



UNIVERSIDADE FEDERAL DA GRANDE DOURADOS
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

POTENCIAL FORRAGEIRO DAS CULTIVARES BRS KURUMI E BRS CAPIAÇU

JOYCE PEREIRA ALVES

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Zootecnia, da Universidade Federal da Grande Dourados, como parte dos requisitos à obtenção do título de Mestre em Zootecnia.

Área de concentração: Produção Animal.

Dourados - MS
Março de 2021



UNIVERSIDADE FEDERAL DA GRANDE DOURADOS
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

POTENCIAL FORRAGEIRO DAS CULTIVARES BRS KURUMI E BRS CAPIAÇU

JOYCE PEREIRA ALVES

Orientador: Dr. Marco Antonio Previdelli Orrico Junior

Co-orientadora: Dra. Marciana Retore

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Zootecnia, da Universidade Federal da Grande Dourados, como parte dos requisitos à obtenção do título de Mestre em Zootecnia.

Área de concentração: Produção Animal.

Dourados - MS
Março de 2021

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP).

A474p	<p>Alves, Joyce Pereira.</p> <p>Potencial forrageiro das cultivares BRS Kurumi e BRS Capiagu. / Joyce Pereira Alves. – Dourados, MS : UFGD, 2021.</p> <p>Orientador: Prof. Dr. Marco Antonio Previdelli Orrico Junior</p> <p>Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal da Grande Dourados.</p> <p>1. Conservação de forragem. 2. Estrutura de pasto. 3. <i>Pennisetum purpureum</i>. 4. Produtividade. 5. Ureia. I. Título.</p>
-------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca Central – UFGD.

©Todos os direitos reservados. Permitido a publicação parcial desde que citada a fonte.

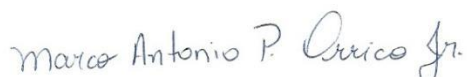
POTENCIAL FORRAGEIRO DAS CULTIVARES BRS KURUMI E BRS CAPIAÇU

por


JOYCE PEREIRA ALVES

Dissertação apresentada como parte dos requisitos exigidos para obtenção do título de MESTRE EM ZOOTECNIA

Aprovado(a) em: 26/03/2021



Dr. Marco Antonio Previdelli Orrico Junior
Orientador – UFGD



Dr. Mábio Silvan José da Silva
UFGD



Dra. Tatiane Fernandes
FMV-ULisboa

BIOGRAFIA DA AUTORA

Joyce Pereira Alves, filha de Reinaldo Pereira da Silva e Marlene Alves de Paiva Silva, nasceu em 16 de setembro de 1995, na cidade de Catolé do Rocha, PB. Em maio de 2013 ingressou no curso de Zootecnia, pela Universidade Federal da Paraíba (UFPB), graduando-se em fevereiro de 2018. Em março de 2019 ingressou no Programa de Pós-Graduação, em nível de Mestrado, em Zootecnia, na Universidade Federal da Grande Dourados, onde foi bolsista CNPQ/CAPES desde de maio de 2019, desenvolvendo estudos na área de Produção e Conservação de Forragem.

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho à minha avó, Laureniza Calado, *in memoriam*, com profundo amor, admiração e gratidão pelo exemplo deixado de perseverança na fé e paciência com essa neta aqui.

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar, agradeço a Deus pela dádiva da vida, pelo seu amor incondicional, pelos planos “maiores” que os meus e, ainda, por me presentear com todas as pessoas e instituições abaixo citadas, as quais me permitiram vencer essa etapa da minha história.

À minha família, por representar a figura da fundação de uma sólida construção, na qual eu posso me espelhar e retirar todo o apoio, humildade, perseverança e amor necessário para alcançar cada um dos meus sonhos. De forma especial, ao “casal 20” que mais amo, painho, Reinaldo Pereira, e mainha, Marlene Alves, pela ternura, dedicação, educação e paciência. À minha irmã predileta, Juliana Alves, minha confidente mais linda e divertida. Amo demais o seu alto astral e obrigada pelo intenso zelo e por sempre estar comigo. Ao meu irmão, Jonas Alves, meu vaqueiro mais “xarope”; e ao meu pequeno e fofuxo sobrinho, Samuel Alves. Às vovós, Laureniza Calado (*in memoriam*), pelos seus afagos e por ser um exemplo na fé e, Mariza Paiva, pelos sorrisos arrancados. A todos os titios e aos numerosos primos.

Aos amigos, minha segunda família, pelos momentos de descontração, comilanças, e pelos choros também compartilhados. Ao meu fiel escudeiro Matheus Ayres. Ao indiano mais legal e meigo que já conheci, Ravil Srivatav. Àqueles conquistados na graduação, Begna Janine, Emanuela Suassuna, Kelliane Medeiros (turma D6); Suany Maria; Renan Nogueira; Jamylle Germano; Jaqueline Germano; Tacieli Beserra (juntamente com sua mãe, Dona Célia) e José Maria. À minha *Best*, Ana Claudia, a qual eu ainda herdarei um pouquinho do seu espírito aventureiro, pelo carinho e chatices. Aos colegas de curso, que “moram no meu coração, sem pagar aluguel” e que me provaram que a Zootecnia pode ser uma profissão ainda mais prazerosa – Mirelly Souza, Lucas Lopes e Paulo Carnavale (meus estagiários prediletos), Alice Watte; Cristiane Barbosa; Jéssica Pantoja; Nayara Silva; Kamila Rocha; Sullyvan Oliveira; Yasmin Picanço; Janaína Silva; Henrique Momo; Jean Valentin; Orlando Costa e Raquel Oliveira. Ah, já me esquecendo, externo aqui o meu obrigada, também, ao cão Chico. Que saudades das suas lambidas.

Sim, me sinto na obrigação de agradecer, em um parágrafo isolado, ao meu parceiro Edgar Galeano, vulgo cara de fuinha, pelas leseiras, raivas, paciência e companheirismo, durante toda a caminhada do mestrado. Ah, ele me “mandou” deixar explícito aqui que, se não fosse pela GRANDIOSA colaboração dele no laboratório de Manejo de Forragens e Resíduos Agropecuário, eu ainda estaria hoje confeccionando saquinhos de TNT, para análises.

À Cleuza Nunes e minhas colegas de residência, pela acolhida na “grande Dourados”.

À minha *coach* favorita, Tatiane Fernandes, a qual tive também a honra de contar como avaliadora desta pesquisa. Menina, tu tens um coração que nem cabe direito nesse peito. Ah, já estou com saudades dos seus pães de alho.

Aos professores que tive o prazer de passar pelas mãos, livros, gizes, quadro negro e, que compartilharam além da teoria das informações, saberes e valores morais e éticos, conduzindo-me até a chegada desta reta final do mestrado, em especial: Núbia Gomes (pioneira), Erenildes, Renilde Barros; Maria José; Pinheiro; Joana Lira; Luciano Targino; Julicelly Gomes; Cíntia Martins e, especificamente, aos docentes do Centro de Ciências Agrárias (CCA), UFPB nas pessoas de Fernanda Fernandes, Felipe Nollet, Emanuelle Alicia e Cauby Dantas.

Aos meus orientadores, Dr. Marco Antônio Previdelli Orrico Júnior e Marciana Retore, pelos ensinamentos, parceria e confiança em meu trabalho.

Aos professores, Mábio Silvan e Rafael Goes, por todo apoio e os longos bate-papos compartilhados.

Ao órgão Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pelo “saudoso” apoio financeiro às minhas pesquisas acadêmicas, e à Embrapa Agropecuária Oeste pela concessão da sua estrutura física, para execução, especialmente a campo, desta pesquisa.

À empresa Lallemand, pela doação dos inoculantes enzimo-microbianos aqui testados.

E a todos que contribuíram direta ou indiretamente para o meu aprendizado pessoal, meu obrigada.

“Agora, portanto, permanecem estas três coisas: a fé, a esperança e o amor. A maior delas, porém, é o amor”

1 Coríntios 13:13

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS	viii
LISTA DE TABELAS	ix
LISTA DE ABREVIATURAS	x
LISTA DE SÍMBOLOS	xi
CONSIDERAÇÕES INICIAIS.....	1
CAPÍTULO 1.....	3
REVISÃO DE LITERATURA	4
Produção de leite em pastagens	4
BRS Kurumi.....	5
BRS Capiaçú.....	7
Silagem na forma de Ração Mista Total (TMR)	9
OBJETIVOS.....	12
Geral.....	12
Específicos	12
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	13
CAPÍTULO 2. Qual a melhor estratégia de manejo para a BRS Kurumi?	18
INTRODUÇÃO.....	21
MATERIAL E MÉTODOS.....	22
RESULTADOS	25
Produção de biomassa e valor nutricional nas estações das águas e seca.....	25
Produção anual de biomassa e de nutrientes e eficiência de utilização do nitrogênio aplicado	30
DISCUSSÃO.....	32
CONCLUSÕES.....	35
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	35
CAPÍTULO 3. Efeito das idades de corte e das adubações nitrogenadas na produtividade, no valor nutricional e na eficiência de utilização do nitrogênio em áreas cultivadas com BRS Capiaçú	39
INTRODUÇÃO.....	42
MATERIAL E MÉTODOS.....	43
RESULTADOS	47
DISCUSSÃO.....	54
CONCLUSÕES.....	57
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	57

CAPÍTULO 4. Efeito da idade da planta e de aditivos na fermentação e no valor nutritivo de silagens de rações mistas totais a base de BRS Capiacu.....	60
INTRODUÇÃO.....	63
MATERIAL E MÉTODOS.....	64
RESULTADOS.....	68
DISCUSSÃO.....	72
CONCLUSÕES.....	75
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	76
CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	80

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Temperatura média (T med), máxima (T max) e mínima (T min) do ar, umidade relativa do ar (UR), precipitação (Prec.) e radiação, verificadas durante o período experimental entre agosto de 2017 a setembro de 2018, município de Dourados, MS, Brasil.	22
Figura 2. Croqui da área experimental, na qual foi implantada a BRS Kurumi, com os respectivos tratamentos e parcelas.	23
Figura 3. Produção de biomassa (MS, kg/ha) da BRS Kurumi manejada com diferentes alturas de resíduos e adubações nitrogenadas, durante as estações das águas e seca.....	26
Figura 4. Efeito da interação entre as alturas de resíduos e as adubações nitrogenadas sobre os teores de proteína bruta (A) e fibra em detergente ácido (FDA) (B) da BRS Kurumi.....	28
Figura 5. Efeito das interações entre níveis de adubações nitrogenadas e estações do ano (A), alturas de resíduos e estações do ano (B), e níveis de adubações nitrogenadas e alturas de resíduo (C), sobre os teores de celulose da BRS Kurumi.	29
Figura 6. Efeito da interação entre doses nitrogênio e estação sobre os teores de lignina do capim BRS Kurumi.	30
Figura 7. Eficiência de utilização do nitrogênio aplicado (kg/kg de N) para a produção de matéria seca (A), produção de matéria orgânica (B), produção de proteína bruta (C) e produção de matéria seca digestível (D) da BRS Kurumi manejada com diferentes alturas de resíduo e adubações nitrogenadas	32
Figura 8. Temperatura média (T med), máxima (T max) e mínima (T min) do ar, umidade relativa do ar (UR), precipitação e radiação, verificadas durante o período experimental entre agosto de 2017 a setembro de 2018, município de Dourados, MS, Brasil.....	44
Figura 9. Croqui da área experimental, na qual foi implantada a BRS Capiapu, com os respectivos tratamentos e parcelas.	45
Figura 10. Produção anual de MS da BRS Capiapu em diferentes idades de corte (60, 90 e 120 dias) e adubado com diferentes doses de nitrogênio (0, 100 e 200 kg N/ha).....	47
Figura 11. Produção anual (kg/ha) anual de celulose, hemicelulose, lignina e proteína bruta da BRS Capiapu em diferentes idades de corte e adubado com diferentes doses de nitrogênio.	52
Figura 12. Eficiência de utilização do nitrogênio aplicado (kg produzidos/kg de N aplicado) para as produções de matéria seca (A), matéria orgânica (B), matéria seca digestível (C), proteína bruta (D) da BRS Capiapu, em função da idade da planta (60, 90 e 120 dias) e entre as doses de nitrogênio (100 e 200 kg N/ha/ano).	53
Figura 13. Teores de ácido acético (A), ácido butírico (B), estabilidade aeróbia (C) e coeficientes de digestibilidade in vitro de MS (D) de silagens de TMR contendo o capim BRS Capiapu com diferentes idades de corte e aditivos microbianos.	71

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Produtividade de matéria seca, composição química e digestibilidade in vitro da matéria seca da BRS Kurumi manejada com diferentes alturas de resíduos e adubações nitrogenadas, durante as estações das águas e seca.....	27
Tabela 2. Produção anual de matéria seca e de nutrientes (kg/ha) da BRS Kurumi manejada com diferentes alturas de resíduos e adubações nitrogenadas.....	31
Tabela 3. Produção de biomassa (planta inteira, folha e colmo), proporções de folha e colmo e altura da BRS Capiacu em diferentes idades de corte e adubado com diferentes doses nitrogênio	48
Tabela 4. Composição química e digestibilidade in vitro da matéria seca da folha e do colmo (%) da BRS Capiacu em diferentes idades de corte e adubado com diferentes doses nitrogênio	50
Tabela 5. Composição química e digestibilidade in vitro da matéria seca (% , planta inteira) e produção anual de nutrientes (kg/ha) da BRS Capiacu em diferentes idades de corte e adubado com diferentes doses nitrogênio.....	51
Tabela 6. Composição química e digestibilidade in vitro da matéria seca da BRS Capiacu, nas idades de 60, 90 e 120 dias de rebrota, e das rações mistas totais (TMR) utilizadas no experimento.....	67
Tabela 7. Parâmetros fermentativos, composição química e digestibilidade in vitro da matéria seca de silagens de TMR, contendo o capim BRS Capiacu, com diferentes idades de cortes (60, 90 e 120 dias) e aditivos microbianos + enzimas fibrolíticas	69

LISTA DE ABREVIATURAS

- AA – ácido acético;
- AB – ácido butírico;
- AI – ácido isovalérico;
- AL – ácido láctico;
- AP – ácido propiônico;
- AV – ácido valérico;
- BAL – bactérias ácido lácticas;
- BRS – identificação dos materiais provenientes do programa de melhoramento genético da Embrapa;
- COMBO – inoculante homofermentativo + inoculante heterofermentativo + enzimas fibrolíticas;
- CTC - capacidade de troca de cátions;
- CZ – cinzas;
- DIVMS – digestibilidade *in vitro* da matéria seca;
- EF – enzima fibrolítica;
- EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária;
- FDA – fibra em detergente ácido;
- FDN – fibra em detergente neutro;
- HOM – inoculante homofermentativo + enzimas fibrolíticas;
- MS – matéria seca;
- PB – proteína bruta;
- TMR – ração mista total;
- UFC – unidade formadora de colônia.

LISTA DE SÍMBOLOS

Al – alumínio;

°C – graus Celsius;

Ca – cálcio;

CaCl₂ – cloreto de cálcio;

% – percentual;

cm – centímetro;

cmol/dm³ – centimol por decímetro cúbico;

CO₂ – molécula de gás carbônico;

g – grama;

ha – hectare;

K – potássio;

kg – quilograma ;

H - hidrogênio;

m – metros;

Mg – magnésio;

mg/dm³ – miligrama por decímetro cúbico;

mm – milímetro;

mL – mililitro;

N – nitrogênio;

N-NH₄ – nitrogênio amoniacal;

P – fósforo;

pH – potencial hidrogeniônico;

ton – tonelada;

UA – unidade animal;

UI – Unidade Internacional referente a concentração de uma “X” enzima (1 UI/g = 1μmol/min/g).

CONSIDERAÇÕES INICIAIS

O capim-elefante (*Pennisetum purpureum Schum*) é uma das espécies mais utilizadas como capineira no mundo, principalmente nas regiões tropicais e subtropicais do planeta. Isso se dá em função do seu grande potencial de produção de biomassa, valor nutricional, vigor, resistência a seca e persistência (Pereira et al., 2010). Nesse sentido, a Embrapa Gado de Leite desenvolveu pelo programa de melhoramento genético do capim-elefante, as cultivares BRS Kurumi (no ano de 2012) e a BRS Capiaçú (em 2016) (Pereira et al., 2017). Essas duas cultivares apresentam propósitos distintos, sendo indicadas, principalmente, para o produtor de leite que necessita suprir a demanda de volumoso nas diferentes épocas do ano.

A cultivar BRS Kurumi é caracterizada pelo porte anão, alta proporção de folhas, resistência ao pisoteio dos animais, elevado valor nutricional e fácil manejo. Essas características colocam a BRS Kurumi como uma opção para os pequenos produtores que optam por aumentar a produtividade do rebanho, sem que seja necessário aumentar a área de pastagem (Pereira et al., 2017). A cultivar BRS Capiaçú, de acordo com os referidos autores, apresenta porte elevado, alta produção de matéria seca, resistência ao tombamento e facilidade à colheita mecânica. Tais atributos corroboram para elencar a BRS Capiaçú como uma boa alternativa para a formação de capinieras, que são comumente utilizadas na entressafra, na forma de silagens ou para o corte e fornecimento no cocho.

Na literatura é possível encontrar trabalhos que demonstram o grande potencial produtivo destas cultivares. Gomide et al. (2015a) alcançaram taxas de lotação entre 4 e 7 UA/ha em pastagens de BRS Kurumi, as quais proporcionaram ganhos médios de até 700 g/animal/dia, de novilhas leiteiras Holandês x Zebu, durante o período chuvoso, recriadas exclusivamente a pasto, com fornecimento de sal mineral, além de produções médias de 18-19 litros/vaca/dia. Já para a cultivar BRS Capiaçú, Pereira et al. (2016) verificaram produções totais de proteína bruta e de nutrientes digestíveis totais (2,65 e 23,61 t/ha/ano, respectivamente) maiores que aquelas comumente obtidas com as culturas do milho, da cana-de-açúcar e do sorgo.

Por apresentarem elevada produtividade por hectare, essas cultivares necessitam de um maior aporte de nutrientes e, desta forma, uma atenção especial deve ser dada no momento da adubação. Como, o nitrogênio está envolvido diretamente em diversas alterações fisiológicas das gramíneas forrageiras, tais como no número, tamanho e taxa de perfilhamento, aparecimento de folhas e alongamento do colmo, este é um dos principais minerais requeridos para a produtividade e valor nutricional das forrageiras tropicais (Fageria

et al., 2010). Para diferentes genótipos do capim-elefante pode-se observar variação na exigência de nitrogênio, com recomendações que variam de 36 a 400 kg N/ha/ano (Pieterse & Rethman 2002; Morais et al., 2012). Assim, é necessário conhecer qual a dose de nitrogênio mais indicada para equilibrar tanto a produção, quanto a qualidade das cultivares BRS Capiacu e BRS Kurumi.

Embora amplamente utilizadas pelos produtores rurais para produção de silagem, as cultivares de capim-elefante de porte alto, como é o caso da BRS Capiacu, caracterizam-se por possuir teores elevados de umidade, o que dificulta a fermentação e leva a grandes produções de efluentes e perdas significativas de matéria seca (Santos, Dos et al., 2013).

Segundo Gusmão et al. (2018), a silagem de TMR de capim-elefante (cultivar Cameroon) é uma forma viável de contornar os altos teores de umidade contidos no capim, pois, a inclusão de concentrados secos contribui para ajustar a umidade para os níveis mais adequados, além de melhorar os níveis de carboidratos solúveis da mistura a ser ensilada. Segundo os mesmos autores, o custo de produção desse tipo de silagem também pode ser menor em comparação com as culturas tradicionais de milho ou sorgo, pois, podem ser feitos sucessivos cortes do capim ao longo do ano e não há necessidade de gastos com o plantio anual da cultura. Desta forma, acredita-se que o uso da BRS Capiacu, como base para a produção de uma silagem de ração mista total (TMR), seria uma estratégia para melhorar o processo fermentativo, além de facilitar a alimentação do rebanho nas pequenas propriedades leiteiras.

Mesmo com todas as vantagens mencionadas anteriormente, essas cultivares ainda precisam ser submetidas a diferentes condições edafoclimáticas, somente assim, será possível estabelecer em quais condições essas forrageiras terão desempenho satisfatório. Além disso, faz-se necessário definir quais as melhores doses de nitrogênio e qual o ponto ideal para o corte, os quais podem diferir em função das diferenças edafoclimáticas (Flores et al., 2012).

Com base no exposto, esta dissertação foi dividida em quatro capítulos, sendo o Capítulo 1, uma revisão de literatura sobre a temática a ser estudada; o Capítulo 2, um artigo científico intitulado “Qual melhor estratégia de manejo para a BRS Kurumi?”; o Capítulo 3, um artigo científico intitulado “Efeito das idades de corte e das adubações nitrogenadas na produtividade, no valor nutricional e na eficiência de utilização do nitrogênio em áreas cultivadas com BRS Capiacu” e, o Capítulo 4, intitulado “Efeito da idade da planta e de aditivos na fermentação e no valor nutritivo de silagens de rações mistas totais a base de BRS Capiacu”, todos redigidos segundo as normas da revista Pesquisa Agropecuária Brasileira.

CAPÍTULO 1

REVISÃO DE LITERATURA

Produção de leite em pastagens

Segundo estimativa da Organização para Agricultura e Alimentação (FAO, 2018), a demanda por produtos pecuários em 2050 deverá aumentar 35% em relação ao seu nível atual, impulsionada pelo crescimento, aumento da renda e urbanização da população. Assim, de acordo com a FAO, faz-se necessário maximizar a eficiência das dietas e manejo das pastagens, como estratégia para melhorar a produtividade do setor pecuário e, consequentemente, atender essa pressão por alimentos de origem animal.

A cadeia produtiva do leite no Brasil, por sua vez, tem como base para alimentação do seu rebanho o uso de pastagens tropicais. A área de pastagem voltada à produção de leite corresponde a 149 milhões de hectares, segundo levantamento do IBGE (2019), o que compõe mais de um milhão de propriedades leiteiras (Embrapa, 2019). Ainda, de acordo com os mesmos autores, estima-se que apenas 20-30% dos animais destas propriedades estão em sistema de confinamento e, todo o restante, tem as pastagens como principal fonte de alimentação.

Schiavon et al. (2021), em um estudo sobre o desempenho e eficiência financeira de três sistemas de produção de leite no Brasil, verificaram que o sistema de confinamento resultou em uma maior produção de leite por vaca em lactação, em comparação com os sistemas de semi-confinamento e pastejo (8.612,5 *versus* 2.061,1 e 866,1 litros, respectivamente), porém, com maiores custos variáveis (1,47 *versus* 1,37 e 1,27 R\$/L). Ainda de acordo com a Embrapa (2019), a produção média individual do rebanho leiteiro do Brasil é de 5,5 kg/vaca/dia, valor considerado muito baixo, o que denota ainda a ampla possibilidade de aumento na produtividade dos rebanhos leiteiros a pasto.

A decisão de qual sistema de criação (intensivo ou extensivo) o produtor rural deve adotar, é dependente de inúmeros fatores, entre eles: clima, tipo de solo, localização e dimensões da propriedade, quantidade de capital disponível para ser investido e raça (Kallas et al., 2010). Nesse contexto, a criação de animais em pastagens oferece, geralmente, uma opção de baixo custo, principalmente, para os agricultores familiares (que possuem uma pequena capacidade de investimento) devido à redução significativa dos custos com alimentação, mão-de-obra e maquinário, ainda que proporcione uma baixa lucratividade. Rojas-Downing et al. (2017) verificaram uma diminuição de 6% nos custos de produção (\$ 30.252/ano) na transição do sistema de confinamento para pastagem, além de uma redução

das despesas anuais com os animais do sistema de pastoreio (\$ 418/vaca/ano), em comparação com o sistema de confinamento (\$ 551/vaca/ano). Segundo os autores, o uso de pastagens é justificado pelo menor investimento com alimentação, infraestrutura, menor risco a problemas de saúde graves e melhor desempenho reprodutivo para as vacas em pastejo.

Além das vantagens mencionadas, o uso de pastagens também pode colaborar com a redução dos impactos ambientais, comumente observados em criações de animais confinados. Rööös et al. (2016) verificaram uma redução de 50% nas emissões de gases de efeito estufa com o uso de boas práticas de manejo de pastagens, quando comparada aos sistemas confinados de produção. Além disso, a presença de microrganismos patogênicos, nitrogênio e fósforo nos resíduos acumulados nos confinamentos representam um risco potencial para o ecossistema, podendo contribuir para a contaminação do solo e dos lençóis freáticos (Hu et al., 2017).

A produção de leite no Brasil que está baseada no uso de pastagens utiliza uma diversidade de tecnologias e, um função disso, é comum observar heterogeneidade na produtividade (Vilela et al., 2016). Desta forma, a busca por um sistema de manejo de pastagem, que foque na eficiência alimentar dos animais em associação a técnicas de conservação do solo, é o fator crucial para garantir a longevidade das pastagens (Savian et al., 2019).

O uso de espécies forrageiras mais produtivas é uma forma de aumentar a eficiência produtiva do rebanho, ao passo que possibilita uma alternativa de enfrentar a sazonalidade da produção de pastagens. O *Pennisetum purpureum Schum*, comumente conhecido no Brasil como capim-elefante, é uma espécie forrageira muito cultivada nas propriedades leiteiras, principalmente, pelos agricultores familiares, para ser utilizado durante o período seco do ano (Pereira et al., 2013). Sua origem é atribuída à África Ocidental e, sua introdução no ocorreu no ano de 1920. O capim-elefante apresenta ciclo vegetativo perene, alta produção de matéria seca (MS) por hectare (ha), e dois tipos de cultivares, quanto ao porte. Ainda de acordo com Pereira et al. (2013), as cultivares de porte baixo (anãs) foram desenvolvidas para o pastejo e, as de porte elevado para serem cortadas e fornecidas no cocho ou ensiladas.

BRS Kurumi

Em sua maioria, as cultivares anãs de capim-elefante foram selecionadas para apresentarem significativa proporção de folha, contribuindo, assim, para melhorar a qualidade da planta, a exemplo da BRS Kurumi (Gomide et al., 2015a). Quando comparado com outros

capins que possuem finalidade de pastejo, a BRS Kurumi apresenta vigoroso crescimento vegetativo, com rápida expansão foliar e intenso perfilhamento, além de entrenós curtos que facilitam o manejo da pastagem (Pereira et al., 2017). Os mesmos autores observaram, durante a estação chuvosa, produções de 16,2 toneladas (ton) de MS/ha de forragem e 11,1 ton de MS/ha de folhas para o capim Kurumi. Valores estes muito superiores aos obtidos para o cultivar Mott, a qual apresentou produção de 7,7 ton de MS/ha de forragem e 7,1 ton de MS/ha de folhas.

Paciullo et al. (2015) em seu estudo comparativo com os genótipos de capim-elefante, BRS Kurumi, CNPGL 00-1-3 e Napier, observaram para a BRS Kurumi, teores médios de PB de 19,4% e coeficiente de digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS) de 70,3%. Esses valores sobressaíram-se aos verificados com nos genótipos CNPGL 00-1-3 e Napier, os quais apresentaram teores médios de PB de 18,60 e 17,67%, enquanto a DIVMS média observada foi de 68,42 e 67,22%, respectivamente. Ainda, os menores teores de FDN foram verificados para a BRS Kurumi e para o CNPGL 00-1-3, quando comparados a cultivar Napier, 61,37, 62,60 e 66,20% de FDN, respectivamente.

O valor nutricional, aliado a menor taxa de alongamento de colmos da cultivar BRS Kurumi, vem proporcionando bons resultados no ganho de peso dos animais em pastagem. Segundo Paciullo et al. (2015), foram observados ganhos de peso de 787 kg/ha para a cultivar BRS Kurumi, valor superior aos observados para o genótipo CNPGL 00-1-3 e a cultivar Napier que foram de 625 e 712 kg/ha, respectivamente. Além disso, foi observado maior desenvolvimento ponderal das novilhas leiteiras em crescimento o que garantiu maior precocidade à primeira cobertura e ao primeiro parto. Segundo os autores a maior massa de folha e a maior capacidade de suporte da BRS Kurumi, em comparação ao demais capins, foi fundamental para os resultados alcançados.

Dentro as diversas práticas de manejo de pastagem, a definição da altura de resíduo pós-pastejo têm sido alvo de estudos em pastagens de capim-elefante, uma vez que essa variável está ligada diretamente às características morfológicas da planta, a partir da intensidade de desfolhação, exercendo influência sobre a produtividade e valor nutritivo da pastagem. Gomide et al. (2015b), em estudo sobre diferentes condições de pastejo, determinaram que para a BRS Kurumi, a melhor altura de pré e pós pastejo deve ser de, 80 e 30 cm, respectivamente. Chaves et al. (2013) também observaram maiores taxas de acúmulo de forragem quando a cultivar BRS Kurumi foi manejada com uma altura do dossel pós-pastejo de 30 cm.

No entanto, sabe-se que a altura pré e pós pastejo pode ser influenciada pela adubação nitrogenada. Lobo et al. (2014), avaliando parâmetros morfogênicos e produtividade do capim-elefante cv. Pioneiro, verificaram que doses crescentes de nitrogênio (100 a 400 kg N/ha/ano) aumentaram a produção de MS/ha, taxa de aparecimento foliar (folha/dia/perfilho), taxa de alongamento foliar (cm folha/dia) e taxa de alongamento de colmo (cm perfilho/dia). Tal pesquisa, comprova que a aplicação do nitrogênio pode reduzir a altura de resíduo considerada ideal para a pastagem, visto ainda a participação deste mineral na estrutura de proteínas, fotossíntese, respiração, dentre outras características fisiológicas e morfológicas da planta.

A produtividade e a composição química das gramíneas também estão diretamente relacionadas com as diferentes estações do ano (Na et al., 2016). Desta forma, foi observado por Carvalho et al. (2004), em pastagens de capim-elefante, que os teores dos constituintes da parede celular atingiram valores máximos no final do verão e, as mesmas concentrações tenderam a diminuir após esse período, ao passo, ainda que, a biomassa total sofreu declínio sazonal durante o período do outono até o inverno, em detrimento, principalmente, das baixas temperaturas, baixa radiação solar e diminuta atividade fotossintética, observadas no referido intervalo entre estas estações.

Nesse sentido, o conhecimento sobre a resposta das cultivares de capim-elefante à variação no manejo, representa um passo importante para o estabelecimento de novas estratégias de cultivo e de produção a campo para suplementação volumosa.

BRS Capiaçú

Como estratégia para contornar a estacionalidade de produção, diminuir as oscilações do valor nutricional da planta, bem como maximizar o potencial de produção forrageira e animal, pode-se intensificar a produção de leite, a partir da formação de capineiras ou produção de silagem de baixo custo, com a cultivar BRS Capiaçú.

Com destaque para sua alta produção de biomassa, a BRS Capiaçú apresenta rendimento de MS equivalente a 80,4 ton MS ha/ano, superior às 60,8 ton MS ha/ano observada por Marafon et al. (2017) para a cultivar capim-elefante Venezuela, com realização de dois cortes anuais.

De acordo com Pereira et al. (2017), embora altamente produtiva, a BRS Capiaçú possui altos teores de fibra em detergente neutro (FDN), devido à sua grande produção de colmos, sendo comum observar médias de 71,50% FDN e uma relação folha: colmo de 0,75.

Entretanto, os mesmos autores observaram maiores teores de PB para a BRS Capiaçú (9,10%), em comparação a cultivar Cameroon (7,17%). Estes resultados foram justificados pelas características da BRS Capiaçú de florescimento tardio, porte alto e folhas com lâminas largas, longas e verdes.

Devido à sua alta produção de biomassa, o capim-elefante é uma planta exigente em nutrientes, visto que a extração de nutrientes do solo é proporcional aos rendimentos de biomassa (Morais, De et al., 2012). Por sua vez, a adubação nitrogenada, interfere diretamente nas características estruturais e fisiológicas da planta, promovendo um rápido crescimento da mesma, maior densidade de perfilhos e incremento na massa seca das lâminas foliares (Prado, 2008). Desta forma, plantas que recebem adubações nitrogenadas tendem a apresentar maior produtividade da matéria seca da parte aérea, estimulando o consumo e, conseqüentemente, resultando em um melhor desempenho animal (Silva et al., 2013).

O uso de fertilização nitrogenada, associado ao regime de cortes, pode incrementar a produção de MS do capim-elefante. A eficiência de utilização do nitrogênio pelo capim-elefante é aumentada com o avanço da idade entre cortes, de 120 para 180 dias de rebrota (Flores et al., 2012). Esses autores evidenciaram que capins com 180 dias de rebrota produziram 563,4 kg de N/ha na maior dose de N-fertilizante aplicada no corte (150 kg/ha), superior ao produzido por capins com 120 dias (399,5 kg de N/ha por kg de N aplicado).

Em um estudo realizado em condições de semiárido (região norte de Minas Gerais), Monção et al. (2020) recomendaram a colheita do capim-elefante com 90 dias de rebrota, levando em consideração a alta produtividade de MS digestível por unidade de área. Nesse sentido, maiores intervalos entre cortes resultam em aumentos na produção de massa, porém, há redução no valor nutricional da forragem produzida, o que acaba desfavorecendo o uso desta forragem com idade mais avançada (Zailan et al., 2016).

A disponibilidade de nutrientes, o potencial genético da planta, a radiação solar e a temperatura são fatores primordiais para o crescimento das plantas (Alencar, De et al., 2010). Assim, determinar o melhor intervalo de corte, em função da adubação nitrogenada, pode otimizar a produção de biomassa no período do verão, pela BRS Capiaçú.

Esse acúmulo de massa tem potencial para ser conservado na forma de silagem. Ressalta-se, que a silagens confeccionadas com base nesta cultivar constituem uma alternativa de alimentação barata (57% inferior ao custo de produção da silagem de milho) (Pereira et al., 2016). De acordo com os mesmos autores, esta cultivar pode ser utilizada em sistemas de produção de leite, porém apresenta baixos teores de MS, o que pode ser contornado com silagens de ração mista total.

Silagem na forma de Ração Mista Total (TMR)

O elevado potencial de produção de MS por hectare é uma característica desejada para culturas destinadas à produção de silagem. No entanto, as gramíneas tropicais, entre elas o capim-elefante, possuem algumas características que desfavorecem o processo de ensilagem. Os baixos teores de MS, a alta capacidade tampão e as concentrações insuficientes de carboidratos solúveis dos capins tropicais, impedem uma adequada fermentação (Santos, Dos et al., 2013).

A maioria das silagens de capim tropical apresentam pH elevado, significativas produções de efluentes e fermentações indesejáveis, o que pode causar perdas nutricionais e afetar a saúde dos animais (Zanine et al., 2010). Desta forma, para que as gramíneas tropicais possam ser conservadas na forma de silagem é recomendada a utilização de aditivos secos e/ou energéticos, a fim de reduzir os teores de umidade e favorecer a fermentação (Bezerra et al., 2019).

Nesse sentido, a ensilagem das rações mistas totais (TMR) é uma prática que possibilita adequar a umidade e melhorar o perfil fermentativo das silagens, além de proporcionar aos animais o consumo dos nutrientes necessários para atender aos requisitos de manutenção e produção (Schingoethe, 2017). Segundo o mesmo autor, as referidas rações completas são produzidas pela mistura de forragens, subprodutos, concentrados, minerais, vitaminas e aditivos. Possui ainda o objetivo de produzir dietas balanceadas nutricionalmente para uma espécie e ou categoria animal específica e, colocadas em silos para serem oferecidas aos animais durante períodos de escassez.

Os primeiros estudos sobre silagem TMR foram relatados na década de 1960 nos Estados Unidos (Owen & Howard, 1965). No entanto, a sua produção só se tornou atrativa nos últimos anos, com o acesso facilitado à máquinas que fazem as misturas completas, de maneira precisa e uniforme, o que otimizou a sua utilização (Borreani et al., 2019). Por isso, os produtores de leite têm demonstrado um interesse renovado na silagem TMR em diversos países, uma vez que esta apresenta menor uso de mão de obra e maquinário, composição mais uniforme da dieta, potencial para incorporar subprodutos úmidos na dieta e alta estabilidade aeróbia após abertura dos silos (Weinberg et al., 2011; Schmidt et al., 2017).

Gusmão et al. (2018) verificaram que uma silagem de TMR, formulada para gado de leite, contendo capim-elefante e diferentes concentrados apresentou melhor perfil de fermentação (ou seja, o ácido láctico foi o ácido primário), menor produção de efluentes

(47,37 *versus* 87,3 g/kg) e maior estabilidade aeróbia (93,15 *versus* 57,7 horas), quando comparada à silagem exclusiva de capim-elefante.

Miyaji & Nonaka (2018) compararam o desempenho de vacas leiteiras alimentadas com a TMR fresca ou ensilada (sem qualquer aditivo para silagem) e observaram que a ensilagem TMR melhorou a digestibilidade da MS de 723 para 776 g/kg e mostrou a tendência de aumentar a ingestão de MS de 22,4 para 23,0 kg/animal/dia, na comparação com a TMR *in natura*. Essa melhoria na digestibilidade e ingestão resultou em uma produção de leite 3,3% maior para a TMR ensilada.

A silagem de dieta total apresenta grandes quantidades de ingredientes energéticos e proteicos na mistura. Por isso é de suma importância que o processo de fermentação ocorra de maneira eficiente, a fim de reduzir as perdas fermentativas e a qualidade (degradação da proteína) destes ingredientes. Uma das formas de minimizar perdas é garantir que a fermentação láctica prevaleça no interior do silo (Santos et al., 2010), o que pode ser viabilizado com o uso dos inoculantes microbianos (Silva, Da et al., 2020).

Os inoculantes microbianos compreendem um grupo de estirpes de bactérias do ácido láctico (BAL) selecionadas para auxiliar e maximizar a fermentação no silo. Considera-se fermentação láctica, aquela na qual o ácido láctico é o principal produto final da fermentação. A fermentação pode ser dividida em: fermentação homoláctica e heteroláctica (Woolford, 1984).

A fermentação homoláctica tem a produção exclusiva de ácido láctico, sendo esse o único ácido orgânico produzido durante o processo (McDonald et al., 1991). Os inoculantes homofermentativos para a ensilagem, geralmente, contém uma ou mais espécies de bactérias homofermentativas, as quais proporcionam queda rápida do pH da silagem e rápido acúmulo de ácido láctico, resultando em uma silagem com maior recuperação de MS, menor proteólise e alta relação lactato:acetato. Dentre as bactérias homofermentativas, as espécies *Lactobacillus plantarum* (facultativa) e o *Pediococcus acidilactici* são as mais comercializadas e pesquisadas até o momento (Muck, 2010).

Oliveira et al. (2017) observaram que os inoculantes homofermentativos foram bem-sucedidos na redução do pH e no incremento da produção de ácido láctico. Os mesmos encontraram melhoria na recuperação de MS (2,8 pontos percentuais) com a inoculação de silagens de gramíneas temperadas e tropicais. Ao estudar a inoculação de nove cepas de BAL, que demonstraram ter atividade antimicrobiana de amplo espectro, na ensilagem de gramíneas, Saarisalo et al. (2007) observaram que a concentração total de ácido láctico foi proporcionalmente 0,05 g/kg MS menor em silagens não tratadas do que em silagens inoculadas ($P < 0,001$).

Na fermentação heterolática ocorre a produção do ácido láctico juntamente com outros compostos, entre eles: etanol, acetato e CO₂ (Woolford, 1984). Bactérias heterofermentativas, em especial, a espécie *Lactobacillus buchneri*, vem ganhando destaque por reduzir significativamente o crescimento fúngico após abertura do silo, garantindo uma maior estabilidade das silagens produzidas (Oude Elferink et al., 2001). Nesse contexto, Queiroz et al. (2012) observaram que o inoculante contendo *Lactobacillus buchneri* e *Pediococcus pentosaceus* reduziu a deterioração aeróbia da silagem em mais de 50%, em comparação à silagem não inoculada. As fermentações heteroláticas, muitas vezes, levam a maiores perdas de MS durante a ensilagem (McDonald et al., 1991). No entanto, essas perdas são compensadas pelas menores perdas no pós-fermentação, uma vez que as perdas por crescimento fúngico costumam ser superiores em silagens não inoculadas, principalmente em situações onde o manejo de retirada não é realizado de maneira correta (Driehuis et al., 1999).

Além do interesse pela utilização dos aditivos microbianos (bactérias homofermentativas, heterofermentativas, ou a combinação destas) na ensilagem, também existe o interesse pelo uso de enzimas fibrolíticas em silagens de gramíneas tropicais. A adição das enzimas fibrolíticas leva à quebra de carboidratos complexos (celulose e hemicelulose), disponibilizando os açúcares simples que são fermentados pelas bactérias ácido lácticas (Vilela, 1998). Liu et al. (2016) observaram que, quando comparado com o tratamento não tratado, a adição de enzimas fibrolíticas na ensilagem de capim Napier foi capaz de reduzir o pH e aumentar teor de ácido láctico ($P < 0,05$).

Zhang et al. (2020) avaliaram a qualidade da fermentação da silagem TMR contendo glúten de milho associada a inoculante microbiano e enzimo-microbiano. Os autores observaram maior estabilidade aeróbia das silagens e maiores teores de ácidos orgânicos nas silagens que receberam os aditivos em comparação às que não receberam, mostrando assim um potencial de usos destes aditivos em associação à TMR.

Diante do exposto, o entendimento do potencial desta forrageira para a produção de TMR torna-se fundamental, pois é uma alternativa simples e econômica para a alimentação do rebanho leiteiro, colaborando assim para a rentabilidade da atividade.

OBJETIVOS

Geral

Determinar o potencial forrageiro das cultivares de capim-elefante BRS Kurumi e BRS Capiaçú, em função de diferentes doses de adubação nitrogenada e manejo de corte, além de avaliar os parâmetros fermentativos e o valor nutricional da silagem de ração mista total produzida com a BRS Capiaçú.

Específicos

I- Avaliar o efeito das alturas de resíduo (20, 35 e 50 cm), em conjunto com a adubação nitrogenada (0, 100 e 200 kg N/ha/ano), sobre a produtividade, a composição química e digestibilidade *in vitro* da matéria seca da BRS Kurumi, durante as estações das águas e seca;

II- Avaliar o efeito das idades de corte (60, 90 e 120 dias), em conjunto com a adubação nitrogenada (0, 100 e 200 kg N/ha/ano), sobre a produtividade, composição botânica e química e digestibilidade *in vitro* da matéria seca da BRS Capiaçú;

III- Caracterizar as perdas fermentativas, perfil fermentativo, estabilidade aeróbia e a composição química da silagem na forma TMR do BRS Capiaçú em diferentes idades de corte (60, 90 e 120 dias) e com a adição de aditivos enzimo-microbianos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALENCAR, DE, CARLOS AUGUSTO BRASILEIRO OLIVEIRA, DE, R.A.; CÓSER, C.A.; MARTINS, E.C.; FIGUEIREDO, J.L.A.; CUNHA, DA, F.F.; CECON, P.R.; LEAL, B.G. Produção de seis capins manejados por pastejo sob efeito de diferentes doses nitrogenadas e estações anuais. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.11, p.48–58, 2010.
- BEZERRA, H.F.C.; SANTOS, E.M.; OLIVEIRA, J.S.; CARVALHO, G.G.P.; PINHO, R.M.A.; SILVA, T.C.; PEREIRA, G.A.; CASSUCE, M.R.; ZANINE, A.M. Fermentation characteristics and chemical composition of elephant grass silage with ground maize and fermented juice of epiphytic lactic acid bacteria. **South African Journal of Animal Sciences**, v.49, p.522–533, 2019. DOI: 10.4314/sajas.v49i3.13.
- BORREANI, G.; FERRERO, F.; TABACCO, E. Baled silage management. In: Proceedings of the 6th International Symposium on Forage Quality and Conservation, Piracicaba, Brasil, 2019; NUSSIO, L.G.; DA SILVA, E.B.; OLIVEIRA, K.S.; GRITTI, V.C.; SALVO, P.A.R.; SALVATI, G.G.S.; DE SOUSA, D.O., Eds. **Anais. ESALQ: Piracicaba, Brasil, 2019**; p. 219–246.
- CARVALHO, C.A.B. DE; PACIULLO, D.S.C.; LIMA, D.P.; ROSSIELLO, R.O.P.; DERESZ, F. Variações sazonais do perfilhamento em pastagem de capim-elefante em resposta a manejo de alturas de resíduo. **Revista Universidade Rural, Série Ciências da Vida**, v.24, p.121–126, 2004.
- CHAVES, C.S.; MIRANDA GOMIDE, C.A. DE; RIBEIRO, K.G.; PACIULLO, D.S.C.; SILVA LEDO, F.J. DA; ALMEIDA COSTA, I. DE; CAMPANA, L.L. Forage production of elephant grass under intermittent stocking. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.48, p.234–240, 2013. DOI: 10.1590/S0100-204X2013000200015.
- DRIEHUIS, F.; OUDE ELFERINK, S.J.W.H.; SPOELSTRA, S.F. Anaerobic lactic acid degradation during ensilage of whole crop maize inoculated with *Lactobacillus buchneri* inhibits yeast growth and improves aerobic stability. **Journal of Applied Microbiology**, v.87, p.583–594, 1999. DOI: 10.1046/j.1365-2672.1999.00856.x.
- EMBRAPA. Anuário do Leite 2019: Novos produtos e novas estratégias da cadeia do leite para ganhar competitividade e conquistar os clientes finais. **Anuário Leite**, p.104, 2019.
- FAO. **The future of food and agriculture – Alternative pathways to 2050**. Rome: Summary version, 2018. 60p.
- FAGERIA, N.K.; BALIGAR, V.C.; JONES, C.A. **Growth and Mineral Nutrition of Field Crops**. 3.ed. Boca Raton: CRC Press, 2010. p.590.
- FLORES, R.A.; URQUIAGA, S.S.; ALVES, B.J.; COLLIER, L.S.; MORAIS, R.F.D., PRADO, R.D.M. Adubação nitrogenada e idade de corte na produção de matéria seca do capim-elefante no Cerrado. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 16, n. 12, p. 1282-1288, 2012. DOI: 10.1590/S1415-43662012001200004
- GOMIDE, C.A. DE M.; PACIULLO, D.S.C.; LÉDO, F.J. DA S.; PEREIRA, A. VANDER; MORENZ, M.J.F.; BRIGHENTI, A.M. Informações sobre a cultivar de capim-elefante BRS Kurumi. **EMBRAPA (INFOTECA-E)**, p.4, 2015a.
- GOMIDE, C.A.M.; CHAVES, C.S.; RIBEIRO, K.G.; SOLLENBERGER, L.E.; PACIULLO, D.S.C.; PEREIRA, T.P.; MORENZ, M.J.F. Structural traits of elephant grass (*Pennisetum*

- purpureum Schum.) genotypes under rotational stocking strategies. **African Journal of Range and Forage Science**, v.32, p.51–57, 2015b. DOI: 10.2989/10220119.2014.930929.
- GUSMÃO, J.O.; DANÉS, M.A.C.; CASAGRANDE, D.R.; BERNARDES, T.F. Total mixed ration silage containing elephant grass for small-scale dairy farms. **Grass and Forage Science**, v.73, p.717–726, 2018. DOI: 10.1111/gfs.12357.
- HU, Y.; CHENG, H.; TAO, S. Environmental and human health challenges of industrial livestock and poultry farming in China and their mitigation. **Environment International**, v.107, p.111–130, 2017. DOI: 10.1016/j.envint.2017.07.003.
- IBGE. Censo agropecuário 2017: resultados definitivos. **Censo agropecuário**, v.8, p.1–105, 2019.
- KALLAS, Z.; SERRA, T.; GIL, J.M. Farmers' objectives as determinants of organic farming adoption: The case of Catalonian vineyard production. **Agricultural Economics**, v.41, p.409–423, 2010. DOI: 10.1111/j.1574-0862.2010.00454.x.
- LIU, Q.H.; SHAO, T.; BAI, Y.F. The effect of fibrolytic enzyme, *Lactobacillus plantarum* and two food antioxidants on the fermentation quality, alpha-tocopherol and beta-carotene of high moisture napier grass silage ensiled at different temperatures. **Animal Feed Science and Technology**, v.221, p.1–11, 2016. DOI: 10.1016/j.anifeedsci.2016.08.020.
- LOBO, B.S.; SALES, E.C.J.; REIS, S.T. DOS; MONÇÃO, F.P.; PEREIRA, D.A.; RIGUEIRA, J.P.S.; OLIVEIRA, P.M.; COSTA MOTA, V.A. DA; ALVES, D.D. Parâmetros morfológicos e produtividade do capim-Pioneiro submetido a doses de nitrogênio. **Semina: Ciências Agrárias**, v.35, p.3305–3318, 2014. DOI: 10.5433/1679-0359.2014v35n6p3305.
- MARAFON, A.C.; SANTIAGO, A.D.; MACHADO, J.C.; GUIMARÃES, V.S.; PAIVA, H.L. Produção de biomassa em gramíneas tropicais com potencial. Aracaju: **Embrapa Tabuleiros Costeiros**, 2017. 19 p.
- MCDONALD, P.; HENDERSON, A.R.; HERON, S.J.E. **The Biochemistry of Silage**. 2 ed. Lincoln: Chalcombe publications, 1991. 340p.
- MIYAJI, M.; NONAKA, K. Effects of altering total mixed ration conservation method when feeding dry-rolled versus steam-flaked hulled rice on lactation and digestion in dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v.101, p.5092–5101, 2018. DOI: 10.3168/jds.2017-13802.
- MONÇÃO, F.P.; COSTA, M.A.M.S.; RIGUEIRA, J.P.S.; SALES, E.C.J. DE; LEAL, D.B.; SILVA, M.F.P. DA; GOMES, V.M.; CHAMONE, J.M.A.; ALVES, D.D.; CUNHA SIQUEIRA CARVALHO, C. DA; MURTA, J.E.J.; JÚNIOR, V.R.R. Productivity and nutritional value of BRS capiaçu grass (*Pennisetum purpureum*) managed at four regrowth ages in a semiarid region. **Tropical Animal Health and Production**, v.52, p.235–241, 2020. DOI: 10.1007/s11250-019-02012-y.
- MORAIS, R.F. DE; QUESADA, D.M.; REIS, V.M.; URQUIAGA, S.; ALVES, B.J.R.; BODDEY, R.M. Contribution of biological nitrogen fixation to Elephant grass (*Pennisetum purpureum* Schum.). **Plant and Soil**, v.356, p.23–34, 2012. DOI: 10.1007/s11104-011-0944-2.
- MUCK, R.E. Silage microbiology and its control through additives. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, p.183–191, 2010. DOI: 10.1590/s1516-35982010001300021.
- NA, C.I.; SOLLENBERGER, L.E.; FEDENKO, J.R.; ERICKSON, J.E.; WOODARD, K.R. Seasonal changes in chemical composition and leaf proportion of elephantgrass and energycane biomass. **Industrial Crops and Products**, v.94, p.107–116, 2016. DOI: 10.1016/j.indcrop.2016.07.009.

OLIVEIRA, A.S.; WEINBERG, Z.G.; OGUNADE, I.M.; CERVANTES, A.A.P.; ARRIOLA, K.G.; JIANG, Y.; KIM, D.; LI, X.; GONÇALVES, M.C.M.; VYAS, D.; ADESOGAN, A.T. Meta-analysis of effects of inoculation with homofermentative and facultative heterofermentative lactic acid bacteria on silage fermentation, aerobic stability, and the performance of dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v.100, p.4587–4603, 2017. DOI: 10.3168/jds.2016-11815.

OUDE ELFERINK, S.J.W.H.; KROONEMAN, E.J.; GOTTSCHAL, J.C.; SPOELSTRA, S.F.; FABER, F.; DRIEHUIS, F. Anaerobic conversion of lactic acid to acetic acid and 1,2-propanediol by *Lactobacillus buchneri*. **Applied and Environmental Microbiology**, v.67, p.125–132, 2001. DOI: 10.1128/AEM.67.1.125-132.2001.

OWEN, F.G.; HOWARD, W.T. Effect of Ration Moisture Level on Value of Alfalfa Plus Cracked Corn as a Complete-Feed Silage for Lactating Cows. **Journal of Dairy Science**, v.48, p.1310–1314, 1965. DOI: 10.3168/jds.S0022-0302(65)88454-5.

PACIULLO, D.S.C.; GOMIDE, C.A. DE M.; MORENZ, M.J.F.; ANDRADE; ARARIPE, D.F. DE A.; ANDRADE, P.J.M.; LÉDO, F.J. DA S.; PEREIRA, A. VANDER. Características do pasto e desempenho de novilhas leiteiras em pastagem de capim-elefante cv. BRS Kurumi. Juiz de Fora: **Embrapa Gado de Leite**, 2015. 19 p.

PEREIRA, A.; AUAD, A.M.; LÉDO, F.J.S.; BARBOSA, S. *Pennisetum purpureum*. In: **Plantas Forrageiras**. 1.ed. Viçosa: Editora UFV, 2010. p.197–219.

PEREIRA, A. VANDER; LÉDO, F.J. DA S.; MACHADO, J.C. BRS Kurumi and BRS Capiapu - New elephant grass cultivars for grazing and cut-and-carry system. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, v.17, p.59–62, 2017. DOI: 10.1590/1984-70332017v17n1c9.

PEREIRA, A. VANDER; LEDO, F.J. DA S.; MORENZ, M.J.F.; LEITE, J.L.B.; SANTOS, A.M.B. DOS; MARTINS, C.E.; MACHADO, J.C. BRS Capiapu: cultivar de capim-elefante de alto rendimento para produção de silagem. **EMBRAPA (INFOTECA-E)**, p.6, 2016.

PEREIRA, O.G.; RIBEIRO, K.G.; OLIVEIRA, A.S. Uso estratégico de plantas forrageiras. In: **Forragicultura: ciência, tecnologia e gestão dos recursos forrageiros**. 1.ed. Jaboticabal: Funep, 2013. p.765–780.

PIETERSE, P. A.; RETHMAN, N. F. G. The influence of nitrogen fertilisation and soil pH on the dry matter yield and forage quality of *Pennisetum purpureum* and *P. purpureum* x *P. glaucum* hybrids. **Tropical Grasslands**, v. 36, p. 83-89, 2002.

QUEIROZ, O.C.M.; ADESOGAN, A.T.; ARRIOLA, K.G.; QUEIROZ, M.F.S. Effect of a dual-purpose inoculant on the quality and nutrient losses from corn silage produced in farm-scale silos. **Journal of Dairy Science**, v.95, p.3354–3362, 2012. DOI: 10.3168/jds.2011-5207.

ROJAS-DOWNING, M.M.; HARRIGAN, T.; NEJADHASHEMI, A.P. Resource use and economic impacts in the transition from small confinement to pasture-based dairies. **Agricultural Systems**, v.153, p.157–171, 2017. DOI: 10.1016/j.agsy.2017.01.013.

RÖÖS, E.; PATEL, M.; SPÅNGBERG, J.; CARLSSON, G.; RYDHMER, L. Limiting livestock production to pasture and by-products in a search for sustainable diets. **Food Policy**, v.58, p.1–13, 2016. DOI: 10.1016/j.foodpol.2015.10.008.

SAARISALO, E.; SKYTTÄ, E.; HAIKARA, A.; JALAVA, T.; JAAKKOLA, S. Screening and selection of lactic acid bacteria strains suitable for ensiling grass. **Journal of Applied Microbiology**, v.102, p.327–336, 2007. DOI: 10.1111/j.1365-2672.2006.03103.x.

- SANTOS, M.V.F.; GÓMEZ CASTRO, A.G.; PEREA, J.M.; GARCÍA, A.; GUIM, A.; PÉREZ HERNÁNDEZ, M. Fatores que afetam o valor nutritivo da silagens de forrageiras tropicais. **Archivos de Zootecnia**, v.59, p.25–43, 2010. DOI: 10.21071/az.v59i232.4905.
- SANTOS, R.J.C. DOS; LIRA, M. DE A.; GUIM, A.; SANTOS, M.V.F. DOS; DUBEUX, J.C.B.; MELLO, A.C. DE L. DE. Elephant grass clones for silage production. **Scientia Agricola**, v.70, p.6–11, 2013. DOI: 10.1590/s0103-90162013000100002.
- SAVIAN, J.V.; PRIANO, M.E.; NADIN, L.B.; TIERI, M.P.; SCHONS, R.M.T.; BASSO, C.; PONTES PRATES, A.; BAYER, C.; CARVALHO, P.C. DE F. Effect of sward management on the emissions of CH₄ and N₂O from faeces of sheep grazing Italian ryegrass pastures. **Small Ruminant Research**, v.178, p.123–128, 2019. DOI: 10.1016/j.smallrumres.2019.08.011.
- SCHIAVON, R.S.; CANEVER, M.D.; VIEIRA, A.D.; PERIPOLLI, V.; PALMEIRA, M.; SILVA, H.A.; SCHWEGLER, E.; LUCIA JR, T.; BIANCHI, I. Performance and financial efficiency of three dairy production systems in southern Brazil. **Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias**, v.34, p.5–17, 2021. DOI: 10.17533/udea.rccp.v34n1a01.
- SCHINGOETHE, D.J. A 100-Year Review: Total mixed ration feeding of dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v.100, p.10143–10150, 2017. DOI: 10.3168/jds.2017-12967.
- SCHMIDT, P.; RESTELATTO, R.; ZOPOLLATTO, M. Ensiling total Mixed rations - an innovative procedure. In: Proceedings of the V International Symposium on Forage Quality and Conservation, Piracicaba, Brasil, 2017; NUSSIO, L.G.; SOUSA, D.O.; GRITTI, V.C.; SALVATI, G.G.S.; SANTOS, W.P.; SALVO, P.A.R., Eds. **Anais. FEALQ: Piracicaba, Brasil, 2017**; p. 7–20.
- SILVA, A.R.P. DA; DIAS, F.J.; RUFINO, J.P.F.; TANAKA, E. DE S.; LOPES, M.M. Effect of using inoculant on elephant grass silage with additives. **Acta Scientiarum - Animal Sciences**, v.42, p.1–7, 2020. DOI: 10.4025/actascianimsci.v42i1.50533.
- SILVA, D.R.G.; COSTA, K.A.P.; FAQUIN, V.; OLIVEIRA, I.P.; BERNARDES, T.F. Doses e fontes de nitrogênio na recuperação das características estruturais e produtivas do capim-marandu. **Revista Ciência Agronômica**, v.44, p.184–191, 2013. DOI: 10.1590/s0102-09352010000100026.
- VILELA, D. Aditivos para silagens de plantas de clima tropical. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, Botucatu, Brasil, 1998. **Anais. SBZ: Botucatu, Brasil, 1998**; p. 73-108.
- VILELA, D.; FERREIRA, R. DE P.; FERNANDES, E.N.; JUNTOLL, F.V. **Pecuária de Leite no Brasil: Cenários e avanços tecnológicos**. Brasília, DF: Embrapa, 2016. 435p.
- WEINBERG, Z.G.; CHEN, Y.; MIRON, D.; RAVIV, Y.; NAHIM, E.; BLOCH, A.; YOSEF, E.; NIKBAHAT, M.; MIRON, J. Preservation of total mixed rations for dairy cows in bales wrapped with polyethylene stretch film - A commercial scale experiment. **Animal Feed Science and Technology**, v.164, p.125–129, 2011. DOI: 10.1016/j.anifeedsci.2010.11.016.
- WOOLFORD, M.K. **The silage fermentation**. 1.ed. New York: Marcel Dekker, 1984. p. 23-132.
- ZAILAN, M.Z.; YAAKUB, H.; JUSOH, S. Yield and nutritive value of four Napier (*Pennisetum purpureum*) cultivars at different harvesting ages. **Agriculture and Biology Journal of North America**, v.7, p.213–219, 2016. DOI: 10.5251/abjna.2016.7.5.213.219.
- ZANINE, A. DE M.; SANTOS, E.M.; DÓREA, J.R.R.; DANTAS, P.A. DE S.; SILVA, T.C. DA; PEREIRA, O.G. Evaluation of elephant grass silage with the addition of cassava

scrapings. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, p.2611–2616, 2010. DOI: 10.1590/S1516-35982010001200008.

ZHANG, G.; FANG, X.; FENG, G.; LI, Y.; ZHANG, Y. Silage Fermentation, Bacterial Community, and Aerobic Stability of Total Mixed Ration Containing Wet Corn Gluten Feed and Corn Stover Prepared with Different Additives. **Animals**, v.10, p.1775, 2020. DOI: 10.3390/ani10101775.

CAPÍTULO 2

Qual a melhor estratégia de manejo para a BRS Kurumi?

RESUMO: A BRS Kurumi é uma cultivar de *Pennisetum purpureum* que apresenta porte baixo, elevada proporção de folha e alto teor proteico. No entanto, pouco se sabe a respeito das alturas de resíduo; tampouco, qual a melhor dose de nitrogênio a ser aplicada para otimização da produção. Assim, objetivou-se avaliar o efeito dos níveis de adubação nitrogenada na produtividade e valor nutricional da BRS Kurumi, manejada sob diferentes alturas de resíduo. Foi utilizado um delineamento em blocos casualizados, em esquema fatorial, com parcelas subdivididas no tempo, sendo que nas parcelas foram avaliados os efeitos de três alturas de resíduo (20, 35 e 50 cm) e três níveis de adubação nitrogenada (0, 100 e 200 kg N/ha/ano) e, nas subparcelas duas estações do ano (águas e seco). Os parâmetros avaliados foram: as produções de matéria seca (PMS), composição química dos capins, digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS) e eficiência de utilização do nitrogênio aplicado (EUNA). Durante a estação das águas, houve a produção de 89% da PMS. A altura de resíduo de 35 cm, em conjunto com doses de 100 ou 200 kg N/ha/ano, e a altura de 20 cm, com a dose de 100 kg N/ha/ano, foram os tratamentos que apresentaram as maiores PMS na estação das águas. Não foram observadas diferenças na PMS para os diversos tratamentos testados durante o período seco do ano. Os capins, cultivados durante a estação seca, apresentaram os maiores teores de FDN e hemicelulose e os menores coeficientes de DIVMS. Os capins manejados nas alturas de resíduo de 20 e 35 cm e que receberam adubações nitrogenadas de 100 e 200 kg N/ha, resultaram em maiores produções de proteína bruta. Os capins manejados com alturas de resíduo de 20 e 35 cm e adubados com a doses de 100 kg de N/ha foram os tratamentos que apresentaram os maiores valores de EUNA. Na estação das águas, recomenda-se o uso de 20 ou 35 cm de altura de resíduo, associado a 100 kg de N/ha/ano, para obter maior produção de biomassa e nutrientes, qualidade nutricional e eficiência de uso do nitrogênio. Durante a estação seca os tratamentos testados pouco interferiram no crescimento da planta.

Palavras-chave: Capim-elefante anão, estrutura de pasto, ureia

What is the best management strategy for Kurumi grass pastures?

Abstract: The objective was to evaluate the effect of nitrogen fertilization levels on productivity, and nutritional value of BRS Kurumi managed at different residue heights. The grass was managed in three residue heights (20, 35, and 50 cm) and three nitrogen fertilization levels (0, 100, and 200 kg N/ha/year) during the rainy and dry seasons. Around 89% of the DM production was observed during the rainy season. The residue height of 35 cm together with doses of 100 or 200 kg N/ha/year, and the residue height of 20 cm, with a dose of 100 kg N/ha/year were the treatments that had the highest DM production during the rainy period. No differences in DM production were observed between tested treatments during the dry period. The grasses cultivated during the dry period had the highest content of neutral detergent fiber and lowest digestibility. The grass managed with residue heights of 20 and 35 cm and fertilized with 100 kg N/ha had the highest values of efficiency of utilization applied nitrogen. The use of 20 or 35 cm of residue height and 100 kg of N/ha/year is recommended to obtain greater biomass production and nutrients, nutritional quality, and nitrogen use efficiency.

Keywords: Dwarf elephant grass, pasture structure, urea

INTRODUÇÃO

O uso eficiente das pastagens representa uma das maneiras mais efetivas de melhorar a produtividade animal e, conseqüentemente, reduzir os custos com a alimentação. Nesse sentido, a Embrapa desenvolveu em 2012 a BRS Kurumi, uma cultivar anã de *Pennisetum purpureum*, recomendada para pastejo, e que apresenta como principais características o porte baixo, alta proporção de folhas e elevado valor nutritivo (Pereira et al., 2017). No entanto, ainda são necessários trabalhos que avaliem as estratégias de desfolha e adubação mais adequadas para esta cultivar.

De acordo com Paris et al. (2008), a altura de resíduo é um dos fatores de grande importância para o manejo de pastagem, pois quando a altura de resíduo é reduzida, há a redução do vigor da rebrota, resultando em um tempo maior para o reestabelecimento da área de pastagem. No entanto, altura de resíduo elevada pode levar a redução das taxas de crescimento dos capins e, conseqüentemente, queda no acúmulo diário de forragem (Gomide et al., 2015b).

Chaves et al. (2013), analisando a BRS Kurumi sob duas alturas de resíduo pós-pastejo (30 e 50 cm) não observaram diferenças para a maioria dos parâmetros avaliados. Segundo os mesmos autores, apenas foi observada uma ligeira superioridade na taxa de acúmulo de forragem para a altura de resíduo pós-pastejo de 30 cm. Assim, há pouca evidência científica para recomendação de uma altura de resíduo específica para o manejo da pastagem da BRS Kurumi.

As adubações nitrogenadas podem alterar, significativamente, as recomendações das alturas de resíduo, uma vez que a disponibilidade de nitrogênio é um dos fatores que controlam os processos de crescimento e desenvolvimento da planta (Lobo et al., 2014). Na literatura existem vários trabalhos que demonstraram que plantas adubadas com doses maiores de N podem ter sua altura de resíduo pós-pastejo reduzida, sem que isso prejudique sua taxa de rebrota, a exemplo do estudo de Sales et al. (2014).

Por se tratar de um capim utilizado para o pastejo, os trabalhos publicados até o momento, com a BRS Kurumi, tiveram como foco a avaliação do capim apenas durante a estação das águas (Chaves et al., 2013; Fernandes et al., 2016; Pereira et al., 2017), ficando em aberto as possíveis variações que possam ocorrer no manejo desta planta, quando submetida às condições de limitação de pluviosidade, temperatura e luz, características do outono-inverno das regiões tropicais. Em um experimento com diversas cultivares de capim-elefante e adotando alturas de resíduo de 50 cm, Arboitt et al. (2019) observaram que a BRS

Kurumi foi a que menos acumulou MS (683 kg MS/ha) entre os meses de maio e agosto (apenas 3 meses de período experimental). Esta baixa produção de forragem, observada neste período, pode ser um indício de que a BRS Kurumi sofre uma forte interferência das estações do ano sobre o seu desempenho produtivo.

Diante disto, o objetivo desta pesquisa foi verificar o efeito das alturas de resíduos (20, 35 e 50 cm) e dos níveis de adubação nitrogenada (0, 100 e 200 kg N/ha/ano), na produtividade, valor nutricional e na eficiência de utilização do nitrogênio da BRS Kurumi, durante as estações das águas e seca. A presente pesquisa testou as seguintes hipóteses: i) conforme a BRS Kurumi é manejada com doses maiores de nitrogênio, pode-se diminuir a altura de resíduo deste capim, sem que isso prejudique a produtividade da planta; ii) a altura de resíduo 50 cm resulta em menores produções totais de biomassa e nutrientes, em comparação com as alturas de resíduo 20 e 35 cm; iii) a produtividade da BRS Kurumi é fortemente influenciada pelas condições climáticas ao longo do ano.

MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi realizada na Embrapa Agropecuária Oeste, no município de Dourados, MS, Brasil (22° 11' 55" S, 54° 56' 7" W e 452 m de altitude). O clima da região é úmido mesotérmico (Cwa), com verões quentes e invernos secos (Fietz & Fisch, 2008). Os dados meteorológicos observados durante o experimento estão apresentados na Figura 1.

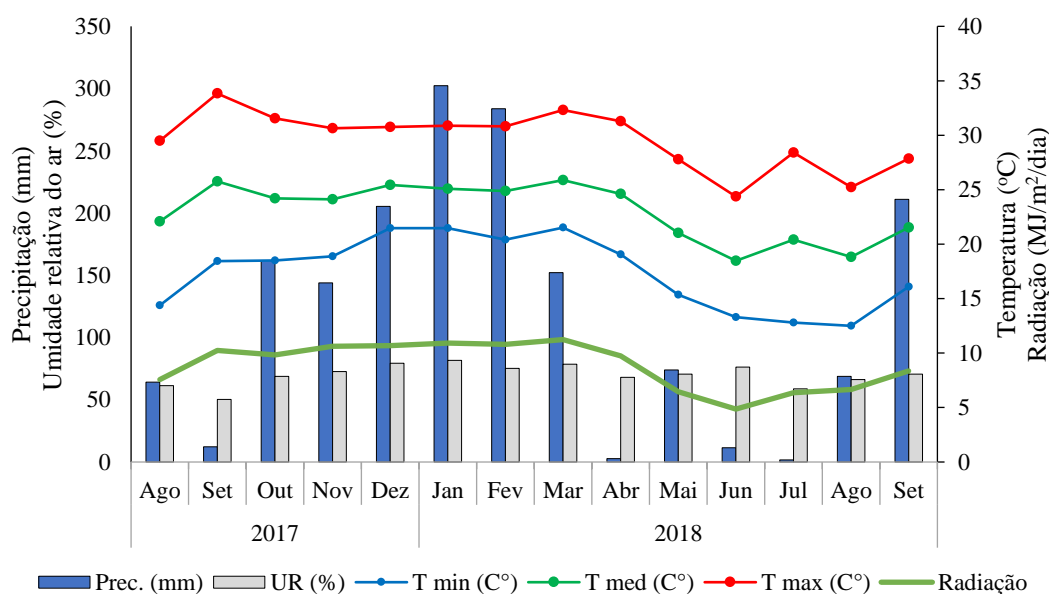


Figura 1. Temperatura média (T med), máxima (T max) e mínima (T min) do ar, umidade relativa do ar (UR), precipitação (Prec.) e radiação, verificadas durante o período experimental entre agosto de 2017 a setembro de 2018, município de Dourados, MS, Brasil.

O solo da área experimental foi classificado como Latossolo vermelho escuro distroférico, de textura muito argilosa (Santos, Dos et al., 2018). O solo apresentou as seguintes características: areia, 87,73g/kg; silte, 183,33g/kg; argila, 728,94g/kg; pH em CaCl₂, 5,14; P, 29,39 mg/dm³; K, 0,59 cmolc/dm³; Ca⁺², 3,34 cmolc/dm³; Mg⁺², 0,72 cmolc/dm³; H⁺ + Al⁺³, 3,24 cmolc/dm³; CTC efetiva, 4,66 cmolc/dm³; MO, 16,74 g/kg e V, 58,89%.

Para o plantio foram utilizadas mudas da BRS Kurumi com 60 dias de idade, que possuíam de dois a três entrenós. O plantio do capim BRS Kurumi foi realizado no dia 12 de abril de 2017, em covas com 10 cm de profundidade e, com 0,5 m de distância entre as covas. Foram utilizadas duas mudas de capim elefante em cada cova, as quais foram cobertas com solo e levemente compactadas para favorecer a emissão dos perfilhos. A área foi dividida em 36 parcelas experimentais, medindo 3x3m cada, com 1m de distância entre as parcelas, segundo a Figura 2.



Figura 2. Croqui da área experimental, na qual foi implantada a BRS Kurumi, com os respectivos tratamentos e parcelas. Os valores 20, 35 e 50 correspondem às alturas de resíduo e, os valores 0, 100 e 200, às dosagens de nitrogênio aplicadas, em kg/ha/ano.

O experimento foi conduzido em delineamento em blocos casualizados, em esquema fatorial com parcelas subdivididas no tempo. Nas parcelas foram avaliados os efeitos das três alturas de resíduo (20, 35 e 50 cm) e três níveis de adubação nitrogenada (0, 100 e 200 kg N/ha/ano) e nas subparcelas, foram avaliadas as estações das águas e seca. A estação das águas compreendeu entre 15/09/2017 e 15/03/2018 e a estação da seca foi de 16/03/2018 a 14/09/2018. As doses de N foram distribuídas a lanço na superfície do solo, com dosagens

obedecendo os tratamentos preconizados e parceladas em três momentos: outubro/2017, janeiro/2018 e março/2018, sem incorporação, utilizando como fonte de N a ureia protegida (FH Nitro MaisTM Heringer).

No dia 21 de agosto, foi realizado um corte de uniformização do capim, a 5 cm do solo, dando início às avaliações. No momento em que a altura do capim de cada parcela atingiu a altura de 80 cm (altura essa em que o BRS Kurumi apresenta seu melhor acúmulo de massa (Gomide et al., 2015a), foi realizado o corte dos mesmos nas alturas de resíduo pré-estabelecidas (20, 35 ou 50 cm). O acompanhamento da altura das parcelas foi feito semanalmente com auxílio de uma régua graduada, com três leituras na área útil de cada parcela. No momento do corte, foram coletadas as plantas contidas no interior de um quadrado metálico de 0,25 m², sendo coletada três amostras dentro de cada parcela. O material coletado foi encaminhado para o laboratório para a determinação da biomassa *in natura* da forragem.

Uma amostra, de aproximadamente 300 gramas das plantas de cada parcela, foi encaminhada para uma pré-secagem em estufa de circulação forçada a 55°C por 72 horas. As amostras pré-secas foram trituradas em moinho de facas tipo Willey, com peneira com crivo de 1mm. Os teores de matéria seca (MS) foram obtidos colocando as amostras moídas em estufa a seco a 105 ° C por 16 h (AOAC, 2005). A matéria orgânica (MO; método 942.05) foi determinada de acordo com a AOAC (2005). A proteína bruta (PB) foi determinada via método de combustão de Dumas, utilizando-se analisador elementar automático (Elementar® modelo Vario MACRO Cube), de acordo com a metodologia nº 990,03 da AOAC (1990). Os teores de fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), hemicelulose, celulose e lignina foram analisados conforme os protocolos sugeridos por Mertens (2002), com o uso de amilase termoestável para FDN. A DIVMS foi determinada de acordo com a metodologia descrita por Tilley & Terry (1963) e adaptada por Holden (1999).

O cálculo das produção/ha/ano (de cada nutriente) foi feito multiplicando as produções totais de MS pelos respectivos teores de nutrientes contido na forragem. Foi calculada a eficiência de utilização do nitrogênio aplicado (EUNA; kg/kg de N) (Fageria & Baligar, 2005) para a produção de matéria seca, produção de matéria orgânica, produção de proteína bruta e produção de matéria seca digestível utilizando a seguinte fórmula:

$$EUNA \text{ (kg produzidos/kg de N aplicado)} = (P_N - P_c) / N_{apl}$$

onde: P_N = produção de MS ou dos nutrientes no tratamento que recebeu adubação (kg); P_c = produção de MS ou dos nutrientes no tratamento que não recebeu adubação (kg); N_{apl} = dose de nitrogênio aplicada na área (kg).

Os efeitos sobre as alturas de resíduo, adubação nitrogenada, períodos de corte e a interação desses fatores sobre as variáveis respostas foram avaliados por meio de análise de variância (teste F). Quando a interação dos fatores foi significativa ($\alpha \leq 0,05$), as combinações dos fatores foram lidas separadamente para sua análise. No caso de interação não significativa, os fatores foram analisados por componente principal.

A unidade experimental foi representada por cada parcela. Foram analisadas quatro parcelas por tratamento (k), totalizando 36 unidades experimentais. Os dados foram analisados por meio do programa estatístico RStudio, versão 3.6.0 (Team, 2019). As médias foram comparadas pelo teste de Scott Knott, com nível de significância de 5%.

Os dados de aspectos produtivos e nutricionais da BRS Kurumi, nas estações, foram analisados de acordo com o seguinte modelo:

$$Y_{ijkl} = \mu + \gamma_k + \alpha_i + \delta_j + (\alpha\delta)_{ij} + \varepsilon_{ijk} + \beta_l + (\alpha\beta)_{il} + (\delta\beta)_{jl} + (\alpha\delta\beta)_{ijl} + \varepsilon_{ijkl}$$

onde Y_{ijkl} = variável dependente, μ = média geral; γ_k = efeito do bloco (efeito aleatório; $k = 1, 2, 3$ e 4); α_i = efeito altura de resíduo (efeito fixo; $i = 20, 35, 50$); δ_j = efeito da adubação nitrogenada (efeito fixo; $j = 0, 100$ e 200 kg N/ha/ano); $(\alpha\delta)_{ij}$ = efeito da interação de altura de resíduo e adubação nitrogenada; ε_{ijk} = erro aleatório de bloco, altura de resíduo e adubação nitrogenada; β_l = efeito estação do ano, na subparcela (efeito fixo; $l = \text{águas e seca}$); $(\alpha\beta)_{il}$ = efeito da interação de altura de resíduo e estações do ano; $(\delta\beta)_{jl}$ = efeito da interação de adubação nitrogenada e estações do ano; $(\alpha\delta\beta)_{ijl}$ = efeito da interação de altura de resíduo, adubação nitrogenada e estações do ano; e, ε_{ijkl} = erro aleatório incluindo subparcela, com média zero, variância X, independentes e com distribuição normal.

Os dados anuais de aspectos produtivos e nutricionais da BRS Kurumi foram analisados de acordo com o seguinte modelo:

$$Y_{ijk} = \mu + \gamma_k + \alpha_i + \delta_j + (\alpha\delta)_{ij} + \varepsilon_{ijk}$$

onde Y_{ijk} = variável dependente, μ = média geral; γ_k = efeito do bloco (efeito aleatório; $k = 1, 2, 3$ e 4); α_i = efeito altura de resíduo (efeito fixo; $i = 20, 35, 50$); δ_j = efeito da adubação nitrogenada (efeito fixo; $j = 0, 100$ e 200 kg N/ha/ano); $(\alpha\delta)_{ij}$ = efeito da interação de altura de resíduo e adubação nitrogenada; e, ε_{ijk} = erro aleatório, com média zero, variância X, independentes e com distribuição normal.

RESULTADOS

Produção de biomassa e valor nutricional nas estações das águas e seca

As estações interferiram nas respostas da BRS Kurumi em função das doses de nitrogênio e das alturas de resíduo testadas (Figura 3 e Tabela 1). Em média, apenas 11% de toda a produção de biomassa da BRS Kurumi foi produzida durante a estação seca, não havendo, para esse período, diferenças na produção de biomassa com o uso da adubação nitrogenada e das diferentes alturas de resíduo.

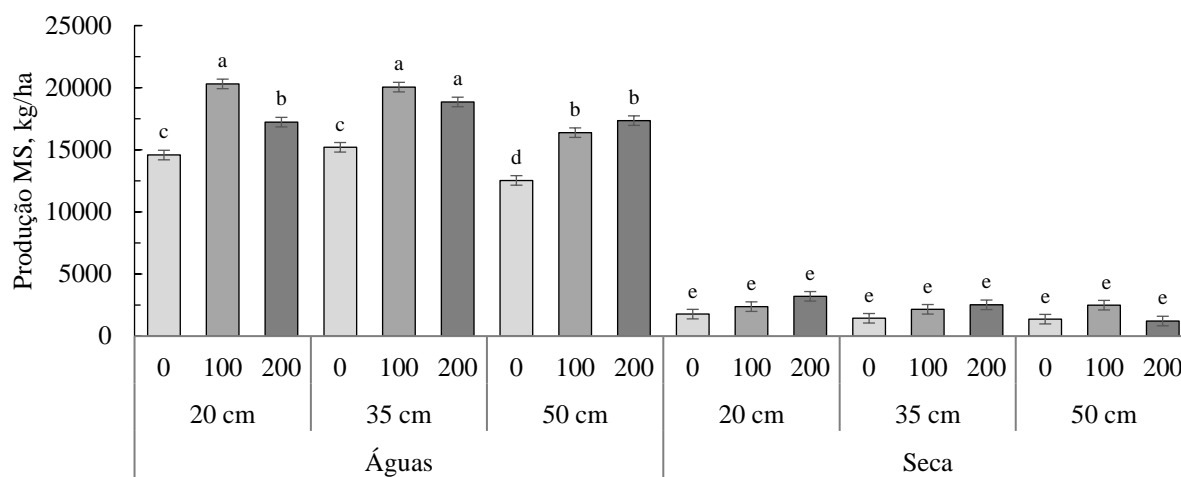


Figura 3. Produção de biomassa (MS, kg/ha) da BRS Kurumi manejada com diferentes alturas de resíduos e adubações nitrogenadas, durante as estações das águas e seca. Médias seguidas por diferentes letras diferem entre si pelo teste de Scott Knott a 5% de probabilidade.

Tabela 1. Produtividade de matéria seca, composição química e digestibilidade *in vitro* da matéria seca da BRS Kurumi manejada com diferentes alturas de resíduos e adubações nitrogenadas, durante as estações das águas e seca

Parâmetro	Estação		Altura			Dose			EPM	P valor						
	Águas	Seca	20	35	50	0	100	200		E	A	D	E*A	E*D	A*D	E*A*D
Prod. kg MS/ha	16940	2058	9908	10034	8554	7813	10624	10059	192,0	**	**	**	**	**	ns	**
MS, % MN	11,91	14,52	12,74b	13,21a	13,70a	12,93	13,11	13,61	0,263	**	*	ns	ns	ns	ns	ns
MO, %MS	85,48	87,04	85,64b	86,32a	86,82a	86,31A	85,83B	86,64A	0,234	**	**	ns	ns	ns	ns	ns
PB, %MS	16,04	12,06	13,64	14,22	14,29	14,06	14,36	13,73	0,285	**	ns	ns	ns	ns	*	ns
FDN, %MS	58,85	61,35	59,73	60,18	60,38	60,29	59,72	60,28	0,387	**	ns	ns	ns	ns	ns	ns
FDA, %MS	22,51	22,97	22,66	23,08	22,48	23,48A	22,29B	22,45B	0,239	ns	ns	**	ns	ns	**	ns
CEL, %MS	16,99	19,38	18,25	18,57	17,73	18,96A	17,61B	17,98B	0,274	**	ns	**	**	*	*	ns
HEM, %MS	36,28	38,38	36,83	37,26	37,89	36,84	37,32	37,82	0,386	**	ns	ns	ns	ns	ns	ns
LIG, %MS	5,53	3,59	4,41	4,51	4,76	4,53	4,68	4,48	0,142	**	ns	ns	**	ns	ns	ns
DIVMS, %MS	80,70	78,99	79,90	79,63	80,00	79,93	80,00	79,60	0,469	**	ns	ns	ns	ns	ns	ns

Médias seguidas por diferentes letras diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Letras maiúsculas representam diferenças entre doses de nitrogênio e letras minúsculas representam diferenças entre alturas de corte. EPM = erro padrão médio; MS = matéria seca; MN = matéria natural; MO = matéria orgânica; PB = proteína bruta; FDN = fibra em detergente neutro; FDA = fibra em detergente ácido; CEL = celulose; HEM = hemicelulose; LIG = lignina; DIVMS = digestibilidade *in vitro* da matéria seca; E = estação; A = altura; D = dose de adubação nitrogenada; ns = não-significativo; * significativo a 5% de probabilidade; ** = significativo a 1% de probabilidade.

Durante a estação das águas, houve a produção de 89% da biomassa anual. Os tratamentos com altura de resíduo de 35 cm, que receberam as doses de 100 ou 200 kg N/ha/ano e, o tratamento com altura de resíduo de 20 cm, que recebeu a dose de 100 kg N/ha/ano, foram os que apresentaram as maiores produções de biomassa. As menores produções de biomassa foram para os tratamentos que não receberam adubação nitrogenada, sendo o tratamento com a altura de resíduo de 50 cm, sem adubação, o que apresentou a menor produção.

Os menores teores de MS foram observados durante a estação das águas, principalmente, quando a BRS Kurumi foi manejada na altura de resíduo de 20 cm. Não foram observadas diferenças nos teores de MS da BRS Kurumi em função das diferentes adubações nitrogenadas.

Os teores de PB da BRS Kurumi foram, em média, 33% maiores para as plantas cultivadas durante a estação das águas, em comparação com as plantas cultivadas durante a estação seca (Figura 4). Os maiores teores de PB foram observados para as plantas manejadas com altura de resíduo de 35cm que receberam 100 kg N/ha/ano e para as plantas manejadas com altura de resíduo de 50 cm e sem adubação nitrogenada. O menor valor PB foi observado para o capim manejado com altura de resíduo de 20 cm e sem adubação nitrogenada.

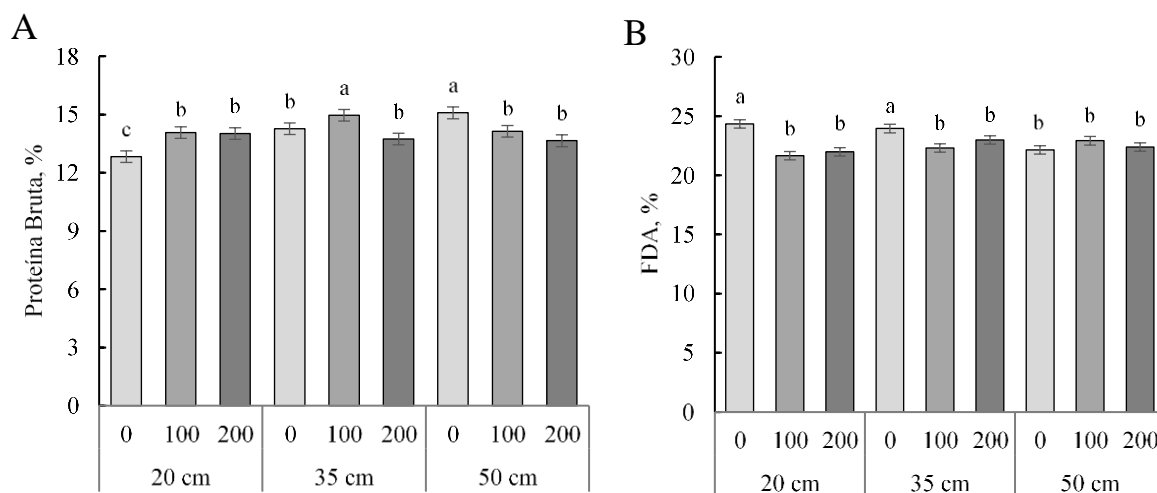


Figura 4. Efeito da interação entre as alturas de resíduos e as adubações nitrogenadas sobre os teores de proteína bruta (A) e fibra em detergente ácido (FDA) (B) da BRS Kurumi. Médias seguidas por diferentes letras diferem entre si pelo teste de Scott Knott a 5% de probabilidade.

Os capins, cultivados durante a estação seca, apresentaram os maiores teores de FDN e hemicelulose e os menores coeficientes de DIVMS, quando comparado os capins cultivados

durante a estação das águas. Não foram observadas diferenças nos teores de FDN e nos coeficientes de DIVMS, em função das alturas de resíduo e das doses de adubações nitrogenadas. Os teores de FDA foram maiores para os capins que não receberam adubações e manejados nas alturas de resíduo de 20 e 35 cm.

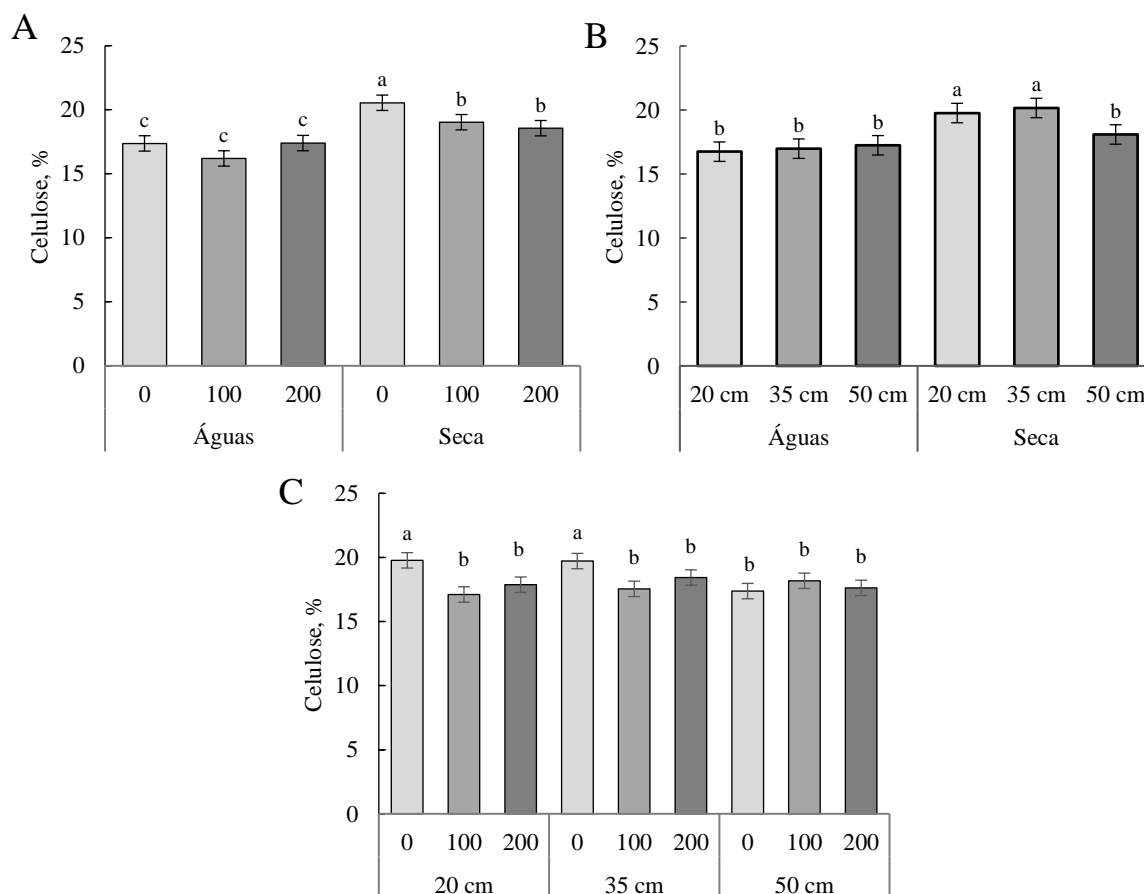


Figura 5. Efeito das interações entre níveis de adubações nitrogenadas e estações do ano (A), alturas de resíduos e estações do ano (B), e níveis de adubações nitrogenadas e alturas de resíduo (C), sobre os teores de celulose da BRS Kurumi. Médias seguidas por diferentes letras diferem entre si pelo teste de Scott Knott a 5% de probabilidade.

Os teores de celulose da BRS Kurumi apresentaram interação entre estação do ano e adubação nitrogenada, estação do ano e alturas de resíduo, e altura de resíduo e adubação nitrogenada (Figura 5). Foi observado maior teor de celulose nos tratamentos de 20 ou 35 cm de altura de resíduo, que não receberam adubação, sendo esse fator evidenciado durante estação seca.

Os teores de lignina da BRS Kurumi apresentaram influência da estação do ano e altura de resíduo (Figura 6). A estação seca do ano e as menores alturas de resíduo foram as que proporcionaram os menores teores de lignina na planta. Não foram observadas diferenças

nos teores de lignina das plantas cultivadas durante a estação das águas, em função das diferentes alturas de resíduo.

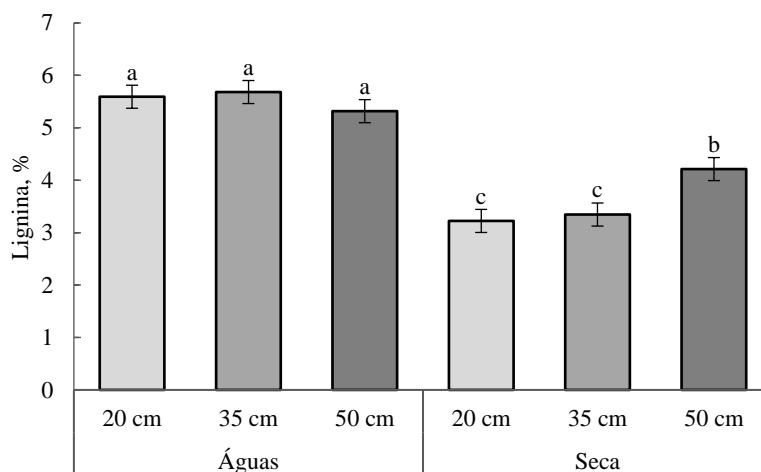


Figura 6. Efeito da interação entre doses nitrogênio e estação sobre os teores de lignina do capim BRS Kurumi. Médias seguidas por diferentes letras diferem entre si pelo teste de Scott Knott a 5% de probabilidade.

Produção anual de biomassa e de nutrientes e eficiência de utilização do nitrogênio aplicado

Não foi observada interação entre as alturas de resíduo e as doses de adubação nitrogenada na produção anual de biomassa e de nutriente da cultivar BRS Kurumi (Tabela 2). As alturas de resíduo de 20 e 35 cm apresentaram as maiores produções de biomassa (kg MS/ha/ano), as quais foram, em média, 16,56% superiores as produções de biomassa observadas para as plantas manejadas na altura de resíduo de 50 cm. Resultados semelhantes foram observados para a produção de MO e para os demais nutrientes avaliados.

As doses nitrogenadas de 100 e 200 kg N/ha/ano foram as que apresentaram as maiores produções de biomassa (32,36% maiores) quando comparadas ao tratamento sem adubação. No entanto, quando a produção total de MO foi avaliada, os maiores valores foram obtidos pela dose de 100 kg N/ha/ano, seguida da dose 200 kg N/ha/ano e, por último, o tratamento sem adubação.

As produções totais de PB, FDN, FDA, hemicelulose e celulose foram maiores para os tratamentos que receberam 100 e 200 kg N/ha/ano. Já a produção de lignina e DIVMS foram maiores no tratamento 100 kg de N/ha/ano, seguida do tratamento 200 kg de N/ha/ano e, por último, o tratamento controle.

Tabela 2. Produção anual de matéria seca e de nutrientes (kg/ha) da BRS Kurumi manejada com diferentes alturas de resíduos e adubações nitrogenadas

Parâmetro	Altura			Dose			EPM	P valor		
	20	35	50	0	100	200		A	D	A*D
Prod. MS kg/ha	19816a	20069a	17108b	15626B	21249A	20118A	379,8	**	**	ns
Matéria orgânica kg/ha	16855a	17193a	14752b	13384C	18140A	17266B	308,1	**	**	ns
PB kg/ha	2989a	3174a	2753b	2335B	3428A	3154A	86,2	**	**	ns
FDN kg/ha	11640a	11827a	10200b	9272B	12470A	11925A	232,8	**	**	ns
FDA kg/ha	4406a	4550a	3871b	3606B	4669A	4552A	84,1	**	**	ns
Celulose kg/ha	3357a	3452a	2987b	2769B	3491A	3536A	68,0	**	**	ns
Hemicelulose kg/ha	7136a	7336a	6327b	5672B	7755A	7372A	152,3	**	**	ns
Lignina kg/ha	1049a	1098a	886b	837C	1179A	1017B	30,2	**	**	ns
DIVMS kg/ha	15974a	16214a	13713b	12605C	17230A	16066B	322,5	**	**	ns

Médias seguidas por diferentes letras diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Letras maiúsculas representam diferenças entre doses de nitrogênio e letras minúsculas representam diferenças entre alturas de corte. EPM = erro padrão médio; MS = matéria seca; PB = proteína bruta; FDN = fibra em detergente neutro; FDA = fibra em detergente ácido; DIVMS = digestibilidade *in vitro* da matéria seca; A = altura; D = dose de adubação nitrogenada; ns = não-significativo; ** = significativo a 1% de probabilidade.

Foi observada interação entre as doses de adubação nitrogenada e as alturas de resíduo testadas sobre os valores de EUNA (Figura 7). As plantas manejadas nas alturas de resíduo de 20 e 35 cm e adubadas com 100 kgN/ha/ano foram os tratamentos que apresentaram as melhores eficiências de utilização do nitrogênio aplicado. A aplicação de 200 kgN/ha/ano não se mostrou vantajosa em nenhuma das alturas de resíduo testadas. Em média, o aproveitamento do nitrogênio aplicado sobre a produção de MS, PB e MSD (em kg/ha/ano) foi 150, 166 e 167% maiores para a dose de 100 kg N/ha/ano, em comparação com a dose de 200 kg N/ha/ano.

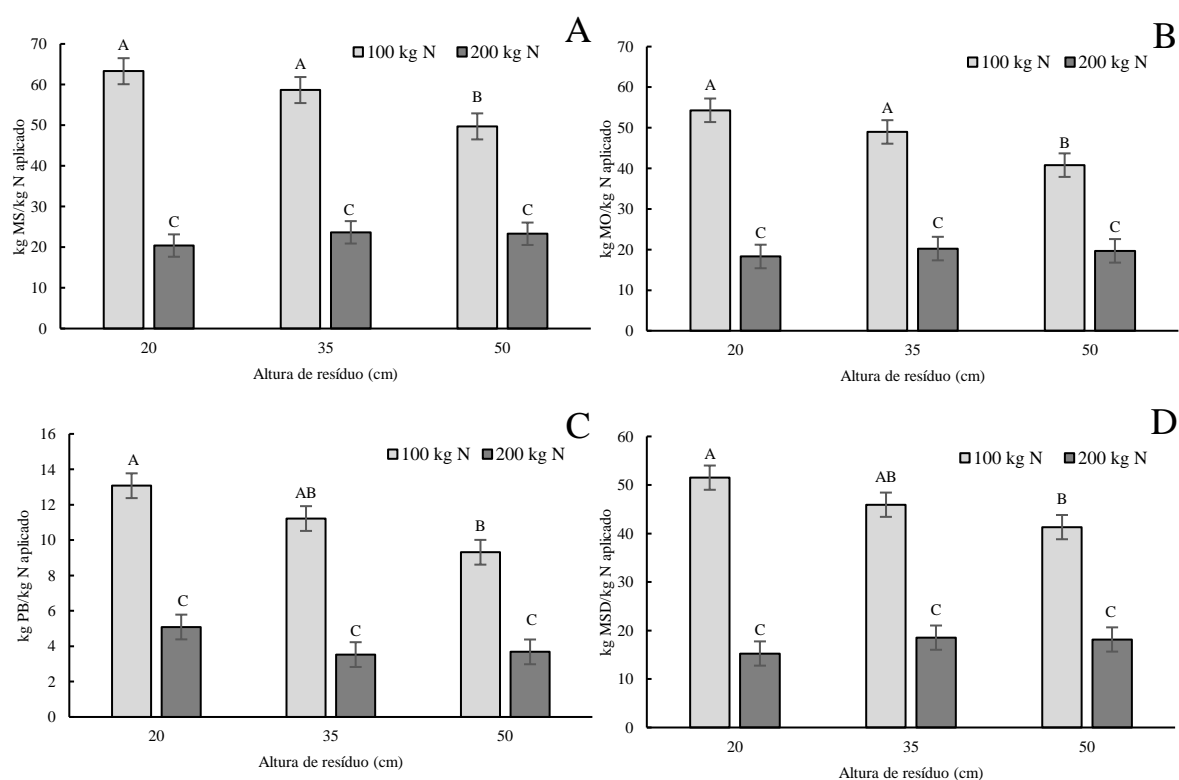


Figura 7. Eficiência de utilização do nitrogênio aplicado (kg/kg de N) para a produção de matéria seca (A), produção de matéria orgânica (B), produção de proteína bruta (C) e produção de matéria seca digestível (D) da BRS Kurumi manejada com diferentes alturas de resíduo e adubações nitrogenadas. Médias seguidas por diferentes letras diferem entre si pelo teste de Scott Knott a 5% de probabilidade

DISCUSSÃO

Os capins tropicais apresentam baixo desempenho produtivo durante a estação seca do ano (outono e inverno), sendo, essa estacionalidade produtiva, mais evidente nas regiões tropicais (Orrico Junior et al., 2012; Orrico Junior et al., 2013; Araujo, De et al., 2018). A queda na produção de biomassa, durante a estação seca, se deve a menor temperatura do ar, baixa precipitação e o menor fotoperíodo, como pode ser observado na Figura 1. Esses

fatores, explicam as baixas produções de biomassa (apenas 11% da produção anual) obtidas neste experimento para a BRS Kurumi durante a estação seca.

Pelos dados de produção de biomassa, pode-se observar que a cultivar BRS Kurumi apresenta uma maior influência da estacionalidade, quando comparada a outros cultivares de capim-elefante. Paciullo et al. (2008) e Vitor et al. (2009) observaram produções de biomassa superiores a 20% da produção anual, durante a estação seca do ano. Já Monção et al. (2020) observaram para BRS Capiáçu, durante a estação seca, produções superiores a 30% da produção anual de biomassa.

No presente trabalho, mesmo com uso das adubações nitrogenadas, não foi possível observar melhorias na produção de biomassa da BRS Kurumi durante a estação seca do ano. Esses dados demonstram que esta cultivar deve ser pastejada com cautela durante o período seco do ano, pois uma sobrecarga de animais neste período do ano pode levar a maior degradação da pastagem.

As maiores produções de biomassa obtidas nas alturas de resíduo de 20 cm e 35 cm, associadas a adubação na dose de 100 kg N/ha/ano podem estar ligadas a maior concentração de auxina e maior incidência de luz na porção basal do dossel, os quais estimulam o perfilhamento em alturas de dosses inferiores (Duru & Ducrocq, 2000; Sales et al., 2014). Estes resultados corroboram com a pesquisa de Paciullo et al. (2015), na qual os autores observaram menor taxa de alongamento de colmos, e alta densidade volumétrica de lâminas foliares, quando a BRS Kurumi foi manejada nas menores alturas de resíduo.

Apesar de inferior aos demais tratamentos testados, a produção de biomassa média dos tratamentos que receberam a dose 0kg N/ha/ano foi de 15.626 kg MS/ha/ano. Esse valor pode ser considerado elevado para uma cultivar anã de capim-elefante, que não recebeu adubação nitrogenada e, por ter sido implantada em um solo com baixo teor de matéria orgânica (16,74 g/kg). Esse resultado pode ser explicado pela capacidade que alguns cultivares de capim-elefante têm em realizar fixação biológica do nitrogênio atmosférico (FBN) (Oliveira et al., 2014).

Segundo Moraes et al. (2009) a dependência da FBN do capim-elefante varia com o solo e o genótipo, podendo atingir até 50% das necessidades de N deste capim. Segundo os mesmos autores, a presença de bactérias fixadoras de N₂, do gênero *Herbaspirillum spp*, reforça a possibilidade de que a fixação biológica do nitrogênio seja um processo importante para a sobrevivência e produtividade desta espécie forrageira. A ocorrência da FBN pode explicar o menor efeito da adubação nitrogenada (kg MS capim/kg N aplicado) nas produções

das cultivares de capim-elefante, quando comparadas as demais espécies de gramíneas forrageiras (Oliveira et al., 2014).

O menor teor de PB e um dos maiores teores de FDA foram observados para a altura de resíduo 20 cm e sem o uso da adubação. Esse resultado pode ser explicado pela maior participação de colmos na porção inferior do dossel, pois quanto mais próximo do solo o corte é feito, severidade é aplicada a desfolha, e maior será a participação dos colmos na porção coletada (Chacon & Stobbs, 1976). Esse comportamento foi mais evidente nos tratamentos sem adubação nitrogenada, pois a falta de estímulo ao desenvolvimento das folhas, colaborou para a redução dos teores de PB. Mesmo assim, os valores médios de PB observados neste tratamento podem ser considerados elevados e condizentes com os dados da literatura para BRS Kurumi (Gomide et al., 2015b; Pereira et al., 2017).

Os maiores teores de fibras, no geral, encontrados na estação das águas, em relação a estação seca, provavelmente, ocorreu em razão do aumento da lignificação, causado por maiores temperaturas ocorridas nesse período (Van Soest, 1994). Resultados semelhantes foram observados por Andrade et al. (2003), quando avaliaram o efeito das estações das águas e seca, na composição química da cultivar Napier.

Os dados de produção de nutrientes/ha/ano evidenciam o efeito das adubações e das diferentes alturas de resíduos no manejo da BRS Kurumi. O manejo com alturas de resíduos de 20 e 35 cm, ou com as adubações de 100 e 200 kg N/ha, foram fundamentais para proporcionar maiores produções de PB/ha/ano. No entanto, foi observado que a adubação de 200kg N/ha/ano não melhorou a produção de MSD/ha/ano, em comparação com a dose de 100 kg N/ha/ano.

A dose de 100 kgN/ha/ano associado as alturas de resíduo de 20 e 35 cm foram os tratamentos que apresentaram os melhores resultados EUNA, sendo essa a opção mais adequada quando se busca um equilíbrio entre dose de nitrogênio e produção de nutrientes por área. Resultados semelhantes foram obtidos por Bueno et al., (2020), onde a dose de 100 kg/ha/ano também apresentou maior eficiência de utilização do N aplicado, quando comparada a doses de 150 e 200 kg/ha/ano. Esses resultados podem ser mais um indicativo de que possa ter ocorrido a FBN, comum em algumas cultivares de capim elefante (Morais et al., 2009), a qual reduz a necessidade de nitrogênio via adubação mineral.

Outra justificativa para a maior EUNA da dose de 100 kg N/ha/ano pode estar ligada a lei de Mitscherlich (lei dos incrementos decrescentes), a qual preconiza, que os incrementos na produção de uma cultura tendem a reduzir à medida que se aumenta a dose de um

determinado nutriente, ou seja, não ocorrem aumentos proporcionais entre a produção vegetal e as doses dos nutrientes aplicados (Pilbeam, 2011).

CONCLUSÕES

A adubação com 200 kg de N/ha/ano não resultou em melhoria do desempenho produtivo da BRS Kurumi, mesmo quando manejado na altura de resíduo mais baixa. Na estação das águas, recomenda-se o uso de 20 ou 35 cm de altura de resíduo, associado a 100 kg de N/ha/ano, para obter maior produção de biomassa e nutrientes, qualidade nutricional e eficiência de uso do nitrogênio.

Na estação seca, os tratamentos testados não interferiram sobre o desempenho produtivo da BRS Kurumi, o que evidencia uma forte influência das estações do ano sobre este capim.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANDRADE, A.C.; MIRANDA, D.; FONSECA, D. A; QUEIROZ, D.S.; SALGADO, L.T.; CECON, P.R. Adubação nitrogenada e potássica em capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum. cv. Napier). **Ciência e Agrotecnologia**, v.27, p.1643–1651, 2003.
- AOAC, **Official Methods of Analysis**. Association of Official Analytical Chemists, Arlington, VA, 1990.
- AOAC. **Official Methods of Analysis**. 18th.ed. Arlington, VA: AOAC international, 2005. 770p.
- ARAÚJO, L.C. DE; SANTOS, P.M.; RODRIGUEZ, D.; PEZZOPANE, J.R.M. Key factors that influence for seasonal production of guinea grass. **Scientia Agrícola**, v.75, p.191–196, 2018. DOI: 10.1590/1678-992x-2016-0413.
- ARBOITTE, M.Z.; RIBEIRO, W.B.; BOSS, L. Produção de Biomassa e Avaliação Bromatológica de Cultivares de Capim-elefante *Pennisetum Purpureum* Schum. no Período Outono Inverno. **Nucleus Animalium**, v.11, p.109–122, 2019. DOI: 10.3738/21751463.3645.
- BUENO, A.M.; ANDRADE, A.F. DE; VIÇOSI, K.A.; FLORES, R.A.; SETTE, C.R.; CUNHA, T.Q.G. DA; SANTOS, G.G. Does Nitrogen Application Improve Elephant Grass Yield and Energetic Characteristics of Biofuels? **Bioenergy Research**, p. 1-11, 2020. DOI: 10.1007/s12155-020-10198-5.
- CHACON, E.A.; STOBBS, T.H. Influence of progressive defoliation of a grass sward on the eating behavior of cattle. **Australian Journal of Agriculture Research**, v.27, p.709-727, 1976. DOI:10.1071/AR9760709
- CHAVES, C.S.; MIRANDA GOMIDE, C.A. DE; RIBEIRO, K.G.; PACIULLO, D.S.C.; SILVA LEDO, F.J. DA; ALMEIDA COSTA, I. DE; CAMPANA, L.L. Forage production of

- elephant grass under intermittent stocking. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.48, p.234–240, 2013. DOI: 10.1590/S0100-204X2013000200015.
- DURU, M.; DUCROCQ, H. Growth and senescence of the successive grass leaves on a tiller. Ontogenic development and effect of temperature. **Annals of Botany**, v.85, p.635–643, 2000. DOI: 10.1006/anbo.2000.1116.
- FAGERIA, N.K.; BALIGAR, V.C. Enhancing nitrogen use efficiency in crop plants. **Advances in agronomy**, v. 88, p. 97-185, 2005. DOI: 10.1016/S0065-2113(05)88004-6
- FERNANDES, P.B.; CARVALHO, C.A.; PACIULLO, D.S.; GOMIDE, C.A.; MORENZ, M.J.; LÉDO, J. Morphogenetic and structural characteristics of clones of elephant grass managed under intermittent stocking. **Semina: Ciências Agrárias**, v.37, p.2099–2110, 2016. DOI: 10.5433/1679-0359.2016v37n4p2099.
- FIETZ, C.R.; FISCH, G.F. O Clima da Região de Dourados, MS. **Embrapa Agropecuária Oeste**, v.92, p.32, 2008.
- GOMIDE, C.A. DE M.; PACIULLO, D.S.C.; LÉDO, F.J. DA S.; PEREIRA, A. VANDER; MORENZ, M.J.F.; BRIGHENTI, A.M. Informações sobre a cultivar de capim-elefante BRS Kurumi. **EMBRAPA (INFOTECA-E)**, p.4, 2015a.
- GOMIDE, C.A.M.; CHAVES, C.S.; RIBEIRO, K.G.; SOLLENBERGER, L.E.; PACIULLO, D.S.C.; PEREIRA, T.P.; MORENZ, M.J.F. Structural traits of elephant grass (*Pennisetum purpureum* Schum.) genotypes under rotational stocking strategies. **African Journal of Range and Forage Science**, v.32, p.51–57, 2015b. DOI: 10.2989/10220119.2014.930929.
- HOLDEN, L.A. Comparison of methods of in vitro dry matter digestibility for ten feeds. **Journal of Dairy Science**, v.82, p.1791–1794, 1999. DOI: 10.3168/jds.S0022-0302(99)75409-3
- LOBO, B.S.; SALES, E.C.J.; REIS, S.T. DOS; MONÇÃO, F.P.; PEREIRA, D.A.; RIGUEIRA, J.P.S.; OLIVEIRA, P.M.; COSTA MOTA, V.A. DA; ALVES, D.D. Parâmetros morfogênicos e produtividade do capim-Pioneiro submetido a doses de nitrogênio. **Semina: Ciências Agrárias**, v.35, p.3305–3318, 2014. DOI: 10.5433/1679-0359.2014v35n6p3305.
- MAGALHÃES, A.; RODRIGUES, N.; HENRIQUE, B.; CARNEIRO, S.; DE, M.S.; ANDRADE, C.; COSTA, L.; DE, N.; PINTO, C.; DE, M.S.; FILHO, M.; ERICEIRA, W.D.J. Influencia da adubação nitrogenada e idade de corte sobre os teores de proteína bruta e fibra em detergente neutro de três cultivares de capim--elefante. **Redvet**, p.323–330, 2009.
- MERTENS, D.R. Gravimetric determination of amylase-treated neutral detergent fiber in feeds with refluxing in beakers or crucibles: Collaborative study. **Journal of AOAC International**, v.85, p.1217–1240, 2002.
- MONÇÃO, F.P.; COSTA, M.A.M.S.; RIGUEIRA, J.P.S.; SALES, E.C.J. DE; LEAL, D.B.; SILVA, M.F.P. DA; GOMES, V.M.; CHAMONE, J.M.A.; ALVES, D.D.; CUNHA SIQUEIRA CARVALHO, C. DA; MURTA, J.E.J.; JÚNIOR, V.R.R. Productivity and nutritional value of BRS capiaçu grass (*Pennisetum purpureum*) managed at four regrowth ages in a semiarid region. **Tropical Animal Health and Production**, v.52, p.235–241, 2020. DOI: 10.1007/s11250-019-02012-y.
- MORAIS, R.F. DE; SOUZA, B.J. DE; LEITE, J.M.; SOARES, L.H.B.; ALVES, B.J.R.A.; BODDEY, R.M.; URQUIAGA, S. Elephant grass genotypes for bioenergy production by direct biomass combustion. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.44, p.133–140, 2009.

- OLIVEIRA, T.S. DE; LEONEL, F.D.P.; PEREIRA, J.C.; SILVA, C.J. DA; BAFFA, D.F.; ZERVOUDAKIS, J.T. Yield , chemical composition , and efficiency of use of nitrogen by Marandu grass. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.43, p.440–444, 2014. DOI: 10.1590/S1516-35982014000800007.
- ORRICO JUNIOR, M.A.P.; CENTURION, S.R.; ORRICO, A.C.A.; SUNADA, N. DA S. Effects of biofertilizer rates on the structural, morphogenetic and productive characteristics of Piatã grass. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.41, p.1378–1384, 2012. DOI: 10.1590/S1516-35982012000600009.
- ORRICO JUNIOR, M.A.P.; ORRICO, A.C.A.; CENTURION, S.R.; SUNADA, N. DA S.; VARGAS JUNIOR, F.M. DE. Características morfogênicas do capim-piatã submetido à adubação com efluentes de abatedouro avícola. **Ciência Rural**, v.43, p.158–163, 2013. DOI: 10.1590/S0103-84782012005000125.
- PACIULLO, D.S.C.; DERESZ, F.; LOPES, F.C.F.; AROEIRA, L.J.M.; MORENZ, M.J.F.; VERNEQUE, R.S. Disponibilidade de matéria seca, composição química e consumo de forragem em pastagem de capim-elefante nas estações do ano. **Arquivos Brasileiros de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.60, p.904–910, 2008.
- PACIULLO, D.S.C.; GOMIDE, C.A. DE M.; MORENZ, M.J.F.; ANDRADE; ARARIPE, D.F. DE A.; ANDRADE, P.J.M.; LÉDO, F.J. DA S.; PEREIRA, A. VANDER. Características do pasto e desempenho de novilhas leiteiras em pastagem de capim-elefante cv. BRS Kurumi. Juiz de Fora: **Embrapa Gado de Leite**, 2015. 19 p.
- PARIS, W.; CECATO, U.; SANTOS, G.T. DOS; BARBEIRO, L.; AVANZZO, L.; LIMÃO, V. Produção e qualidade de massa de forragem nos estratos da cultivar coastcross-1 consorciada com em *Arachis pintoi* com e sem adubação nitrogenada. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v.30, 2008. DOI: 10.4025/actascianimsci.v30i2.4676.
- PEREIRA, A. VANDER; LÉDO, F.J. DA S.; MACHADO, J.C. BRS Kurumi and BRS Capiaçú - New elephant grass cultivars for grazing and cut-and-carry system. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, v.17, p.59–62, 2017. DOI: 10.1590/1984-70332017v17n1c9.
- PILBEAM, D.J. The utilization of nitrogen by plants: A whole plant perspective. **Annual Plant Reviews online**, v. 42, p. 305-351, 2018. DOI: 10.1002/9781444328608.ch13.
- TEAM, R. Core. **R: A language and environment for statistical computing**. Version 3.6. 0, R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria, 2019.
- SALES, E.C.; REIS, S.; ROCHA JUNIOR, V.; MONÇÃO, F.; MATOS, V.M.; PEREIRA, D.; AGUIAR, A.C.; ANTUNES, A.P. Características morfogênicas e estruturais da *Brachiaria brizantha* cv. Marandu submetida a diferentes doses de nitrogênio e alturas de resíduos. **Semina: Ciências Agrárias**, v.35, p.2673–2684, 2014. DOI: 10.5433/1679-0359.2014v35n5p2673.
- SANTOS, H.G. DOS; JACOMINE, P.K.T.; ANJOS, L.H.C. DOS; OLIVEIRA, V.A. DE; LUMBREERAS, J.F.; COELHO, M.R.; ALMEIDA, J.A. DE; ARAÚJO FILHO, J.C. DE; OLIVEIRA, J.B. DE; CUNHA, T.J.F. Sistema brasileiro de classificação de solos. **Embrapa**, p.356, 2018.
- TILLEY, J.M.A.; TERRY, R.A. A Two-Stage Technique for the in Vitro Digestion of Forage Crops. **Grass and Forage Science**, v.18, p.104–111, 1963. DOI: 10.1111/j.1365-2494.1963.tb00335.x.
- VAN SOEST, P.J. **Nutritional ecology of the ruminant**. 2. ed. New York: Cornell University Press, 1994. 476p.

VITOR, M.C.; FONSECA, D.; CÓSER, A.C.; MARTINS, C.E.; NASCIMENTO JUNIOR, D.; RIBEIRO JUNIOR, J. Produção de matéria seca e valor nutritivo de pastagem de capim-elefante sob irrigação e adubação nitrogenada. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, p.435–442, 2009.

CAPÍTULO 3

Efeito das idades de corte e das adubações nitrogenadas na produtividade, no valor nutricional e na eficiência de utilização do nitrogênio em áreas cultivadas com BRS Capiacu

RESUMO: A BRS Capiacu é uma cultivar de capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum), promissora para uso na alimentação de ruminantes por apresentar elevado potencial de produção de biomassa. Contudo, à medida que essa capineira passou a ser submetida a diferentes estratégias de manejo, foram observadas oscilações na produção de biomassa, com reflexo no valor nutritivo desta. Assim, objetivou-se verificar o efeito de três idades de corte, em conjunto com a adubação nitrogenada, sobre a produtividade e valor nutricional da BRS Capiacu. Foi utilizado delineamento em blocos casualizados, em esquema fatorial 3x3, sendo: três idades de corte (60, 90 e 120 dias) e três níveis de adubação nitrogenada (0, 100 e 200 kg N ha/ano). Os parâmetros avaliados foram: produtividade e composição química das frações folha, colmo e planta inteira, além das produções de nutrientes e da eficiência de utilização do nitrogênio aplicado. As plantas a cortadas a cada 120 dias e adubadas com 100 ou 200 kg N/ha apresentaram as maiores produções anuais MS. A produção de folhas foi maior para as plantas manejadas com intervalos de 90 dias entre os cortes. A adubação nitrogenada foi eficiente em incrementar o percentual de folhas e em elevar a produção em kg/ha/ano de PB e DIVMS do capim. As maiores produções de PB (em kg/ha/ano) foram observadas para os capins com idades de 60 e 90 dias adubados com 200 kg de N/ha/ano. Os capins cortados a cada 90 dias e que receberam a adubação nitrogenada de 100 kg N/ha/ano foram os que apresentaram maior eficiência de utilização de N aplicado. Conclui-se que o corte da BRS Capiacu aos 90 dias de idade associada a uma adubação nitrogenada de 100 kg N/ha/ano é a melhor estratégia para manter o equilíbrio entre a produção de biomassa, o valor nutricional e a eficiência de uso do nitrogênio aplicado.

Palavras-chave: Composição química, produtividade, estágio de maturidade, *Pennisetum purpureum*

Effect of cutting ages and nitrogen fertilization on productivity, nutritional value, and 2 efficiency of nitrogen use in areas cultivate

Abstract: The objective was to verify the effect of the grass age and the doses of nitrogen 5 fertilization on the productivity and nutritional value of BRS Capiacu. A randomized block 6 design was used in a 3×3 factorial scheme: three cutting ages (60, 90, and 120 days) and three 7 levels of nitrogen fertilization (0, 100, and 200 kg N/ha/year). The parameters evaluated were: 8 productivity and chemical composition of the leaf, stem, and whole plant fractions, besides the 9 production of nutrients and efficiency of utilization of applied nitrogen (EUAN). Plants cut 10 every 120 days and fertilized with 100 or 200 kg N/ha had the highest annual dry matter (DM) 11 production. Nitrogen fertilization was efficient in increasing the percentage of leaves and the 12 production of crude protein (CP) and DM digestibility of the grass. The highest CP production 13 (in kg/ha/year) was observed for the 60- and 90-days old grass fertilized with 200 kg of 14 N/ha/year. Grasses that were cut every 90 days and that received nitrogen fertilization of 100 15 kg N/ha/year were the ones that presented the highest EUAN. The cutting at 90 days of age, 16 associated with N fertilization of 100 kg N/ha/year is the best strategy for BRS Capiacu.

Keywords: Chemical composition, maturity stage, *Pennisetum purpureum*, productivity

INTRODUÇÃO

A crescente demanda por alimentos, associada a necessidade de conservar os recursos naturais, vêm obrigando os produtores rurais a adotarem sistemas mais eficientes de produção animal. Nesse contexto, o uso de cultivares de capim-elefante (*Pennisetum purpureum Schum*) para garantir o suprimento de volumoso durante a estação mais seca do ano, é uma alternativa que vêm sendo utilizada em diversos países de clima tropical (Tessema et al., 2010).

O capim-elefante é uma espécie forrageira que apresenta elevada produtividade de biomassa, tolerância à seca prolongada, adaptação a vários tipos de solo é adequada ao corte mecanizado (da Silva et al., 2020; Monção et al., 2019; Tessema et al., 2010). Por ser altamente produtivo, o capim-elefante necessita de fertilizações constantes, pois a elevada extração de nutrientes pode levar a queda da fertilidade do solo em um curto espaço de tempo (Siri-Prieto et al., 2020).

No geral, o nitrogênio é o nutriente que possui maior demanda para o desenvolvimento das gramíneas forrageiras (Orrico Junior et al., 2012; Orrico et al., 2013; Silveira et al., 2018). No entanto, na literatura ainda existe uma variação muito grande nos dados referentes ao efeito das adubações nitrogenadas sobre a produtividade de biomassa dos cultivares de capim-elefante. De acordo com Flores et al. (2012) não houve aumento da produção de biomassa do capim-elefante com o uso de adubação nitrogenada. Por outro lado, Bueno et al. (2020) observaram que doses de 100 kg N/ha/ano são as que apresentaram a maior eficiência de utilização do N aplicado.

A cultivar de capim-elefante BRS Capiçu (cruzamento dos acessos Guaco-BAGCE 60 e Roxo-BAGCE 57) foi lançada em 2016 pela EMBRAPA, sendo que os primeiros relatos científicos sobre esta cultivar foram descritos por Pereira et al. (2017). Nesta pesquisa os autores observaram produções de biomassa de 49 toneladas MS/ha/ano, o que a colocou como sendo a mais produtiva entre as demais cultivares de capim-elefante. No entanto, à medida que essa cultivar passou a ser cultivada em outras regiões e submetida a diferentes estratégias de manejo, foram observadas produções biomassa superiores às obtidas por Pereira et al. (2017). Um exemplo disso foi a pesquisa realizada por Monção et al. (2020), na qual os autores observaram produções de biomassa de 72 ton MS/ha/ano, com o uso de uma adubação de 50 kg/ha da fórmula 20-00-20 (N-P-K) após cada corte, aos 120 dias de rebrota.

Além da adubação, a frequência de corte também interfere nas características de crescimento, rendimento de MS e valor nutritivo do capim-elefante. Segundo Tessema et al. (2010) quando o intervalo entre cortes do capim-elefante é curto, a produtividade da planta é comprometida, pois, a cada desfolha o capim precisa mobilizar suas reservas energéticas para a emissão de novas folhas. Por outro lado, quando o intervalo entre cortes é muito longo, o capim-elefante perde em qualidade nutricional além de ter seu crescimento comprometido pelo sombreamento excessivo, inviabilizando assim sua adoção (Rodolfo et al., 2015; Monção et al., 2019). Desta forma, o equilíbrio entre produção de biomassa e a qualidade nutricional do capim é fundamental para o manejo desta cultivar.

Diante disto, objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito da idade de corte (60, 90 e 120 dias) e da adubação nitrogenada (0, 100 e 200 kg N/ha/ano), sobre a produção de biomassa e o valor nutritivo da BRS Capiçu. A presente pesquisa testou as seguintes hipóteses: (i) o corte da BRS Capiçu a cada 60 dias prejudica a produção de biomassa e de nutrientes por hectare, mesmo quando as adubações nitrogenadas são intensificadas; (ii) a dose intermediária de nitrogênio apresenta a maior eficiência de utilização de nitrogênio aplicado quando comparada a dose mais elevada de nitrogênio; (iii) o corte da BRS Capiçu a cada 90 dias proporciona maior equilíbrio entre produções de biomassa e valor nutritivo da forrageira.

MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi realizada na Embrapa Agropecuária Oeste, no município de Dourados, MS, Brasil (22° 11' 55" S, 54° 56' 7" W e 452 m de altitude) no período de agosto de 2017 a setembro de 2018. O clima da região é úmido mesotérmico (Cwa), com verões quentes e invernos secos (Fietz and Fisch, 2008). Os dados meteorológicos observados durante o experimento estão apresentados na Figura 8.

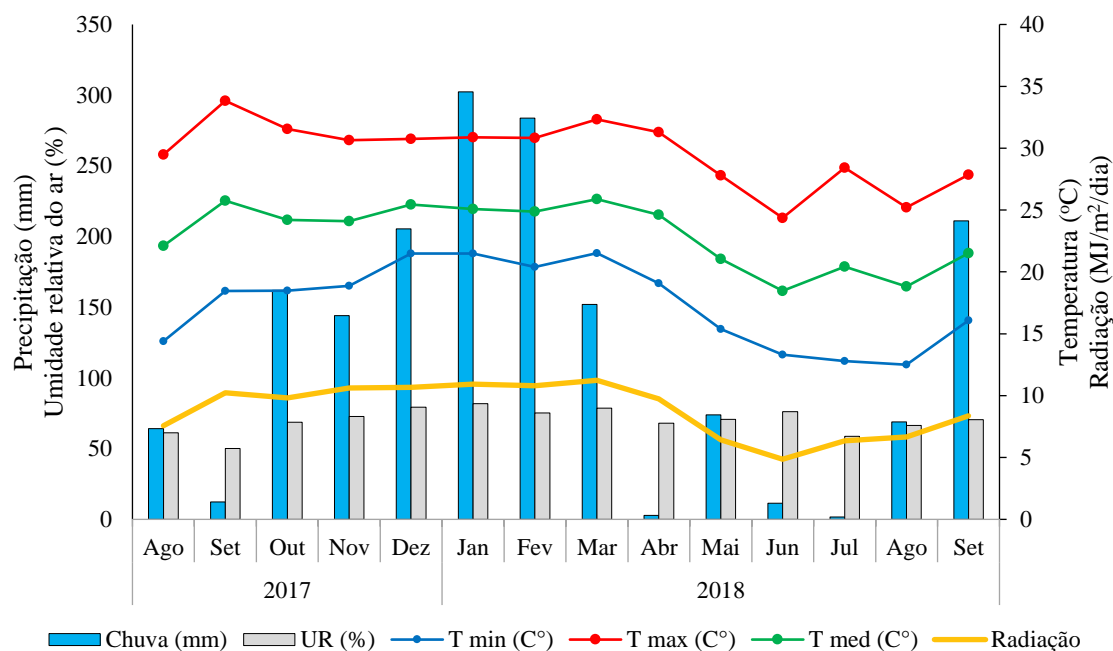


Figura 8. Temperatura média (T med), máxima (T max) e mínima (T min) do ar, umidade relativa do ar (UR), precipitação e radiação, verificadas durante o período experimental entre agosto de 2017 a setembro de 2018, município de Dourados, MS, Brasil.

O solo da área experimental foi classificado como Latossolo vermelho escuro distroférrico, de textura muito argilosa (dos Santos et al., 2018). O solo apresentou as seguintes características: areia, 87,73g/kg; silte, 183,33g/kg; argila, 728,97g/kg; pH em CaCl₂, 5,22; P, 28,23 mg/dm³; K, 0,51 cmolc/dm³; Ca⁺², 3,39 cmolc/dm³; Mg⁺², 0,75 cmolc/dm³; H⁺ + Al⁺³, 3,39 cmolc/dm³; CTC efetiva, 8,04 cmolc/dm³; Soma de bases, 4,65 cmolc/dm³; MO, 16,74 g/kg e V, 57,83%.

As mudas do capim BRS Capiáçu eram compostas apenas pelos colmos da planta (aproximadamente 120 dias de idade), cortados em pedaços contendo de três a quatro entrenós. O plantio do capim BRS Capiáçu foi realizado no dia 12 de abril de 2017, em sulcos com 15 cm de profundidade e, com 1m de distância entre os sulcos. As mudas foram colocadas no fundo do sulco, cobertas com solo, que foi levemente compactado para favorecer a emissão dos perfilhos. A área (1000 m²) foi dividida em 36 parcelas experimentais, medindo 5x3m cada, segundo a Figura 9.

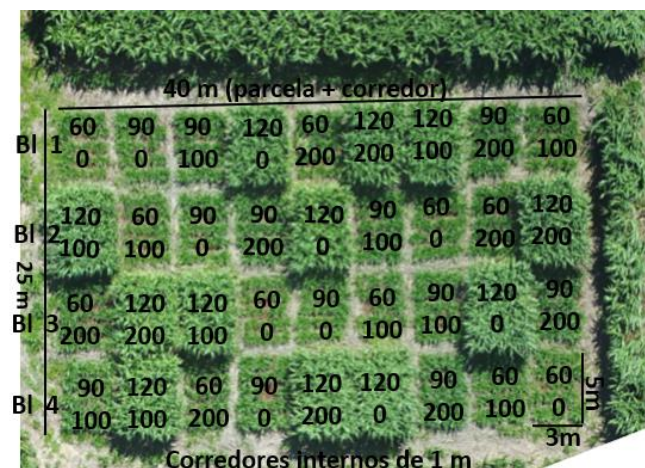


Figura 9. Croqui da área experimental, na qual foi implantada a BRS Capiçu, com os respectivos tratamentos e parcelas. Os valores 60, 90 e 120 correspondem às idades de corte e, os valores 0, 100 e 200, às dosagens de nitrogênio aplicadas, em kg/ha.

O experimento foi conduzido em delineamento em blocos casualizados, em esquema fatorial 3x3, sendo três idades de corte (60, 90 e 120 dias) e três níveis de adubação nitrogenada (0, 100 e 200 kg N /ha/ano), com quatro blocos. Foram realizados 6, 4 e 3 cortes para os capins manejados, com intervalos entre cortes de 60, 90 e 120 dias de idade, respectivamente.

No dia 21 de agosto de 2017, foi realizado o corte de uniformização do capim a 5 cm do solo, dando início ao período experimental. As adubações nitrogenadas foram distribuídas manualmente sobre a superfície do solo, utilizando como fonte de nitrogênio a ureia protegida (FH Nitro Mais TM Heringer). As doses de adubação nitrogenada foram divididas de acordo com o número de cortes, ou seja, as doses de 100 e 200 kg/ha/ano foram divididas 6, 4 e 3 aplicações (após cada corte) nas parcelas manejadas com intervalos entre cortes de 60, 90 e 120 dias, respectivamente.

Assim que as plantas atingiram as idades estabelecidas para o corte, foi realizada a mensuração da altura e da produção de biomassa por parcela. A altura média das plantas foi obtida pela mensuração em três pontos aleatórios dentro de cada parcela (do solo até a inserção da última lâmina foliar). Foram coletadas as plantas contidas em 2 m lineares de cada uma das três linhas centrais das parcelas, para quantificar a produção de biomassa *in natura*. Em seguida, foi realizado o corte e remoção do material no restante da parcela, para uniformização de rebrota das parcelas.

As plantas amostradas foram levadas ao laboratório para realização da separação morfológica (folha +bainha e colmo) e determinação dos teores de MS de cada fração da planta. A pré-secagem das amostras foi realizada em estufa de circulação forçada de ar a 55

°C, por 72 horas. As amostras secas foram trituradas em moinho de facas tipo Willey, com peneira de malha de 1mm, para determinação dos teores de MS, matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), celulose, hemicelulose, lignina e digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS), através da técnica de espectroscopia no infravermelho próximo (NIRS FOSS 5000), na Embrapa Gado de Leite, em Juiz de Fora, MG.

Com base no peso *in natura* e os teores de MS, foi calculada a produção de MS da planta inteira, folha e colmo por hectare (ha), além da relação folha:colmo. O cálculo da produção/ha/ano (de cada nutriente) foi feito multiplicando as produções totais de MS pelos respectivos teores de nutrientes, contidos na planta inteira. Foi calculada a eficiência de utilização do nitrogênio aplicado (EUNA; kg/kg de N) (Fageria & Baligar, 2005) para a produção de matéria seca, produção de matéria orgânica, produção de proteína bruta e produção de matéria seca digestível utilizando a seguinte fórmula:

$$EUNA \text{ (kg produzidos/kg de N aplicado)} = (P_N - P_c) / Napl,$$

onde: P_N = produção de MS ou dos nutrientes no tratamento que recebeu adubação (kg); P_c = produção de MS ou dos nutrientes no tratamento que não recebeu adubação (kg); $Napl.$ = dose de nitrogênio aplicada na área (kg).

Os efeitos sobre as idades de cortes e a adubação nitrogenada e a interação desses fatores sobre as variáveis respostas foram avaliados por meio de análise de variância (teste F). Quando a interação dos fatores foi significativa ($\alpha \leq 0,05$), os fatores foram lidos separadamente para sua análise. No caso de interação não significativa, os fatores foram analisados por componente principal.

Os dados foram analisados por meio do programa estatístico SAS (versão 9.0, Statistical Analysis System). As médias foram comparadas pelo teste de Tukey, com nível de significância de 5%. Os dados relacionados aos aspectos produtivos e nutricionais da BRS Capiagu foram analisados de acordo com o seguinte modelo:

$$Y_{ijk} = \mu + \beta k + S_i + SA_j + S * SA_{ij} + \epsilon_{ijk},$$

onde Y_{ijk} = variável dependente, μ = média geral, βk = efeito de bloco (efeito aleatório; $k = 1, 2, 3$ e 4), S_i = efeito de diferentes idades da planta (efeito fixo; $i = 60, 90$ e 120 dias), SA_j = efeito da adubação nitrogenada (efeito fixo; $j = 0, 100$ e 200 kg N/ha/ano), $S * SA_{ij}$ = efeito da interação entre idades da planta e adubação nitrogenada, e ϵ_{ijk} = erro aleatório associado a cada observação. A unidade experimental foi representada por cada parcela. Foram analisadas quatro observações por tratamento (k), totalizando 36 unidades experimentais.

RESULTADOS

Foi observada interação entre as idades de corte e as doses de adubação nitrogenada sobre a produção de biomassa do capim (Figura 10). As plantas com 120 dias de idade e adubadas com 100 ou 200 kg N/ha/ano foram as que apresentaram as maiores produções de biomassa (média de 77.350 kg de MS/ha/ano). As menores produções anuais foram verificadas para os capins manejados com intervalos entre cortes de 90 e 60 dias e sem adubação nitrogenada.

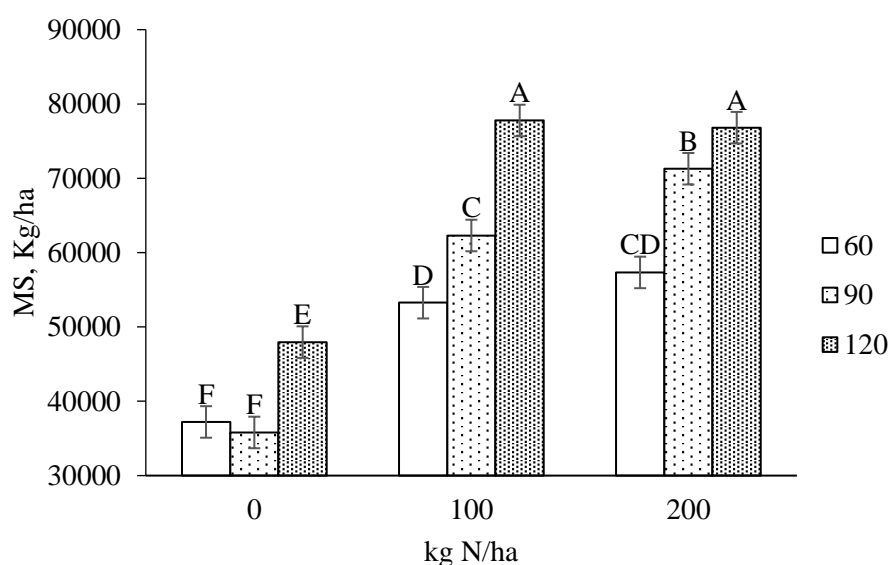


Figura 10. Produção anual de MS da BRS Capiçu em diferentes idades de corte (60, 90 e 120 dias) e adubado com diferentes doses de nitrogênio (0, 100 e 200 kg N/ha). Barras indicadas por diferentes letras diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

As produções de biomassa de folha e colmo foram influenciadas pelas idades de corte e pelas doses da adubação nitrogenada (Tabela 3). As maiores produções de colmo foram obtidas pelas plantas com 120 dias de idade. Em contrapartida, a produção de folhas foi maior para as plantas manejadas com intervalos de 90 dias entre cortes, não havendo diferença na produção de folhas entre as idades de 60 e 120 dias. A adubação nitrogenada favoreceu tanto a produção de biomassa de folha quanto à de colmo, sendo obtidos os maiores valores para os tratamentos que receberam a maior dose de nitrogênio.

Tabela 3. Produção de biomassa (planta inteira, folha e colmo), proporções de folha e colmo e altura da BRS Capiacu em diferentes idades de corte e adubado com diferentes doses nitrogênio

Parâmetro	Idade (dias)			Dose (kg N/ha)			EPM	P valor		
	60	90	120	0	100	200		I	D	I*D
Planta inteira, kg MS/ha/ano	49.273c	56.465b	67.517a	40.327C	64.449B	68.479A	523,5	**	**	**
Folha, kg MS/ha/ano	22.641b	29.511a	21.068b	16.687C	27.599B	28.934A	252,7	**	*	ns
Colmo, kg MS/ha/ano	24.733c	26.954b	46.449a	23.163C	36.167B	38.806A	336,5	**	**	ns
Folha, %	45,90b	52,20a	31,13c	42,59	43,85	42,79	0,587	**	ns	ns
Colmo, %	50,25b	47,80c	68,87a	56,13	54,87	55,92	0,550	**	ns	ns
Relação folha:colmo, %	0,91b	1,09a	0,45c	0,76	0,80	0,76	0,080	**	ns	ns
Altura, m	1,73c	2,22b	3,15a	2,36	2,31	2,42	0,037	**	ns	ns

Médias seguidas por diferentes letras diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Letras maiúsculas representam diferenças entre doses de nitrogênio e letras minúsculas representam diferenças entre idades de corte. EPM = erro padrão médio; MS = matéria seca; I = idade; D = dose de adubação nitrogenada; ns = não-significativo; * = significativo a 5% de probabilidade; ** = significativo a 1% de probabilidade.

A maior proporção de folha foi observada para as plantas manejadas com intervalos entre cortes de 90 dias de idade, enquanto que a menor proporção de folha foi observada para as plantas com idade de 120 dias. Comportamento inverso foi observado para as proporções de colmo. As adubações nitrogenadas não exerceram influência sobre as proporções de folha e colmo das plantas, porém influenciou na produção destes constituintes. A idade do capim influenciou na altura das plantas, sendo observados os maiores valores para as plantas com 120 dias de idade, seguido das plantas com 90 dias e menores valores para plantas com 60 dias de idade. Não foi observada influência das adubações nitrogenadas sobre a altura das plantas.

A adubação nitrogenada (200 kg/ha/ano) incrementou os teores de MO tanto para a folha, quanto para o colmo. Os demais parâmetros não foram influenciados pela adubação nitrogenada (Tabela 4 e 5). Por outro lado, as idades dos capins influenciaram as concentrações dos nutrientes avaliados. Os teores de PB na folha, colmo e planta inteira decresceram 30,48, 57,77 e 49,66 %, respectivamente, com o avanço da idade da planta de 60 para 120 dias.

As frações fibrosas da folha, colmo e planta inteira seguiram um comportamento inverso ao dos teores de PB. As menores médias de FDN, FDA, celulose, hemicelulose e lignina foram observadas para os capins com 60 dias de idade, e as maiores para os capins com 120 dias de idade. Na comparação entre os capins com 60 e 120 dias de idade, houve um acréscimo de 79,85% nos teores de lignina da planta inteira.

O coeficiente de DIVMS reduziu 11,98, 25,83 e 19,26% para folha, colmo e planta inteira, respectivamente, na comparação de capins com 60 e 120 dias de idade. O colmo foi a fração da planta que apresentou as maiores alterações na composição química (em termos percentuais) em função do avanço da idade da planta.

Tabela 4. Composição química e digestibilidade *in vitro* da matéria seca da folha e do colmo (%) da BRS Capiacu em diferentes idades de corte e adubado com diferentes doses nitrogênio

Parâmetro	Idade (dias)			Dose (kg N /ha)			EPM	P valor		
	60	90	120	0	100	200		I	D	I*D
Folha										
MS, % MN	22,54b	23,94ab	24,57a	23,45	22,54	23,87	0,037	**	ns	ns
Matéria orgânica, %MS	90,13c	90,78b	91,39a	90,52B	90,71AB	91,06A	0,107	**	*	ns
PB, % MS	12,30a	9,89b	8,55c	10,06	10,26	10,42	0,166	**	ns	ns
FDN, % MS	68,23c	70,35b	72,41a	70,43	70,19	70,37	0,119	**	ns	ns
FDA, % MS	37,37c	39,01b	39,90a	38,85	38,62	38,82	0,106	**	ns	ns
Celulose, % MS	34,19b	35,25a	35,61a	35,22	34,89	34,95	0,096	**	ns	ns
Hemicelulose, % MS	30,85b	31,34b	32,51a	31,58	31,57	31,55	0,150	**	ns	ns
Lignina, % MS	3,18c	3,76b	4,29a	3,63	3,73	3,87	0,069	**	ns	ns
DIVMS, % MS	64,48a	59,80b	56,75c	60,40	60,41	60,22	0,254	**	ns	ns
Colmo										
MS, % MN	23,87b	24,87ab	25,27a	23,85	24,12	23,19	0,057	**	ns	ns
Matéria orgânica, %MS	89,90c	91,53b	93,40a	91,30B	91,47AB	92,05A	0,170	**	*	ns
PB, % MS	6,46a	4,34b	2,73c	4,39	4,44	4,69	0,131	**	ns	ns
FDN, % MS	71,74c	74,71b	79,18a	75,17	75,10	75,36	0,164	**	ns	ns
FDA, % MS	43,49c	47,48b	52,99a	47,86	47,89	48,21	0,230	**	ns	ns
Celulose, % MS	38,11c	40,39b	43,92a	40,78	40,72	40,91	0,162	**	ns	ns
Hemicelulose, % MS	28,25a	27,23b	26,19c	27,30	27,21	27,15	0,222	**	ns	ns
Lignina, % MS	5,39c	7,10b	9,07a	7,08	7,17	7,30	0,089	**	ns	ns
DIVMS, % MS	59,60a	52,52b	44,20c	52,17	52,30	51,85	0,305	**	ns	ns

Médias seguidas por diferentes letras diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Letras maiúsculas representam diferenças entre doses de nitrogênio e letras minúsculas representam diferenças entre idades de corte. EPM = erro padrão médio; MS = matéria seca; MN = matéria natural; PB = proteína bruta; FDN = fibra em detergente neutro; FDA = fibra em detergente ácido; DIVMS = digestibilidade *in vitro* da matéria seca; I = idade; D = dose. ns = não-significativo; * = significativo a 5% de probabilidade; ** = significativo a 1% de probabilidade.

Tabela 5. Composição química e digestibilidade *in vitro* da matéria seca (% , planta inteira) e produção anual de nutrientes (kg/ha) da BRS Capiacu em diferentes idades de corte e adubado com diferentes doses nitrogênio

Parâmetro	Idade (dias)			Dose (kg N /ha)			EPM	P valor		
	60	90	120	0	100	200		I	D	I*D
	%, MS									
MS, % MN	19,50a	22,80b	26,44c	22,07	23,36	23,31	0,343	**	ns	ns
Matéria orgânica, %MS	90,34c	91,46b	92,75a	91,22B	91,44AB	91,89A	0,136	**	*	ns
PB, % MS	8,98a	7,27b	4,52c	6,73	6,93	7,10	0,124	**	ns	ns
FDN, % MS	67,33c	72,80b	77,05a	72,43	72,25	72,49	0,131	**	ns	ns
FDA, % MS	39,35c	43,45b	49,13a	44,02	43,78	44,13	0,173	**	ns	ns
Celulose, % MS	35,08c	37,95b	41,46a	38,27	38,02	38,20	0,113	**	ns	ns
Hemicelulose, % MS	27,98b	29,35a	27,92b	28,42	28,46	28,37	0,179	**	ns	ns
Lignina, % MS	4,27c	5,50b	7,68a	5,75	5,77	5,93	0,078	**	ns	ns
DIVMS, % MS	59,43a	55,72b	47,98c	54,37	54,55	54,22	0,226	**	ns	ns
	kg/ha									
Matéria orgânica	44.525c	51.679b	62.671a	36.825B	59.047A	63.002A	1.959	*	**	ns
PB	4.447	4.123	3.056	2.632	4.282	4.712	160,6	**	**	**
FDN	33.156c	41.112b	52.045a	29.366C	46.967B	49.979A	877,9	**	*	ns
FDA	19.376c	24.555b	33.164a	17.943B	28.602A	30.551A	738,3	**	*	ns
Celulose	14.547	18.375	19.666	16.686	17.653	18.248	704,1	**	**	**
Hemicelulose	11.588	14.468	15.593	13.149	13.913	14.588	458,1	**	**	*
Lignina	2.106	3.119	5.191	2.386	3.856	4.174	139,5	**	**	**
MSD	29.290b	31.464a	32.382a	21.699C	34.674B	36.763A	523,1	*	*	ns

Médias seguidas por diferentes letras diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, Letras maiúsculas representam diferenças entre doses de nitrogênio e letras minúsculas representam diferenças entre idades de corte, EPM = erro padrão médio; MS = matéria seca; MN = matéria natural; PB = proteína bruta; FDN = fibra em detergente neutro; FDA = fibra em detergente ácido; DIVMS = digestibilidade *in vitro* da matéria seca; MSD = matéria seca digestível; I = idade; D = dose. ns = não-significativo; * = significativo a 5% de probabilidade; ** = significativo a 1% de probabilidade.

Ao avaliar o efeito das idades de corte e adubações nitrogenadas sobre a produção total de nutrientes, foi observada interação para a produção de PB, celulose, hemicelulose e lignina (Figura 11). As maiores produções de PB (em kg/ha/ano) foram observadas para os capins com idades de 60 e 90 dias adubados com 200 kg de N/ha/ano, seguidos dos capins com idade de 60 e 90 dias com 100 kg de N/ha/ano. A pior produção de PB foi observada para o capim com idade de 120 dias e sem adubação nitrogenada. Na comparação entre o pior e os melhores tratamentos, foi observado um aumento médio na produção anual de PB de 3.160 kg/ha/ano, ou seja, um aumento de 146,5% na produção de PB.

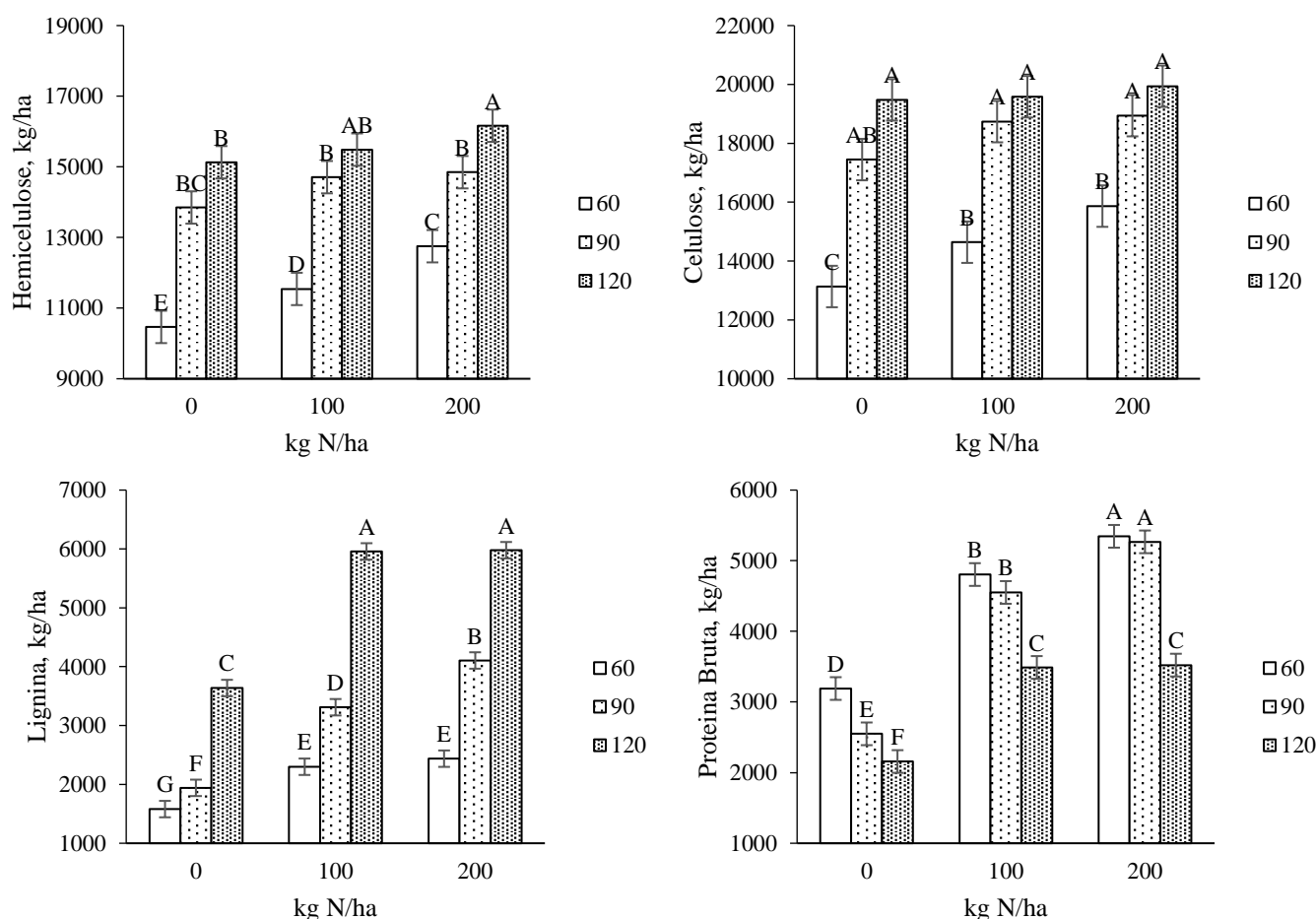


Figura 11. Produção anual (kg/ha) anual de celulose, hemicelulose, lignina e proteína bruta da BRS Capiáçu em diferentes idades de corte e adubado com diferentes doses de nitrogênio., Médias seguidas por diferentes letras diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

As produções lignina e hemicelulose foram superiores nas plantas com 120 dias de idade e adubadas com 100 ou 200 kg de N/ha/ano. As menores produções de lignina e hemicelulose foram para o capim com idade de 60 dias e que não receberam adubação nitrogenada. Comportamento diferente foi observado para a produção de celulose, a qual foi

semelhante para os capins com 90 e 120 dias de idade, independente, do tipo de adubação nitrogenada adotada.

Plantas manejadas com intervalos entre cortes de 120 dias proporcionaram as maiores produções de FDN, FDA por hectare/ano. As produções de FDN e FDA foram em média 56,3 e 71,1% maiores nas plantas com 120 dias em comparação com as plantas com 60 dias de idade, respectivamente, sendo observadas produções intermediárias para as plantas com 90 dias de idade. Para produção de MSD não foram observadas diferença entre os capins de 90 e 120 dias de idade, sendo o capim com 60 dias o que apresentou os menores valores para este parâmetro. A adubação favoreceu o aumento das produções FDN, FDA e MSD, principalmente no tratamento que recebeu as maiores doses de nitrogênio. A produção de MSD das plantas que receberam 200kg de N/ha, foi 5,86 e 69,20% superiores em relação as produções das plantas que receberam a dose 100 e 0 kg de N/ha, respectivamente.

Apesar da adubação com 200 kg N/ha ter apresentado, de maneira geral, as maiores produtividades de plantas e nutrientes por hectare, esse tratamento apresentou menor eficiência de utilização de N aplicado (Figura 12).

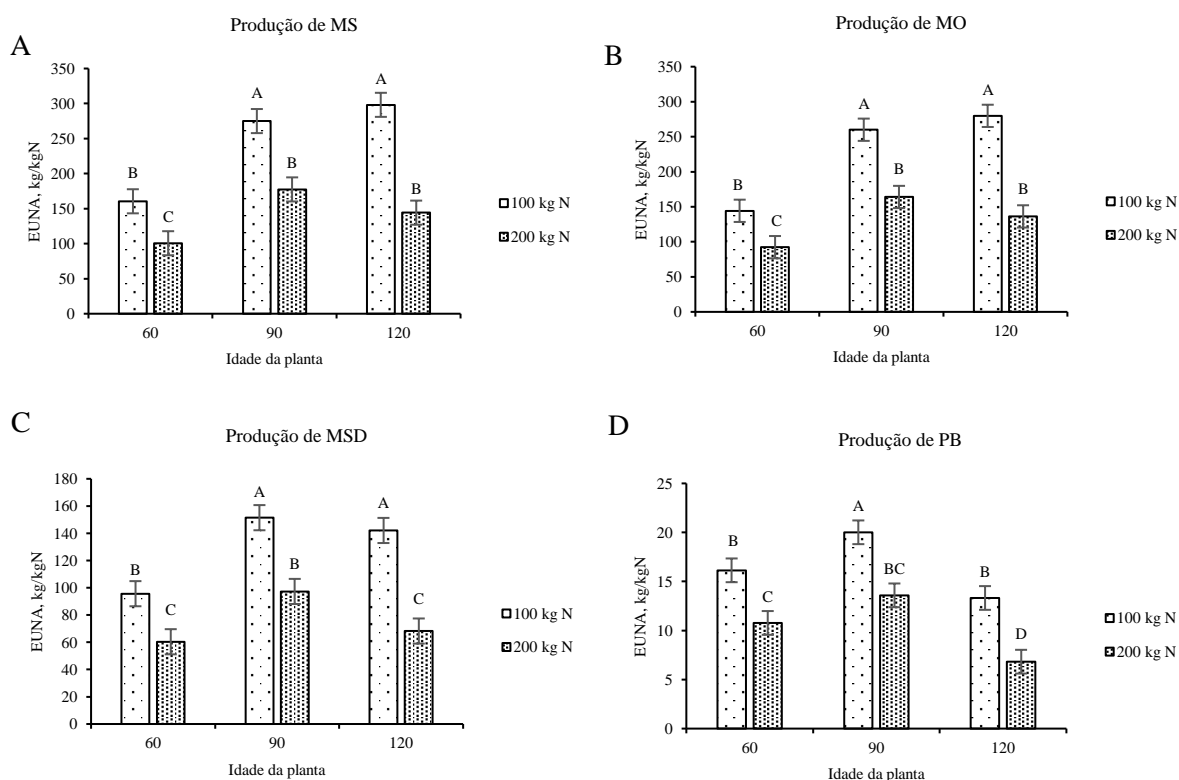


Figura 12. Eficiência de utilização do nitrogênio aplicado (kg produzidos/kg de N aplicado) para as produções de matéria seca (A) (MS, $P < 0,01$ e EPM = 17,19), matéria orgânica (B) (MO, $P < 0,01$ e EPM = 15,89), matéria seca digestível (C) (MSD, $P < 0,01$ e EPM = 9,23), proteína bruta (D) (PB, $P < 0,01$ e EPM = 1,21) da BRS Capiapu, em função da idade da planta (60, 90 e 120 dias) e entre as doses de nitrogênio (100 e 200 kg N/ha/ano). Barras indicadas por diferentes letras diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Ao comparar da eficiência de utilização do nitrogênio aplicado, percebe-se que o capim aos 90 dias de idade e que recebeu a aplicação de 100 kg de N/ha foi o que apresentou os maiores valores os maiores valores de EUNA para produção de MS, MO, PB e MSD (em kg/ha/ano). Independentemente da idade da planta, o aproveitamento do nitrogênio aplicado sobre a produção de MS, PB e MSD (em kg/ha/ano) foi em média 71,37, 72,26 e 58,63% maiores para a dose de 100 kg N/ha/ano quando comparada a dose 200 kg N/ha/ano.

DISCUSSÃO

A BRS Capiaçú mostrou ser uma cultivar de capim-elefante com elevada produção de biomassa por hectare. Pereira et al. (2017) observaram uma produção de biomassa média 49,75 toneladas MS/ha/ano, ou seja, apenas 64,61% da produção obtida no presente trabalho, nos tratamentos mais produtivos. Tal atributo demonstrou que o uso de adubação nitrogenada e as condições do solo adequadas podem incrementar a produção desta cultivar.

Corroborando com o presente estudo, Monção et al. (2020) obteve média de 72 toneladas MS/ha/ano, quando aplicou uma dose de 30 kg N/ha/ano (50 kg/ha/corte da fórmula 20-00-20 de N-P-K), evidenciando que adubação nitrogenada favorece o crescimento da BRS Capiaçú. É provável que a cultivar BRS Capiaçú seja mais exigente em nutrientes do que as cultivares utilizadas no seu desenvolvimento, pois Flores et al. (2012) não observaram efeito da adubação nitrogenada sobre a produtividade das cultivares de capim-elefante Paraíso e Roxo (cultivar Roxa envolvida no cruzamento que deu origem a BRS Capiaçú).

A variação de resultados observados na literatura entre produção de biomassa e doses nitrogenadas pode ser explicada pela capacidade que alguns cultivares de capim-elefante tem em fixar o nitrogênio atmosférico (FBN). Segundo Moraes et al. (2009) a dependência da FBN do capim-elefante varia com o solo e o genótipo, podendo atingir até 50% das necessidades de N do capim-elefante.

Segundo os mesmos autores, a presença de bactérias fixadoras de N₂ do gênero *Herbaspirillum spp*, reforça a possibilidade de que a fixação biológica do nitrogênio seja um processo importante para a sobrevivência e produtividade desta espécie forrageira. A ocorrência da FBN pode explicar a baixa necessidade de adubação nitrogenada em termos de eficiência de utilização de N (kg MS capim/kg N aplicado) das cultivares de capim-elefante quando comparadas às demais espécies de gramíneas forrageiras (Oliveira et al., 2014).

Apesar de o nitrogênio participar diretamente da síntese dos principais compostos orgânicos, necessários para o crescimento e desenvolvimento das plantas (Orrico Junior et al.,

2012; Vasconcelos et al., 2020), não foi observado incremento na altura do dossel com o uso da adubação nitrogenada. Provavelmente, a maior disponibilidade de N no solo, nos tratamentos com 100 e 200 kg N/ha, tenham proporcionado um maior número de plantas/m² (perfilhamento mais intenso) ou um maior peso MS/planta. Isso explicaria o aumento da produção de biomassa sem que houvesse incrementos nas alturas das plantas do dossel. Bueno et al. (2020) ao avaliarem doses crescentes de nitrogênio (0, 50, 100, 150 e 200 kg/ha/ano) na fertilização do capim-elefante também não observaram alterações na altura das plantas, no segundo ano de avaliação, no entanto as plantas apresentaram maior peso individual e maior número de perfilho por área.

Os resultados de produção de biomassa por componente morfológico mostraram que a BRS Capiacu apresentou um pico da produção e proporção de folhas aos 90 dias de idade da planta, havendo após isso, uma queda significativa nesta produção. A queda na produção de folhas observada pode estar ligada ao processo natural de senescência foliar, no qual as folhas mais velhas iniciam o processo morte celular, encaminhando parte de seus nutrientes para outras partes da planta (os órgãos dreno) que estão em fase desenvolvimento (Nooden et al., 1997).

No caso deste trabalho, o colmo foi a fração da planta que teve maior desenvolvimento, conforme houve aumento da idade da planta. Segundo Pereira et al. (2017) a BRS Capiacu pode atingir 4,2 m de altura e diâmetro de colmos de 1,6 cm, sendo necessária uma grande deposição de tecidos de sustentação fibrosos (lignificados) para manter toda a estrutura da planta. Isso explica a elevada produção de colmos, observada neste experimento, para os capins manejados com intervalos entre cortes de 120 dias e com o uso de adubação nitrogenada.

A alta proporção de folha em relação ao colmo é geralmente usada como um indicador do valor nutricional de um capim, pois as folhas têm altas proporções de células do mesófilo, que são mais digestíveis do que os caules lignificados, ricos em células do parênquima e, principalmente, compostos clorofilados (Taiz et al., 2017; Adesogan et al., 2019).

Além disso, a digestibilidade da planta também é dependente do seu estágio de desenvolvimento. No estágio de desenvolvimento inicial a parede celular primária dos vegetais é composta de celulose, arabinosilanos, xiloglucanos, glucanos de ligação mista, pectina e proteínas (Vogel, 2008), bem como ácidos ferúlico e p-cumárico em gramíneas (Jung & Casler, 1991), sendo a deposição de lignina muito limitada durante esta fase inicial.

A fase secundária de desenvolvimento da parede celular começa depois que a célula da planta madura atinge seu tamanho final e as paredes celulares secundárias são depositadas

(Vogel, 2008). Durante essa fase, a deposição de lignina se intensifica na região da parede primária da lamela média sendo essa a porção menos digestível (Jung and Allen, 1995). Tanto no presente trabalho, quanto em Monção et al. (2020), os incrementos nos teores de lignina proporcionaram redução significativa da digestibilidade da MS levando a quedas mais intensas na qualidade da BRS Capiáçu, principalmente após os 90 dias de idade da planta.

Os menores teores de MO nos capins mais jovens, pode ter ligação com a baixa altura de corte do capim (5 cm do solo). Segundo Diehl et al. (2014) quanto menor a altura do dossel forrageiro, maior a proporção de partículas do solo que podem ficar aderidas nas plantas e que são quantificadas como matéria mineral. Assim, por efeito de diluição, há incremento nos teores de MO quando aumenta a produção de biomassa (efeito de idade e adubação). Outra explicação para isso seria a maior síntese de tecidos orgânicos, em decorrência da maturidade das plantas e/ou disponibilidade de nutrientes (adubação nitrogenada), levando a uma redução da proporção da matéria mineral na composição final da planta (Ullah et al., 2010).

A queda no valor nutricional das plantas, após os 90 dias de idade, refletiu na produção total de PB/ha. As plantas com 120 dias de idade foram as que apresentam as menores produções de proteína bruta/ha, independente da adubação realizada. Os baixos teores de proteína bruta observado nos capins com 120 dias (4,52% PB) demandariam maior participação de concentrados proteicos na formulação das dietas para animais, o que resulta em um elevado custo com a alimentação do rebanho (Adesogan et al., 2004).

O equilíbrio entre produção de MS e qualidade de nutricional do capim é certamente a opção mais interessante para um eficiente manejo de plantas. No caso deste experimento, a produção de nutrientes/ha foi superior para a maioria dos parâmetros avaliados, para a adubação com 200 kg N/ha/ano. No entanto, ao confrontar eficiência de utilização do nitrogênio aplicado, a dose de 100 kg/ha associada ao capim com 90 dias de idade foi o tratamento que apresentou os melhores resultados, sendo essa a opção mais adequada quando se busca uma maior eficiência do sistema.

Resultados semelhantes foram obtidos por Bueno et al. (2020), onde as dose de 100 kg/ha/ano também apresentou maior eficiência de utilização do N aplicado, quando comparada a doses de 150 e 200 kg/ha/ano. Esses resultados podem ser um indicativo que a ocorrência da fixação biológica de nitrogênio comum em algumas cultivares de capim-elefante (Morais et al., 2009), também possa ter atuado neste experimento reduzindo, assim, a necessidade grandes quantidades de nitrogênio via adubação mineral. Outra justificativa para a maior eficiência de utilização do N aplicado com a dose de 100 kg N/ha/ano pode estar ligada a lei de Mitscherlich, ou dos incrementos decrescentes, a qual preconiza que os

incrementos na produção de uma cultura tendem a reduzir, à medida que se aumenta a dose de um determinado nutriente, ou seja, não ocorrem aumentos proporcionais entre a produção vegetal e as doses de nitrogênio aplicada (Pilbeam, 2011).

CONCLUSÕES

O intervalo de corte de 90 dias de idade da BRS Capiáçu, associado a dose de 100 kg N/ha/ano, mostrou ser o melhor tratamento testado, pois foi o que apresentou maior equilíbrio entre produção de biomassa, qualidade nutricional, produção de nutrientes em kg/ha e eficiência de uso do nitrogênio aplicado.

A adubação nitrogenada não é eficiente em manter a produtividade do BRS Capiáçu quando o intervalo entre cortes é reduzido (60 dias). Intervalos de corte prolongados (120 dias) prejudicam a qualidade nutricional do BRS Capiáçu.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ADESOGAN, A.T.; ARRIOLA, K.G.; JIANG, Y.; OYEBADE, A.; PAULA, E.M.; ROMERO, J.J.; FERRARETTO, L.F.; VYAS, D. Symposium review: Technologies for improving fiber utilization. **Journal of Dairy Science**, v.102, p.1–30, 2019. DOI: 10.3168/jds.2018-15334.
- ADESOGAN, A.T.; SALAWU, M.B.; WILLIAMS, S.P.; FISHER, W.J.; DEWHURST, R.J. Reducing Concentrate Supplementation in Dairy Cow Diets While Maintaining Milk Production with Pea-Wheat Intercrops. **Journal of Dairy Science**, v.87, p.3398–3406, 2004. DOI: 10.3168/jds.S0022-0302(04)73475-X.
- BUENO, A.M.; DE ANDRADE, A.F.; VIÇOSI, K.A.; FLORES, R.A.; SETTE, C.R.; DA CUNHA, T.Q.G.; SANTOS, G.G. Does Nitrogen Application Improve Elephant Grass Yield and Energetic Characteristics of Biofuels?. **BioEnergy Research**, p. 1-11, 2020. DOI: 10.1007/s12155-020-10198-5.
- DIEHL, M.S.; OLIVO, C.J.; AGNOLIN, C.A.; DE AZEVEDO JUNIOR, R.L.; BRATZ, V.F.; DOS SANTOS, J.C. Massa de forragem e valor nutritivo de capim elefante, azevém e espécies de crescimento espontâneo consorciadas com amendoim forrageiro ou trevo vermelho. **Ciência Rural**, v. 44, n. 10, p. 1845-1852, 2014.
- FAGERIA, N.K.; BALIGAR, V.C. Enhancing nitrogen use efficiency in crop plants. **Advances in agronomy**, v. 88, p. 97-185, 2005. DOI: 10.1016/S0065-2113(05)88004-6
- FIETZ, C.R.; FISCH, G.F. **O Clima da Região de Dourados, MS**. Dourados, MS: Embrapa Agropecuaria Oeste, 2008. 32p.

- FLORES, R.A.; URQUIAGA, S.; ALVES, B.J.R.; COLLIER, L.S.; BODDEY, R.M. Yield and quality of elephant grass biomass produced in the cerrados region for bioenergy. **Engenharia Agrícola**, v.32, p.831–839, 2012. DOI: 10.1590/S0100-69162012000500003.
- JUNG, H.G.; CASLER, M.D. Relationship of lignin and esterified phenolics to fermentation of smooth bromegrass fibre. **Animal Feed Science and Technology**, v.32, p.63–68, 1991. DOI: 10.1016/0377-8401(91)90010-p.
- JUNG, H.G.; ALLEN, M.S. Characteristics of Plant Cell Walls Affecting Intake and Digestibility of Forages by Ruminants. **Journal of Animal Science**, v.73, p.2774–2790, 1995. DOI: 10.2527/1995.7392774x.
- JUNG, H.G.; MERTENS, D.R.; PAYNE, A.J. Correlation of Acid Detergent Lignin and Klason Lignin with Digestibility of Forage Dry Matter and Neutral Detergent Fiber. **Journal of Dairy Science**, v.80, p.1622–1628, 1997. DOI: 10.3168/jds.S0022-0302(97)76093-4.
- MONÇÃO, F.P.; COSTA, M.A.M.S.; RIGUEIRA, J.P.S.; MOURA, M.M.A.; ROCHA, V.R.; GOMES, V.M.; LEAL, D.B.; MARANHÃO, C.M.A.; ALBUQUERQUE, C.J.B.; CHAMONE, J.M.A. Yield and nutritional value of BRS Capiapu grass at different regrowth ages. **Semina: Ciências Agrárias**, v.40, p.2045–2055, 2019. DOI: 10.5433/1679-0359.2019v40n5p2045.
- MONÇÃO, F.P.; COSTA, M.A.M.S.; RIGUEIRA, J.P.S.; DE SALES, E.C.J.; LEAL, D.B., DA SILVA, M.F.P.; GOMES, V.M.; CHAMONE, J.M.A.; ALVES, D.D.; CARVALHO, C.C.S.; MURTA, J.E.J.; ROCHA JÚNIOR, V.R. Productivity and nutritional value of BRS capiaçu grass (*Pennisetum purpureum*) managed at four regrowth ages in a semiarid region. **Tropical Animal Health and Production**, v. 52, n. 1, p. 235-241, 2020. DOI: 10.1007/s11250-019-02012-y.
- MORAIS, R.F. DE; SOUZA, B.J. DE; LEITE, J.M.; SOARES, L.H. DE B.; ALVES, B.J.R.; BODDEY, R.M.; URQUIAGA, S. Elephant grass genotypes for bioenergy production by direct biomass combustion. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.44, p.133–140, 2009.
- NOODÉN, L.D.; GUIAMÉT, J.J.; JOHN, I. Senescence mechanisms. **Physiologia Plantarum**, v.101, p.746–753, 1997. DOI: 10.1034/j.1399-3054.1997.1010410.x.
- OLIVEIRA, T.S. DE; LEONEL, F.D.P.; PEREIRA, J.C.; SILVA, C.J. DA; BAFFA, D.F.; ZERVOUDAKIS, J.T. Yield, chemical composition, and efficiency of use of nitrogen by Marandu grass. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.43, p.440–444, 2014. DOI: 10.1590/S1516-35982014000800007.
- ORRICO JUNIOR, M.A.P.; CENTURION, S.R.; ORRICO, A.C.A.; SUNADA, N. DA S. Effects of biofertilizer rates on the structural, morphogenetic and productive characteristics of Piatã grass. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.41, p.1378–1384, 2012. DOI: 10.1590/S1516-35982012000600009.
- ORRICO JUNIOR, M.A.P.; ORRICO, A.C.A.; CENTURION, S.R.; SUNADA, N. DA S.; VARGAS JUNIOR, F.M. DE. Características morfogênicas do capim-piatã submetido à adubação com efluentes de abatedouro avícola. **Ciência Rural**, v.43, p.158–163, 2013. DOI: 10.1590/S0103-84782012005000125.
- PEREIRA, A. VANDER; LÉDO, F.J. DA S.; MACHADO, J.C. BRS Kurumi and BRS Capiapu - New elephant grass cultivars for grazing and cut-and-carry system. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, v.17, p.59–62, 2017. DOI: 10.1590/1984-70332017v17n1c9.
- PILBEAM, D.J. The utilization of nitrogen by plants: A whole plant perspective. **Annual Plant Reviews online**, v. 42, p. 305-351, 2018. DOI: 10.1002/9781444328608.ch13.

RODOLFO, G.R.; SCHMITT, D.; DIAS, K.M.; SBRISSIA, A.F. Levels of defoliation and regrowth dynamics in elephant grass swards. **Ciência Rural**, v. 45, n. 7, p. 1299-1304, 2015. DOI: 10.1590/0103-8478cr20141094.

SANTOS, H.G. DOS; JACOMINE, P.K.T.; ANJOS, L.H.C. DOS; OLIVEIRA, V.A. DE; LUMBRERAS, J.F.; COELHO, M.R.; ALMEIDA, J.A. DE; ARAÚJO FILHO, J.C. DE; OLIVEIRA, J.B. DE; CUNHA, T.J.F. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Brasília, DF: Embrapa, 2018. 356p.

SILVA, A.R.P. DA; DIAS, F.J.; RUFINO, J.P.F.; TANAKA, E. DE S.; LOPES, M.M. Effect of using inoculant on elephant grass silage with additives. **Acta Scientiarum - Animal Sciences**, v.42, p.1–7, 2020. DOI: 10.4025/actascianimsci.v42i1.50533.

SILVEIRA, A.P.; ORRICO JUNIOR, M.A.P.; ORRICO, A.C.A.; SCHWINGEL, A.W.; CARNAVALI, P.L.; ALVES, D.C. Use of Organic Compost for the Fertilization of Piatã and Paiaguás Grasses: Effects of Dose on Morphogenetic, Structural, Nutritional, and Productive Characteristics. **Compost Science & Utilization**, v.0, p.1–8, 2018. DOI: 10.1080/1065657X.2018.1457998.

SIRI-PRIETO, G.; BUSTAMANTE, M.; PICASSO, V.; ERNST, O. Impact of nitrogen and phosphorous on biomass yield, nitrogen efficiency, and nutrient removal of perennial grasses for bioenergy. **Biomass and Bioenergy**, v.136, p.105526, 2020. DOI: 10.1016/j.biombioe.2020.105526

TAIZ, L.; ZEIGER, E.; MØLLER, I.M.; MURPHY, A. **Fisiologia e desenvolvimento vegetal**. Porto Alegre: Artmed, 6.ed., 2017. 888p.

TESSEMA, Z.K.; MIHRET, J.; SOLOMON, M. Effect of defoliation frequency and cutting height on growth, dry-matter yield and nutritive value of Napier grass (*Pennisetum purpureum* (L.) Schumach). **Grass and Forage Science**, v.65, p.421–430, 2010. DOI: 10.1111/j.1365-2494.2010.00761.x.

ULLAH, M.A.; ANWAR, M.; RANA, A.S. Effect of nitrogen fertilization and harvesting intervals on the yield and forage quality of elephant grass (*Pennisetum purpureum*) under mesic climate of Pothowar plateau. **Pakistan Journal of Agricultural Science**, v.47, p.231–234, 2010.

VASCONCELOS, E.C.G.; CÂNDIDO, M.J.D.; POMPEU, R.C.F.F.; CAVALCANTE, A.C.R.; LOPES, M.N. Morphogenesis and biomass production of 'BRS Tamani' guinea grass under increasing nitrogen doses. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.55, 2020. DOI: 10.1590/S1678-3921.pab2020.v55.01235.

VOGEL, J. Unique aspects of the grass cell wall. **Current Opinion in Plant Biology**, v.11, p.301–307, 2008. DOI: 10.1016/j.pbi.2008.03.002.

CAPÍTULO 4

Efeito da idade da planta e de aditivos na fermentação e no valor nutritivo de silagens de rações mistas totais a base de BRS Capiáçu

Resumo: A conservação do capim-elefante na forma de silagem de ração mista total (TMR) pode melhorar a qualidade do processo fermentativo e otimizar o manejo alimentar dos animais. No entanto, ainda não está definida a melhor idade de corte do capim e se há a necessidade do uso de aditivos microbiano-enzimático para auxiliar no processo. Dessa forma, objetivou-se avaliar o efeito da idade de corte e de diferentes aditivos enzimo-microbianos na qualidade fermentativa e nutricional de silagens de TMR a base do capim elefante BRS Capiáçu. Foi utilizado o delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial 3x3, com três idades de corte da BRS Capiáçu (60, 90 e 120 dias de rebrota), associadas a três tipos de aditivos [CON (controle – água destilada), HOM (inoculante homofermentativo + enzima fibrolítica) e COMBO (inoculante homofermentativo + inoculante heterofermentativo + enzima fibrolítica)], com cinco repetições por tratamento (silos experimentais). Os parâmetros avaliados foram: as perdas fermentativas, o perfil de ácidos orgânicos, a estabilidade aeróbia, a composição química e os coeficientes de digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS) das silagens. O pH das silagens não foi influenciado pela idade de corte do capim ou pelos aditivos utilizados. As silagens de TMR que continham o capim com 60 dias de idade apresentaram os menores teores de matéria seca, elevadas produções de efluentes e menor estabilidade aeróbia. Os teores de ácido butírico reduziram com o uso dos aditivos HOM e COMBO, quando comparados ao tratamento controle. O inoculante COMBO proporcionou maiores teores de ácido acético e maior estabilidade aeróbia das silagens dos capins 90 e 120 dias de idade. As maiores concentrações de ácido lático foram verificadas nas silagens produzidas com capins nas idades de 60 e 90 dias. As silagens produzidas com o capim aos 60 dias de idade apresentaram os maiores teores de proteína bruta, os menores teores de fibra e os maiores coeficientes DIVMS. As silagens produzidas com o capim-elefante de 60 dias de idade apresentaram os melhores valores nutricionais, no entanto, o excesso de umidade proporcionou maiores produções de efluente, além de maiores teores de ácido butírico e menor estabilidade aeróbia.

Palavras-chave: agricultura familiar, bovinos de leite, conservação de forragem, *Pennisetum purpureum*, pequenos produtores

Effect of plant age and additives on fermentation and nutritive value of total mixed ration silages based on BRS Capiaçú

Abstract: The objective the current work was to evaluate the effect of cutting age and different microbial-enzymatic additives on the fermentative and nutritional quality of TMR silages based on elephant grass BRS Capiaçú. A completely randomized design was used in a 3x3 factorial scheme, with three cutting ages of BRS Capiaçú (60, 90, and 120 days of regrowth), associated with three types of additives [CON (control - distilled water), HOM (homofermentative inoculant + fibrolytic enzyme), and COMBO (homofermentative inoculant + heterofermentative inoculant + fibrolytic enzyme)]. The parameters evaluated were: fermentative losses, organic acid profile, aerobic stability, chemical composition, and the *in vitro* dry matter digestibility coefficients (ivDMD) of silages. The pH of the silages was not influenced by treatments. The TMR silages containing 60-day-old grass showed the lowest dry matter contents, highest effluent production, and lower aerobic stability. Butyric acid contents decreased with the use of HOM and COMBO when compared to the control treatment. The COMBO inoculant application provided higher acetic acid contents and greater aerobic stability of the 90- and 120-day-old grass silages. The highest concentrations of lactic acid were observed in silages produced with the 60- and 90-day-old grass silages. The silages produced with the grass at 60 days of age presented the highest content of crude protein, the lowest fibre content, and the highest ivDMD. The silages produced with grass at 60 days of age presented the best nutritional value; however, the excess moisture content led to higher effluent production, butyric acid contents and lower aerobic stability.

Keywords: dairy cattle, family farming, forage conservation, *Pennisetum purpureum*

INTRODUÇÃO

A BRS Capiaçú é uma cultivar de capim-elefante (*Pennisetum purpureum*, Schum.) que apresenta elevada produção de massa seca, resistência ao tombamento e ao estresse hídrico, além de ser propícia para a colheita mecânica (Pereira et al., 2017). Essas qualidades fazem com que a BRS Capiaçú seja uma boa alternativa para a formação de capineiras, quando o objetivo é a produção de silagens (Monção et al., 2019).

Aliada a alta produtividade, a BRS Capiaçú produz grandes proporções de colmos suculentos, os quais resultam em forragens com baixos teores de matéria seca (MS) (Pereira et al., 2016). Baixos teores de MS podem ocasionar em produção excessiva de efluentes, durante a fermentação das silagens, além de propiciar a ocorrência de fermentações indesejáveis, as quais podem impactar diretamente a qualidade nutricional das silagens (Borreani et al., 2018).

Para aumentar os teores de MS da silagem de capim-elefante, muitos pesquisadores recomendam a adição de pequenas proporções de concentrados secos ao capim, ou até mesmo, ensilagem de rações mistas totais (TMR- *total mixed ration*) (Miron et al., 2007; Weinberg et al., 2011; Bueno et al., 2020).

As silagens de TMR nada mais são do que a ensilagem de uma dieta completa (forragem fresca, concentrado proteico, concentrado energético, vitaminas, minerais e aditivos) formulada para atender às exigências nutricionais de uma determinada categoria animal (Bueno et al., 2020). O uso da TMR facilita o manejo alimentar das propriedades, pois, elimina a necessidade do preparo diário das dietas, além de permitir uso mais racional da mão de obra.

Gusmão et al. (2018) obtiveram resultados positivos na melhoria da qualidade fermentativa e nutricional das silagens de TMR de capim-elefante cv. Cameroon, cortado com 1,8 m de altura (corte precoce). Na prática, o capim-elefante pode ser manejado em diferentes alturas ou idades de cortes (60 a 120 dias). Esses fatores interferem na produção de biomassa e na qualidade nutricional da forragem (Adesogan et al., 2019). Conseqüentemente, essas variações de qualidade e composição química podem levar a alterações nos parâmetros fermentativos e nutricionais das silagens de TMR produzidas. No entanto, não há estudos demonstrando a influência da idade da BRS Capiaçú, sobre a produção de TMR.

Por se tratar de uma cultivar lançada no mercado brasileiro no ano de 2016, esta cultivar ainda carecer de informações a respeito da sua qualidade fermentativa e nutricional, quando ensilada na forma de TMR.

Assim, o objetivo deste estudo foi avaliar a qualidade fermentativa e nutricional de silagens de TMR, a base de BRS Capiaçú, com diferentes idades de corte em associação com diferentes tipos de aditivos enzimo-microbianos. Este estudo se desenvolveu a partir das seguintes hipóteses: i) o uso de concentrados secos para compor a TMR reduz a produção de efluente das silagens, independentemente da idade da planta; ii) o uso de aditivos enzimo-microbianos proporciona melhor qualidade fermentativa das silagens de TMR; iii) o avanço da idade do capim-elefante BRS Capiaçú interfere negativamente na qualidade nutricional e, positivamente na qualidade fermentativa das silagens TMR.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi desenvolvido na Embrapa Agropecuária Oeste (CPAO), entre os anos de 2019 e 2020. As análises da composição química e digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS) das silagens foram realizadas no Laboratório de Aproveitamento de Resíduos Agropecuários, da Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD). Ambas as instituições de pesquisa estão localizadas no município de Dourados, MS (22°11'55" S, 54°56'7" W e 452 m de altitude).

Foi utilizado o delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial 3x3, com três idades de corte da BRS Capiaçú (60, 90 e 120 dias de rebrota), associadas a três tipos de aditivos [CON (controle – água destilada), HOM (inoculante homofermentativo + enzima fibrolítica) e COMBO (inoculante homofermentativo + inoculante heterofermentativo + enzima fibrolítica)], com cinco repetições por tratamento (silos experimentais).

O inoculante HOM utilizado era constituído por: *Pediococcus pentosaceus* NCIMB 12455 (1,8 x 10⁵ UFC/g de forragem), *Lactobacillus plantarum* CNCM I- 3736 (2,0 x 10⁴ UFC/g de forragem), β -glucanase (8.000 UI/g de produto) e xilanase (9.000 UI/g de produto). Por sua vez, o inoculante COMBO utilizado era constituído por: *Pediococcus pentosaceus* NCIMB 12455 (1 x 10⁵ UFC/g de forragem), *Lactobacillus buchneri* NCIMB 40788 (7,5 x 10⁴ UFC/g de forragem), *Lactobacillus hilgardii* CNCM I-4785 (7,5 x 10⁴ UFC/g de forragem), β -glucanase (5.750 UI/g de produto) e xilanase (30.000 UI/g de produto). Ambos os produtos, encontram-se em fase de registro pela empresa TMLallemand. A temperatura e o pH para atividade ótima da enzima xilanase era a 50-55° C e a 5,0-7,0, respectivamente e, da β -glucanase era a 55° C e a 7,2 (Xiang et al., 2019; Regmi et al., 2020).

A cultivar de capim-elefante utilizada para preparar as silagens foi a BRS Capiaçú, cortada de uma capineira com área de 540 m², a qual havia sido implantada há dois anos.

Antes do início do experimento a área foi dividida em três partes e, em cada uma foi realizado um corte de uniformização (15 cm da superfície do solo) em épocas diferentes, a fim de proporcionar capins com diferentes idades de rebrota. Na primeira parte da área, foi realizado um corte de uniformização no dia 12/12/2019, na segunda parte da área, o corte de uniformização foi realizado no dia 12/01/2020 e, na terceira parte da área, o corte de uniformização foi realizado no dia 12/02/2020.

Uma adubação de cobertura com 200 kg de N/ha e 50 kg de K₂O/ha, utilizando a ureia e o cloreto de potássio como fonte de nitrogênio e potássio, respectivamente, foi realizada após cada corte de uniformização. Com o escalonamento dos cortes de uniformização, foi possível obter capins nas idades de corte 60, 90 e 120 dias no dia 12/04/2020 (dia da colheita).

No dia da colheita, os capins foram cortados (15 cm da superfície do solo) e triturados em picadora (Trapp modelo TR500), para a obtenção de um tamanho médio de partícula de 2 cm. Uma amostra de capim, de cada idade, foi utilizada para a determinação do teor de MS (Oliveira et al., 2015) e posterior cálculo das proporções pré-definidas dos ingredientes da TMR.

Na produção da TMR, foi utilizado uma mistura padrão, com as seguintes proporções dos ingredientes (% da MS): 51,6% de BRS Capiáçu, 38,8% de milho moído, 9,1% de farelo de soja e 0,5% de calcário calcítico. A TMR foi formulada para atender as exigências nutricionais de vacas lactantes, com produção estimada de 15 kg de leite/dia, peso médio de 500 kg e consumo médio de 14 kg MS/dia, seguindo as recomendações do NRC (2001).

Os inoculantes enzimo-microbianos foram diluídos em água destilada e aplicados com o auxílio de um borrifador manual sobre a TMR de cada parcela, seguindo as recomendações do fabricante (10 g do aditivo diluída em 90 mL de água, por tonelada de massa fresca). Após isso, o material de cada parcela foi homogeneizado, mais uma vez e, utilizado para o enchimento dos silos experimentais. Durante o enchimento dos silos experimentais foram coletadas duas amostras da TMR de cada tratamento: a primeira amostra, de aproximadamente 300 g, foi utilizada para determinar a composição química e os coeficientes de DIVMS, e a segunda, de aproximadamente 70 g, foi congelada para posterior processamento e determinação dos valores de pH e de capacidade tampão.

A massa de TMR de cada tratamento foi armazenada em silos experimentais construídos a partir de tubos de policloreto de vinila (PVC, 10 cm de diâmetro e 50 cm de altura) com volume de 3,8 L. O material foi compactado manualmente, com auxílio de bastões de madeira, para obtenção da densidade média de 820 kg /m³. No fundo de cada silo,

foi colocada uma camada de aproximadamente 4,5 cm de areia (300 g) para a drenagem dos efluentes. Utilizou-se uma malha fina de tecido de algodão para evitar o contato da forragem com a areia. Após o enchimento, os silos foram vedados com lona plástica dupla-face (preta e branca) e fita adesiva e, armazenados em laboratório à temperatura ambiente por 90 dias.

Para o cálculo das perdas fermentativas, todos os componentes dos silos (tubo de PVC, areia e pano), bem como a massa de TMR ensilada, foram pesados antes e depois da ensilagem. A recuperação de MS (g/kg de MS ensilada), a perda por gases (g/kg de MS ensilada) e a produção de efluente (g/kg de forragem ensilada) foram calculadas de acordo com as equações de Li et al. (2017).

Após a abertura, todo o material contido em cada silo foi retirado e homogeneizado para a coleta de amostras. Foram coletadas duas amostras de cada tratamento, sendo uma para avaliar a composição química e os coeficientes DIVMS e outra, que foi congelada para posterior avaliação do nitrogênio amoniacal ($N-NH_3$) e do perfil de ácidos orgânicos das silagens.

Para avaliação da estabilidade aeróbia foi utilizado aproximadamente 2 kg de silagem de cada tratamento, os quais foram devolvidos para seus respectivos silos. O material foi coberto com um tecido de algodão umedecido para permitir a entrada de ar e evitar a desidratação da silagem. A temperatura do ar e das silagens foram monitoradas durante sete dias consecutivos, a cada 6 horas, com o uso de termômetros digitais, sendo considerada a quebra da estabilidade aeróbia o momento em que a temperatura da silagem ultrapassou em 2°C a temperatura do ar (Kung et al., 2018). A cada avaliação de temperatura, foram determinados também os valores de pH, usando um potenciômetro digital (mPA210 MS Tecnopon), segundo metodologia descrita por Cherney & Cherney (2003).

As amostras de TMR, antes e depois da ensilagem, foram pré-secadas em estufa com circulação forçada a 55 °C por 72 h. Depois, essas amostras foram moídas em moinho Willey com peneira de malha de 1,0 mm para determinação da composição química e dos coeficientes de DIVMS das silagens. Os teores de MS, matéria orgânica (MO; método 942.05) e proteína bruta (PB; método 976.06) foram determinados de acordo com AOAC (2005). Os teores de fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), hemicelulose, celulose e lignina foram analisados conforme os protocolos sugeridos por Mertens (2002), com o uso de amilase termoestável para FDN. A DIVMS foi determinada de acordo com a metodologia descrita por Tilley & Terry (1963) e adaptada por Holden (1999).

A capacidade tampão, determinada em HCl, foi quantificada de acordo com o método descrito por Playne & McDonald (1966). A composição química e os coeficientes de DIVMS da BRS Capiapu e das TMR utilizadas no experimento estão apresentados na Tabela 6.

Tabela 6. Composição química e digestibilidade *in vitro* da matéria seca da BRS Capiapu, nas idades de 60, 90 e 120 dias de rebrota, e das rações mistas totais (TMR) utilizadas no experimento

Parâmetros	Idade de corte do capim (dias)					
	60		90		120	
	Capiapu	TMR	Capiapu	TMR	Capiapu	TMR
pH	5,41	6,12	4,99	6,01	5,45	5,97
CT, meq HCl/100g MN	21,47	15,21	16,79	16,36	12,68	18,28
MS, % MN	13,42	23,41	16,57	26,93	20,89	32,42
MO, % MS	87,89	92,53	88,21	92,70	91,63	94,46
PB, % MS	5,32	10,43	3,83	9,66	2,89	9,17
FDN, % MS	71,44	43,71	72,27	45,12	73,82	46,15
FDA, % MS	26,05	14,47	26,63	16,86	28,00	17,56
Celulose, % MS	22,83	10,32	23,58	12,17	22,40	11,56
Hemicelulose, % MS	46,22	23,85	44,82	23,13	45,82	23,65
Lignina, % MS	3,21	1,66	3,05	1,57	5,60	2,89
DIVMS, % MS	60,28	74,80	65,86	73,25	52,06	68,12

pH = potencial hidrogeniônico; CT = capacidade tampão; MN = matéria natural; MS = matéria seca, MO= matéria orgânica; PB = proteína bruta; FDN = fibra em detergente neutro; FDA = fibra em detergente ácido; DIVMS = digestibilidade *in vitro* da matéria seca.

As amostras congeladas da silagem de TMR foram descongeladas para determinação dos teores de N-NH₃, a qual se deu de acordo com metodologia descrita por Fenner & Ratcliffe (1965), adaptada por Vieira (1980). Outra parte das amostras congeladas foi utilizada para a produção de um extrato aquoso. Vinte e cinco gramas de forragem foram diluídas em 225 mL de água destilada e homogeneizadas em liquidificador industrial por aproximadamente 5 minutos. Uma porção deste extrato foi filtrada através de filtro de papel, centrifugada por 15 min a 10.000 rpm e o sobrenadante foi congelado a -20 °C, para posterior análise de ácidos orgânicos voláteis. Os ácidos orgânicos foram determinados por cromatografia líquida de alta eficiência (HPLC) da Shimadzu, modelo Prominence, equipado com detector ultra violeta modelo SPD-20. Utilizou-se uma coluna capilar C-18 modelo Shimpack VP-ODS (4,6 x 250 mm, 0,5 µm). A solução de arraste foi composta de uma solução tampão fosfato 20 mmol L⁻¹ em pH 2,5 como solvente polar (A) e acetonitrila como solvente apolar (B).

Os resultados coletados foram analisados por meio do programa estatístico RStudio (R, 2019). As médias foram comparadas pelo teste de Scott Knott, com nível de significância de 5%, de acordo com o seguinte modelo:

$$Y_{ijk} = \mu + T_i + P_j + TP_{ij} + \varepsilon_{ijk},$$

onde Y_{ij} é a resposta, μ é a média geral; T_i é o efeito do aditivo, P_j é o efeito das idades de corte da BRS Capiçu, TP_{ij} é a interação entre os aditivos e as idades de corte e ε_{ij} é o erro associado a cada observação. Cada unidade experimental foi representada por um silo experimental, com cinco observações por tratamento (k), totalizando 45 unidades experimentais.

RESULTADOS

A idade de corte do capim não influenciou os valores de recuperação de MS da silagem (Tabela 7). No entanto, as silagens tratadas com o aditivo COMBO e o CON apresentaram os maiores valores para recuperação de MS. Não foram observadas diferenças para as perdas de gases entre os tratamentos testados.

Tabela 7. Parâmetros fermentativos, composição química e digestibilidade *in vitro* da matéria seca de silagens de TMR, contendo o capim BRS Capiaguá, com diferentes idades de cortes (60, 90 e 120 dias) e aditivos microbianos + enzimas fibrolíticas

Parâmetros	Idade de corte (dias)			Aditivo			EPM	P valor		
	60	90	120	CON	HOM	COMBO		Id	Ad	Id*Ad
Recuperação de MS, % MS	97,31	96,59	97,14	97,33A	95,99B	97,72A	0,21	ns	**	ns
Perda de gases, % MS	3,12	3,63	3,09	3,13	3,02	3,69	0,13	ns	ns	ns
PE, kg/ton MS	326,68a	178,79b	83,69c	220,81A	174,94B	193,43B	16,57	**	**	ns
pH final	4,39	4,45	4,48	4,5	4,36	4,47	0,04	ns	ns	ns
Ácido Lático, % MS	6,11a	5,85a	5,51b	6,44A	5,63B	5,40B	0,12	*	**	ns
Ácido Acético, % MS	3,48	4,32	3,22	2,99	3,65	5,37	0,23	*	*	**
Ácido Butírico, % MS	0,25	0,25	0,12	0,29	0,12	0,20	0,02	**	**	**
Ácido Propiônico, % MS	0,31	0,41	0,42	0,36	0,42	0,38	0,02	ns	ns	ns
Ácido iso-Valérico, % MS	0,94	0,69	0,31	0,49B	0,74A	0,72A	0,06	ns	*	ns
Ácido Valérico, % MS	0,83	1,66	1,01	0,75	1,28	1,47	0,11	ns	ns	ns
N-NH ₃ , % NT	4,26a	2,82b	4,66a	4,2	3,67	3,87	0,21	**	ns	ns
Estabilidade aeróbia, horas	38,14	118,54	73,30	99,14	67,59	63,25	6,38	**	**	**
Matéria seca, % MN	29,73b	30,16b	33,26a	31,05	30,75	31,35	0,36	**	ns	ns
Matéria orgânica, % MS	93,47b	92,85c	94,75a	93,14	94,05	93,88	0,17	**	ns	ns
Proteína bruta, % MS	10,14a	9,68b	9,88b	9,78B	9,83B	10,10A	0,06	**	**	ns
FDN, % MS	54,02	52,47	54,85	55,25	52,27	53,81	0,63	ns	ns	ns
FDA, % MS	15,87c	17,35b	19,18a	16,96	17,76	17,68	0,33	**	ns	ns
Celulose, % MS	13,88c	15,28b	16,71a	14,85	15,53	15,49	0,29	**	ns	ns
Hemicelulose, % MS	39,26a	35,12b	35,66b	39,34A	34,13B	36,58B	0,78	**	**	ns
Lignina, % MS	1,99b	2,05b	2,55a	2,09	2,24	2,26	0,06	**	ns	ns
DIVMS, % MS	80,04	73,12	74,24	75,70	74,60	77,09	0,64	**	ns	**

PE = produção de efluente; MS = matéria seca; N-NH₃ = nitrogênio amoniacal; NT = nitrogênio total; MN = matéria natural; FDN = fibra em detergente neutro; FDA = fibra em detergente ácido; DIVMS = digestibilidade *in vitro* da MS; CON = controle; HOM = aditivos homoláticos + enzimas fibrolíticas; COMBO = aditivo homolático + heterolático + enzimas fibrolíticas; EPM = Erro padrão da média; Médias seguidas por diferentes letras diferem entre si pelo teste de Scott Knott a 5% probabilidade. Letras maiúsculas representam diferenças entre aditivos (Ad) e letras minúsculas representam diferenças entre idades da planta (Id). ns = não-significativo; * = significativo a 5% de probabilidade; ** = significativo a 1% de probabilidade.

As produções de efluentes foram afetadas pela idade dos capins, sendo observado maior valor para as silagens de TMR produzidas com o capim cortado aos 60 dias de idade, seguido do capim com 90 dias e com menor produção o capim com 120 dias. O tratamento CON também apresentou maiores produções de efluentes quando comparado às silagens com uso de aditivos, HOM e COMBO.

O pH das silagens não foi influenciado pela idade de corte do capim ou pelos aditivos utilizados. As maiores concentrações de ácido láctico foram verificadas nas silagens de TMR produzidas com capins nas idades de 60 e 90 dias de rebrota. Os teores de ácido láctico reduziram com o uso dos aditivos HOM e COMBO, quando comparados ao tratamento CON.

Para os teores de ácido acético e ácido butírico foi observada interação entre idade do capim e tipo de aditivo (Figura 13). As silagens inoculadas com o COMBO apresentaram maiores concentrações de ácido acético, em comparação com os demais tratamentos, independentemente da idade do capim. Para os capins cortados com 90 dias, o tratamento CON apresentou menor concentração de ácido acético. Já para os capins cortados com 120 dias, o tratamento HOM apresentou menor concentração de ácido acético. Os maiores teores de ácido butírico (média de 0,29% da MS) foram observados para a silagem de TMR feita com os capins cortados aos 60 e 90 dias de idade e sem inclusão de aditivo (CON). Para os capins com idade de 60 e 90 dias, o uso dos aditivos (HOM e COMBO) resultou em menores teores de ácido butírico nas silagens. A silagem de TMR produzida com a BRS Capiagu, cortada aos 120 dias de rebrota e inoculada com o COMBO foi a que apresentou o menor valor de ácido butírico entre os tratamentos.

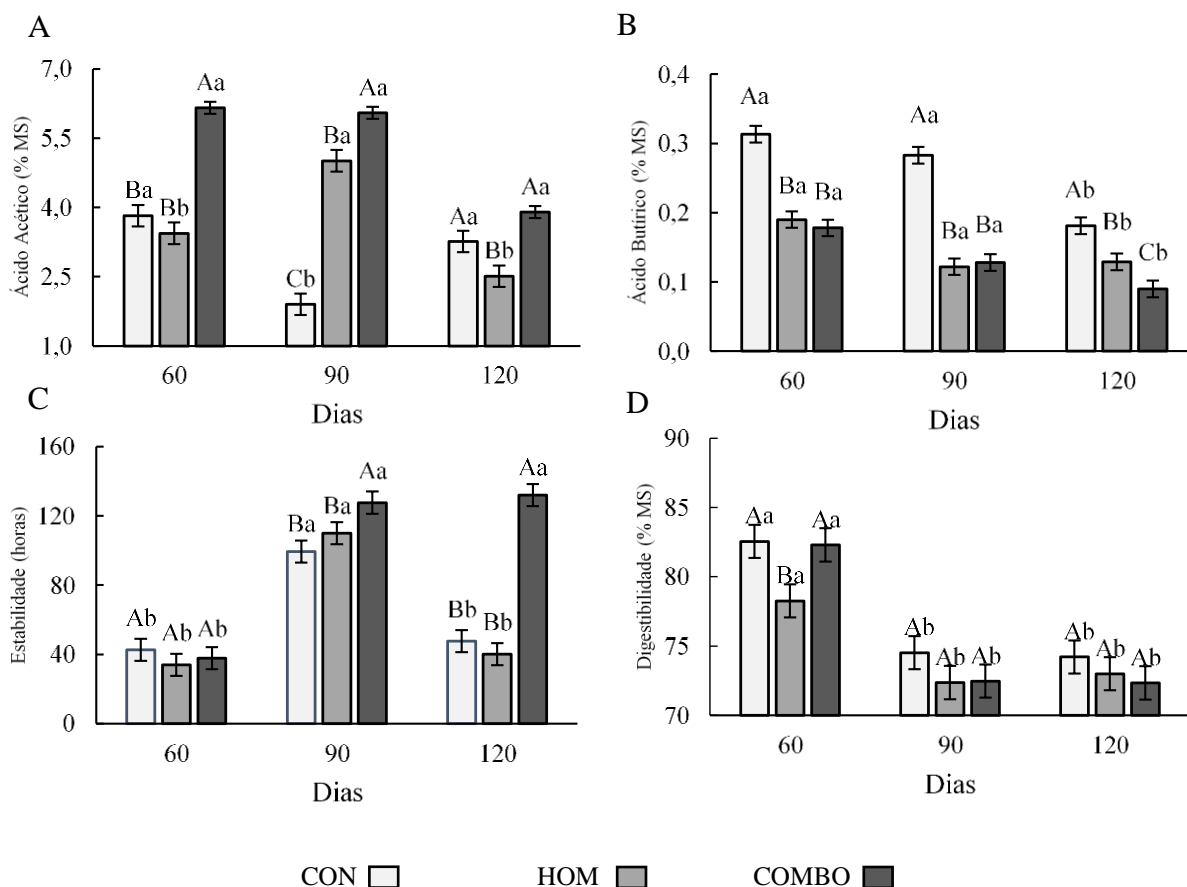


Figura 13. Teores de ácido acético (A), ácido butírico (B), estabilidade aeróbia (C) e coeficientes de digestibilidade *in vitro* de MS (D) de silagens de TMR contendo o capim BRS Capiçu com diferentes idades de corte e aditivos microbianos. Médias seguidas por diferentes letras diferem entre si pelo teste de Scott Knott a 5% de probabilidade. Letras maiúsculas representam diferenças entre controle (CON) e aditivos homolático + enzimas fibrolíticas e heterolático + enzimas fibrolíticas (HOM e COMBO, respectivamente) e letras minúsculas representam diferenças entre idades de corte do capim (60, 90 e 120 dias).

As produções de ácido iso-valérico foram maiores nos tratamentos que receberam os aditivos (HOM ou COMBO), em comparação ao CON. Para os conteúdos de ácido propiônico e ácido valérico não foram observadas diferenças entre os tratamentos. As silagens de TMR produzidas com o capim aos 90 dias de idade apresentaram os menores valores de N-NH_3 , não havendo influência do tipo de inoculação sobre este parâmetro.

Houve interação entre as idades de rebrota do capim e o uso de aditivos para estabilidade aeróbia. Para as silagens de TMR, produzidas com o capim aos 60 dias de idade, não foi observado efeito dos aditivos microbianos na estabilidade aeróbia das silagens, porém a quebra da estabilidade ocorreu próximo a 38 horas para todos os tratamentos. No entanto, para as silagens de TMR produzidas com os capins aos 90 e 120 dias de idade, a adição do

inoculante COMBO resultou em maior estabilidade aeróbia (128 e 132 horas, respectivamente).

Foi observado maiores teores de MS e MO para silagens com adição de capim cortado com 120 dias de idade. Os maiores teores de PB foram observados nas silagens TMR produzidas com capins de 60 dias de idade. Também foram observados maiores teores de PB nas silagens que receberam o aditivo COMBO. Não foram observadas diferenças nos teores de FDN nos tratamentos avaliados. No entanto, os teores de FDA e celulose foram influenciados pelas idades de corte, sendo as menores médias verificadas nas silagens produzidas com o capim de 60 dias de idade.

Já, para os valores de hemicelulose, as menores concentrações foram verificadas nas silagens de TMR produzidas com capins de 90 e 120 dias de idade. Também foram observados menores teores de hemicelulose nas silagens que receberam os inoculantes COMBO e HOM. Para o conteúdo de lignina, as idades de 60 e 90 dias apresentaram as menores médias, não sendo verificadas diferenças entre os inoculantes aplicados.

Para os coeficientes de DIVMS foi observado interação entre as idades de rebrota do capim e os aditivos. As silagens de TMR produzidas com capins aos 60 dias de idade com a aplicação de aditivo COMBO e CON apresentaram os maiores coeficientes de DIVMS. Os menores valores de DIVMS foram observados nas silagens de TMR produzidas com capins aos 90 e 120 dias de idade, independentemente do tipo de inoculação.

DISCUSSÃO

As silagens de TMR, a base de capim-elefante, cultivar BRS Capiçu, tiveram percentuais de MS variando de 29 a 33%, em função da idade do capim. Independentemente da idade de rebrota, o capim BRS Capiçu apresentou valores baixos de MS no momento do corte (13,42 a 20,89% de MS, conforme exposto na Tabela 8). Esses valores de MS, das silagens de TMR em estudo, são inferiores aos relatados para silagens de TMR, a base de milho ou sorgo, as quais apresentam teores de MS variando de 40 a 65% (Bueno et al., 2020).

Os menores valores de MS, observados para as silagens de TMR, confeccionadas com o capim aos 60 dias de rebrota, explicam as maiores produções de efluentes observadas para este tratamento. Segundo Borreani et al. (2018) silagens com teores de MS menores que 35%, apresentam maiores produções de efluentes.

O baixo teor de MS pode levar a menor recuperação de MS, além da perda na qualidade nutricional da silagem pela lixiviação dos nutrientes (Orrico Junior et al., 2015;

Orrico Junior et al., 2020). O uso dos aditivos HOM e COMBO podem ter acelerado o início do processo de fermentativo da mistura ensilada, reduzindo assim, o período de ação dos micro-organismos aeróbios, os quais utilizam os carboidratos presentes na massa ensilada para produção de energia, CO₂ e água metabólica (Borreani et al. 2018). Essa provável menor produção de água metabólica pode explicar o fato das silagens inoculadas com os aditivos HOM e COMBO terem apresentado menores produções de efluente quando comparadas as sem inoculação.

O uso de cepas de metabolismo, preferencialmente, homofermentativo (HOM) não foi eficiente em promover maior recuperação de MS e maior produção de ácido láctico, quando comparado ao tratamento controle. A recuperação de MS e a produção de gases em silagens possuem forte correlação com o tipo de fermentação que ocorre no interior dos silos. Segundo Borreani et al. (2018), a fermentação láctica resulta em mínima perda de MS e energia, ao passo que as fermentações acéticas, alcoólicas e butíricas resultam em perdas maiores de MS e de produção de gases (principalmente CO₂).

Provavelmente, a competição existente entre as cepas bacterianas homofermentativas, contidas no aditivo e a microbiota epífita presente nas plantas, tenha levado às menores produções de ácido láctico (Michel et al., 2016). Outro fator que pode justificar tal comportamento é o uso de calcário calcítico usado na formulação da TMR. Sua utilização eleva a pressão osmótica do meio, com ação tamponante, o que pode desencadear alterações nas populações de microrganismos, em razão da inibição de alguns ácidos orgânicos produzidos durante a fermentação da massa (Staple & Lough, 1989).

Na literatura existem relatos da falta de eficiência dos inoculantes microbianos homofermentativos em reduzir as perdas fermentativas nas silagens de capins tropicais. Cunha et al. (2020) também não observaram diferenças na recuperação de MS de silagens inoculadas com aditivos microbianos comerciais, que possuíam em sua composição *Pediococcus pentosaceus* e *Lactobacillus plantarum*. Já Vendramini et al (2016) e Orrico Junior et al. (2020) não observaram melhorias nos valores de recuperação de MS quando as silagens foram inoculadas com *Pediococcus pentosaceus* e *Lactobacillus buchneri*.

O pH das silagens manteve-se ligeiramente elevado neste experimento, mesmo com a presença de altos teores de ácido láctico. O principal fator que pode ter colaborado para menor queda nos valores do pH durante o processo de fermentação, foi a presença do calcário calcítico na formulação da TMR. A presença de misturas minerais e até mesmo dos concentrados proteicos podem alterar a capacidade tampão do material ensilado (Tabela 8), dificultando a queda nos valores de pH.

Segundo Bueno et al. (2020), o aumento da capacidade tampão das silagens pode resultar em elevada produção de ácidos (principalmente o láctico), pois são necessárias maiores quantidades para que a silagem atinja o pH de estabilidade. Na literatura são comuns os relatos de autores que observaram elevadas produções de ácido láctico (acima de 5% da MS) em silagens de TMR (Chen et al., 2017; Gusmão et al., 2018) com valores de pH variando entre 3,9 e 4,8. Esse comportamento também foi observado neste experimento onde níveis elevados de ácido láctico não implicaram em baixos valores de pH.

Os maiores teores de umidade, associado ao pH de 4,39 das silagens produzidas com o capim mais jovem (60 dias), podem ter colaborado com os maiores teores de ácido butírico e N-NH₃. Segundo Muck, (2010), as maiores produções de ácido butírico e N-NH₃ ocorrem por ação das bactérias do gênero *Clostridium sp* em condições de alta umidade e pH mais elevado. A ação destes microrganismos compromete a eficiência da conservação da forragem, pois estes podem utilizar os açúcares solúveis, as proteínas, ou até mesmo o ácido láctico presente nas silagens como substrato para o seu crescimento (Kung Junior et al., 2003). No entanto, é importante mencionar que os valores de ácido butírico e N-NH₃ observados neste trabalho estão dentro do recomendado para silagens de boa qualidade (ácido butírico abaixo de 1,0% e N-NH₃ abaixo de 10% do N total) (Kung et al., 2018).

As silagens produzidas com o aditivo COMBO foram mais eficientes em produzir ácido acético quando comparado aos demais tratamentos. Isso ocorreu, provavelmente, pela ação do *L. buchneri*, o qual sintetiza ácido acético via metabolização de ácido láctico (Muck, 2010). Como o ácido acético apresenta uma maior constante de dissociação em relação ao ácido láctico, normalmente, esse é o maior responsável por inibir o crescimento de leveduras e bolores (McDonald, 1991; Wilkinson & Davies, 2013). Isso explica o motivo pelo qual os tratamentos que apresentaram os maiores teores de ácido acético tiveram os maiores valores de estabilidade aeróbia.

Os menores valores de estabilidade aeróbia foram observados para as silagens produzidas com o capim de 60 dias de rebrota, o que pode estar ligado aos altos teores de ácido láctico produzidos por esses tratamentos. Além de ser menos eficaz para inibir o crescimento de leveduras e bolores, o ácido láctico pode ser utilizado como fonte de energia para o crescimento das leveduras (Wilkinson & Davies, 2013). Alguns experimentos tem demonstrado que silagens bem fermentadas contendo altas proporções de ácido láctico (em relação ao total dos ácidos orgânicos produzidos) são propensas a apresentarem menores valores de estabilidade aeróbia (Maxin et al., 2017).

Os valores da capacidade tampão da TMR também podem ter contribuído para que as silagens de TMR, confeccionadas os capins cortados com 90 e 120 dias, tenham apresentado maiores valores de estabilidade aeróbia. Pois, da mesma forma que essa variável atua dificultando a queda do pH da silagem, ela também dificulta a elevação do pH da mesma após a abertura do silo, reduzindo assim a velocidade do crescimento dos micro-organismos aeróbios (maior tempo para que a silagem atinja a fase de instabilidade). Ao modelar a curva de crescimento de leveduras e fungos na deterioração aeróbia de silagens, Pitt et al. (1991) concluíram que a estabilidade aeróbia é maior quando a forragem apresenta maior capacidade tampão.

Os menores valores de PB e DIVMS e as maiores proporções de fibra observadas nas silagens de TMR, produzidas com os capins cortados aos 90 e 120 dias de rebrota, são resultantes do efeito da idade do capim sobre sua qualidade nutricional. A BRS Capiaçú é uma planta que pode atingir 4,2 m de altura em idades mais avançadas (Pereira et al., 2017), sendo necessária a presença de grandes proporções de fibra nos tecidos de sustentação para manter a estrutura da planta. Desta forma, com o avanço da idade e altura da planta há naturalmente uma queda acentuada da qualidade nutricional da forragem (Adesogan et al., 2019).

O uso dos aditivos microbianos com as enzimas β -glucanase e Xilanase, podem ter contribuído para a ocorrência da degradação parcial da parede celular vegetal, explicando assim a redução dos teores de hemicelulose nestas silagens, a exemplo do estudo conduzido por Li et al. (2018). Apesar da redução no teor de hemicelulose, a adição dos inoculantes, contendo enzimas fibrolíticas, não foi eficiente em melhorar a digestibilidade da silagem de TMR.

Deve-se ressaltar que, foi utilizado um concentrado padrão e a mesma proporção de volumoso e concentrado (base da MS) para todas as TMRs testadas, variando apenas a idade de rebrota do capim e a inclusão dos diferentes tipos de aditivos. Assim, existe a possibilidade de realizar ajustes nas proporções dos ingredientes da TMR, a fim de, corrigir a queda no valor nutritivo do capim, em função da idade de rebrota.

O uso dos inoculantes microbianos-enzimáticos foram eficientes apenas na redução de perdas por efluentes e nas concentrações de ácido butírico e hemicelulose, por isso a sua utilização deve ser avaliada com cautela levando em consideração os custos de sua aplicação.

CONCLUSÕES

Para silagens de TMR produzidas com a BRS Capiaçú, cortado aos 60 dias de rebrota, não se justifica o uso de inoculantes microbianos-enzimáticos. Recomenda-se o uso do inoculante COMBO para melhorar a estabilidade aeróbia e promover redução na produção de efluentes e nos teores de hemicelulose das silagens de TMRs, produzidas com a BRS Capiaçú nas idades de 90 ou 120 dias.

A formulação da TMR com o capim-elefante cv. BRS Capiaçú, cortado aos 60 dias de rebrota apresentaram melhor valor nutricional, porém, não manteve as produções de efluentes dentro de níveis aceitáveis, além de proporcionar silagens com maiores teores de ácido butírico e menor estabilidade aeróbia. Assim, um ajuste na relação volumoso/concentrado pode ser feito, a fim de ajustar os níveis de fibra das TMR provenientes de capins com idade mais avançada.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADESOGAN, A.T.; ARRIOLA, K.G.; JIANG, Y.; OYEBADE, A.; PAULA, E.M.; ROMERO, J.J.; FERRARETTO, L.F.; VYAS, D. Symposium review: Technologies for improving fiber utilization. **Journal of Dairy Science**, v.102, p.1–30, 2019. DOI: 10.3168/jds.2018-15334.

AMARAL, R.C.; CARVALHO, B.F.; COSTA, D.M.; MORENZ, M.J.F.; SCHWAN, R.F.; ÁVILA, C.L. DA S. Novel lactic acid bacteria strains enhance the conservation of elephant grass silage cv. BRS Capiaçú. **Animal Feed Science and Technology**, v.264, p.114472, 2020. DOI: 10.1016/j.anifeedsci.2020.114472.

AOAC. **Official Methods of Analysis**. 18th.ed. Arlington, VA: AOAC international, 2005. 770p.

BORREANI, G.; TABACCO, E.; SCHMIDT, R.J.; HOLMES, B.J.; MUCK, R.E. Silage review: Factors affecting dry matter and quality losses in silages. **Journal of Dairy Science**, v.101, p.3952–3979, 2018. DOI: 10.3168/jds.2017-13837.

BUENO, A.V.I.; LAZZARI, G.; JOBIM, C.C.; DANIEL, J.L.P. Ensiling total mixed ration for ruminants: A review. **Agronomy**, v.10, 2020. DOI: 10.3390/agronomy10060879.

CHEN, L.; YUAN, X. JUN; LI, J. FENG; WANG, S. RAN; DONG, Z. HAO; SHAO, T. Effect of lactic acid bacteria and propionic acid on conservation characteristics, aerobic stability and in vitro gas production kinetics and digestibility of whole-crop corn based total mixed ration silage. **Journal of Integrative Agriculture**, v.16, p.1592–1600, 2017. DOI: 10.1016/S2095-3119(16)61482-X.

CHERNEY, J.H.; CHERNEY, D.J.R. Assessing Silage Quality. In: Buxton, D.R.; Muck, R.E.; Harrison, J.H. (Eds.) **Silage Science and Technology**. Madison, Wisconsin: American Society of Agronomy, Crop Science Society of America, Soil Science Society of America, 2003. p.141-198.

CUNHA, S.S.; ORRICO JUNIOR, M.A.P.; REIS, R.A.; ORRICO, A.C.A.; SCHWINGEL, A.W.; REIS, S.D.S.; SILVA, M.S.J. Use of crude glycerine and microbial inoculants to

improve the fermentation process of Tifton 85 haylages. **Tropical Animal Health and Production**, v.52, p.871–879, 2020. DOI: 10.1007/s11250-019-02082-y.

FENNER, F.; RATCLIFFE, F.N. **Myxomatosis**. 1.ed. ed. London: Cambridge University Press, 1965. 379p.

FIETZ, C.R.; FISCH, G.F. O Clima da Região de Dourados, MS. **Embrapa Agropecuária Oeste**, v.92, p.32, 2008.

GUSMÃO, J.O.; DANÉS, M.A.C.; CASAGRANDE, D.R.; BERNARDES, T.F. Total mixed ration silage containing elephant grass for small-scale dairy farms. **Grass and Forage Science**, v.73, p.717–726, 2018. DOI: 10.1111/gfs.12357.

HOLDEN, L.A. Comparison of methods of in vitro dry matter digestibility for ten feeds. **Journal of Dairy Science**, v.82, p.1791–1794, 1999. DOI: 10.3168/jds.S0022-0302(99)75409-3.

KUNG JUNIOR, L.; STOKES, M.R.; LIN, C.J. Silage additives. In: BUXTON, D.R.; MUCK, R.E.; HARRISON, J.H. (Ed.). **Silage science and technology**. Madison, USA: American Society of Agronomy, 2003. p.305–360.

KUNG JUNIOR, L.; 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.101, p.4020–4033, 2018. DOI: 10.3168/jds.2017-13909.

LI, J.; YUAN, X.; DONG, Z.; MUGABE, W.; SHAO, T. The effects of fibrolytic enzymes, cellulolytic fungi and bacteria on the fermentation characteristics, structural carbohydrates degradation, and enzymatic conversion yields of Pennisetum sinense silage. **Bioresource Technology**, v.264, p.123–130, 2018. DOI: 10.1016/j.biortech.2018.05.059.

LI, P.; JI, S.; WANG, Q.; QIN, M.; HOU, C.; SHEN, Y. Adding sweet potato vines improve the quality of rice straw silage. **Animal Science Journal**, v.88, p.625–632, 2017. DOI: 10.1111/asj.12690.

MAXIN, G.; ANDUEZA, D.; MORVAN, A. LE; BAUMONT, R. Effect of intercropping vetch (*Vicia sativa* L.), field pea (*Pisum sativum* L.) and triticale (*X Triticosecale*) on dry-matter yield, nutritive and ensiling characteristics when harvested at two growth stages. **Grass and Forage Science**, v.72, p.777–784, 2017. DOI: 10.1111/gfs.12277.

MCDONALD, P. **The biochemistry of silage**. New York: Chalcombe Publications, 1991.

MERTENS, D.R. Gravimetric determination of amylase-treated neutral detergent fiber in feeds with refluxing in beakers or crucibles: Collaborative study. **Journal of AOAC International**, v.85, p.1217–1240, 2002.

MICHEL, P.H. F.; GONÇALVES, L.C.; RODRIGUES, J. . . S.; KELLER, K.M.; RAPOSO, V.S.; LIMA, E.M.; SANTOS, F.P.C.; JAYME, D.G. Re-ensiling and inoculant application with *Lactobacillus plantarum* and *Propionibacterium acidipropionici* on sorghum silages. **Grass and Forage Science**, v.72, p.432–440, 2016. DOI: 10.1111/gfs.12253.

MIRON, J.; ZUCKERMAN, E.; ADIN, G.; SOLOMON, R.; SHOSHANI, E.; NIKBACHAT, M.; YOSEF, E.; ZENOU, A.; WEINBERG, Z.G.; CHEN, Y.; HALACHMI, I.; BENGHEDALIA, D. Comparison of two forage sorghum varieties with corn and the effect of feeding their silages on eating behavior and lactation performance of dairy cows. **Animal Feed Science and Technology**, v.139, p.23–39, 2007. DOI: 10.1016/j.anifeeds.2007.01.011.

MONÇÃO, F.P.; COSTA, M.A.M.S.; RIGUEIRA, J.P.S.; MOURA, M.M.A.; ROCHA, V.R.; GOMES, V.M.; LEAL, D.B.; MARANHÃO, C.M.A.; ALBUQUERQUE, C.J.B.; CHAMONE, J.M.A. Yield and nutritional value of BRS Capiacu grass at different regrowth ages. **Semina: Ciências Agrárias**, v.40, p.2045–2055, 2019. DOI: 10.5433/1679-0359.2019v40n5p2045.

MUCK, R.E. Silage microbiology and its control through additives. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, p.183–191, 2010. DOI: 10.1590/s1516-35982010001300021.

NRC. **Nutrient requirements of dairy cattle**. 7.ed. Washington: National Academy Press, 2001. 405p.

OLIVEIRA, J.S.; MIRANDA, J.E.C. DE; CARNEIRO, J. DA C.; D'OLIVEIRA, P.S.; MAGALHÃES, V.M.A. DE. Comunicado Técnico Como medir a matéria seca (MS%) em forragem utilizando forno de micro-ondas. **EMBRAPA (INFOTECA-E)**, p.6, 2015.

ORRICO JUNIOR, M.A.P.; RETORE, M.; MANARELLI, D.M.; SOUZA, F.B. DE; LEDESMA, L.L.M.; ORRICO, A.C.A. Forage potential and silage quality of four varieties of saccharine sorghum. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.50, p.1201–1207, 2015. DOI: 10.1590/S0100-204X2015001200010.

ORRICO JUNIOR, M.A.P.; VENDRAMINI, J.M.B.; ERICKSON, J.; MORIEL, P.; SILVEIRA, M.L.A.; AGUIAR, A.D.; SANCHEZ, J.M.D.; SILVA, W.L.; SILVA, H.M. Nutritive value and fermentation characteristics of silages produced from different sweet sorghum plant components with or without microbial inoculation. **Applied Animal Science**, v.36, p.777–783, 2020. DOI: 10.15232/aas.2020-02027.

PEREIRA, A. VANDER; LÉDO, F.J. DA S.; MACHADO, J.C. BRS Kurumi and BRS Capiacu - New elephant grass cultivars for grazing and cut-and-carry system. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, v.17, p.59–62, 2017. DOI: 10.1590/1984-70332017v17n1c9.

PEREIRA, A. VANDER; LEDO, F.J. DA S.; MORENZ, M.J.F.; LEITE, J.L.B.; SANTOS, A.M.B. DOS; MARTINS, C.E.; MACHADO, J.C. BRS Capiacu: cultivar de capim-elefante de alto rendimento para produção de silagem. **EMBRAPA (INFOTECA-E)**, p.6, 2016.

PITT, R.; MUCK, R.E.; PICKERING, N. A model of aerobic fungal growth in silage. Aerobic stability. **Grass and Forage Science**, v.46, p.301–312, 1991. DOI: 10.1111/j.1365-2494.1991.tb02235.x.

PLAYNE, M.J.; MCDONALD, P. The buffering constituents of herbage and of silage. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, v.17, p.264–268, 1966. DOI: 10.1002/jsfa.2740170609.

REGMI, S.; CHOI, Y.S.; KIM, Y.K.; KHAN, M.M.; LEE, S.H.; CHOI, Y.H.; CHO, S.S.; JIM, Y.Y. YOO, J.C.; SUH, J.W. Industrial attributes of β -glucanase produced by *Bacillus* sp. CSB55 and its potential application as bio-industrial catalyst. **Bioprocess and biosystems engineering**, v. 43, n. 2, p. 249-259, 2020. DOI: 10.1007/s00449-019-02221-7.

STAPLES, C.R.; LOUGH, D.S. Efficacy of supplemental dietary neutralizing agents for lactating dairy cows. A review. **Animal Feed Science and Technology**, v.23, p.277–303, 1989. DOI: 10.1016/0377-8401(89)90050-3.

TILLEY, J.M.A.; TERRY, R.A. A Two-Stage Technique for the in Vitro Digestion of Forage Crops. **Grass and Forage Science**, v.18, p.104–111, 1963. DOI: 10.1111/j.1365-2494.1963.tb00335.x.

VENDRAMINI, J.M.B.; AGUIAR, A.D.; ADESOGAN, A.T.; SOLLENBERGER, L.E.; ALVES, E.; GALZERANO, L.; SALVO, P.; VALENTE, A.L.; ARRIOLA, K.G.; MA, Z.X.;

OLIVEIRA F.C.L. **Journal of animal science**, v. 94, p. 3061-3071, 2016. DOI: 10.2527/jas.2016-0306.

VIEIRA, P.F. **Efeito do formaldeído na proteção de proteínas e lipídeos em rações**. 1980. 98p. Tese (Doutorado em Zootecnia), Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MS.

WEINBERG, Z.G.; CHEN, Y.; MIRON, D.; RAVIV, Y.; NAHIM, E.; BLOCH, A.; YOSEF, E.; NIKBAHAT, M.; MIRON, J. Preservation of total mixed rations for dairy cows in bales wrapped with polyethylene stretch film - A commercial scale experiment. **Animal Feed Science and Technology**, v.164, p.125–129, 2011. DOI: 10.1016/j.anifeedsci.2010.11.016.

WILKINSON, J.M.; DAVIES, D.R. The aerobic stability of silage: Key findings and recent developments. **Grass and Forage Science**, v.68, p.1–19, 2013. DOI: 10.1111/j.1365-2494.2012.00891.x.

XIANG, L.; LU, Y.; WANG, H.; WANG, M.; ZHANG, G. Improving the specific activity and pH stability of xylanase XynHBN188A by directed evolution. **Bioresources and Bioprocessing**, v. 6, n. 1, p. 1-9, 2019. DOI: 10.1186/s40643-019-0262-8.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Apoiado nos resultados obtidos, ao longo desta dissertação, evidencia-se que o manejo de corte, em conjunto com a adubação nitrogenada, interfere nas características de crescimento, rendimento de MS, e no valor nutritivo das cultivares BRS Kurumi e BRS Capiáçu.

Os potenciais demonstrados pelas cultivares BRS Kurumi e BRS Capiáçu, poderão estimular muitos produtores a melhor gerenciarem seus sistemas de produção e melhorarem a nutrição dos seus rebanhos, de modo a contribuir para o fortalecimento da cadeia produtiva, como um todo.

Verificou-se melhorias na qualidade fermentativa de silagens de BRS Capiáçu, quando ensilada na forma de TMR, em associação às idades de rebrota (90 ou 120 dias) e com o uso do aditivo COMBO. Assim, a TMR proposta neste estudo pode auxiliar os pequenos agricultores no manejo de corte desta capineira, possibilitar a liberação mais cedo da área de cultivo, além de reforçar a gestão da alimentação, uma vez que a TMR é uma alimentação homogênea e balanceada. Isto demonstra que os pequenos produtores podem explorar a elevada produtividade desta cultivar para produção de silagem, apesar do seu alto conteúdo de umidade, desde que seja adicionado concentrados energéticos e proteicos, salientando-se, também, que esta ração mista não sofre interferência da sazonalidade climática.

Como limitações deste estudo, podem ser apontadas as dificuldades no quesito “tempo”, para desenvolver os dois anos, mínimos, de avaliação agrícola, exigido para publicação, uma vez que o prazo máximo para a conclusão do curso de Mestrado se restringe a 24 meses. Ressalta-se, ainda, as dificuldades relacionadas à condução da pesquisa, em tempos de isolamento, por razão da pandemia em curso, provocada pelo vírus COVID-19.

Complementarmente, no transcorrer dos próximos, faz-se importante, realizar avaliações que abranjam diferentes áreas da fixação biológica de nitrogênio; consumo; comportamento ingestivo; desempenho animal das cultivares BRS Kurumi e BRS Capiáçu; análise econômica das silagens de TMR, a base da BRS Capiáçu, dentre outras.

Faz-se, ainda, necessário supor que as informações levantadas não se podem restringir ou ficar no domínio de poucos e ou dentro de uma proposta formativa, de nível superior. Nesse contexto, recomenda-se que as referidas informações cheguem aos profissionais agrários e, quando apropriados desses conhecimentos, incentivem os produtores rurais a também utilizá-los.