

Campus Colorado do Oeste
Coordenação do Curso em Engenharia Agrônoma

EDUARDO MIRANDA FERREIRA SILVA

**COMPOSIÇÃO BROMATOLÓGICA E PRODUTIVIDADE DE HÍBRIDOS DE MILHO
CULTIVADOS SOB NÍVEIS CRESCENTES DE ADUBAÇÃO NITROGENADA**

COLORADO DO OESTE

2026

EDUARDO MIRANDA FERREIRA SILVA

**COMPOSIÇÃO BROMATOLÓGICA E PRODUTIVIDADE DE HÍBRIDOS DE MILHO
CULTIVADOS SOB NÍVEIS CRESCENTES DE ADUBAÇÃO NITROGENADA**

Artigo científico 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 Bacharelado em Engenharia Agrônoma, sob a orientação do professor Murilo Vargas da Silveira.

COLORADO DO OESTE

2026

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

Silva, Eduardo Miranda Ferreira.

Composição bromatológica e produtividade de híbridos de milho cultivados sob níveis crescentes de adubação nitrogenada / Eduardo Miranda Ferreira Silva. - Colorado do Oeste, 2026.

22 f. : il.

Orientador(a): Prof. Me. Murilo Vargas da Silveira Murilo Vargas da Silveira.

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

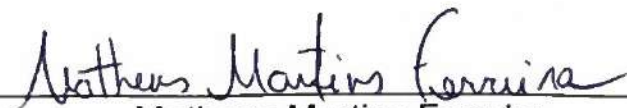
1. *Zea mays*. 2. Forragem. 3. Produção. 4. Nitrogênio. 5. Nutrição. I. Silveira, Murilo Vargas da (orient.). II. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Rondônia - IFRO. III. Título.

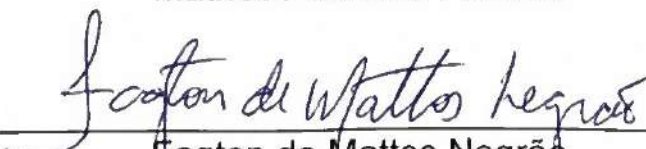
Bibliotecário(a) Responsável: Juliana Machado da Silva Sasset, CRB-11/1140

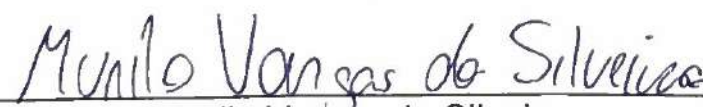
**COMPOSIÇÃO BROMATOLÓGICA E PRODUTIVIDADE DE HÍBRIDOS DE MILHO
CULTIVADOS SOB NÍVEIS CRESCENTES DE ADUBAÇÃO NITROGENADA**

Artigo científico 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 Bacharelado em Engenharia Agrônômica, sob a orientação do professor Murilo Vargas da Silveira.

Aprovado em: 23/06/2026 pela banca examinadora.


Matheus Martins Ferreira


Fagton de Mattos Negrão


Murilo Vargas da Silveira

Composição bromatológica e produtividade de híbridos de milho cultivados sob níveis crescentes de adubação nitrogenada

Bromatological composition and productivity of corn hybrids cultivated under increasing levels of nitrogen fertilization

Composición bromatológica y productividad de híbridos de maíz cultivados bajo niveles crecientes de fertilización nitrogenada

DOI: 10.54033/cadpedv21n10-177

Originals received: 09/13/2024

Acceptance for publication: 10/04/2024

Érica de Oliveira Araújo

Pós-doutora em Agronomia

Instituição: Instituto Federal de Rondônia - campus de Colorado do Oeste

Endereço: Colorado do Oeste, Rondônia, Brasil

E-mail: erica.araujo@ifro.edu.br

Lucas Rafael Santos Molina

Graduando em Engenharia Agrônoma

Instituição: Instituto Federal de Rondônia - campus de Colorado do Oeste

Endereço: Colorado do Oeste, Rondônia, Brasil

E-mail: lucasrafaelmolinaif@gmail.com

José Vanor Felini Catânio

Mestre em Produção Animal

Instituição: Instituto Federal do Mato Grosso - campus de Confresa

Endereço: Confresa, Mato Grosso, Brasil

E-mail: vanor.catanio@ifmt.edu.br

Lizianne de Matos Emerick

Mestranda em Agroecossistemas Amazônicos

Instituição: Instituto Federal de Rondônia - campus de Colorado do Oeste

Endereço: Colorado do Oeste, Rondônia, Brasil

E-mail: lizianne.emerick@ifro.edu.br

Jhonathann Willian Furquin da Silva

Mestre em Agricultura Tropical

Instituição: Helix Sementes e Biotecnologia Ltda

Endereço: Rio Claro, São Paulo, Brasil

E-mail: jhonathann.silva@agrocere.com

Murilo Vargas da Silveira

Mestre em Agronomia

Instituição: Instituto Federal de Rondônia - campus de Colorado do Oeste

Endereço: Colorado do Oeste, Rondônia, Brasil

E-mail: murilo.silveira@ifro.edu.br

Vinicius Vieira Fabiciack

Graduando em Engenharia Agrônoma

Instituição: Instituto Federal de Rondônia - campus de Colorado do Oeste

Endereço: Colorado do Oeste, Rondônia, Brasil

E-mail: viniciusfabiciack@gmail.com

Eduardo Miranda Ferreira Silva

Graduando em Engenharia Agrônoma

Instituição: Instituto Federal de Rondônia - campus de Colorado do Oeste

Endereço: Colorado do Oeste, Rondônia, Brasil

E-mail: eduardomfs07@gmail.com

RESUMO

A quantidade de nitrogênio disponibilizado influencia tanto na composição física quanto química da planta, principalmente sob a qualidade da fração fibrosa, podendo aumentar ou diminuir tanto o teor como a digestibilidade da FDN. Neste contexto, o presente trabalho teve por objetivo avaliar a composição químico-bromatológica da forragem e a produtividade de híbridos de milho cultivados sob níveis crescentes de adubação nitrogenada. O experimento foi conduzido em condições de campo e laboratoriais, no Instituto Federal de Rondônia, no município de Colorado do Oeste, RO. O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados, arranjos em esquema fatorial 4x4, composto por quatro híbridos de milho (BM930 VTPRO3, BM3077 VTPRO3, BM3088 VTPRO4 e BM8705 VTPRO3) e quatro doses de nitrogênio em cobertura (0, 80, 160, 240 kg/ha), com três repetições. Os resultados permitiram concluir que o híbrido BM3088 PRO4 foi o material que se destacou quanto ao componente estrutural da planta e melhor expressou seu potencial produtivo, com produção de 64,4 t ha⁻¹ de massa verde e 11,3 t ha⁻¹ de grãos, um incremento médio de 13,21% e 6,79% a mais que os demais híbridos, sendo indicado para o plantio em sistema safrinha na região sul rondoniense. Na média foi possível averiguar menores valores de FDN na matéria seca, indicando baixo percentual de lignina e maior quantidade de grãos e, por isso forragens de alto valor nutritivo e boa digestibilidade. A adubação nitrogenada não teve efeito nos parâmetros analisados nas plantas, na qualidade químico-bromatológica e na produtividade

final de grãos para a cultura do milho, nas condições edafoclimáticas e historial de práticas agrícolas da área em que decorreu o ensaio.

Palavras-chave: *Zea mays*. Forragem. Produção. Nitrogênio. Nutrição. Nirs.

ABSTRACT

The amount of nitrogen (N) provided influences both the physical and chemical composition of the plant, particularly regarding the quality of the fibrous fraction, which can either increase or decrease both the content and digestibility of neutral detergent fiber (NDF). In this context, the present study aimed to evaluate the chemical-bromatological composition of the forage and the productivity of corn hybrids cultivated under increasing levels of nitrogen fertilization. The experiment was conducted under field and laboratory conditions at the Federal Institute of Rondônia, in the municipality of Colorado do Oeste, RO. The experimental design used was a randomized block design arranged in a 4x4 factorial scheme, composed of four maize hybrids (BM930 VTPRO3, BM3077 VTPRO3, BM3088 VTPRO4 and BM8705 VTPRO3) and four topdressing nitrogen levels (0, 80, 160, 240 kg/ha), with three replications. The results led to the conclusion that the BM3088 PRO4 hybrid stood out in terms of the plant's structural component and best expressed its productive potential, with a production of 64.4 t ha⁻¹ of green mass and 11.3 t ha⁻¹ of grains, an average increase of 13.21% and 6.79% more than the other hybrids, being indicated for planting in the southern region of Rondônia. On average, lower NDF values were observed in dry matter, indicating a low percentage of lignin and a greater amount of grains, and therefore forages of high nutritional value and good digestibility. Nitrogen fertilization had no effect on the analyzed parameters in the plants, on the chemical and bromatological quality, and on the final grain productivity for maize cultivation, under the edaphoclimatic conditions and historical agricultural practices of the area where the trial took place.

Keywords: *Zea mays*. Forage. Production. Nitrogen. Nutrition. Nirs.

RESUMEN

La cantidad de nitrógeno disponible influye tanto en la composición física como química de la planta, principalmente en la calidad de la fracción fibrosa, y puede aumentar o disminuir tanto el contenido como la digestibilidad de FND. En este contexto, el presente trabajo tuvo como objetivo evaluar la composición químico-bromatológica de los forrajes y la productividad de híbridos de maíz cultivados bajo niveles crecientes de fertilización nitrogenada. El experimento se realizó en condiciones de campo y laboratorio, en el Instituto Federal de Rondônia, en el municipio de Colorado do Oeste, RO. El diseño experimental utilizado fue en bloques al azar, dispuestos en un esquema factorial 4x4, conformado por cuatro híbridos de maíz (BM930 VTPRO3, BM3077 VTPRO3, BM3088 VTPRO4 y BM8705 VTPRO3) y cuatro dosis de abono nitrogenado (0, 80, 160, 240 kg /ha), con tres repeticiones. Los resultados permitieron concluir que el híbrido BM3088 PRO4 fue el material que destacó en cuanto al componente estructural de la planta y mejor expresó su potencial productivo, con producción de 64,4 t ha⁻¹ de masa verde y 11,3 t ha⁻¹ de granos, un aumento promedio del 13,21% y un

6,79% más que otros híbridos, siendo recomendado para siembra en un sistema de cultivo en la región sur de Rondônia. En promedio, se pudo determinar valores más bajos de FDN en materia seca, indicando un bajo porcentaje de lignina y una mayor cantidad de granos y, por tanto, forrajes con alto valor nutricional y buena digestibilidad. La fertilización con nitrógeno no tuvo efecto sobre los parámetros analizados en las plantas, sobre la calidad químico-bromatológica y productividad final del grano para el cultivo del maíz, sobre las condiciones edafoclimáticas e historia de las prácticas agrícolas en la zona en la que se realizó la prueba.

Palabras clave: Zea mays. Forraje. Producción. Nitrógeno. Nutrición. Nirs.

1 INTRODUÇÃO

O milho (*Zea mays* L.) é uma gramínea pertencente à família Poaceae, de grande importância mundial, amplamente difundida na agricultura e na indústria em suas diversas aplicações (Ksiezak *et al.*, 2018). A estimativa de área plantada com milho na safra 2023/2024 foi de 21,1 milhões de hectares com uma produção de 119 milhões de toneladas de milho (CONAB, 2023), o que confere ao Brasil posição de destaque no agronegócio mundial.

De todas as forrageiras que possuem potencial para ser utilizado na alimentação animal, o milho é a que se destaca na produção de silagem no Brasil (Bernardes; Rêgo, 2014) e em outros países (Ferraretto *et al.*, 2015) em função dos seus atributos qualitativos e quantitativos, boa aceitação animal para a produção de leite e ganhos de peso satisfatórios em animais para corte (Cruz *et al.*, 2016), além de quando bem manejada oferecer elevada produção de matéria seca por hectare. Assim, a capacidade produtiva e nutricional da forragem e/ou silagem está intimamente relacionada ao aporte nutricional dado à lavoura, pois, as necessidades nutricionais da planta são determinadas pela quantidade de nutrientes que são extraídos durante o seu ciclo (Neumann *et al.*, 2017; NEUMANN *et al.*, 2019).

Dentre os nutrientes essenciais para sanidade e produtividade da planta de milho, o nitrogênio (N) é o requerido em maior quantidade, visto a importância como constituinte de moléculas de proteínas, enzimas, coenzimas, ácidos nucleicos, fitocromos e clorofila (Taiz; Zeiger, 2012). Portanto, no processo de

produção de forragem e/ou silagem de milho, em que toda a parte aérea da planta é colhida, a exportação de N é mais acentuada e por isso o manejo da adubação nitrogenada requer mais cuidados visando manter e equilibrar o valor nutricional.

Nesta premissa, Neumann *et al.* (2017) destacam que a quantidade de N disponibilizado influencia tanto na composição física quanto química da planta, principalmente sob a qualidade da fração fibrosa, podendo aumentar ou diminuir tanto o teor como a digestibilidade da FDN; e revelam que as respostas produtivas da cultura do milho sob diferentes níveis de adubação nitrogenada são bastante variáveis, isto porque, cada genótipo possui uma exigência e responde de forma diferenciada ao incremento do N e que pode haver também respostas fisiológicas distintas de acordo com o tipo e fertilidade de solo.

Dessa forma, para a determinação de melhores híbridos de milho para a produção de silagem, parâmetros de produção de massa verde e seca de forragem e composição químico-bromatológica devem ser levada em consideração, visando a maior produção de alimento, a diluição dos custos de produção (Bastos, 2019; Santos *et al.*, 2017) e o aprofundamento do processo tecnológico destinado à produção agrícola e animal. Portanto, o presente trabalho teve por objetivo avaliar a composição químico-bromatológica da forragem e a produtividade de híbridos de milho cultivados sob níveis crescentes de adubação nitrogenada.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no período de setembro de 2023 a fevereiro de 2024, em condições de campo e laboratoriais, no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Rondônia, Campus Colorado do Oeste, 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 segundo a classificação de Köppen é do tipo Awa, tropical quente e úmido com duas estações bem definidas.

Dados médios de temperatura e precipitação pluviométrica durante a condução do experimento foram obtidos do banco de dados do FieldClimate

(Figura 1), e dados da caracterização química do solo na camada de 0-20 cm em amostras coletadas antes da instalação do experimento são apresentados na Tabela 1.

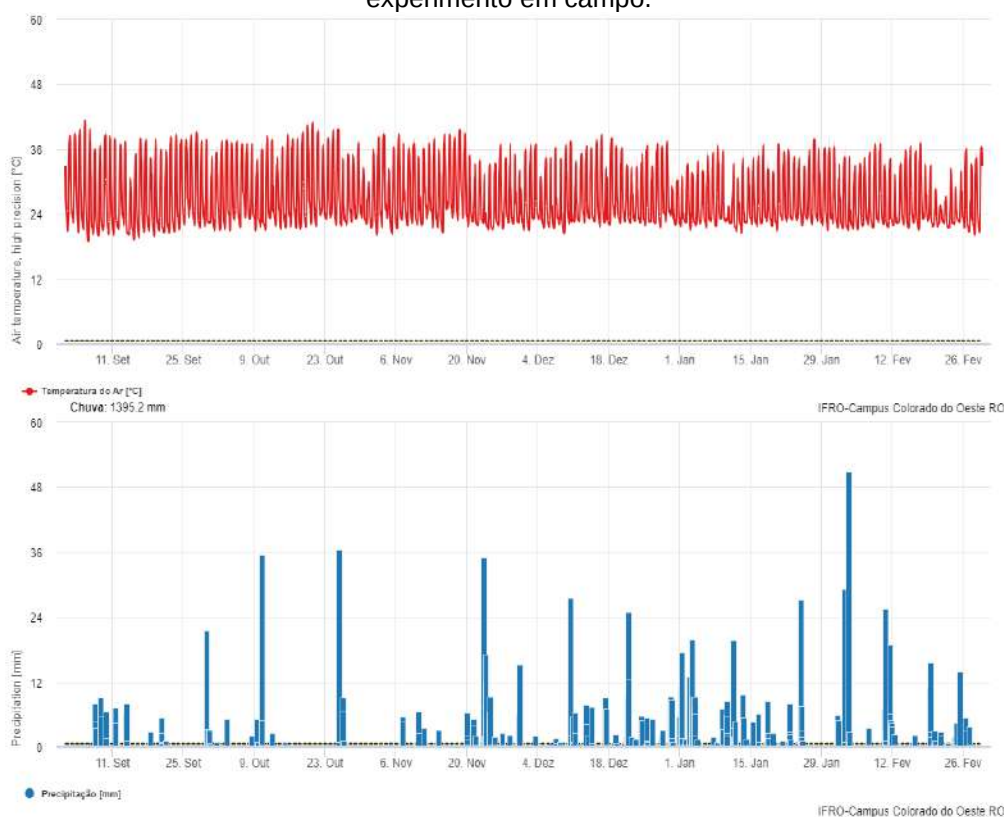
O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados, arranjados em esquema fatorial 4x4, composto por quatro híbridos de milho (BM930 VTPRO3, BM3077 VTPRO3, BM3088 VTPRO4 e BM8705 VTPRO3), quatro doses de nitrogênio em cobertura (0, 80, 160, 240 kg/ha) e três repetições, perfazendo o total de 48 unidades experimentais.

Tabela 1. Atributos químicos e físicos do solo antes da instalação do experimento.

Camada (cm)	MO g/kg	CO g/kg	pH CaCl ₂	P mg/dm ⁻³	K mg/dm ⁻³	Ca mg/dm ⁻³	Mg mg/dm ⁻³	H+Al cmolc/dm ⁻³	Al cmolc/dm ⁻³	SB cmolc/dm ⁻³	CTC cmolc/dm ⁻³	V (%)
0-20	17,8	10,3	6,5	14,4	45,2	7,8	0,7	2,1	0,0	8,6	10,7	80

Fonte: Autor (2024)

Figura 1. Dados médios de temperatura e precipitação pluviométrica durante a condução do experimento em campo.



Fonte: FieldClimate (2024)

A implantação do experimento foi iniciada 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, de acordo com o espaçamento determinado. 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 0,50 m entrelinhas com densidade de 75000 plantas/ha. Cada unidade experimental foi composta por 2 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), enquanto que a adubação nitrogenada em cobertura nas doses de 80, 160 e 240 kg/ha foram na área total da parcela, utilizando a ureia (45%), dividida em três aplicações de iguais quantidades, nos estádios fenológicos V4, V6 e V8. Nos estádios fenológicos V4 e V6 foram realizadas a aplicação de 50 kg/ha de potássio, 750 mL do fungicida Opera e 350 mL/ha inseticida Engeo pleno, sendo os demais tratamentos culturais conduzidos de acordo com o preconizado para a cultura.

No período de florescimento (aparecimento da inflorescência feminina “cabelo”) da cultura, foram efetuadas amostragens na folha oposta e abaixo da espiga principal, a fim de estimar o teor de clorofila, utilizando o clorofilômetro modelo SPAD-502.

No estágio fenológico R5, quando os grãos apresentavam a textura com aspecto farináceo, a colheita da planta inteira foi realizada, selecionando uma faixa de 5 metros lineares, dentro das linhas centrais, a partir do qual as plantas foram cortadas a 0,20 m em relação ao nível do solo e obtida a produtividade de massa verde. 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. A espessura média do colmo foi determinada no local de corte, utilizando-se do auxílio de um paquímetro digital.

Na maturidade fisiológica foram determinados os componentes de produção a partir da amostragem de dez espigas representativas por parcela. A massa da espiga e massa de mil grãos foi determinada pela pesagem em balança de precisão, o comprimento da espiga e o diâmetro da base da espiga foram determinados por mensurações com auxílio de fita métrica e paquímetro digital, respectivamente; enquanto que para o número de fileira de grão e número de grãos por fileira realizou-se a contagem. A estimativa de produtividade de grãos foi obtida após a debulha de todas as espigas da área útil de cada parcela e os valores corrigidos para a umidade de 13%.

Na segunda etapa, o material remanescente na área útil de cada unidade experimental foi picado em ensiladeira manual, triturado em moinho de facas tipo willey, e posteriormente encaminhado para análise químico-bromatológica da forragem em Espectrômetro de Reflectância Infravermelho Próximo (NIRS), modelo Spectra Star 2600 XT series of Near Infrared Analyzers (Unity Scientific®) em duplicatas. Os parâmetros químico-bromatológicos analisados foram a Matéria seca (MS), Proteína bruta (PB), Fibra detergente ácido (FDA), Fibra detergente neutro (FDN), Lignina (LIG), Extrato etéreo (EE), Matéria mineral (MM), perfil de digestibilidade da MS e FDN, Nutrientes digestíveis totais (NDT), Energia digestível (ED) e Energia metabolizável (EM).

Após todas as análises, os dados foram submetidos ao teste de normalidade Shapiro-Wilk, e em seguida a análise de variância pelo teste F, e, quando os parâmetros apresentaram diferença significativa, utilizou-se o teste Tukey para comparação das médias, e análise de regressão a 5% de probabilidade por meio do programa estatístico Sisvar (Ferreira, 2014).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados evidenciaram efeitos significativos ($p < 0,05$) para altura de plantas, altura de inserção de espiga, índice SPAD (Tabela 3), produtividade de massa verde (Figura 2), número de fileira de grãos, número de grãos por espiga, massa de mil grãos e produtividade de grãos (Figura 3) entre os híbridos de

milho; não sendo constatado efeito significativo entre doses de nitrogênio e interação híbrido x doses de nitrogênio para nenhuma das variáveis analisadas.

O híbrido BM3088 destacou-se em altura de plantas e altura de inserção de espiga, com média de 2,75 m e 1,55 m, respectivamente, não diferindo estatisticamente do híbrido BM3077; enquanto que o híbrido BM930 apresentou as plantas de menor altura e menor inserção de espiga (Tabela 3). Diferenças entre os materiais genéticos quanto às características morfológicas da planta são esperados e corroboram aos resultados encontrados por Silva *et al.*, (2022) e Araújo *et al.*, (2021) em avaliações do desempenho agrônomo de diferentes híbridos de milho. Porém, a altura de inserção de espiga pode ser considerada alta, já que muitas espigas estão inseridas acima do ponto médio da planta, o que pode tornar o genótipo vulnerável às condições de acamamento. Brondani *et al.* (2021) e Kappes *et al.* (2014) reforçam que quanto maior é a relação entre altura de inserção de espiga e altura da planta, mais deslocado estará o centro de gravidade da planta e maior é a possibilidade de quebra de colmo.

Argenta *et al.* (2001) sugerem que níveis adequados de N em plantas de milho são indicados por valores de SPAD de 45,4, 52,1, 55,3 e 58,0, nos estádios de três a quatro folhas, seis a sete folhas, dez a onze folhas completamente expandidas e de espigamento, respectivamente. Observa-se na tabela 3 que o híbrido BM3077 apresentou o maior valor de índice SPAD (55,13) em amostragem entre dez e onze folhas completamente expandidas, diferindo estatisticamente dos híbridos BM3088 e BM930. De acordo com Rocha *et al.* (2005) a mensuração do índice SPAD é de grande importância para a diagnose precoce de nitrogênio, por ser de baixo custo e ter maior praticidade, garantindo tomada de decisões em tempo hábil para possíveis adubações de cobertura com N, sem o comprometimento da produção, uma vez que a época de maior demanda de N pelo milho ocorre entre o início do florescimento e o início da formação de grãos (Arnon, 1975).

Tabela 3. Altura de planta (AP), altura de inserção de espiga (AE) e índice SPAD de diferentes híbridos de milho cultivados para produção de forragem.

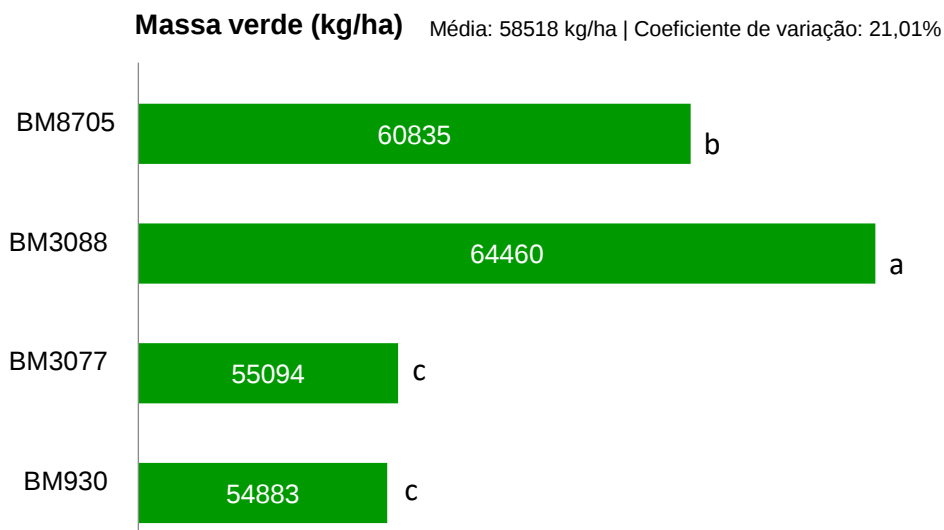
HÍBRIDOS	AP (m)	AE (m)	SPAD
BM930	2,57 b	1,38 b	53,83 ab
BM3077	2,64 ab	1,42 ab	55,13 a
BM3088	2,75 a	1,55 a	49,98 b
BM8705	2,64 ab	1,40 b	50,76 b
Média	2,65	1,43	52,42
CV(%)	5,23	9,88	6,69

*Médias seguidas por letras iguais nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Fonte: Autor (2024)

A produtividade de massa verde é uma variável afetada diretamente pela altura na qual se faz o corte das plantas e o ciclo vegetativo, o que torna complexa e dinâmica a comparação com resultados de estudos que tenham trabalhado com alturas de corte e ciclo produtivos diferentes (Araujo *et al.*, 2021). A maior produtividade massa verde por hectare foi obtida pelo híbrido BM3088 (64460 kg/ha), diferindo estatisticamente dos demais materiais; e produzindo em média 17,22% a mais que os híbridos de menor produção (BM3077 e BM930) (Figura 2). Corroborando os resultados encontrados, Araujo *et al.* (2024) constataram que o híbrido BM3088 produziu cerca de 68480 kg/ha de massa verde na região sul rondoniense, apresentando correlação positiva com altura de plantas, altura de inserção de espiga, bem como número de grãos por fileira, número de fileira de grãos e número de grãos por espiga.

Figura 2. Produtividade de massa verde por diferentes híbridos de milho cultivados para produção de forragem. *Médias seguidas por letras iguais nas barras não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.



Fonte: Autor (2024)

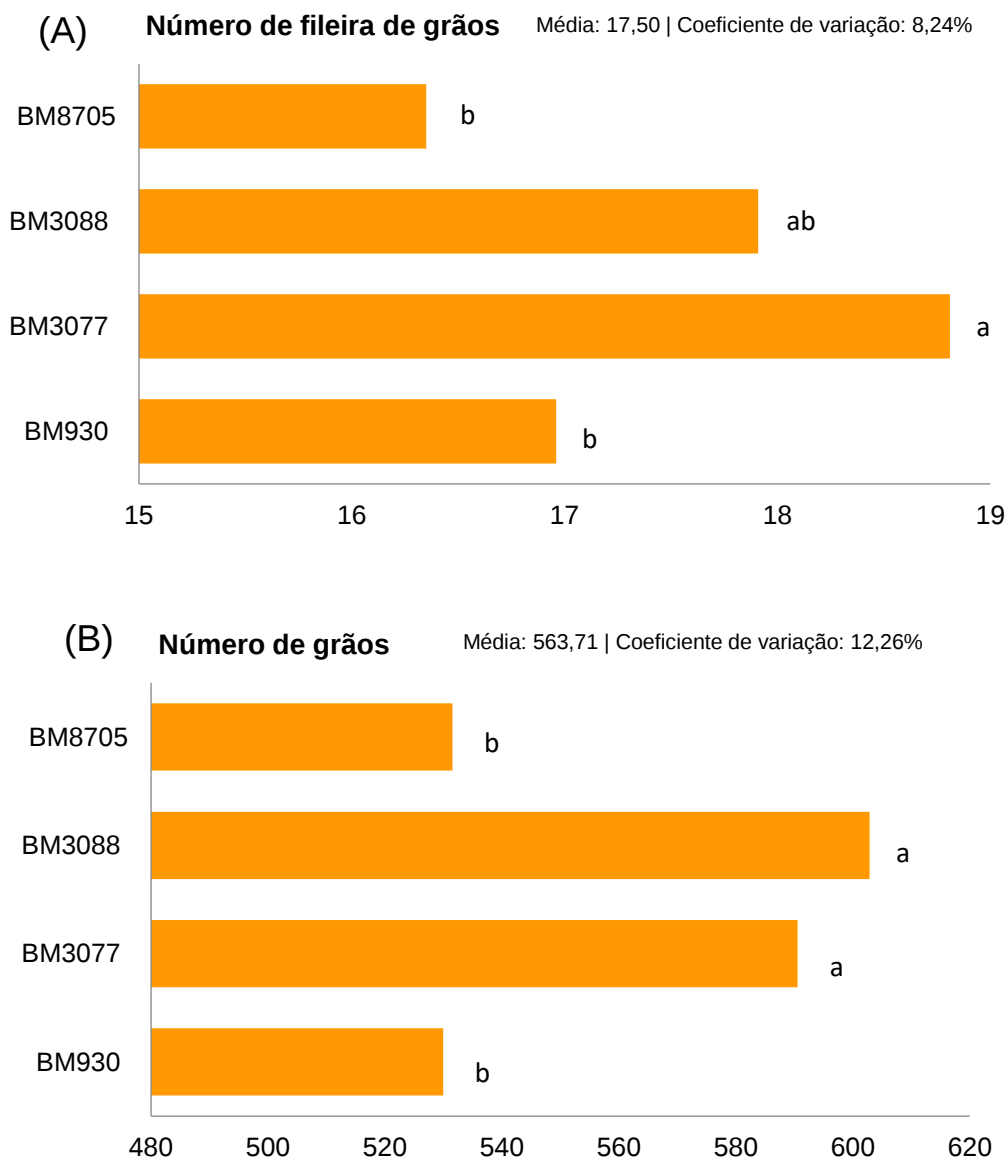
Quanto aos componentes de produção, apesar de não haver diferença estatística significativa entre os híbridos de milho para os parâmetros de massa de espiga, comprimento de espiga e diâmetro da base da espiga, verificou-se que o híbrido BM3088 expressou os melhores resultados, com médias na ordem de 257,94 g, 18,83 cm e 16,94 mm, respectivamente. Os híbridos BM3077 e BM3088 destacaram-se quanto ao número de fileiras de grãos e número de grãos por espiga (Figura 3A e 3B); porém, apresentaram menores valores de massa de mil grãos (Figura 3C), não diferindo estatisticamente entre si, confrontando com os resultados de produtividade de grãos por hectare (Figura 3D). Ademais, as variáveis número de grãos por fileiras e número de fileiras são influenciadas por características genéticas e climáticas, sendo, desejável a seleção de materiais genéticos com melhores valores para estes componentes, uma vez que refletem no número de grãos na espiga e produtividade de grãos por área (BASTOS, 2019). O incremento médio foi de 12,42% na produção de grãos por espiga dos híbridos BM3088 e BM3077 quando comparado aos híbridos BM930 e BM8705 de menores produções. No estudo de Araújo *et al.*

(2024), Silva *et al.* (2022), Araújo *et al.* (2021) e Araújo *et al.*, (2016), os autores observaram variações desses componente da produção em função do híbrido.

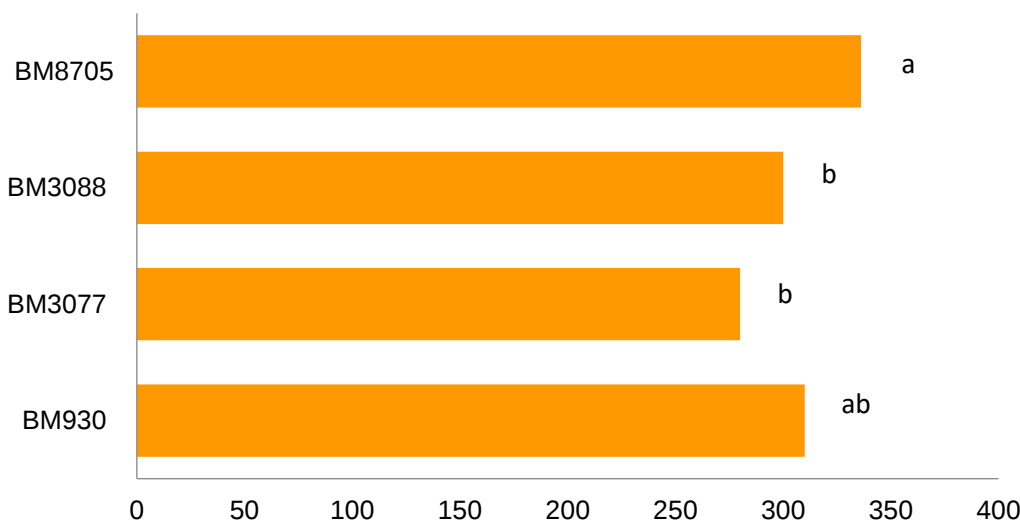
Para a produtividade final de grãos, observa-se diferença estatística significativa apenas para o híbrido BM3077, no qual apresentou a menor produtividade quando comparado os demais híbridos (Figura 3D). Isso demonstra a estabilidade produtiva e a adaptabilidade dos híbridos estudados ao ambiente de produção, fornecendo informação importante para o posicionamento correto com reflexos positivos na produtividade final de grãos. Na média, para os diferentes materiais, a produtividade de grão foi de 10777,45 kg/ha ou 179 sc/ha em plantio de safra, o que pode estar relacionado ao ciclo produtivo precoce e época de semeadura, coincidindo com a ocorrência de baixas temperaturas noturnas durante os estádios reprodutivos e máxima área foliar exposta à luz, em períodos de maior exposição de radiação solar, afetando positivamente o potencial produtivo da cultura, bem como a alta fertilidade do solo e ausência de alumínio trocável na camada de 0-20 cm. Oliveira *et al.*, (2023) afirmam que a produtividade de um híbrido de milho depende das tecnologias adotadas, da disponibilidade de água e de nutrientes para a cultura, especialmente nas fases de formação e enchimento de grãos.

Figura 3. Número de fileira de grãos (A), número de grãos (B), massa de mil grãos (C) e produtividade de grãos (D) de diferentes híbridos de milho cultivados para produção de forragem.

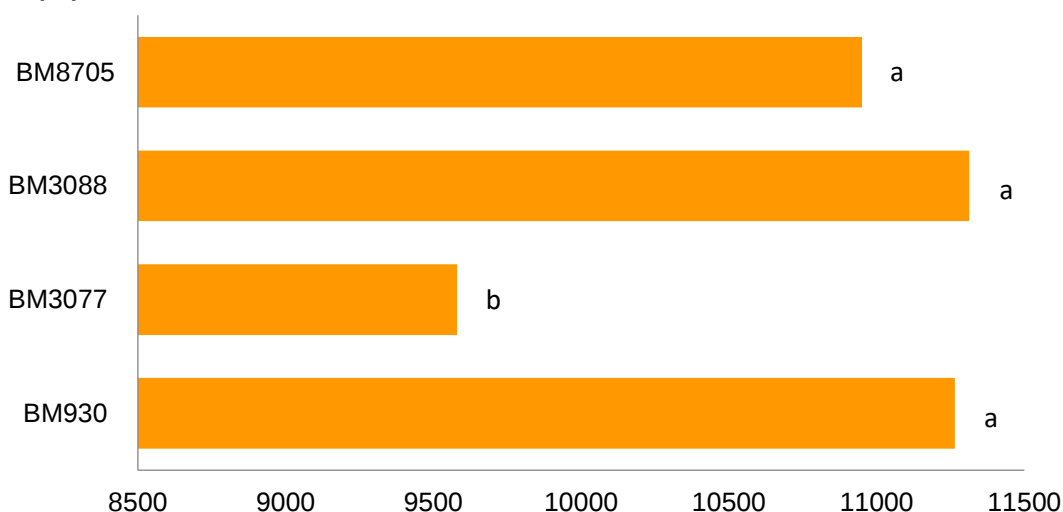
*Médias seguidas por letras iguais nas barras não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.



(C) **Massa 1000 grãos** Média: 307,08 gramas | Coeficiente de variação: 10,08%



(D) **Produtividade de grãos (kg/ha)** Média: 10777,45 kg/ha | Coeficiente de variação: 16%



Fonte: Autor (2024)

Para a composição químico-bromatológica da forragem não houve diferença significativa ($p > 0,05$) entre os híbridos de milho, doses de nitrogênio e a interação dos fatores, sendo apresentada a média dos componentes e coeficiente de variação na Tabela 4. No entanto, ainda que não tenha havido diferenças significativas estima-se que a avaliação do valor nutricional da 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, conforme abordado por Araujo *et al.* (2024).

Na média é possível averiguar menores valores de FDN na matéria seca (52,23%), indicando baixo percentual de lignina (3,90%) e maior quantidade de grãos e, por isso forragens com percentuais adequados de energia digestível (2,93%) e energia metabolizável (2,51%), proveniente principalmente do amido (19,44%), que tem alta digestibilidade na fase de colheita da forragem para ensilagem; enquanto que os valores de fibra em detergente ácido (FDA) são considerados reduzidos (32,07%), provavelmente devido à maior participação de grãos na forragem (Tabela 4), corroborando com os resultados de Santos *et al.* (2023), no qual verificaram valor máximo de 39,39% e mínimo de 24,9%, e a média de 30,37% de FDA presente na matéria seca de diferentes híbridos de milho cultivados para produção de silagem, e confirmando o potencial de produção de forragem de boa qualidade entre os materiais genéticos deste estudo.

Tabela 4. Média e coeficiente de variação (CV) dos parâmetros químico-bromatológicos da forragem produzida por diferentes híbridos de milho.

Componentes	Média (%)	CV(%)
Matéria seca	91,12 ^{ns}	1,59
Proteína bruta	9,52 ^{ns}	7,22
Fibra em detergente neutro	52,23 ^{ns}	6,83
Fibra em detergente ácido	32,07 ^{ns}	6,64
Lignina	3,91 ^{ns}	14,27
Amido	19,44 ^{ns}	18,64
Extrato etéreo	3,23 ^{ns}	11,16
Ácidos graxos	2,31 ^{ns}	17,87
Matéria mineral	4,38 ^{ns}	15,95
Digestibilidade da MS em 48h	79,00 ^{ns}	3,47
Digestibilidade da FDN em 48h	59,79 ^{ns}	6,08
Nutrientes digestíveis totais	61,14 ^{ns}	3,08
Energia digestível	2,93 ^{ns}	2,48
Energia metabolizável	2,51 ^{ns}	2,94

^{ns}- não significativo e * significativo pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Fonte: Autor (2024)

Na condução do ensaio foram testadas doses crescentes de nitrogênio e não foi obtida resposta significativa da adubação nitrogenada e sua interação

com os diferentes híbridos de milho. Isso pode ser atribuído a característica química do solo (Tabela 1), considerando a capacidade de troca de cátions ocupada em sua maior parte por elementos essenciais (Ca^{2+} , Mg^{2+} e K^{+}) que favorecem a manutenção da fertilidade por um prolongado período e evitam a ocorrência de efeitos tóxicos da aplicação de fertilizantes, bem como a alta saturação por bases (80%) e condições de resíduos vegetais deixados por culturas anteriores a implantação do experimento (plantio em sucessão milho-soja). Assim, o alto potencial produtivo de massa verde e grãos pelos híbridos de milho testados correlaciona-se com a fertilidade inicial do solo e que a necessidade de extração de N pela cultura depende do suprimento de N do solo a partir da mineralização da matéria orgânica, mineralização dos restos culturais anteriores, efeito residual das adubações anteriores; e da eficiência de recuperação pela cultura do fertilizante aplicado.

4 CONCLUSÕES

O híbrido BM3088 PRO4 foi o material que se destacou quanto ao componente estrutural da planta e melhor expressou seu potencial produtivo, com produção de $64,4 \text{ t ha}^{-1}$ de massa verde e $11,3 \text{ t ha}^{-1}$ de grãos, um incremento médio de 13,21% e 6,79% a mais que os demais híbridos, sendo indicado para o plantio em sistema safrinha na região sul rondoniense.

Apesar de não haver diferença estatística entre os híbridos de milho, doses de N e interação dos fatores para os componentes bromatológicos da forragem, na média foi possível averiguar menores valores de FDN na matéria seca, indicando baixo percentual de lignina e maior quantidade de grãos e, por isso forragens com alto valor nutritivo e boa digestibilidade.

A adubação nitrogenada não teve efeito nos parâmetros analisados nas plantas, na qualidade químico-bromatológica e na produtividade final de grãos para a cultura do milho, nas condições edafoclimáticas e historial de práticas agrícolas da área em que decorreu o ensaio.

Na região sul rondoniense é escasso as informações dos atuais híbridos disponíveis no mercado para as condições edafoclimáticas e suas respostas a

adubação nitrogenada, o que sugere estudos contínuos de avaliação do desempenho agrônomo, considerando a minimização do risco de recomendação de híbridos de milho e que o manejo de fertilizantes nitrogenados de forma eficiente e sustentável é o desafio atual da agricultura, de modo que haja uma melhoria contínua na produção e garantia de segurança alimentar em longo prazo.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a 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 12/2023/PROPESP, bem como a Empresa Sementes Helix e Biotecnologia pela parceria tecnológica e ao Departamento de Pesquisa, Inovação e Pós-graduação do IFRO-Campus Colorado do Oeste pelo apoio a comunicação científica por meio do Edital Nº 32/2024/COLCGAB/IFRO.

REFERÊNCIAS

- 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, n. 12, p.1-18, 2021.
- ARAUJO, L.S.; SILVA, L.G.B.; SILVEIRA, P.M.; RODRIGUES, F.; CUNHA, P.C.R. Desempenho agrônomo de híbridos de milho na região sudeste de Goiás. **Revista Agro@mbiente On-line**, n.10, v.4, p.334-341, 2016.
- ARGENTA, G.; SILVA, P. R. F.; BORTOLINIC. G. Clorofila na folha como indicador do nível de nitrogênio em cereais. **Ciência Rural**, v. 31, n. 4, p. 715-722, 2001.
- ARNON, I. Mineral nutrition of maize. Bern: International Potash Institute, 1975. 452 p.
- BASTOS, M.S. **Características agrônômicas de híbridos de milho para produção de silagem cultivados em quatro estados brasileiros**, 2019, 68p, Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Lavras, 2019.
- BERNARDES, T.F.; DO 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.
- BRONDANI, M.S.; BASSO, C.J.; SOARES, E.F.; SANGIOVO, M.J.R.; LEANDRO, E.V.S.; GAVIRAGHI, L.; FARIAS, M.S.; SANTI, A.L. Impacto da inoculação com *Azospirillum brasilense* associado a fontes de nitrogênio na cultura do milho. **Revista de Ciências Agrárias**, n.44, v.4, p.31-40, 2021.
- CONAB. 2023. **Acompanhamento da Safra Brasileira de Grãos 2023/2024: Segundo Levantamento**, Novembro/2023, Companhia Nacional de Abastecimento. Brasília, CONAB, v.11, n.2.111p.
- CRUZ, L. T. C.; FERRARI, J. V.; MATOSO.; A. O. Qualidade e composição bromatológica do milho em diferentes épocas de corte. Trabalho apresentado no VIII Sintagro e publicado na Reagro: **Revista Eletrônica de Agronegócio**. v.5, 2016.
- FERRARETTO, L.F.; SHAVER, R.D. Effects of whole plant corn silage hybrid type on intake, digestion, ruminal fermentation and lactation performance by dairy cowsth rough a meta-analysis. **Journal of Dairy Science**, v. 98, p. 2662-2675, 2015.
- FERREIRA, D.F. Sisvar: a Guide for its Bootstrap procedures in multiple comparisons. **Ciência e Agrotecnologia**, v.38, n.2, p.109-112, 2014.

KAPPES, C.; ARF, O.; DALBEM, E.A.; PORTUGAL, J.R.; GONZAGA, A.R. Manejo de nitrogênio em cobertura na cultura do milho em sistema plantio direto. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v.13, n. 2, p. 201-217, 2014.

KSIEZAK, J.; BOJARSZCZUK, J.; STANIAK, M. Comparison of maize yield and soil chemical properties under maize (*Zea mays* L.) grown in monoculture and crop rotation. **Journal of Elementology**, v. 23, n. 2, 2018.

NEUMANN, M., HORST, E.H.; SOUZA, A. M.; VENANCIO, B.J.; STADLER JUNIOR, E.S.; KARPINSKI, R.A.K. Avaliação de doses crescentes de nitrogênio em cobertura em milho para silagem. **Revista Agrarian**. v.12, n.44, p.156-164, 2019.

NEUMANN, M.; HORST, E. H.; DOCHWAT, A.; LEÃO, G. F. M.; CARNEIRO, M. K.; MELLO, R. P. Características agronômicas do milho para silagem sob níveis de adubação nitrogenada e potássica em cobertura. **Scientia Agraria Paranaensis**, v.6, n.1, p.69-77, 2017.

OLIVEIRA, M.W.; BHATT, R.; LESSA, J.B.; SANTOS, D.F.; ASSIS, Q.O.; TENÓRIO, T.M. Removal of nutrients and bromatological quality of corn in high productivity crops. **Desarrollo Local Sostenible**, v.16, n.42, p. 525-543, 2023.

RITCHIE, S.W.; HANWAY, J.J.; BENSON, G.O. How a corn plant develops. Iowa State Univ. Coop. Ext. Serv. Spec. Rep, v. 48, p. 21, 1993.

SANTOS, G.; MORAES, J.M.M.; NUSSIO, L.G. Custo e análise de sensibilidade na produção de silagem. **Revista iPecege**, v.3, n.1, p.39-48, 2017.

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 bovino-cultura leiteira. **Revista Observatório de La Economía Latinoamericana**, v.21, n.11, p. 21700-21721. 2023.

SILVA, L.D.; GUIMARÃES, H. P.; RICARDO, G. X.; BONFIM, E. S.; GOMES, E. T.; SILVA, K. A. L.; QUINTANS, N. J.; CATÂNIO, J. V. F. Desempenho agrônomo de híbridos de milho cultivados na região sul do estado de Rondônia. **Brazilian Journal of Development**, v.8, n.2, p.14303-14317, 2022.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 5. ed. Porto Alegre: Editora Artmed., 2012. 954