIO, B. J.; HORST, E. H.; CRISTO, F. B.; PETKOWICZ, K.; PONTAROLO, G. B.; MENDES, M. C.; MARTINS, M. B. A. Corn hybrid silage quality according to harvesting time. **Semina: Ciências Agrárias**, vol. 41, n. 2, p. 369-382, mar. 2020.

NEUMANN, M.; BALDISSERA, E.; IENKE, L. A.; SOUZA, A. M.; OLIVEIRA, P.E.P.; JUNIOR BUMBIERIS, V. H. Nutritional Value Evaluation of Corn Silage from Different Mesoregions of Southern Brazil. **Agriculture**, vol. 14, n. 7, p. 1055, jun. 2024a.

NEUMANN, M.; BALDISSERA, E.; HORST, E. H.; CRISTO, F. B.; GOMES, R. R.; GIACOMET, J. A. A.; IENKE, L. A.; ROSA, E. S. B.; FERREIRA, B. P. A comparison of the dry matter yield and nutritional value of different corn hybrids for silage production. **Arquivo Brasileiro De Medicina Veterinária E Zootecnia**, vol. 76, n. 6, p. e13212, nov. 2024b.

NOCEK, J. E. In situ and Other Methods to Estimate Ruminal Protein and Energy Digestibility: A Review. **Journal of Dairy Science**, vol. 71, n. 8, p. 2051–2069, ago. 1988.

OLIVEIRA, M. R.; NEUMANN, M.; JOBIM, C. C.; UENO, R. K.; MARAFON, F.; NERI, J. Composição morfológica e nutricional de plantas e silagens de milho em diferentes estádios de maturação. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, vol. 12, n. 2, p. 183–191, nov. 2013.

PENNING, B. W.; SYKES, R. W.; BABCOCK, N. C.; DUGARD, C. K.; HELD, M. A.; KLIMEK, J. F.; SHREVE, J. T.; FOWLER, M.; ZIEBELL, A.; DAVIS, M. F.; DECKER, S. R.; TURNER, G. B.; MOSIER, N. S.; SPRINGER, N. M.; THIMMAPURAM, J.; WEIL, C. F.; MCCANN, M. C.; CARPITA, N. C. Genetic Determinants for Enzymatic Digestion of Lignocellulosic Biomass Are Independent of Those for Lignin Abundance in a Maize Recombinant Inbred Population. **Plant Physiology**, vol. 165, n. 4, p. 1475-1487, ago. 2014.

PEREIRA, E. L. C.; NEUMANN, M.; BALDISSERA, E.; KALINOVSKI, V.; GIACOMET, J. A. de A.; PASSARIN FILHO, A.; CESAR, P. V. P.; RAMPI, L.; BUMBIERIS JUNIOR, V. H. Biomass production and chemical composition of corn for silage in different reproductive stages. **Semina: Ciências Agrárias**, vol. 46, n. 3, p. 943–964, jun. 2025.

RITCHIE, S. W.; HANWAY, J. J.; BENSON, G. O. Como a planta de milho se desenvolve. **Arquivo do Agrônomo**, vol. 15, n. 103, p. 1-20, 2003.

SAS INSTITUTE INC. **SAS Language: Reference**. Version 6. Cary, NC: SAS Institute Inc., 1993.

SILVA, D. J.; QUEIROZ, A. C. **Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos**. 3. ed. Viçosa: UFV, 2002.

SHUKLA, P. R.; SKEA, J.; CALVO BUENDIA, E.; MASSON-DELMOTT, V.; PORTNER, H.-O.; ROBERTS, D.C.; ZHAI, P.; SLADE, R.; CONNORS, S.; VAN DIEMEN, R.; FERRAT, M.; AUGHEY, E.; LUZ, S.; NEOGI, S.; PATHAK, M.; PETZOLD, J.; PORTUGAL PEREIRA, J.; VYAS, P.; HUNTLEY, E.; KISSICK, K.; BELKACEMI, M.; MALLEY, J. IPCC. Summary for Policymakers Climate change and land Change IPoC (Ed.), an IPCC special report on climate change, desertification, land degradation, sustainable land management, food security, and greenhouse gas fluxes in terrestrial ecosystems. **Climate Change and Land: Cambridge University Press**, p. 1-36, 2022.

SKONIESKI, F. R.; NORBERG, J. L.; KESSLER, J. D.; DAVID, D. B.; AZEVEDO, E. B.; BRUNING, G.; PIMENTEL, C. M. M. Corn plant arrangement and its effect on silage quality. **Revista Brasileira de Zootecnia**, vol. 43, n. 3, p. 114-119, mar. 2014.

Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, Núcleo Estadual Paraná (2017). **Manual de adubação e calagem para o Estado do Paraná**. SBCS/NEPAR.

SOUZA, A. M.; NEUMANN, M.; RAMPIM, L.; ALMEIDA, E. R.; MATCHULA, A. F.; CRITO, F. B.; FARIA, M. V. Effect of storage time on the chemical composition of whole and grainless corn plant silage harvested at different maturity stages. **Revista Brasileira de Zootecnia**, vol. 51, n. e20200180, 2022.

TIKUYE, B. G.; RAY, R. L. Predicting future corn suitability zones under climate change scenarios in the United States of America. **Journal of Agriculture and Food Research**, vol. 22, p. 102129, ago. 2025.

USDA U. S. Department of Agriculture. (2025). <https://www.usda.gov/>

VAN SOEST, P. J.; ROBERTSON, J. B.; LEWIS, B. A. Methods for Dietary Fiber, Neutral Detergent Fiber, and Nonstarch Polysaccharides in Relation to Animal Nutrition. **Journal of Dairy Science**, vol. 74, n. 10, p. 3583–3597, out. 1991.

VERMEULEN, S. J.; CAMPBELL, B. M.; INGRAM, J. S. I. Climate change and food systems **Annual Review of Environment and Resources**, vol. 37, p. 195-222, jul. 2012.

VIEIRA, R. A.; UHDRE, R.; SCAPIM, C. A.; VAN BACELAERE, G. Global corn area from 1960 to 2030: patterns, trends and implications. **The Journal of Agricultural Science**, vol. 163, n. 3, p. 1-30, fev. 2025.

WANG, J.; HU, X. Research on corn production efficiency and influencing factors of typical farms: based on data from 12 corn-producing countries from 2012 to 2019. **PLoS One**, n. 16, v. 7, jul. 2021.

WEISS, W. P.; CONRAD, H. R.; ST. PIERRE, N. R. A theoretically-based model for predicting total digestible nutrient values of forages and concentrates. **Animal Feed Science and Technology**, vol. 39, n. 1, p.95–110, nov. 1992.

WHEELER, T.; VON BRAUN, J. Climate change impacts on global food security. **Science**, vol. 341, p. 508-513, ago. 2013.

YUE, K.; LI, L.; XIE, J.; LIU, Y.; XIE, J.; ANWAR, S.; FUDJOE, S. K. Nitrogen supply affects yield and grain filling of maize by regulating starch metabolizing enzymes and hormones. **Frontiers in Plant Science**, vol. 12, e798119, fev. 2022.