

Campus Colorado do Oeste
Coordenação do Curso de Engenharia Agrônômica

LUCAS RAFAEL SANTOS MOLINA

**PREDIÇÃO DO VALOR NUTRITIVO E DIGESTIBILIDADE “IN VITRO” DA
FORRAGEM PRODUZIDA POR DIFERENTES HÍBRIDOS DE MILHO**

LUCAS RAFAEL SANTOS MOLINA

**PREDIÇÃO DO VALOR NUTRITIVO E DIGESTIBILIDADE “IN VITRO” DA
FORRAGEM PRODUZIDA POR DIFERENTES HÍBRIDOS DE MILHO**

Artigo entregue como Trabalho de Conclusão de Curso ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Rondônia (IFRO), *Campus* Colorado do Oeste, como requisito parcial para obtenção do grau de bacharel, junto ao Curso de Engenharia Agrônômica, sob a orientação da professora Érica de Oliveira Araújo.

Ficha catalográfica elaborada pelo Sistema Gerador de Ficha Catalográfica do IFRO.

Molina, Lucas Rafael Santos.

Predição do valor nutritivo e digestibilidade “in vitro” da forragem produzida por diferentes híbridos de milho / Lucas Rafael Santos

Molina. - Colorado do Oeste, 2026.

24 f. : il.

Orientador(a): Prof^a. Dra. Erica de Oliveira Araujo.

Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Agrônômica) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Rondônia - IFRO, Colorado do Oeste, 2026.

1. Produtividade. 2. bromatologia. 3. NIRS. 4. Amazônia ocidental. I. Araujo, Erica de Oliveira (orient.). II. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Rondônia - IFRO. III. Título.

Bibliotecário(a) Responsável: Juliana Machado da Silva Sasset, CRB-11/1140

LUCAS RAFAEL SANTOS MOLINA

**PREDIÇÃO DO VALOR NUTRITIVO E DIGESTIBILIDADE “IN VITRO” DA
FORRAGEM PRODUZIDA POR DIFERENTES HÍBRIDOS DE MILHO**

Artigo entregue como Trabalho de Conclusão de Curso ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Rondônia (IFRO), *Campus Colorado do Oeste*, como requisito parcial para obtenção do grau de bacharel, junto ao Curso de Engenharia Agrônômica, sob a orientação da professora Érica de Oliveira Araújo.

Aprovado em: 25/11/2025 pela banca examinadora.



Documento assinado digitalmente
LUCIEN BISSI DA FREIRIA
Data: 10/09/2026 18:05:42-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Lucien Bissi da Freiria
Membro da Banca



Documento assinado digitalmente
NIRALDO MUNIZ DE SOUSA
Data: 10/09/2026 18:37:54-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Niraldo Muniz de Souza
Membro da Banca



Documento assinado digitalmente
ERICA DE OLIVEIRA ARAUJO
Data: 10/09/2026 20:08:41-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Érica de Oliveira Araújo
Orientadora

PREDIÇÃO DO VALOR NUTRITIVO E DIGESTIBILIDADE “IN VITRO” DA FORRAGEM PRODUZIDA POR DIFERENTES HÍBRIDOS DE MILHO

PREDICTING THE NUTRITIVE VALUE AND *IN VITRO* DIGESTIBILITY OF FORAGE PRODUCED BY DIFFERENT MAIZE HYBRIDS

RESUMO: A estimativa do valor nutricional e da digestibilidade “*in vitro*” da forrageira é importante tanto para subsidiar um adequado manejo alimentar de dietas à base de volumosos, quanto para orientar programas de melhoramento genético. Nesse contexto, o presente trabalho teve por objetivo avaliar a produtividade e estimar a composição nutricional e a digestibilidade “*in vitro*” da forragem produzida por diferentes híbridos de milho. O experimento foi conduzido em condições de campo, no município de Colorado do Oeste, RO. O delineamento experimental foi em blocos casualizados, composto por doze genótipos de milho (HLX2277 CO, HLX2162 CO, FS620PWU CO, B2433PW CO, P3016VYHR CO, HLX2124 PRO3, HLX2104 PRO3, HL2065 PRO3, SHS7990 PRO3, SHS7970 PRO3, BM3069 PRO3, BM3066 PRO3) e três repetições. O híbrido HLX2162 CO destacou-se na altura de plantas, na produção de fileira de grãos, grãos por fileira e, por conseguinte na produtividade de grãos (8.756,53 kg ha⁻¹); e apresentou maiores valores de carboidrato solúvel em água e digestibilidade *in vitro* da FDN na forragem. A forragem dos diferentes híbridos de milho apresentou bons coeficientes de digestibilidade *in vitro* da matéria seca, digestibilidade *in vitro* da FDN, com composição energética digestível e metabolizável de 3,10 e 2,68 Mcal/kg, respectivamente, corrigidos para 90,17% de matéria seca.

PALAVRAS-CHAVE: Produtividade, bromatologia, NIRS, Amazônia ocidental.

ABSTRACT: The estimation of the nutritional value and *in vitro* digestibility of forage is important both to support adequate dietary management of diets based on roughage, and to guide genetic improvement and plant selection programs. In this context, the present work aimed to evaluate the productivity and estimate the nutritional composition and *in vitro* digestibility of the forage produced by different maize hybrids. The experiment was conducted under field conditions, in the municipality of Colorado do Oeste, RO. The experimental design was in randomized blocks, consisting of twelve maize genotypes (HLX2277 CO, HLX2162 CO, FS620PWU CO, B2433PW CO, P3016VYHR CO, HLX2124 PRO3, HLX2104 PRO3, HL2065 PRO3, SHS7990 PRO3, SHS7970 PRO3, BM3069 PRO3, BM3066 PRO3) and three repetitions. The hybrid HLX2162 CO stood out in plant height, number of kernel rows, kernels per row, and consequently, in grain yield (8,756.53 kg ha⁻¹). It also showed higher values for water soluble carbohydrates and *in vitro* NDF digestibility in the forage. The forage from the different corn hybrids showed good *in vitro* dry matter digestibility and *in vitro* NDF digestibility coefficients, with digestible and metabolizable energy compositions of 3.10 and 2.68 Mcal/kg, respectively, corrected to 90.17% dry matter.

KEYWORDS: Productivity, bromatology, NIRS, western Amazon.

1 INTRODUÇÃO

A extensão territorial e as condições edafoclimáticas do Brasil são elementos fundamentais para que o país tenha uma expressiva produção de grãos (Rego et al., 2023). O Brasil destaca-se entre os maiores exportadores e produtores de alimentos, sendo o terceiro maior produtor de milho do mundo (USDA, 2025). Para safra 2024/2025, a estimativa nacional de área plantada com milho foi de 21,8 milhões de hectares com uma produção de 139 milhões de toneladas de milho (CONAB, 2025). O milho é a forrageira de destaque para a produção de silagem, tanto no Brasil (Bernardes; Rêgo, 2014) quanto em outros países (Ferraretto et al., 2015) por apresentar alto conteúdo de carboidratos solúveis, e quando bem manejada pode oferecer elevada produção de matéria seca por hectare e alto valor nutritivo (Seglar; Shaver, 2014; Silva et al., 2018).

No contexto atual, com as grandes oscilações no custo de alimentos concentrados, é essencial caracterizar a qualidade da forragem e de volumosos para reduzir custos de produção. A espectroscopia de infravermelho próximo (NIRS) tem sido utilizada como um método para avaliar a composição bromatológica de diversos alimentos usado na nutrição animal (Lobos et al., 2013; Feng et al., 2023), e distingue-se por análise química rápida, não destrutiva, com baixo custo e que permite a utilização de um grande número amostral e com diferentes materiais (Pereira, 2024). A literatura aponta que a técnica permite uma avaliação confiável da qualidade de pastagens e silagens (Parrini et al., 2019; Thomson et al., 2022; Acosta et al., 2020; Feng et al., 2023).

Nesse sentido, a estimativa do valor nutricional e da digestibilidade “*in vitro*” da forrageira é importante tanto para subsidiar um adequado manejo alimentar de dietas à base de volumosos, quanto para orientar programas de melhoramento genético e seleção de plantas, permitindo maior precisão na predição do desempenho animal e na avaliação da qualidade da forragem ou da silagem. Segundo Horts et al. (2020) o valor nutricional e a qualidade da silagem está associada à qualidade e a participação de cada componente estrutural da planta, bem como a digestibilidade da porção vegetativa. Para tanto, Araújo et al. (2024a) e Araújo et al. (2021) constataram que a qualidade nutricional da forragem e da silagem foi correlacionada com a composição estrutural da planta forrageira. A escolha do híbrido tem influência direta na qualidade

da silagem resultante (Moraes et al., 2013), pois cada híbrido apresenta um comportamento agrônomo e nutricional diferenciado (Silva et al., 2018).

Portanto, considerando a grande quantidade de materiais genéticos disponíveis no mercado, a seleção de genótipos de milho com base em sua composição nutricional forrageira e a utilização de híbridos adaptados às condições edafoclimáticas regionais potencializam o desempenho produtivo e nutricional da cultura, se comparados a genótipos não-selecionados e/ou não-adaptados. Assim, o presente trabalho teve por objetivo avaliar a produtividade e estimar a composição nutricional e a digestibilidade “*in vitro*” da forragem produzida por diferentes híbridos de milho, visando o aprofundamento do processo tecnológico, a maximização da eficiência e rentabilidade da produção de forragem.

2 METODOLOGIA

O experimento foi conduzido em condições de campo no período de outubro de 2023 a fevereiro de 2024, na área experimental do Instituto Federal de Rondônia, no município de Colorado do Oeste, RO, cujas coordenadas geográficas são 13° 06' S e 60° 29' W, com altitude média de 407 metros. O clima da região, de acordo com a classificação de Köppen-Geiger é do tipo Aw (clima tropical com inverno seco) (Beck et al., 2018).

Dados médios de temperatura e precipitação pluviométrica durante a condução do experimento foram obtidos do banco de dados do FieldClimate, e dados da caracterização química do solo na camada de 0-20 cm em amostras coletadas antes da instalação do experimento apresentou os seguintes resultados: pH (H₂O) = 6.5; MO = 17.8 g/kg; P = 14.4 mg dm⁻³; K= 45.2 mg dm⁻³; Ca = 7.8 cmol_c dm⁻³; Mg = 0.7 cmol_c dm⁻³; Al = 0,0 cmol_c dm⁻³; H+Al = 2.1 cmol_c dm⁻³; SB= 8.6 cmol_c dm⁻³; CTC= 10.7 cmol_c dm⁻³ e V= 80%. O solo da área experimental é classificado como argissolo vermelho-amarelo eutrófico (Santos et al., 2018).

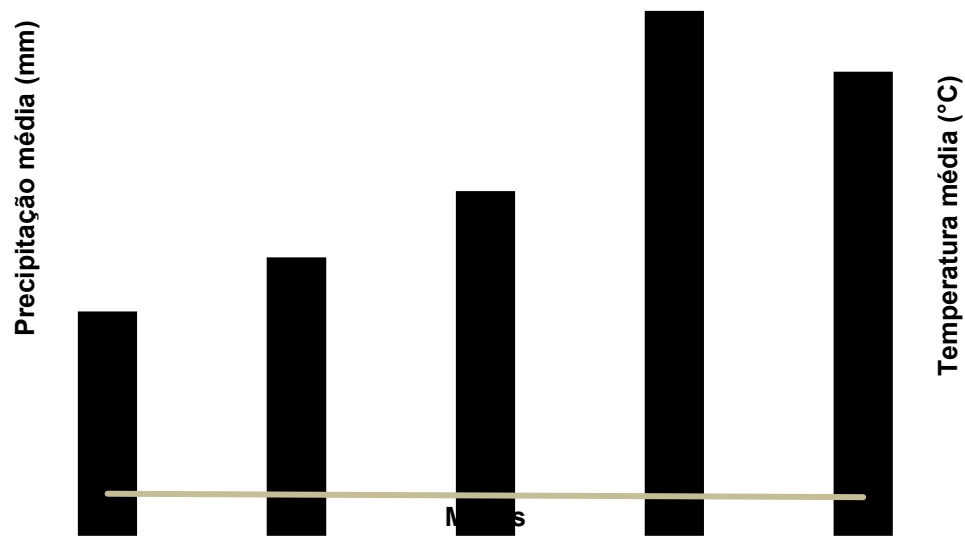


Figura 1. Dados médios de temperatura e precipitação pluviométrica durante a condução do experimento em campo. Fonte: FieldClimate (2024).

O delineamento experimental foi em blocos casualizados, composto por doze genótipos de milho (HLX2277 CO, HLX2162 CO, FS620PWU CO, B2433PW CO, P3016VYHR CO, HLX2124 PRO3, HLX2104 PRO3, HL2065M PRO3, SHS7990 PRO3, SHS7970 PRO3, BM3069 PRO3, BM3066 PRO3) e três repetições, perfazendo o total de 36 unidades experimentais.

Tabela 1. Características agrônômicas e aptidões de diferentes híbridos de milho.

Híbridos	Aptidão	Ciclo	Arquitetura
HLX2277 CO	Silagem	Precoce	Semiereta
HLX2162 CO	Silagem	Precoce	Decumbente
FS620PWU CO	Grão/Silagem	Precoce	Normal
B2433PW CO	Grão/Silagem	Precoce	Normal
P3016VYHR CO	Grão/Silagem	Precoce	Normal
HLX2124 PRO3	Grão/Silagem	Superprecoces	Semiereta
HLX2104 PRO3	Grão/Silagem	Precoce	Decumbente
HL2065 PRO3	Grão/Silagem	Precoce	Decumbente
SHS7990 PRO3	Grão	Precoce	Normal
SHS7970 PRO3	Grão/Silagem	Precoce	Semiereta
BM3069 PRO3	Silagem	Precoce	Semiereta
BM3066 PRO3	Silagem	Precoce	Semiereta

*CO: convencional. *PRO3- material apresenta alta produtividade, estabilidade, boa sanidade foliar e de colmo, e tolerância à mancha branca e bipolaris.

O ensaio foi iniciado com o preparo do solo na forma de gradagem até 15 cm de profundidade. Os sulcos de plantio e de adubação foram abertos mecanicamente em profundidades entre 5 cm, respectivamente, e de acordo com o espaçamento. A semeadura dos diferentes híbridos de milho foi realizada na data de 14/11/2023, por meio de semeadura manual, com auxílio de matraca, no espaçamento de 0,80 m entrelinhas e densidade populacional de 75000 plantas ha⁻¹. Cada unidade experimental foi composta por 5 metros de largura e 5 metros de comprimento, considerando com área útil de cada parcela as linhas centrais, excluindo-se 0,50 m de cada extremidade da parcela.

Por ocasião da semeadura, a adubação foi realizada no sulco, na dose de 300 kg ha⁻¹, na formulação 4-30-10 (N-P₂O₅-K₂O), correspondente a 12 Kg de N; 90 kg P₂O₅ e 30 kg K₂O. A adubação nitrogenada em cobertura foi na dose de 200 kg ha⁻¹ de N aplicada na área total da parcela, utilizando a como fonte a ureia (45%), dividida em duas aplicações de iguais quantidades, nos estádios fenológicos V4 e V6, correspondente a quatro e seis folhas completamente expandidas. Nos estádios fenológicos V4 e V6 foram realizadas a aplicação de 50 kg ha⁻¹ de K, utilizando como fonte o cloreto de potássio (60%), 750 mL do fungicida Opera e 350 mL/ha⁻¹ inseticida

Engeo pleno. Os demais tratos culturais foram conduzidos conforme o preconizado para a cultura.

No estágio fenológico R5, quando os grãos apresentavam a textura com aspecto farináceo e teor de matéria seca entre 30 e 35%, a colheita da planta inteira foi realizada, selecionando uma faixa de 3 m lineares, dentro das linhas centrais, a partir do qual as plantas foram cortadas a 0,20 m em relação ao nível do solo. O material na área útil de cada unidade experimental foi picado em ensiladeira manual, triturado em moinho de facas tipo willey, e encaminhado para análise bromatológica em Espectrômetro de Reflectância Infravermelho Próximo (NIRS), modelo Spectra Star 2600 XT series of Near Infrared Analyzers (Unity Scientific®) em duplicatas. Os parâmetros analisados foram a matéria seca, proteína bruta, fibra detergente neutro, fibra detergente ácido, % lignina na FDN, lignina, amido, extrato etéreo, matéria mineral, carboidrato não fibroso, carboidrato solúvel em água, nutrientes digestíveis totais, proteína solúvel, proteína degradável no rúmen, proteína não degradável no rúmen, perfil de digestibilidade da matéria seca e da fibra em detergente neutro, energia digestível e energia metabolizável.

Na planta foram determinadas a altura da planta e altura de inserção de espiga. Para a altura de planta, foi utilizada a medida do ponto de onde foi feito corte até a lígula da última folha expandida do topo (Ritchie et al., 1993), enquanto para a altura de inserção da espiga, utilizada a medida do ponto de onde foi feito o corte até o nó onde estava inserida a espiga. Por ocasião da maturidade fisiológica e para determinação dos componentes de produção foram amostradas dez espigas representativas por parcela, sendo avaliados o número de fileiras de grãos, número de grãos por fileira, número de grãos por espiga e a estimativa de produtividade de grãos. O número de fileira de grão, número de grãos por fileira e número de grãos por espiga foram obtidos a partir da contagem; enquanto que a estimativa de produtividade de grãos obtida após a debulha de todas as espigas da área útil de cada parcela e os valores corrigidos para a umidade de 13%.

Após todas as análises, os dados foram submetidos aos testes de verificação das pressuposições de normalidade e homogeneidade. Quando atendidas tais pressuposições foram submetidos à análise de variância pelo teste F, e, quando os parâmetros apresentaram diferença significativa as médias foram agrupadas pelo teste Tukey, ao nível de 5% de probabilidade, utilizando o programa estatístico Sisvar (Ferreira, 2019).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na avaliação agronômica os resultados evidenciaram diferença significativa ($p < 0,05$) entre os híbridos de milho para altura de plantas, altura de inserção de espiga, número de fileira de grãos, número de grão por fileira, número de grãos por espiga e produtividade de grãos (Tabela 2); enquanto na composição bromatológica da forragem foram verificadas diferenças significativas ($p < 0,05$) apenas para os parâmetros de carboidrato solúvel em água e digestibilidade *in vitro* da FDN 24h (Tabela 4 e Tabela 5). A precisão experimental foi adequada, visto que os coeficientes de variação estiveram entre 1,52% e 25,22%, abaixo dos limites definidos para experimentos com milho (Fritsche-Neto et al., 2012).

Os híbridos BM3069 PRO3, P3016VYHR CO e HLX2162 CO apresentaram as maiores alturas de planta, na ordem de 3,13, 3,12 e 3,10 m, respectivamente, não diferindo estatisticamente dos híbridos HLX2124 PRO3, HLX2104 PRO3 e HLX2277 CO. Por outro lado, os híbridos B2433PW CO, BM3066 PRO3, HL2065 PRO3 e FS620PWU CO apresentaram as menores alturas de plantas, com média entre os híbridos de 2,72 m (Tabela 2). O híbrido HLX2162 CO registrou a maior altura de inserção de espiga (1,42 m) e diferiu estatisticamente dos híbridos B2433PW CO, BM3066 PRO3, HL2065 PRO3, FS620PWU CO e SHS7970 PRO3, que apresentaram a menor altura de inserção de espiga (Tabela 2).

A altura de plantas e inserção da primeira espiga são características quantitativas importantes, pois pode estar ligada à tolerância do híbrido ao acamamento (Neumann et al., 2024). A altura média de plantas e inserção de espiga observada no ensaio foi de 2,93 m e 1,20 m, respectivamente, e pode ser considerada adequada, já que muitas espigas estão inseridas ao redor do ponto médio da planta, o que torna os genótipos menos suscetíveis às condições de acamamento. Além disso, a altura de inserção da espiga facilita a colheita mecanizada, e pode melhorar significativamente a qualidade do material para ensilagem, considerando que influencia a proporção entre grãos (mais energéticos) e o colmo (mais fibroso) no material colhido. Os resultados obtidos corroboram aos encontrados por Araújo et al. (2025), Araújo et al. (2024b), Brito et al. (2024) e Fernandes et al. (2024) em avaliações do desempenho agronômico de diferentes híbridos de milho em condições de campo na região sul de Rondônia e no Pará.

Quanto aos componentes de produção, os híbridos HLX2277 CO e B2433PW CO produziram espigas com o maior número de fileiras de grãos, na ordem de 16,85 e 16,87, respectivamente. Em contrapartida, os híbridos BM3069 PRO3, BM3066 PRO3 e HL2065M PRO3 apresentaram o menor número de fileiras de grãos, com valores de 14,48, 14,91 e 14,96, respectivamente (Tabela 2). O maior número de grãos por fileira foi observado no híbrido HLX2162 CO (34,84 grãos), o qual diferiu estatisticamente apenas dos híbridos HLX2104 PRO3 e B2433PW CO, que tiveram a menor produção de grãos por fileira (Tabela 2). A maior e a menor produção de grãos por espiga foram constatadas para o híbrido HLX2162 CO e HL2065M PRO3, respectivamente, o que permite inferir uma associação positiva com a produtividade de grãos por hectare (Tabela 2).

Tabela 2. Avaliação agrônômica de diferentes híbridos de milho cultivados na safra 2023/2024.

HÍBRIDOS	APm.....	AIE	NFG	NGFun.....	NGE	PROD kg/ha ⁻¹
BM3069 PRO3	3,13 a	1,24 ab	14,48 c	31,17 ab	451,40 bc	6.143,26 b
BM3066 PRO3	2,68 c	1,17 bc	14,91 c	31,01 ab	462,55 abc	5.559,11 b
HLX2124 PRO3	3,07 ab	1,31 ab	15,23 abc	28,95 ab	440,50 bc	6.647,19 ab
HLX2104 PRO3	3,06 ab	1,32 ab	15,70 abc	28,48 b	446,68 bc	6.973,72 ab
HL2065M PRO3	2,73 c	1,18 bc	14,98 c	28,87 ab	432,53 c	6.309,32 b
SHS7990 PRO3	2,89 bc	1,24 ab	15,11 bc	31,33 ab	474,02 abc	6.910,00 ab
SHS7970 PRO3	2,84 bc	1,17 bc	15,49 abc	30,52 ab	472,32 abc	6.196,29 b
HLX2162 CO	3,10 a	1,42 a	16,15 abc	34,86 a	564,03 a	8.756,73 a
HLX2277 CO	3,07 ab	1,26 ab	16,85 a	32,56 ab	548,40 ab	7.082,00 ab
FS620PWU CO	2,80 c	0,98 c	16,71 ab	29,36 ab	491,18 abc	6.797,75 ab
B2433PW CO	2,67 c	0,99 c	16,87 a	27,63 b	465,70 abc	5.621,75 b
P3016VYHR CO	3,12 a	1,27 ab	16,69 ab	31,91 ab	532,58 abc	7.243,59 ab
Média	2,93	1,20	15,76	30,55	481,82	6.686,72
p-valor	0,00*	0,00*	0,00*	0,01*	0,00*	0,00*
CV (%)	2,93	6,19	3,65	6,87	7,74	11,57

*Médias seguidas por letras iguais nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. ^{ns}- não significativo e * significativo pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. AP: altura de plantas; AIE: altura de inserção da espiga; NFG: número de fileiras de grãos; NGF: número de grão por fileira; NGE: número de grãos por espiga; PROD: produtividade de grãos. CV: coeficiente de variação. p-valor: probabilidade do teste F da análise de variância.

De modo geral, a produtividade de grãos de milho obtida no experimento foi significativamente alta, alcançando 6.686,72 kg ha⁻¹. Este resultado representa um valor 15,60% superior à média nacional para o cultivo de primeira safra em 2023/2024, que foi de 5.784,00 kg ha⁻¹ (CONAB, 2024). Resultados similares de alta produtividade foram reportados por Araújo et al. (2024a), que, ao avaliarem o rendimento de oito genótipos transgênicos de milho de dupla aptidão no estado de Rondônia, obtiveram uma média de 9.760 kg ha⁻¹. Segundo Simão et al. (2018), o máximo da expressão do potencial produtivo no cultivo de grãos de milho depende intrinsecamente dos fatores genéticos e dos fatores edafoclimáticos. A semeadura do milho na primeira safra geralmente expõe a cultura a melhores condições meteorológicas durante o crescimento e desenvolvimento vegetativo. Isso permite que as plantas acumulem mais carboidratos entre o pré e o pós-pendoamento, o que, por sua vez, aumenta a massa dos grãos e favorece os demais componentes de produção, justificando, em parte, o rendimento verificado neste estudo (Souza et al., 2025).

Para a composição bromatológica da forragem, embora não tenha havido diferença estatística ($p>0,05$) entre os híbridos de milho avaliados, a concentração média de proteína bruta (PB) foi de 8,51%, considerado adequado para atender à exigência nutricional da microbiota ruminal (Tabela 3). De forma similar, os teores médios de extrato etéreo (EE) na forragem foram de 3,12% (Tabela 3), inserindo-se na faixa de valores observados na literatura, que variam de 2,1 a 3,8% (Khan et al., 2012; Tres et al., 2014) e), e que são considerados adequados a uma boa silagem de planta inteira de milho. Resultados similares foram mencionados por Santos et al. (2023), que obtiveram uma média de PB de 8,23% entre os genótipos de milho avaliados, com uma variação entre 9,65% (máximo) e 7,31% (mínimo); por Araújo et al. (2024a), ao analisarem a concentração de PB na forragem de sete híbridos de milho, encontraram uma média de 8,36%; e por Tres et al. (2014) que ao avaliar as características químico-bromatológicas de trinta genótipos de milho constataram teores de PB variando de 6,5 a 8,4%.

Em relação à concentração de fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA) os valores médios na matéria seca foram de 45,11 e 26,30%, respectivamente, e são indicativos do consumo e digestibilidade do alimento (Tabela 3). Estes resultados são considerados baixos e sugerem um menor percentual de lignina (2,82%), indicando maior proporção de grãos junto à forragem. Conseqüentemente, essa composição confere à forragem percentual adequados de

energia digestível (3,10 Mcal/kg) e energia metabolizável (2,68 Mcal/kg) (Tabela 5), proveniente principalmente, da concentração de amido (26,59%) (Tabela 3), e demonstra pequena variação do teor energético entre os híbridos de milho. Além disso, Faria et al. (2020) evidenciam que o manejo da colheita exerce influência significativa sobre a composição nutricional da forragem, notadamente nos teores de fibra em detergente ácido. Essa relação é quantificável, como demonstrado por Hutjens (2000) indicando que para cada 15 cm na elevação da altura de corte do milho, é esperado redução de 1% no teor de FDA do material colhido. Tais práticas visam obter silagens com baixa concentração de fibra e, simultaneamente, alta digestibilidade da fração fibrosa.

Tabela 3. Matéria seca (MS), proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), lignina (LIG), percentual de lignina na FDN (%LFDN), amido (AM), extrato etéreo (EE) e matéria mineral (MM) na forragem de genótipos de milho cultivados na safra 2023/2024.

HIBRIDO	MS	PB	FDN	FDA	LIG	%LFDN	AM	EE	MM
	-----%-----								
BM3069 PRO3	90,26	7,90	43,20	25,30	2,73	6,06	29,33	3,36	3,10
BM3066 PRO3	90,03	8,46	43,33	24,76	2,46	5,56	28,10	3,3	3,86
HLX2124 PRO3	90,10	7,90	46,93	27,56	3,16	6,76	24,20	2,93	3,90
HLX2104 PRO3	90,56	8,66	45,90	26,96	2,90	6,20	27,16	3,23	4,10
HL2065M PRO3	89,70	8,33	42,30	23,90	2,66	6,23	30,10	3,43	3,06
SHS7990 PRO3	89,90	9,50	43,16	24,56	2,43	5,50	28,53	3,16	4,26
SHS7970 PRO3	90,20	7,83	45,83	26,86	3,00	6,50	25,43	3,06	3,16
HLX2162 CO	89,53	9,66	44,03	24,70	2,53	5,66	25,03	3,43	4,53
HLX2277 CO	90,43	8,83	47,56	28,26	2,93	6,16	25,66	3,46	4,13
FS620PWU CO	90,56	8,96	47,50	28,53	3,03	6,40	23,20	2,86	4,16
B2433PW CO	90,46	8,06	46,73	27,80	2,93	6,26	24,73	2,5	3,96
P3016VYHR CO	90,36	8,03	44,83	26,40	3,13	6,96	27,60	2,73	3,20
Média	90,17	8,51	45,11	26,30	2,82	6,19	26,59	3,12	3,78
p-valor	0,17 ^{ns}	0,12 ^{ns}	0,95 ^{ns}	0,74 ^{ns}	0,94 ^{ns}	0,82 ^{ns}	0,89 ^{ns}	0,72 ^{ns}	0,11 ^{ns}
CV (%)	1,52	9,72	11,64	12,82	25,22	16,54	20,6	20,26	13,58

*Médias seguidas por letras iguais nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. ^{ns}- não significativo e * significativo pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. CV: coeficiente de variação. p-valor: probabilidade do teste F da análise de variância.

Contudo, a seleção de genótipos de milho que apresentem teores de fibra excessivamente reduzidos tem gerado desafios agrônômicos. Especificamente, a redução excessiva da fibra tem sido correlacionada a um aumento na suscetibilidade ao acamamento das plantas, sendo este um desafio particularmente intensificado em regiões caracterizadas por ventos constantes (Faria et al., 2020). Portanto, o que se espera de uma boa forragem de milho é um elevado teor de energia e qualidade da fibra quanto à sua digestibilidade, a fim de maximizar o consumo alimentar.

Os teores médios de lignina e lignina na FDN foram de 2,82 e 6,19%, respectivamente (Tabela 3), o que indica que as forragens dos diferentes híbridos de milho apresentaram, em média, uma menor participação da fração fibrosa da planta e uma maior proporção de espiga na forragem. A caracterização do teor de lignina na forragem é fundamental, dada sua relação inversa com a digestibilidade dos alimentos (Faria et al., 2020). A concentração de lignina é diretamente influenciada pelo estágio de maturidade da planta: o avanço da idade fisiológica resulta em maior lignificação dos tecidos vegetais. Adicionalmente, a proporção folha:colmo é um fator modulador. Sabe-se que a fração foliar possui intrinsecamente menores concentrações de fibra em detergente ácido e de lignina quando comparada ao colmo (Van Soest, 1994).

Os resultados médios de nutrientes digestíveis totais (NDT) observados entre os diferentes híbridos de milho atingiram 63,38% (Tabela 4). Esse valor elevado de NDT é indicativo de boa qualidade da forragem, e tal desempenho nutricional decorre diretamente do manejo de corte, que resulta na redução da participação das frações colmo e folhas na biomassa colhida. Conseqüentemente, há uma diminuição nos componentes da parede celular e um aumento proporcional na participação de grãos, fator que é o principal determinante para a elevação dos valores de NDT (Caetano et al., 2011).

A proteína degradável no rúmen (PDR), que representa a fração protéica disponível para utilização pela microbiota ruminal, apresentou um valor médio de 55,36% (Tabela 4). Essa concentração indica uma boa capacidade de síntese protéica no rúmen, otimizando o desempenho animal ao maximizar a disponibilidade de energia para o ganho de peso. Em contraste com a PDR, a proteína não degradável no rúmen (PNDR) não é metabolizada pelos microrganismos ruminais, sendo, portanto, um parâmetro crítico nos sistemas de avaliação protéica para ruminantes. A PNDR influencia diretamente a produtividade animal ao fornecer aminoácidos que escapam ao rúmen e chegam diretamente ao intestino. A digestibilidade média da

PNDR da forragem dos diferentes híbridos de milho avaliados foi de 44,63%. Vale ressaltar que mesmo não havendo diferenças significativas entre os materiais genéticos, a avaliação do valor nutricional do milho enquanto forrageira é fundamental para o manejo alimentar e a seleção de plantas com alta produção de matéria seca, boa proporção de grãos na massa e maior digestibilidade da fração fibrosa, visto que a qualidade da forragem está estreitamente ligada à qualidade de seus componentes do que à sua proporção na matéria seca (Araujo et al., 2024a).

Tabela 4. Carboidrato não fibroso (CNF), carboidrato solúvel em água (CSA), nutrientes digestíveis totais (NDT), proteína solúvel (PS), proteína degradável no rúmen (PDR) e proteína não degradável no rumem (PNDR) na forragem de genótipos de milho cultivados na safra 2023/2024.

HÍBRIDO	CNF	CSA	NDT	PS	PDR	PNDR
	-----%-----					
BM3069 PRO3	44,33	7,43 c	64,66	33,00	52,33	47,66
BM3066 PRO3	43,10	6,96 c	64,33	34,00	56,66	43,33
HLX2124 PRO3	40,40	9,33 ab	61,33	33,66	56,66	43,33
HLX2104 PRO3	40,16	7,03 c	63,33	36,33	59,66	40,33
HL2065M PRO3	44,90	7,73 c	65,33	33,33	54,00	46,00
SHS7990 PRO3	41,96	7,96 c	65,00	31,00	52,66	47,33
SHS7970 PRO3	42,06	9,10 ab	62,33	35,33	56,33	43,66
HLX2162 CO	40,50	11,66 a	63,66	33,00	54,33	45,66
HLX2277 CO	37,96	8,90 bc	64,33	31,33	55,00	45,00
FS620PWU CO	38,56	7,13 c	62,33	37,33	56,00	44,00
B2433PW CO	40,70	8,56 bc	61,66	35,33	51,00	49,00
P3016VYHR CO	43,33	11,33 a	62,33	34,66	59,66	40,33
Média	41,50	8,64	63,38	34,02	55,36	44,63
p-valor	0,69 ^{ns}	0,00*	0,79 ^{ns}	0,31 ^{ns}	0,40 ^{ns}	0,40 ^{ns}
CV (%)	10,55	13,79	4,75	8,64	8,06	9,99

*Médias seguidas por letras iguais nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. ^{ns}- não significativo e * significativo pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. CV: coeficiente de variação. p-valor: probabilidade do teste F da análise de variância.

Os carboidratos presentes nas forragens são a principal fonte de energia fermentável no rúmen, considerados cruciais do ponto de vista nutricional e fermentativo (Kung Jr et al., 2018; Wang, 2023). Desse modo, os carboidratos solúveis

em água (CSA) e as proteínas são os nutrientes de maior importância na biomassa vegetal das forrageiras, e devem manter a qualidade durante a pós-colheita (Ali e Tahir, 2021). Salienta-se que durante a ensilagem, em condições anaeróbicas, as bactérias ácido-láticas convertem o CSA em ácidos orgânicos, principalmente ácido láctico. Os resultados demonstram que os híbridos HLX2162 CO e P3016VYHR CO apresentaram o maior teor de carboidrato solúvel em água, embora não tenham diferido estatisticamente dos materiais HLX2124 PRO3 e SHS7970 PRO3 (Tabela 4).

A digestibilidade da matéria seca (DIVMS) fornece informações sobre a eficiência com que os animais conseguem digerir e utilizar os nutrientes da dieta consumida. Quanto maiores os valores de DIVMS, melhor os animais conseguem utilizar os nutrientes disponíveis na dieta para crescimento, produção e outras funções corporais (Bain et al., 2025). As médias de digestibilidade *in vitro* da MS em 24 horas (DIVMS 24h) e digestibilidade *in vitro* da MS em 48 horas (DIVMS 48h) foram de 74,38% e 81,22%, respectivamente, não havendo diferenças significativas ($p>0,05$) entre os híbridos de milho (Tabela 5). Contrariamente, Tres et al. (2014) constataram diferenças entre trinta híbridos de milho para a DIVMS com média de 72,66%, sendo a maior digestibilidade encontrada no grupo de híbridos comerciais.

Na digestibilidade *in vitro* da FDN em 24 horas (DIVFDN 24h) observou-se diferença significativa ($p<0,05$) entre os híbridos de milho, com valor médio de 43,33%; enquanto a digestibilidade *in vitro* da FDN em 48 horas (DIVFDN 48h) não foi significativa ($p>0,05$) (Tabela 5). O híbrido HLX2162 CO alcançou o maior valor de DFDN 24h, com diferença estatística em relação ao BM3069 PRO3, porém semelhante aos demais híbridos (Tabela 5). Sugere-se que a participação da espiga, na planta, pode aumentar a sua digestibilidade (MS=90,17% e FDN=45,11%), evidenciando a qualidade da fração fibrosa dos materiais genéticos avaliados. Corroborando os resultados encontrados, Tres et al. (2014) verificaram valores entre 41,98% e 47% na digestibilidade *in vitro* da FDN de trinta genótipos de milho em dois anos de avaliação. Adicionalmente, a variação no comportamento da digestibilidade de plantas de milho pode ser devida às diferenças na concentração e na diluição de nutrientes existente nos híbridos no momento da colheita (Tres et al., 2014).

Tabela 5. Digestibilidade *in vitro* da matéria seca em 24 horas (DIVMS24h), digestibilidade *in vitro* da matéria seca em 48 horas (DIVMS48h), digestibilidade *in vitro* da FDN em 24 horas (DIVFDN24h) e digestibilidade *in vitro* da FDN 48 horas (DIVFDN48h), energia digestível (ED) e energia metabolizável (EM) na forragem de genótipos de milho cultivados na safra 2023/2024.

HÍBRIDO	DIVMS24h	DIVMS48h	DIVFDN24h	DIVFDN48h	EM	ED
	-----%-----				Mcal/kg	
BM3069 PRO3	73,33	80,33	39,00 b	55,00	2,75	3,16
BM3066 PRO3	76,00	83,33	45,00 ab	61,33	2,74	3,16
HLX2124 PRO3	72,66	80,00	42,00 ab	57,66	2,61	3,03
HLX2104 PRO3	72,66	81,00	41,33 ab	59,33	2,66	3,08
HL2065M PRO3	75,66	82,33	41,33 ab	58,33	2,78	3,19
SHS7990 PRO3	75,66	82,66	44,00 ab	60,00	2,73	3,15
SHS7970 PRO3	74,00	81,00	43,00 ab	58,66	2,68	3,10
HLX2162 CO	77,00	83,00	48,33 a	60,66	2,71	3,13
HLX2277 CO	74,00	79,66	45,00 ab	56,66	2,65	3,07
FS620PWU CO	73,33	80,33	43,66 ab	58,66	2,62	3,04
B2433PW CO	73,66	80,00	43,33 ab	57,33	2,61	3,03
P3016VYHR CO	74,66	81,00	44,00 ab	58,00	2,66	3,08
Média	74,38	81,22	43,33	58,47	3,10	2,68
p-valor	0,81 ^{ns}	0,79 ^{ns}	0,02*	0,55 ^{ns}	0,91 ^{ns}	0,90 ^{ns}
CV (%)	4,25	3,48	5,72	5,43	4,68	5,45

*Médias seguidas por letras iguais nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. ^{ns}- não significativo e * significativo pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. CV: coeficiente de variação. p-valor: probabilidade do teste F da análise de variância.

4 CONCLUSÃO

O híbrido HLX2162 CO destacou-se na altura de plantas, na produção de fileira de grãos, grãos por fileira e, por conseguinte na produtividade de grãos (8.756,53 kg

ha⁻¹); e apresentou maiores valores de carboidrato solúvel em água e digestibilidade *in vitro* da FDN na forragem.

A forragem dos diferentes híbridos de milho apresentou bons coeficientes de digestibilidade *in vitro* da matéria seca, digestibilidade *in vitro* da FDN, com composição energética digestível e metabolizável de 3,10 e 2,68 Mcal/kg, respectivamente, corrigidos para 90,17% de matéria seca.

5 AGRADECIMENTOS

À Pró-reitoria de Pesquisa, Inovação e Pós-graduação do Instituto Federal de Rondônia (IFRO) e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela disponibilização de recursos e bolsa de iniciação científica por meio Edital Nº 06/2024/PROPESP, bem como a Empresa Sementes Helix e Biotecnologia pela parceria tecnológica.

6 REFERÊNCIAS

- Acosta, J.; Castillo, M.; Hodge, G. **Comparison of benchtop and handheld near infrared spectroscopy devices to determine forage nutritive value**. Crop Science, v. 60, p. 3410–3422, 2020. <https://doi.org/10.1002/csc2.20264>
- Ali, M. F.; Tahir, M. **Overview on the Factors Affecting Water-soluble Carbohydrates Concentration during Ensiling of Silage**. Journal of Plant and Environment, n. 3, v.1, p.63–80, 2021. <https://doi.org/10.33687/jpe.003.01.3702>
- Araújo, E. O.; Emerick, L. M.; Catânio, J. V. F.; Freitas, D. S.; Moreira, A. O.; SILVA, F. S.; Ribeiro, J. S. **Agronomic performance and chemical composition of silage from corn hybrids grown in southern Rondonia**. Research, Society and Development, v. 10, e320101220572, 2021. <https://doi.org/10.33448/rsd-v10i12.20572>
- Araújo, E. O.; Molina, L. R. S.; Fabiciack, V. V.; Catânio, J. V. F.; Emerick, L. M.; Silva, J. W. F. da; Guimarães, E. G.; Pereira, T. O. de C. **Produtividade e composição nutricional da forragem produzida por híbridos de milho**. Caderno Pedagógico, v. 21, e9174, 2024a. <https://doi.org/10.54033/cadpedv21n10-172>

Araújo, E. O.; Molina, L. R. S.; Catânio, J. V. F.; Emerick, L. M.; Silva, J. W. F. da; Silveira, M. V. da; Fabiciack, V. V.; Silva, E. M. F. **Composição bromatológica e produtividade de híbridos de milho cultivados sob níveis crescentes de adubação nitrogenada.** Caderno Pedagógico, v. 21, e9187, 2024b. <https://doi.org/10.54033/cadpedv21n10-177>

Araújo, E. O.; Santos, J. C.; Catânio, J. V. F.; Emerick, L. M.; Gomes, R. S.; Freitas, D. S.; Satilho, B. C. **Yield and chemical composition of silage produced by different corn hybrids.** Revista Brasileira de Milho e Sorgo, v. 24, p. 1-18, 2025. <https://doi.org/10.18512/rbms2025v24e1352>

Bain, A.; Sandhy, Y. N.; Asminaya, N. S.; Munadi, L. O. M.; Zulkarnain, D.; Muhsafaat L. O.; Rahman, R.; Malesi, L.; Tasse, A. M. **In vitro fermentation characteristics and nutrient digestibility of rations based on corn stover silage (Zea mays L., 1973) and Ceara rubber tree leaves (Manihot glaziovii Mull. Arg., 1874) for Etawa crossbred goats.** Brazilian Journal of Biology, v.85, e287849, 2025. <https://doi.org/10.1590/1519-6984.287849>

Beck, H. E.; Zimmermann, N. E.; Mcvicar, T. R.; Vergopolan, N.; Berg, A.; Wood, E. F. **Present and future Köppen-Geiger climate classification maps at 1-km resolution.** Scientific Data, v. 5, n. 180214, 2018. <https://doi.org/10.1038/sdata.2018.214>

Bernardes, T. F.; Rêgo, A. C. **Study on the practices of silage production and utilization on Brazilian dairy farms.** Journal of Dairy Science, v.83, p.1264- 1273, 2014. <https://doi.org/10.3168/jds.2013-7181>

Brito, A. A.; Silveira, M. V.; Araújo, E. O.; Silva, J. W. F. **Características agronômicas de híbridos de milho silageiros cultivados na região sul de Rondônia.** Brazilian Journal of Animal and Environmental Research, v. 7, n. 4, e75777, 2024. <https://doi.org/10.34188/bjaerv7n4-127>

Caetano, H.; Oliveira, M. D. D.; Freitas, J. E.; Rêgo, A. C.; Rennó, F. P.; Carvalho, M. V. **Evaluation of corn cultivars harvested at two cutting heights for ensilage.** Revista Brasileira de Zootecnia, v.40, p.12-19, 2011. <https://doi.org/10.1590/S1516-35982011000100003>

CONAB. **Acompanhamento da Safra Brasileira de Grãos 2024/2025: décimo primeiro levantamento, Agosto/2025.** Brasília, CONAB, v. 12, n. 11, 123 p. Disponível em:

https://www.gov.br/conab/pt-br/atuacao/informacoes-agropecuarias/safras/safra-de-graos/boletim-da-safra-de-graos/11o-levantamento-safra-2024-25/e-book_boletim-de-safras-11o-levantamento-2025.pdf. Acesso em: 25 ago. 2025.

Faria, T. F. R.; Pinese, F.; Gimenes, F. M. A.; Demarchi, J. J. A. A.; Campos, F. P.; Premazzi, L. M.; Mattos, W. T.; Gerdes, L. **Composição bromatológica de silagens de milho comerciais produzidas no Brasil**. Arquivos de zootecnia, n. 69, v.265, p. 156-163, 2020. <https://doi.org/10.21071/az.v69i266.5110>

Feng, X.; Cherney, J. H.; Cherney, D. J. R.; Digman, M. F. **Practical Considerations for Using the NeoSpectra-Scanner Handheld Near-Infrared Reflectance Spectrometer to Predict the Nutritive Value of Undried Ensiled Forage**. Sensors, v.23, p.1750,2023. <https://doi.org/10.3390/s23041750>.

Ferraretto, L. F.; Shaver, R. D. **Effects of whole plant corn silage hybrid type on in take, digestion, ruminal fermentation and lactation performance by dairy cowsthrough a meta-analysis**. Journal of Dairy Science, v. 98, p. 2662-2675, 2015. <https://doi.org/10.3168/jds.2014-9045>

Fernandes, M. M.; Barreira, R. Q.; Barbosa, V. S. **Avaliação de caracteres agrônômicos em genótipos de milho (Zea mays L.) Safrinha em área agrícola da Amazônia no município de Conceição do Araguaia-PA**. Revista Observatório de La Economia Latinoamericana, v.22, p. 01-16, 2024. <https://doi.org/10.55905/oelv22n2-020>

Ferreira, D. F. **Sisvar: a computer analysis system to fixed effects split plot type designs**. Brazilian Journal of Biometrics, v.37, p.529–535, 2019. <https://doi.org/10.28951/rbb.v37i4.450>.

Friedrich, E. D.; Ribeiro, B. S. M. R.; Inklman, V. B.; Pilecco, I. B.; Streck, N. A.; Bortoluzzi, M. P.; Nied, A. H.; Zanon, A. J. **Agronomic optimal plant density for corn in subtropical environments**. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v.57, e02963, 2022. <https://doi.org/10.1590/S1678-3921.pab2022.v57.02963>.

Horst, E. H.; López, S.; Neumann, M.; Giráldez, F. J.; Bumbieris Junior, V. H. **Effects of Hybrid and Grain Maturity Stage on the Ruminal Degradation and the Nutritive Value of Maize Forage for Silage**. Agriculture, n.10, v.7, 251. 2020. <https://doi.org/10.3390/agriculture10070251>

Khan, N. A.; Cone, J. W.; Fievez, V.; Hendriks, W. H. **Causes of variation in fatty acid content and composition in grass and maize silages.** *Animal Feed Science and Technology*, v.174, p.36-45, 2012. <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2012.02.006>

Kung, L. J.; Shaver, R. D.; Grant, R. J.; Schmidt, R. J. **Silage review: Interpretation of chemical, microbial, and organoleptic components of silages.** *Journal of Dairy Science*, v.5, p.4020-4033, 2018. doi: 10.3168/jds.2017-13909

Lobos, I.; Gou, P.; Saldanã, R.; Alfaro, M. **Evaluation of potential nirs to predict pastures nutritive value.** *J. Soil Science Plant Nutrition*, v.13, p.463-468, 2013. <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-95162013005000036>.

Moraes, S. D.; Jobim, C. C.; Silva, M. S.; Marquardt, F. I. **Produção e composição química de híbridos de sorgo e de milho para silagem.** *Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal*, v. 14, p. 624-634, 2013.

Neumamm, E.; Baldissera, E.; Horts, E. H.; Cristo, F. B.; Gomes, R. R.; Giacomet, J. A. A.; Lenie, 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*, v.76, e13212, 2024. <http://dx.doi.org/10.1590/1678-4162-13212>

Parrini, S.; Acciaioli, A.; Franci, O.; Pugliese, C.; Bozzi, R. **Near Infrared Spectroscopy technology for prediction of chemical composition of natural fresh pastures.** *Journal of Applied Animal Research*, v.1, p.514–520, 2019. <https://doi.org/10.1080/09712119.2019.1675669>

Pereira, S. N. **Avaliação da composição bromatológica de silgens de milho: análise em nível de campo, resultados rápidos e rastreáveis utilizando espectrometria de infravermelho.** 2024. Tese (doutorado)- Universidade Federal de Santa Maria, Centro de Ciências Rurais, Programa de Pós Graduação em Zootecnia, Rio Grande do Sul, 2024, 84p.

Rego, M. S.; Zuffo, A. M.; Grespan, D. S.; Barrozo, L. M.; Dos Santos, J. C.; Zanatta T. S. C.; Silva, F. C. S.; FONTES, L. de O.; FONSECA, W. L. **Desempenho agrônomo de cultivares de milho segunda safra em Balsas-MA.** *Revista DELOS: Desarrollo Local Sostenible*, v.16, P. 620-633, 2023. <https://doi.org/10.55905/rdelosv16.n43-009>

Ritchie, S. W.; Hanway, J. J.; Benson, G. O. **How a corn plant develops.** Iowa State University Coop. Extension Service Special Report, v. 48, p. 21, 1993.

Santos, H. G. D.; Jacomine, P. K. T.; Anjos, L. H. C.; Lumbleras, J. F.; Coelho, M. R.; Almeida, J. A.; Araújo Filho, J. C.; Oliveira, J. B.; Cunha, T. J. F. **Sistema brasileiro de classificação de solos.** 5. ed. Brasília: EMBRAPA, 2018.

Santos, S.; Carvalho, A. F. G.; Fulaneti, F. S.; Ribeiro, L. P.; Santos, R. E.; Martin, T. N. **Híbridos de milho para utilização como silagem na bovinocultura leiteira.** Revista Observatório de La Economia Latinoamericana, v.21, p. 21700-21721, 2023.
<https://doi.org/10.55905/oelv21n11-169>

Seglar, W. J.; Shaver, R. D. **Management and assessment of ensiled forages and high-moisture grain.** North Am Food Anim Pract Veterinary Clinic, v.30, p. 507-38, 2014.
<https://doi.org/10.1016/j.cvfa.2014.07.002>

Silva, M. J.; Balbino, L. C.; Cardoso, D. A. B.; Miranda, L. M.; Pimentel, L. D. **Características bromatológicas em híbridos de milho para produção de silagem no estado de Minas Gerais.** Revista de Agricultura Neotropical, v. 5, p. 76-82, 2018.
<https://doi.org/10.32404/rean.v5i2.1584>

Simão, E. P.; Resende, A. V.; Gontijo Neto, M. M.; Borghi, E.; Vanin, A. **Resposta do milho safrinha à adubação em duas épocas de semeadura.** Revista Brasileira de Milho e Sorgo, v.17, p.76-90, 2018. <https://doi.org/10.18512/1980-6477/rbms.v17n1p76-90>.

Souza, J. K. M.; Araújo, E. O.; Da Silva, J. W. F.; Guimarães, E. G.; Molina, L. R. S.; Silva, E. M. F. **Comparação do rendimento de grãos de diferentes híbridos de milho cultivado na transição cerrado-amazônia.** Revista de Biologia e Ciências da Terra, n.2, v.26, p.74-84, 2025. <https://revistabioterra.blogspot.com/p/bioterra-volume-26-n1-e-n2.html>.

Thomson, A. L.; Vassiliadis, S.; Copland, A.; Stayches, D.; Jacob, J.; McNabb, E. M. **Comparing how accurately four different proximal spectrometers can estimate pasture nutritive characteristics: effects of spectral range and data type.** Precision Agriculture, n.23, p.2186–2214, 2022. <https://doi.org/10.1007/s11119-022-09916-0>

Tres, T. T.; Jobim, C. C.; Pinto, R. J. B.; Souza NETO, I.R.; SCARPIM, C.A.; SILVA, M.S.J. **Composição nutricional e digestibilidade “in vitro” de genótipos de milho produzidos em dois anos agrícolas.** Semina: Ciências Agrárias, v. 35, p. 3249-3262, 2014. DOI: 10.5433/1679-0359.2014v35n6p3249

USDA - **United states department of agriculture.** Corn. Disponível em: <https://www.fas.usda.gov/data/production/commodity/0440000>. Acesso em: 27 abr. 2025.

Van Soest, P. J. **Nutritional ecology of the ruminant.** 2. ed. Ithaca: Cornell University, Ithaca, 1994. 476 p.

Wang, M. **In vitro Fermentation. Fermentation.** Fermentation, v. 9, n. 2, p. 1-3, 2023. <https://doi.org/10.3390/fermentation9020086>.