



Avaliação integrada das características bromatológicas, agronômicas e produção de silagem de híbridos de milho em Minas Gerais

Gustavo Segatto Borges¹; Daniela Segatto Borges²

Como Citar:

BORGES, Gustavo Segatto; BORGES, Daniela Segatto. Avaliação integrada das características bromatológicas, agronômicas e produção de silagem de híbridos de milho em Minas Gerais. Revista Sociedade Científica, vol. 9, n. 1, p. 28-44, 2026. <https://doi.org/10.61411/rsc2026118119>

DOI: 10.61411/rsc2026118119

Área do conhecimento:

Ciências Agrárias

Sub-área:

Zootecnia

Palavras-chave: Ensilagem; Massa de Forragem; Genótipos Adaptados; Zea Mays L.

Publicado: 8 de janeiro de 2026

Resumo

Há cerca de 185 cultivares de híbridos de milho disponíveis na safra 2021/2022 no mercado, cada uma com características próprias de produtividade e qualidade bromatológica. O desempenho da cultura depende da interação entre genótipo, fatores ambientais e práticas de manejo. O presente experimento teve por objetivo avaliar as características bromatológicas, agronômicas e a produção de massa de forragem de quatro híbridos de milho, todos de ciclo precoce. Entre os híbridos avaliados três (P3565PWU, P4285VYHR e P3707VYH) apresentavam dupla aptidão para a produção de grão/silagem e um genótipo (P3858PWU) para grão, comercializados na região de Uberlândia – MG para a produção de ensilagem. As avaliações ocorreram aos 90 dias após a emergência das plantas, as características bromatológicas de planta inteira: de proteína bruta; extrato etéreo; fibra em detergente neutro; fibra em detergente ácido; carboidratos não fibrosos e percentual de matéria seca. As características agronômicas avaliadas: altura da planta; altura da espiga; produção de massa verde ($t\ ha^{-1}$) e produção de massa seca ($t\ ha^{-1}$). As avaliações ocorreram aos 90 dias após a emergência das plantas, que correspondeu ao estágio de grão pastoso a farináceo, em 30 plantas por repetição (2 repetições por tratamento), subdivididas em 3 amostras com 10 plantas cada, para composição das médias. Assim cada tratamento obtém 6 valores médios, totalizando 60 plantas por tratamento colhidas em método de zig-zag, aleatoriamente dentro de cada parcela, totalizando 240 plantas avaliadas. Os híbridos P4285VYHR e P3565PWU, caracterizados pela dupla aptidão para produção de grãos e silagem, evidenciaram superioridade no rendimento de massa de forragem por hectare $44.700\ t\ ha^{-1}$ de MN e $33.000\ t\ ha^{-1}$ MN, promovendo maior eficiência na diluição dos custos relacionados aos insumos agrícolas. Os resultados das análises bromatológicas de planta inteira, obteve-se valores de nutrientes semelhantes aos demais híbridos que produziram as menores quantidades de massa de forragem por hectare nas mesmas condições.

¹Universidade Federal de Uberlândia UFU, Uberlândia-MG, Brasil. Email: gustavo@ufu.br

²Universidade Federal de Uberlândia UFU, Uberlândia-MG, Brasil. Email: daniela@ufu.br



Integrated evaluation of bromatological and agronomic characteristics and silage yield of corn hybrids in Minas Gerais

Abstract

There are about 185 cultivars of corn hybrids available in the 2021/2022 harvest on the market, each with its own characteristics of productivity and bromatological quality. Crop performance depends on the interaction between genotype, environmental factors and management practices. The present experiment aimed to evaluate the bromatological and agronomic characteristics and forage mass production of four maize hybrids, all of them with an early cycle. Among the hybrids evaluated, three (P3565PWU, P4285VYHR and P3707VYH) had double aptitude for grain/silage production and one genotype (P3858PWU) for grain, commercialized in the region of Uberlândia – MG for silage production. The evaluations took place at 90 days after plant emergence, the bromatological characteristics of the whole plant: crude protein; ether extract; neutral detergent fiber; acid detergent fiber; non-fiber carbohydrates and percentage of dry matter. The agronomic characteristics evaluated: plant height; ear height; green mass production (t ha^{-1}) and dry mass production (t ha^{-1}). The evaluations took place at 90 days after plant emergence, which corresponded to the stage of pasty to floury grain, in 30 plants per replicate (2 replicates per treatment), subdivided into 3 samples with 10 plants each, to compose the averages. Thus, each treatment obtains 6 average values, totaling 60 plants per treatment harvested in the zig-zag method, randomly within each plot, totaling 240 plants evaluated. The hybrids P4285VYHR and P3565PWU, characterized by the dual aptitude for grain and silage production, showed superiority in the yield of forage mass per hectare 44,700 t ha^{-1} of MN and 33,000 t ha^{-1} MN, promoting greater efficiency in the dilution of costs related to agricultural inputs.



The results of the bromatological analyses of whole plant showed nutrient values similar to the other hybrids that produced the lowest amounts of forage mass per hectare under the same conditions.

Keywords: Corn Silage; Forage Mass; Adapted Genotypes; Zea Mays L.

1. Introdução

A cultura do milho (*Zea mays* L.) está difundida por todo Brasil, sendo a região Sudeste um dos principais produtores de milho forrageiro, com destaque para o estado de Minas gerais que produziu 12 milhões de toneladas em 405 mil hectares plantados [10.], gerando emprego e renda no campo e na cidade, através da comercialização de insumos e serviços. A produção de silagem de milho, como fonte de volumoso conservado é de grande importância para a pecuária de leite e corte, devido sua alta concentração de energia, facilidade de cultivo agrícola, garantia de segurança alimentar no período de entressafra, facilidade de estocagem do alimento conservado por longos períodos e baixo custo por unidade de nutrientes digestíveis totais, quando comparado aos concentrados [8.,13.].

As principais características desejáveis em uma cultura para ensilagem são, elevada produção de matéria seca, de proteína bruta, de energia e alta digestibilidade, com baixa concentração de fibra na colheita para favorecer a fermentação [9.]. Neste contexto, o milho (*Zea mays* L.) é a cultura padrão para ensilagem, pela sua amplitude de cultivo, elevada produtividade e pelo bom valor nutritivo [6.]. Garantindo demanda e mercado consumidor em busca de genótipos híbridos mais produtivos, resistentes a insetos praga e adaptados às condições edafoclimáticas dos locais de cultivo, sem perda de produtividade de massa [17.,1.].

O melhoramento genético do milho evoluiu muito, apesar da grande seleção de cultivares que apresentem elevadas produções de grãos e massa de forragem, ainda há poucos esforços para melhorar a digestibilidade da massa de forragem produzida pelas



novas cultivares [17.,6.]. Entretanto, com a produção e seleção genética de animais cada vez mais especializados e com a intensificação da produção pecuária, aumenta-se também a exigência na qualidade da silagem [13.].

Neste contexto, no mercado atual (safra 2021/2022) há aproximadamente 185 cultivares de híbridos de milho, com diferentes aptidões e especificações de produtividade e qualidade bromatológica [4.]. Assim, faz-se necessário considerar e conhecer a influência dos fatores ambientais e das práticas culturais, que juntamente com o genótipo, definem o padrão de desenvolvimento da cultura. Ademais, o desenvolvimento, a produção e qualidade bromatológica da massa de forragem de um mesmo genótipo pode variar entre diferentes localidades, níveis de fertilidade do solo e tratos culturais [16.,17.].

Objetivou-se avaliar as características bromatológicas, agronômicas e a produtividade de quatro híbridos de milho, todos de ciclo precoce, três (P3565PWU, P4285VYHR e P3707VYH) de dupla aptidão para produção de grão/silagem e um genótipo para grão (P3858PWU), comercializados na região de Uberlândia – MG para a produção de silagem.

2. Metodologia

O experimento foi conduzido de novembro de 2022 a fevereiro de 2023, em uma propriedade particular no município de Uberlândia – MG. As coordenadas geográficas do local são 18°49' S de latitude sul e 48°19' W de longitude oeste de Greenwich, e sua altitude é de 863 m. A temperatura média anual é de 22,3°C, enquanto que a precipitação média anual é de 1.500 mm [11.]. O clima da região é Aw, tropical de savana, com inverno seco e verão quente e úmido [2.]. As informações referentes às condições climáticas durante o período experimental foram monitoradas com dados do INMET. Através da estação meteorológica automática (código A507), localizada aproximadamente a 15 km da área experimental [11.] (Figura 1 e 2).

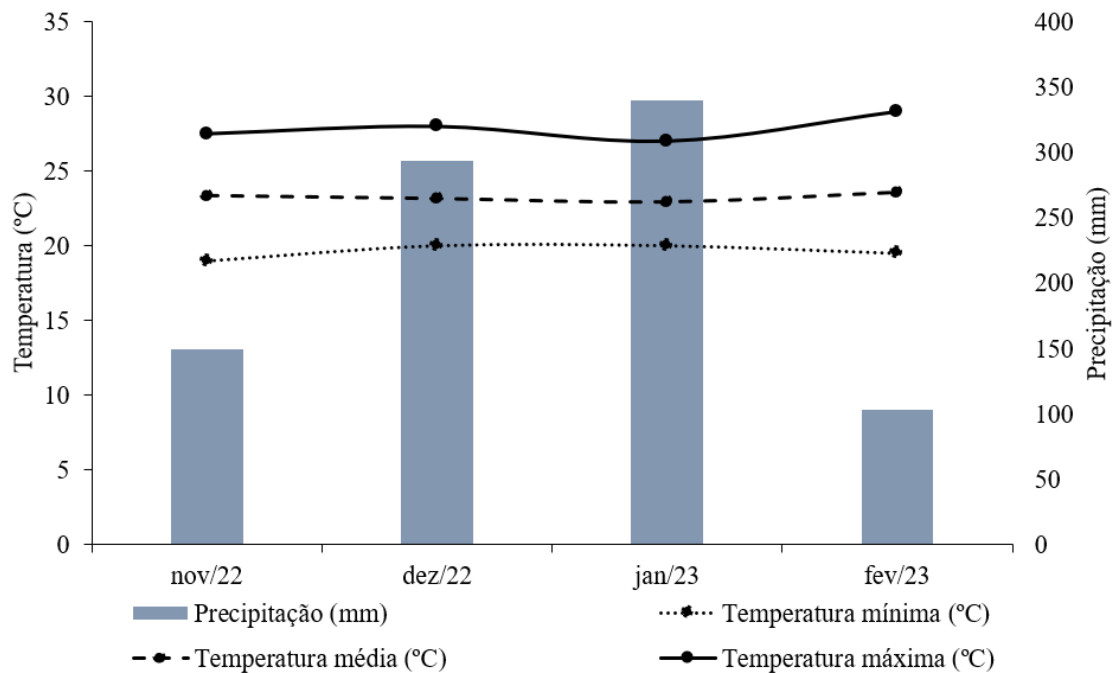
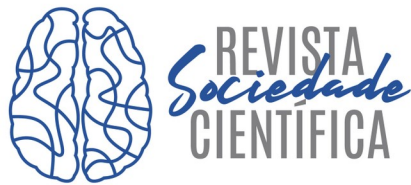


Figura 1: Dados médios diários agregados por mês, obtidos da estação meteorológica automática A507 do INMET. Médias mensais de temperaturas mínima, máxima e médias diárias e precipitação pluvial de novembro de 2022 a fevereiro de 2023.

Fonte: Elaborado pelos Autores (2025).

A temperatura e a precipitação mensal foram usadas para calcular o balanço hídrico do solo através do método de Thornthwaite & Mather [22.], considerando a capacidade de armazenamento de água no solo de 50 mm (Figura 2).

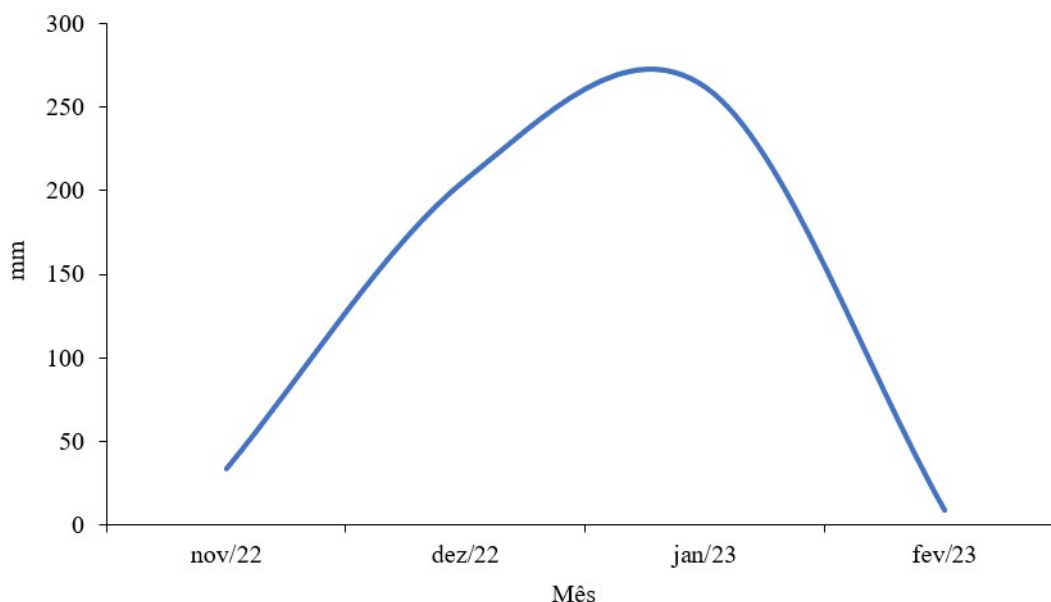


Figura 2: Balanço hídrico do solo de novembro de 2022 a fevereiro de 2023, foi calculado através do método (Thorntwaite & Mather) considerando um solo com capacidade de armazenamento de 50 mm de água. Durante o período experimental o balanço hídrico foi positivo, principalmente nos meses de dezembro e janeiro que coincidiram com o florescimento e enchimento de grãos, fases de maior exigência hídrica.

Fonte: Elaborado pelos Autores (2025).

O relevo da área experimental é plano e o solo é classificado como Latossolo Vermelho Amarelo Distrófico [5.]. Em outubro de 2022, foram retiradas amostras de solo na camada de 0 a 20 cm, para análise do nível de fertilidade e os resultados foram: pH em (H₂O): 6,2; P: 21,1 mg dm⁻³ (Mehlich⁻¹); P rem 7,2 mg dm⁻³ K: 47,3 mg dm⁻³; Ca²⁺: 2,19 cmol_c dm⁻³; Mg²⁺: 0,77 cmol_c dm⁻³; Al³⁺: 0 cmol_c dm⁻³; H + Al: 1,80 cmol_c dm⁻³ e V: 62,9%. Não foram realizadas calagem ou gessagem na área [5.].

A área experimental é localizada em uma fazenda comercial, sendo utilizada no cultivo de milho para silagem durante a safra (primavera/verão) e na entressafra (outono/inverno) a área é utilizada para pastejo com planta de cobertura, em geral milheto (*Pennisetum glaucum*). A dessecação da área ocorreu 30 dias antes da semeadura da cultura do milho, garantindo boa cobertura do solo com palha e melhor operacionalidade.



O estabelecimento da cultura do milho foi realizado através do sistema de plantio direto sob palhada em 20 de novembro de 2022, com espaçamento de 0,50 m entre linhas e 0,33 m entre plantas, no sulco de semeadura. A população aproximada de plantas estabelecidas de 58.000 plantas ha⁻¹.

A adubação de semeadura, utilizaram-se 450 kg ha⁻¹ da fórmula 8-28-16, 36 kg de N ha⁻¹, 126 kg de P₂O₅ ha⁻¹ e 72 kg de K₂O ha⁻¹. A adubação de cobertura foi realizada parcelada em duas vezes a lanço, utilizaram-se 450 kg ha⁻¹ com a fórmula 20-00-20, 90 kg de N ha⁻¹ e 90 kg de K₂O ha⁻¹, a primeira aos 30 dias após a emergência das plantas 50% da dose e segunda com os demais 50% aos 45 dias após a emergência. A produção esperada de matéria seca (t ha⁻¹), através desta recomendação é de aproximadamente 11,6 t ha⁻¹ [18.]. Não houve irrigação, a cultura foi estabelecida em sequeiro na área destinada a produção de volumoso para o rebanho da propriedade.

A área experimental foi constituída de 9 hectares ao todo considerando os corredores de circulação de maquinário e terraceamento em nível, visto que, o experimento ocorreu em uma propriedade rural particular. Assim a área agricultável útil correspondeu a 8 hectares, após desconsiderar a área de circulação do maquinário e os terraços em nível. Foram testados 4 genótipos de híbrido de milho (*Zea mays* L.): P3707VYH, P3858PWU, P4285VYHR e P3565PWU com 2 hectares plantados para cada tratamento, de forma totalmente casualizada, cada parcela experimental correspondeu a 1 hectare com 2 repetições para cada tratamento. O trabalho seguiu o delineamento inteiramente casualizado (DIC), uma vez que, a gleba é homogênea em relevo e fertilidade de solo, não ocorreu diferença de adubação e tratos culturais o único fator em estudo foram os 4 genótipos de híbrido de milho.

Avaliaram-se as seguintes características agronômicas com auxílio de uma trena graduada em centímetros: altura da planta inteira do solo até o pendão; altura da inserção da espiga, com auxílio de uma balança graduada em gramas (precisão de 10



gramas), avaliou-se a produção de massa verde ($t\ ha^{-1}$) e produção de massa seca ($t\ ha^{-1}$) [12.].

As avaliações ocorreram aos 90 dias após a emergência das plantas, que correspondeu ao estágio de grão pastoso a farináceo, $\frac{1}{2}$ da linha do leite nos grãos de milho [7.], em 30 plantas por repetição (2 repetições por tratamento), subdivididas em 3 amostras com 10 plantas cada, para composição das médias. Assim cada tratamento obtém 6 valores médios, totalizando 60 plantas por tratamento colhidas em método de zig-zag, aleatoriamente dentro de cada parcela. Por fim, foram coletadas 240 plantas, as coletas ocorreram excluindo 3 metros de bordadura por tratamento, minimizando assim erros operacionais dos equipamentos da fazenda.

As análises bromatológicas da planta inteira foram realizadas para os tratamentos aos 90 dias, data do início da ensilagem. As amostras foram identificadas, pesadas e acondicionadas em sacos de papel e colocada em estufa de ventilação forçada a $65^{\circ}C$, por 72h. As amostras foram trituradas em moinho de facas tipo Willey com peneira de 1 mm de diâmetro [20.].

Para a análise de determinação de proteína bruta, as amostras foram colocadas em tubos de ensaio, cada amostra em um tubo de digestão, e adicionou-se a mistura catalítica (sulfato de potássio). Após essa etapa, levou-se para o destilador de Nitrogênio, com o hidróxido de sódio [3.]. A determinação do extrato etéreo foi realizada pelo método de Soxhlet, método automatizado com a utilização de éter de petróleo [14.].

A determinação da fibra em detergente neutro (FDN), as amostras foram pesadas e embaladas em saquinhos de tecido não tecido, colocadas em béqueres e levadas ao bloco digestor juntamente com 2 litros da solução de detergente neutro a $95^{\circ}C$ por 1 hora. Após a lavagem, as amostras foram colocadas na estufa de ventilação forçada $55^{\circ}C$ por 24 horas, em seguida na estufa de ventilação forçada $105^{\circ}C$ por 2 horas. Para determinação da fibra em detergente ácido (FDA), as amostras foram pesadas e



embaladas em saquinhos de tecido não tecido, colocou-se as amostras no béquer, e posteriormente no digestor juntamente com 2 litros da solução de detergente ácido a 95° por 1 hora. Após a lavagem, as amostras foram colocadas na estufa de ventilação forçada 55°C por 24 horas, em seguida na estufa de ventilação forçada 105°C por 2 horas [23.].

As variáveis foram testadas para verificar a ocorrência de distribuição normal, e posteriormente os dados foram submetidos à análise de homogeneidade de variâncias, o coeficiente de variação dos dados foi analisado e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro do tipo I, utilizando o programa estatístico SigmaPlot 14.0. Não houve a necessidade de transformação de dados. Os gráficos de condição climática e balanço hídrico foram elaborados no programa Excel.

3. Desenvolvimento e discussão

As características agronômicas avaliadas, altura de planta, altura de inserção da espiga, massa de forragem na matéria seca e massa de forragem verde apresentaram diferenças significantes ($p < 0,05$) (Tabela 1). Os quatro genótipos de híbridos de milho avaliados aos 90 dias após a emergência, três híbridos P3565PWU, P3707VYH, P4285VYHR são de dupla aptidão produção de grãos e silagem, o híbrido P3858PWU é indicado para produção apenas de grãos.

A altura da planta e da inserção da espiga são características associadas a capacidade de produzir e acumular forragem, diluindo os custos de produção do volumoso por unidade produzida [15.], neste contexto, o híbrido P4285VYHR apresentou a maior altura de planta 3,35 m ($p < 0,05$), os demais híbridos avaliados apresentam valores inferiores a média dos tratamentos (Tabela 1).

A altura de inserção da espiga foi maior ($p < 0,05$) no híbrido P3565PWU 1,68 m, e acima da média dos tratamentos no P4285VYHR 1,48 m (Tabela 1). Os híbridos P3707VYH e P3858PWU obtiveram valores inferiores à média (Tabela 1). Estes resultados são semelhantes aos encontrados, em um experimento na safra 2014/2015 no



Estado do Paraná com três híbridos de milho, comercializados na região para a produção de silagem [16.].

O híbrido P4285VYHR apresentou 16.092 kg ha⁻¹ de MS, a maior produção (p<0,05) em comparação aos demais genótipos avaliados (Tabela 1). A produção de matéria seca dos genótipos P3565PWU, P3707VYH e P3858PWU foram inferiores à média dos tratamentos (Tabela 1).

A produção de matéria natural, ou seja, de massa de forragem verde diferiu entre os híbridos de milho (*Zea mays* L.) aos 90 dias após a emergência. O híbrido P4285VYHR produziu a maior quantidade de massa de forragem por hectare cultivado 44.700 kg ha⁻¹ MN (p<0,05) (Tabela 1). O genótipo P3565PWU apresentou produção de massa de forragem verde igual a média dos tratamentos. Os híbridos P3707VYH e P3858PWU apresentaram as menores produções de matéria natural por hectare (Tabela 1). Em Pernambuco, um experimento com 6 variedades de milho para silagem, obteve-se resultados semelhantes ao do presente trabalho [19.].

A alta produção de massa de forragem é a principal característica agrônômica de um híbrido de milho forrageiro, no entanto, o valor nutritivo dessa massa de forragem produzida é extremamente importante [17.]. Neste contexto, elevadas produções de forragens estão associadas a genótipos de porte alto, ou seja, plantas com colmos bem desenvolvidos [15.]. O colmo é a fração menos digestível da planta pelo elevado teor de fibra, por outro lado a percentagem de grãos na massa ensilada, é o principal fator que eleva seu valor nutritivo e sua digestibilidade [21.].

Tabela 1: Características agrônômicas e produção de forragem dos híbridos de milho aos 90 dias após emergência.

Híbrido	AP	AIE	MFS	MFV
P3565PWU	2,80 AB	1,68 A	12.210 B	33.000 AB
P3707VYH	2,74 B	1,43 B	11.400 BC	30.000 BC
P3858PWU	2,48 C	1,30 C	10.290 C	24.500 C
P4285VYHR	3,35 A	1,48 AB	16.092 A	44.700 A
Média	2,84	1,47	12.498	33.050
CV (%)	13	11	20	26



*Médias com letras diferentes nas colunas diferem entre si no Teste Tukey ($p < 0,05$). AP: altura da planta em metros; AIE: altura de inserção da espiga em metros; MFS: massa de forragem em kg ha^{-1} MS; MFV: Massa de forragem verde kg ha^{-1} MN; Média: valor médio para cada variável; CV (%): coeficiente de variação.
Fonte: Elaborado pelos Autores (2025).

As análises bromatológicas de planta inteira dos quatro genótipos de híbridos de milho (*Zea mays* L.), demonstrou diferenças nos teores de proteína bruta, extrato etéreo, fibra em detergente neutro, fibra em detergente ácido, carboidratos não fibrosos e percentual de matéria seca (Tabela 2). Os híbridos foram submetidos aos mesmos tratamentos culturais simultaneamente, assim, é possível identificar as diferenças de adaptabilidade dos genótipos aos fatores ambientais que a planta está exposta, durante o ciclo fenológico de desenvolvimento da cultura do milho [9].

O híbrido P3707VYH apresentou o maior valor de proteína bruta na matéria seca 8,95% ($p < 0,05$) (Tabela 2). Os demais genótipos apresentaram valores inferiores à média dos tratamentos, de proteína bruta na matéria seca aos 90 dias (Tabela 2). Os valores de proteína bruta obtidos neste experimento, são semelhantes aos encontrados no Estado de São Paulo, em 16 cultivares de milho utilizados para ensilagem [17].

A análise de extrato etéreo, os híbridos P4285VYHR e P3707VYH apresentaram os maiores valores 2,92% e 2,49% ($p < 0,05$) em comparação aos demais genótipos (Tabela 2). Os híbridos P3565PWU e P3858PWU apresentaram valores de extrato etéreo abaixo da média dos tratamentos avaliados (Tabela 2). No Estado do Paraná, avaliando 20 genótipos de milho para produção de silagem, obtiveram resultados semelhantes para o extrato etéreo de planta inteira [12].

O híbrido P3707VYH apresentou o maior valor de fibra em detergente neutro 59,36% ($p < 0,05$), em comparação aos demais (Tabela 2). Os demais híbridos avaliados apresentaram valores de fibra em detergente neutro inferior à média dos tratamentos (Tabela 2). Os valores encontrados para os quatro híbridos no experimento em Uberlândia – MG, são semelhantes aos encontrados em um experimento no Estado de São Paulo [17].



A análise de fibra em detergente ácido, o híbrido P3858PWU apresentou o maior valor 33,06% ($p < 0,05$), em comparação aos demais genótipos (Tabela 2). Os híbridos P4285VYHR, P3565PWU e P3707VYH apresentaram os menores valores para a fibra em detergente ácido aos 90 dias na matéria seca (Tabela 2). Os valores encontrados neste estudo são relativamente menores aos encontrados no estudo, com três híbridos de milho para silagem no Paraná [16.].

Os híbridos P3565PWU, P3707VYH, P4285VYHR avaliados neste trabalho, apresentaram resultados promissores para fibra em detergente ácido. Um bom genótipo de milho (*Zea mays* L.) para a produção de silagem, deve apresentar no máximo 32% de fibra em detergente ácido para obter uma boa digestibilidade [15.]. Assim, o único híbrido que excedeu essa recomendação foi o P3858PWU, com 33,06% de fibra em detergente ácido, que por sua vez, é classificado como um híbrido de produção de grãos.

Os carboidratos não fibrosos, também apresentaram diferenças entre os híbridos avaliados aos 90 dias. O P3858PWU apresentou o maior valor de carboidratos não fibrosos na matéria seca 36,86% ($p < 0,05$), em comparação aos demais híbridos (Tabela 2). Os genótipos P3565PWU e P4285VYHR apresentaram valores acima da média 32,18% e o híbrido P3707VYH apresentou o menor valor de carboidratos não fibrosos 25,27% (Tabela 2).

O percentual de matéria seca diferiu entre os híbridos de milho (*Zea mays* L.), aos 90 dias após emergência. O genótipo P3858PWU apresentou o maior valor de matéria seca 42% ($p < 0,05$), em comparação aos demais (Tabela 2). O híbrido P3707VYH, apresentou o teor de matéria seca igual a média 38%, os genótipos P3565PWU e P4285VYHR, apresentaram os menores valores, abaixo da média dos tratamentos aos 90 dias (Tabela 2).

Tabela 2: Resultados da qualidade bromatológica dos híbridos de milho no momento da ensilagem, aos 90 dias após a emergência.

Híbrido	PB	EE	FDN	FDA	CNF	MS
P3565PWU	7,00 AB	2,20 AB	53,10 AB	29,12 B	33,80 AB	37 B
P3707VYH	8,95 A	2,49 A	59,36 A	29,09 B	25,27 B	38 AB



P3858PWU	6,2 B	2,01 B	51,14 B	33,06 A	36,86 A	42 A
P4285VYHR	6,95 B	2,92 A	52,70 B	29,86 AB	32,80 AB	36 B
Média	7,27	2,40	54,07	30,28	32,18	38
CV (%)	16	16	7	6	15	7

*Médias com letras diferentes nas colunas diferem entre si no Teste Tukey ($p < 0,05$). PB: percentual de proteína bruta na matéria seca; EE: extrato etéreo; FDN: fibra em detergente neutro; FDA: fibra em detergente ácido; CNF: carboidrato não fibroso; MS: percentual de matéria seca; Média: valor médio para cada variável; CV (%): coeficiente de variação.

Fonte: Elaborado pelos Autores (2025).

Apesar dos diferentes híbridos de milho (*Zea mays* L.) disponibilizados no mercado nacional, há a predominância para genótipos de produção de grãos e os de dupla aptidão, grãos/silagem em comparação há genótipos específicos para a produção de forragem. No entanto, os mesmos são promissores à melhoria da qualidade da forragem produzida, através da seleção para baixos níveis de fibra em detergente ácido, lignina e aumento de proteína bruta na matéria seca [21.]. No presente estudo os híbridos P3707VYH, P3565PWU e P4285VYHR de dupla aptidão grão/silagem apresentaram valores de análise bromatológica e produção de forragem aos 90 dias, relativamente melhores que o híbrido P3858PWU, indicado para a produção de grão.

Neste contexto, ao avaliar 20 híbridos de milho comercializados para produção de ensilagem no Estado do Paraná, 14 híbridos com aptidão para produção de grãos e 6 híbridos de dupla aptidão grãos/silagem, quanto a características agrônômicas e bromatológicas. Os autores concluíram que os principais parâmetros para a escolha de um híbrido forrageiro são: produção de matéria seca por hectare cultivado, teor de proteína bruta e nutrientes digestíveis da massa de forragem [12.].

4. Considerações finais

Os híbridos P4285VYHR e P3565PWU, caracterizados pela dupla aptidão para produção de grãos e silagem, evidenciaram superioridade no rendimento de massa de forragem por hectare, promovendo maior eficiência na diluição dos custos relacionados aos insumos agrícolas. As análises bromatológicas da planta inteira demonstraram que esses genótipos apresentaram concentrações de nutrientes semelhantes às observadas



nos híbridos com menor produção de forragem sob as mesmas condições experimentais. Tais resultados indicam que existem diferenças adaptativas relevantes entre os genótipos comercializados para silagem frente aos fatores abióticos, as quais impactam de maneira significativa a produtividade de massa de forragem por hectare.

5. Declaração de direitos

Os autores declaram ser detentores dos direitos autorais da presente obra, que o artigo não foi publicado anteriormente e que não está sendo considerado por outra(o) Revista/Journal. Declaram que as imagens e textos publicados são de responsabilidade dos autores, e não possuem direitos autorais reservados a terceiros. Textos e/ou imagens de terceiros são devidamente citados ou devidamente autorizados com concessão de direitos para publicação quando necessário. Declaram respeitar os direitos de terceiros e de Instituições públicas e privadas. Declaram não cometer plágio ou autoplágio e não ter considerado/gerado conteúdos falsos e que a obra é original e de responsabilidade dos autores.

6. Referências

1. Adee, Eric *et al.* Drought-tolerant corn hybrids yield more in drought-stressed environments with no penalty in non-stressed environments. *Front. Plant Sci.*, v. 7, p. 1534. 2016. DOI: <https://doi.org/10.3389/fpls.2016.01534>
2. Alvares, Clayton Alcarde *et al.* Köppen's climate classification map for Brazil. *Meteorologische Zeitschrift*, v. 22, n. 6, p. 711-728, 2013. DOI: <https://doi.org/10.1127/0941-2948/2013/0507>
3. AOAC. Association of Official Analytical Chemists. Official methods of analysis 10. ed. New York: AOAC, 1980.
4. CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. Safra brasileira de grãos. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/graos>. Acesso em: 17 dez. 2025.
5. EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Sistema brasileiro de classificação de solos. 5.ed. Brasília-DF: Embrapa Solos, 2018, 355p. Disponível em:



- <https://www.agroapi.cnptia.embrapa.br/portal/assets/docs/SiBCS-2018-ISBN-9788570358004.pdf>. Acesso em 08 de out. 2025.
6. Erenstein, Olaf *et al.* Prasanna Global maize production, consumption and trade: trends and r&d implications. Food Secur., v. 14, n 5, p. 1295-1319, 2022. DOI: <https://doi.org/10.1007/s12571-022-01288-7>
 7. Fancelli, Antonio Luiz. Cultivo racional e sustentável requer maior conhecimento sobre planta do milho. Visão Agrícola, v. 13, n. 9, p. 20-23, 2015. Disponível em: https://www.esalq.usp.br/visaoagricola/sites/default/files/VA_13_Fisiologia-artigo1.pdf
 8. Forzieri, Giovanni *et al.* Ensemble projections of future streamflow droughts in Europe Hydrol. Earth Syst. Sci., v. 18, p. 85-108, 2014. DOI: <https://doi.org/10.5194/hess-18-85-2014>
 9. Hartinger, Thomas *et al.* Mixed ensiling with by-products and silage additives significantly valorizes drought-impaired whole-crop corn. Animal Feed Science and Technology, v. 309, e115899. 2024. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2024.115899>
 10. IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Pesquisa. Censo Agropecuário. Cartograma - Milho forrageiro de Minas Gerais. 2017. Disponível em: https://censoagro2017.ibge.gov.br/templates/censo_agro
 11. INMET. Instituto Nacional de Meteorologia. Mapas das Estações automáticas. 2024. Disponível em: <https://mapas.inmet.gov.br/>
 12. Jaremtchuk, Ana Regina *et al.* Características agronômicas e bromatológicas de vinte genótipos de milho (*Zea mays* L.) para silagem na região leste paranaense. Acta Scientiarum. Animal Sciences, v. 27, n. 2, abr-jun, 2005, p. 181-188, ISSN. 1806-2636/2005. Disponível em: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=303126468015>



13. Li, Dongxia *et al.* Fermentation characteristics, chemical composition and microbial community of tropical forage silage under different temperatures Asian-Australas. J. Anim. Sci., v. 32, n. 5, p. 665-674, 2019. DOI: <https://doi.org/10.5713/ajas.18.0085>
14. Liu, Keshun. Selected topics in the analysis of lipids: modification of an AOCS official method for crude oil content in distillers grains. Urbana: The AOCS Lipid Library, 2011. Disponível em: <https://lipidlibrary.aocs.org>
15. Neumann, Mikael *et al.* Chemical fractionation of carbohydrate and protein composition of corn silages fertilized with increasing doses of nitrogen. Ciência Rural, v. 47, n. 5, e20160270, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1590/0103-8478cr20160270>
16. Neumann, Mikael *et al.* Corn hybrid silage quality according to harvesting time. Semina: Ciências Agrárias, Londrina, v. 41, n. 2, p. 369-382, mar./abr. 2020. DOI: <https://doi.org/10.5433/1679-0359.2020v41n2p369>
17. Paziani, Solidete de Fátima *et al.* Avaliação de cultivares de milho para produção de silagem no estado de São Paulo na safra 2011/12. Nucleus, Edição Especial, v. 10, n. 3, p.135-144, 2013. DOI: <https://doi.org/10.3738/nucleus.v0i0.918>
18. Pereira Filho, Israel Alexandre; BORGHI, Emerson. Disponibilidade de cultivares de milho para o mercado de sementes do Brasil: safra 2021/2022. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, p. 16, ISSN 1518-4277, n. 268, 2022.
19. Santos, Rafael Dantas dos *et al.* Características agrônômicas de variedades de milho para produção de silagem. Acta Scientiarum. Animal Sciences Maringá, v. 32, n. 4, p. 367-373, 2010. DOI: <https://doi.org/10.4025/actascianimsci.v32i4.9299>
20. Silva, Dirceu Jorge; Queiroz, Augusto César de. Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos. 3. ed. Viçosa: UFV, 2002. Disponível em:



<https://pt.scribd.com/document/366181376/Analise-de-Alimentos-Livro-Silva-e-Queiroz>

21. Souza Neto, Israel Leite de *et al.* Análise dialélica e depressão endogâmica de híbridos forrageiros de milho para características agronômicas e de qualidade gramatológica. Bragantia, Campinas, v.74, n. 1, p.42-49, 2015. DOI: <https://doi.org/10.1590/1678-4499.0315>
22. Thornthwaite, Charles Warren; Mather, John Russell. The water balance. Centerton - NJ: Drexel Institute of Technology – Laboratory of climatology, p. 104, Publications in Climatology, v. VIII, n.1, 1955. Disponível em: <https://pt.scribd.com/document/657565712/1955-Thornthwaite-and-Mather-The-water-balance>
23. Van Soest, Peter Johon; Robertson, James Bruce; Lewis, Betty. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. Journal of Dairy Science, v. 74, p. 3583-3597, 1991. DOI: [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(91\)78551-2](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(91)78551-2)