

<http://dx.doi.org/10.15361/1984-5529.2021v49n2p92-101>

Valor nutritivo e características fermentativas da silagem de capim-elefante com diferentes proporções de raízes de mandioca

Nutritional value and fermentative traits of elephant grass silage with different levels of cassava roots

Francisco Duarte FERNANDES¹; Roberto GUIMARÃES JÚNIOR²; Eduardo Alano VIEIRA³; Josefino de Freitas FIALHO⁴; Marcelo Ayres CARVALHO⁵; Gustavo José BRAGA⁶; Carlos Eduardo Lazarini FONSECA⁷; Sônia Maria Costa CELESTINO⁸; Juaci Vitória MALAQUIAS⁹

¹ Pesquisador, Mestre em Zootecnia, Embrapa Cerrados - Planaltina, DF. francisco.fernandes@embrapa.br

² Pesquisador, Doutor em Ciência Animal, Embrapa Cerrados - Planaltina, DF. roberto.guimarães-junior@embrapa.br

³ Autor para correspondência. Pesquisador, Doutor em Fitomelhoramento, Embrapa Cerrados - Rodovia BR-020, km 18 Caixa Postal: 08223 CEP: 73310-970 - Planaltina - DF. eduardo.alano@embrapa.br

⁴ Pesquisador, Mestre em Fitotecnia, Embrapa Cerrados - Planaltina, DF. josefino.fialho@embrapa.br

⁵ Pesquisador, Doutor em Agronomia, Embrapa Cerrados - Planaltina, DF. marcelo.ayres@embrapa.br

⁶ Pesquisador, Doutor em Ciência Animal e Pastagens, Embrapa Cerrados - Planaltina, DF. gustavo.braga@embrapa.br

⁷ Pesquisador, Doutor em Melhoramento de Plantas e Biometria, Embrapa Cerrados - Planaltina, DF. carlos.lazarini@embrapa.br

⁸ Pesquisadora, Doutora em Biologia Molecular, Embrapa Cerrados - Planaltina, DF. sonia.celestino@embrapa.br

⁹ Analista, Mestre em Ciência de Materiais em Modelagem e Simulação Computacional, Embrapa Cerrados (CPAC) Planaltina, DF. juaci.malaquias@embrapa.br

Recebido em: 30-09-2020; Aceito em: 20-05-2021

Resumo

O capim-elefante (*Pennisetum purpureum*) tem se destacado como uma opção viável para ensilagem, principalmente, pela sua alta produção de matéria seca e bom valor nutritivo. O objetivo do estudo foi avaliar a composição química e características fermentativas de silagens de capim-cv. BRS Capiapu enriquecidas com diferentes níveis de inclusão de raízes de mandioca açucarada e amilácea *in natura*. O delineamento experimental foi o de blocos completos casualizados com cinco repetições. O capim-elefante foi ensilado com diferentes proporções de raízes de mandioca açucarada (RMaç) e amilácea (RMam) com base na matéria natural. Os tratamentos avaliados foram: T1 - Capim-elefante (CE); T2 - CE + 10% RMaç; T3 - CE + 20% RMaç; T4 - CE + 40% RMaç; T5 - CE + 10% RMam; T6 - CE + 20% RMam; e T7 - CE + 40% RMam. Os resultados obtidos, mostram que a inclusão de RMaç e RMam, nos níveis de 20 e 40%, promoveu aumento na digestibilidade *in vitro* da matéria seca e redução nos teores de lignina e fibra em detergente neutro e ácido. A inclusão de raízes de mandioca açucarada e/ou amilácea em níveis superiores a 20% da matéria verde da massa ensilada melhora o valor nutritivo e mantém adequado padrão de fermentação da silagem de capim-elefante cv. BRS Capiapu, colhido aos 120 dias de rebrota.

Palavras-chave adicionais: conservação de forragem; digestibilidade da matéria seca; mandioca açucarada; mandioca amilácea; *Manihot esculenta* Crantz; *Pennisetum purpureum* Schum.

Abstract

Elephant grass (*Pennisetum purpureum* Schum) has been used as an option for silage making, due to its high potential for biomass and nutrients production. The aim of the study was to evaluate the chemical composition and fermentative traits of elephant grass cv. BRS Capiapu enriched with different levels of fresh sugary and starchy cassava roots. The experimental design was in complete randomized blocks with five replications. Elephant grass was ensiled with different proportions of fresh cassava roots: 100% elephant grass; 90% elephant grass + 10% sugary cassava roots; 80% elephant grass + 20% sugary cassava roots; 60% elephant grass + 40% sugary cassava roots; 90% elephant grass + 10% starchy cassava roots; 80% elephant grass + 20% starchy cassava roots and 60% elephant grass + 40% starchy cassava roots. The results showed that the inclusion of 20 and 40% of fresh sugary and starchy cassava roots increased the *in vitro* dry matter digestibility and decreased the lignin, and neutral and acid detergent fibers contents. The inclusion of fresh sugary and/or starchy cassava roots at levels greater than 20% of the ensiled mass improves the nutritional value and keeps an adequate fermentation pattern of elephant grass silage cv. BRS Capiapu, harvested after 120 days of regrowth.

Additional keywords: dry matter digestibility; forage conservation; *Manihot esculenta* Crantz; *Pennisetum purpureum* Schum; starchy cassava; sugary cassava.

Introdução

O capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum) foi a primeira gramínea forrageira tropical de interesse para a produção de silagem, por ser perene, apresentar, quando bem manejada, elevado potencial de produtividade de matéria seca por área, quando bem manejada, qualidade, vigor, persistência e por se estabelecer em muitas regiões do país e por apresentar boa aceitação pelos animais (Bureenok et al., 2012; Santos et al., 2013; Figueiras et al.; 2015; Pereira et al.; 2016; Zailan et al., 2018). Dessa forma, a ensilagem do capim-elefante produzida na época das águas é uma das alternativas para suprir o déficit de forragem para a alimentação dos ruminantes, principalmente na época seca do ano.

De modo geral, as gramíneas forrageiras tropicais, como o capim-elefante, no momento em que é possível estabelecer uma boa relação entre produção e valor nutritivo para ensilagem, apresentam alto teor de umidade e o baixo teor de carboidratos solúveis, fatores que inibem o adequado processo fermentativo, impedindo o rápido declínio do pH, permitindo fermentações secundárias indesejáveis e produzindo silagens de baixa qualidade, além de ocasionar perda de nutrientes pela elevada quantidade de efluente produzido (McDonald et al., 1991; Monteiro et al., 2011; Bureenok et al., 2012; Borreani et al.; 2018; Gurgel et al., 2019).

Elevados teores de umidade das plantas forrageiras no momento da ensilagem propiciam, normalmente, condições para obtenção de silagens butíricas de baixa qualidade, em que é grande a decomposição proteica, com evidente queda no valor nutritivo (Liu et al., 2011; Xie et al., 2012). Os carboidratos solúveis (CHOS) desempenham um papel de suma importância, porque são a principal fonte de energia para o crescimento das bactérias produtoras de ácido láctico, durante o processo de fermentação (Zhang et al., 2015), o que contribui para a redução do pH, inibindo o desenvolvimento de bactérias proteolíticas, principalmente as do gênero *Clostridium* (McDonald et al., 1991) que causam a queda da qualidade da silagem. Portanto, a quantidade e rapidez na formação de ácido láctico dependem da maior disponibilidade de açúcares solúveis das forrageiras. Segundo McDonald et al. (1991) e Neumann et al. (2010), a concentração de CHOS deve estar entre 6 a 8% da MS, para que ocorra um processo fermentativo adequado do material ensilado. Porém, Lima Júnior et al. (2014) afirmam que níveis de CHOS entre 6 e 16% vem sendo documentados como promotores de fermentação láctea na ensilagem e Mousquer et al. (2013) informam que esses valores devem ser superiores a 16% na MS ou maior que 4% na matéria verde no material a ser ensilado.

A concentração de nitrogênio amoniacal (N-NH₃/NT) e o valor de pH são fatores importantes que servem como indicativos da qualidade da silagem (McDonald et al., 1991; Van Soest, 1994; Tomich et al., 2003). Os mesmos autores citam valores de N-NH₃ menores que 10 e 12% e McDonald et al. (1991) que a

silagem pode ser considerada de boa qualidade quando o material apresenta pH entre 3,8 e 4,2. A concentração de N-NH₃ se torna um indicativo da atuação de bactérias do gênero *Clostridium*, principalmente, as espécies com atividade proteolítica (Liu et al., 2011; Xie et al., 2012).

O problema de excesso de umidade e baixas concentrações de carboidratos solúveis das plantas forrageiras para produção de silagem, tem atraído atenção e esforços de muitos pesquisadores. Pesquisas recentes mostram resultados satisfatórios com o uso dos mais diversos tipos de aditivos em silagens de forrageiras para a melhoria do processo fermentativo e do valor nutritivo, como a adição de materiais ricos em carboidratos e elevado teor de matéria seca (Yitbarek & Tamir, 2014). Um aditivo ideal a ser usado na ensilagem de gramíneas tropicais deve apresentar alto teor de matéria seca, boa aceitabilidade pelos animais, elevada concentração de carboidratos solúveis, fácil manuseio, boa disponibilidade no mercado e baixo custo de aquisição (Moraes et al., 2014). Portanto, uma fonte alternativa de carboidratos prontamente fermentável e economicamente viável é desejável.

Nesse sentido, a mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) é uma opção interessante de aditivo em silagens de forrageiras tropicais. Essa cultura apresenta ampla adaptação às diferentes condições climáticas brasileiras, elevada produção de raízes e baixo custo de produção (Vieira et al., 2015; Fuhrmann et al., 2019). Ademais, as raízes de mandioca por apresentarem alta concentração de carboidratos fermentáveis nas suas raízes (Arce-Cordero et al., 2015), podem ser utilizadas como aditivos para estimular o desenvolvimento de bactérias lácteas e, portanto, opção para a melhoria do processo fermentativo e valor nutritivo da silagem de capim-elefante.

A mandioca ou mandioca açúcarada é uma variação natural da mandioca, que se diferencia por apresentar grandes quantidades de açúcares livres em suas raízes de reserva (Carvalho et al., 2004). Em estudo realizado em Planaltina no Distrito Federal, Vieira et al. (2008), ao avaliarem acessos de mandioca açúcarada, verificaram que além de glicose, as raízes de reserva apresentam uma porcentagem de amido da ordem de 15%. O que indica que esses acessos podem ser usados como aditivo para melhorar o valor nutritivo e o padrão fermentativo durante a ensilagem de gramíneas forrageiras. Para tanto, as definições de recomendações técnicas sobre os melhores níveis de inclusão de raízes in natura na massa verde da forragem a ser ensilada são essenciais para orientar o produtor durante esse processo.

Uma possível recomendação da utilização da mandioca na composição de silagens de capim elefante, além de melhorar a qualidade da silagem produzida, poderá diminuir os custos de produção pelo menor uso de concentrados e, assim, aumentar a margem de lucro do produtor. Ademais, essa recomendação poderá fomentar um novo mercado para a cultura da mandioca. Para tanto, é importante um adequado planejamento para sincronização da disponibilidade de raízes

no momento de corte do capim-elefante para ensilagem.

O objetivo deste estudo foi avaliar a composição química e características fermentativas de silagens de capim-cv. BRS Capiapu enriquecidas com diferentes níveis de inclusão de raízes de mandioca açucarada e amilácea *in natura*.

Material e métodos

O capim-elefante cultivar BRS Capiapu utilizado neste experimento foi proveniente de uma capineira já estabelecida no campo experimental da Embrapa Cerrados, localizada em Planaltina, Distrito Federal, Brasil (15°35' S, 47°42' W, 1007 m), em área de solo Latossolo Vermelho argiloso distrófico. A cultivar de capim-elefante BRS Capiapu foi selecionada para o estudo por apresentar características favoráveis à produção de silagem, como alta produtividade de biomassa (até 300 Mg ha⁻¹ ano⁻¹), cerca de três vezes a produção de biomassa obtida com culturas como o milho e sorgo, aliado ao porte ereto que facilita a mecanização (Pereira et al., 2016).

A implantação da capineira foi realizada na primeira quinzena de dezembro de 2016, seguindo as recomendações de Monteiro (1994). Realizou-se um corte de uniformização das plantas na primeira quinzena de 2017. Simultaneamente ao corte de uniformização, efetuou-se a adubação, com 500 kg ha⁻¹ da fórmula 20-00-20 (N, P₂O, K₂O), aplicados em cobertura. Aos 35 dias após o corte de uniformização, realizou-se nova adubação de cobertura, com 250 kg ha⁻¹ da fórmula 20-00-20 (N, P₂O, K₂O). As plantas de capim-elefante foram colhidas manualmente, aos 120 dias após o corte de uniformização a 25 cm do solo, quando apresentavam, em média, 4,0 m de altura.

Para o estudo foram utilizadas raízes da cultivar de mandioca amilácea IAC 12-829, que atualmente é a cultivar de mandioca de indústria mais plantada na região do Cerrado (Vieira et al., 2020) e do clone açucarado 617/08, que está registrado no Banco Regional de Germoplasma de Mandioca do Cerrado (BGMC), como BGMC 1443. As parcelas foram implantadas em dezembro de 2016 com espaçamento de 0,80 m entre plantas e 1,20 m entre linhas. Os tratamentos culturais foram realizados de acordo com as recomendações técnicas da cultura da mandioca para a região do Cerrado (Fialho et al., 2013; Fialho & Vieira, 2013). As raízes de mandioca foram colhidas aos 16 meses após o plantio, momento em que foram selecionadas raízes sem sinais de contaminação microbiana, danos físicos ou outra característica, que poderiam ter influência nas respostas do processo de ensilagem.

As raízes de mandioca foram lavadas antes do processamento para a retirada de impurezas. O capim-elefante e as raízes de mandioca (amilácea e açucarada) foram fragmentados em equipamento forrageiro estacionário (Ensiladeira EN – 9F3B – Nogueira) regulado para corte com tamanho aproximado de 2 a 3 cm. Antes da ensilagem foram retiradas amostras de 500 gramas de capim-elefante e de raízes de mandioca

(amilácea e açucarada), para análise da composição bromatológica e carboidratos solúveis (CHOS). Posteriormente, o capim-elefante (CE) foi ensilado com diferentes proporções de raízes de mandioca açucarada (RMaç) e amilácea (RMm) com base na matéria natural, perfazendo-se os seguintes tratamentos: T1 - Capim-elefante (CE); T2 - CE + 10% RMaç; T3 - CE + 20% RMaç; T4 - CE + 40% RMaç; T5 - CE + 10% RMm; T6 - CE + 20% RMm; e T7 - CE + 40% RMm.

O material foi ensilado em mini-silos de PVC (10 cm de diâmetro e 40 cm de altura), equipados com válvula de Bunsen para permitir o escape de gases oriundos do processo de fermentação. O material foi compactado usando soquete de madeira, obtendo-se uma massa específica média de 600 kg m⁻³ de matéria natural. Os silos foram mantidos no Núcleo de Forrageiras da Embrapa Cerrados, em local arejado, seco e abrigado do sol e chuva.

A abertura dos silos foi realizada 60 dias após a ensilagem. Extraiu-se o suco de 500 g de silagem através de uma prensa hidráulica para determinação do pH e do nitrogênio amoniacal (N-NH₃). Imediatamente, o pH foi determinado pelo método de Wilson & Wilkins (1972), utilizando-se um potenciômetro digital e o extrato para a determinação do N-NH₃ foi armazenado em freezer (-20 °C). O N-NH₃ foi determinado por destilação com óxido de magnésio e cloreto de cálcio, conforme AOAC (1980).

As amostras de capim-elefante e de raízes de mandioca e das silagens usadas para análises da composição bromatológica foram colocadas em estufa de ar forçado a 55-60 °C por 72 horas. Após a desidratação, as amostras foram moídas em moinho estacionário com peneira de 1 mm, e mantidas em recipientes de polietileno até as análises laboratoriais. Os parâmetros determinados foram: i) teor de matéria seca (MS), matéria mineral (MM), extrato etéreo (EE) e proteína bruta (PB), segundo metodologias descritas por Silva & Queiroz (2006); ii) fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA) e lignina (LIG), segundo metodologias descritas por Van Soest et al. (1991), sem uso de α -amilase, usando o equipamento ANKOM 220 Fiber Analyzer (ANKOM Technology, Macedon, NY, USA); iii) digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS), segundo metodologia descrita por Tilley & Terry (1963), modificada para o fermentador ruminal Tecnal® (TE-150), iv) a concentração de N-NH₃ do N-total conforme a metodologia descrita por AOAC (1980); e v) os teores de carboidratos solúveis por meio das reações com antrona (Yemn & Willkis, 1954) baseada na absorvância a 620 nm.

As análises foram realizadas no Laboratório de Química Analítica de Plantas. As análises de CHOS foram realizadas no Laboratório de Ciência e Tecnologia de Alimentos (LCTA) da Embrapa Cerrados. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados, com sete tratamentos e cinco repetições. Os dados foram analisados por meio de análise de variância e as médias foram comparadas pelo teste Skott-Knot em nível de 5% de significância utilizando a ferramenta estatística SISVAR (Ferreira, 2011).

Resultados e discussão

A composição bromatológica das amostras de capim-elefante (BRS Capiáçu), das raízes da cultivar de mandioca amilácea IAC 12-829 e do clone de mandioca açucarada BGMC 1443, revelou grande variabilidade na composição química das matérias-primas escolhidas para o presente estudo (Tabela 1). Tal variação era esperada, como reflexo dos diferentes fins que as matérias-primas foram desenvolvidas pela pesquisa e que são utilizadas atualmente.

O capim-elefante apresentou 25,67% de matéria

seca (MS) no momento do corte, valor acima do nível mínimo (25% de MS) recomendado por Bureenok et al. (2012) e Kung Junior et al. (2018) para possibilitar um processo fermentativo adequado. A concentração de carboidratos solúveis (CHOS) do capim-elefante foi de 13,70%, valor que indica a possibilidade da obtenção de silagem de boa qualidade (Lima Júnior et al., 2014). Entretanto, o baixo valor de DIVMS nesta forrageira sugere a incorporação de aditivos com elevado teor de energia, como as raízes de mandioca amilácea e açucarada (Tabela 1) para melhoria do valor nutritivo da massa ensilada.

Tabela 1 - Teores de matéria seca (MS), matéria mineral (MM), extrato etéreo (EE), proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), lignina em detergente ácido (LIG), digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS) e carboidratos solúveis (CHOS) do capim-elefante e das raízes de mandioca açucarada e amilácea.

Parâmetros/ Matérias-primas	MS (%)	MM (%)	EE (%)	PB (%)	FDN (%)	FDA (%)	LIG (%)	DIVMS (%)	CHOS (%)
Capim-elefante	25,67	5,77	1,63	8,15	76,25	51,08	8,22	44,86	13,70
Raízes açucaradas	19,81	2,72	1,14	3,87	16,55	5,54	0,68	89,79	27,40
Raízes amiláceas	39,40	1,77	0,53	3,09	10,86	3,19	0,52	89,37	12,60

Os valores médios de MS, MM, PB, EE, FDN, FDA e LIG do capim-elefante BRS Capiáçu, estimados a partir de amostra da matéria-prima utilizada no estudo, são semelhantes aos valores reportados por Monção et al. (2019) e Monção et al. (2020) para idades entre 120 e 150 dias de amostras da mesma cultivar avaliadas em Janaúba (MG). Já Pereira et al. (2016) reportaram valores de 5,6% de PB, 68,6% de FDN e 7,7% de LIG na forragem de capim-elefante BRS Capiáçu, cortado aos 110 dias de idade, em Juiz de Fora (MG). Tais resultados evidenciam que o capim-elefante utilizado no estudo, quando ensilado entre 110 e 120 dias de idade, apresenta condições adequadas para produzir silagens com bom padrão fermentativo, entretanto, necessita melhorar seu valor nutritivo para alimentação de ruminantes, em especial com relação aos teores de energia (DIVMS). Isto pode ser obtido por meio da inclusão de aditivos com elevado teor de energia (Yitbarek & Tamir, 2014), como a mandioca (Fernandes et al., 2016).

As raízes de mandioca açucarada e amilácea apresentaram respectivamente, 19,81% e 39,40% de MS, variação de magnitude semelhante à reportada por Vieira et al (2008) e Fernandes et al. (2016) ao avaliarem acessos de mandioca açucarada e amilácea em Planaltina-DF. Menores valores de MS nas raízes das mandiocas açucaradas são reflexos direto do fato da mesma armazenar maiores quantidades de açúcares livres, do que as raízes de mandioca amilácea, em suas raízes de reserva (Carvalho et al., 2004). Essa característica influenciou diretamente nos valores elevados para EE e CHOS encontrados nesse estudo (Tabela 1).

Quanto aos demais parâmetros avaliados, foi observada a existência de pequenas variações entre as duas matérias-primas para as variáveis MM, PB, LIG e DIVMS, o que significa que as diferentes cultivares não influenciaram na manifestação dessas variáveis. Entretanto, a presença de variações, quanto aos caracteres FDN e FDA indicou considerável elevação nas médias desses caracteres para a mandioca açucarada e, conseqüentemente, menor potencial de consumo e maior concentração de celulose nas raízes da mandioca açucarada (Tabela 1).

Houve diferenças significativas ($p < 0,05$) entre os tratamentos para as variáveis matéria seca (MS), extrato etéreo (EE), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), lignina em detergente ácido (LIG) e digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS). Entretanto, não foram verificadas diferenças significativas ($p > 0,05$) para os caracteres matéria mineral (MM), proteína bruta (PB), nitrogênio amoniacal (N-NH₃/NT) e potencial hidrogeniônico (pH) das silagens de capim-elefante em função dos diferentes níveis de raízes de mandioca açucarada e amilácea (Tabela 2). Os coeficientes de variação do ensaio variaram de 2,75% para matéria seca (MS) a 19,60% para porcentagem do nitrogênio total (N-NH₃/NT) (Tabela 2), indicando boa precisão experimental. Ademais, quando foram abertos os silos, todos os tratamentos (silagens) apresentaram textura firme, e ausência de bolores, características visuais típicas de fermentação desejável.

A inclusão de raízes de mandioca açucarada (RMAç) na ensilagem de capim-elefante diminuiu significativamente ($p < 0,05$) os teores de matéria seca (MS) (Tabela 2), o que pode ser explicado pela baixa MS das mesmas (19,81%), quando comparadas à MS do capim-elefante (25,67%) antes da ensilagem (Tabela 1).

Tabela 2. Teores de matéria seca (MS), matéria mineral (MM), extrato etéreo (EE), proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), lignina (LIG) e digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS), nitrogênio amoniacal (N-NH₃/NT) e potencial hidrogeniônico (pH) das silagens de capim-elefante determinados em silagens de capim-elefante (CE), cortado aos 120 dias de rebrota, em função dos níveis de inclusão da raízes de mandioca açúcarada (RMaç) e amilácea (RMam) (0,0%, 10%, 20%; 40%).

Parâmetros/ Tratamentos	MS (%)	MM (%)	EE (%)	PB (%)	FDN (%)	FDA (%)	LIG (%)	DIVMS (%)	N-NH ₃ (%)	pH
T1 (CE)	25,30 ^{c*}	5,47	2,16 ^b	7,69	76,55 ^a	51,94 ^a	8,34 ^a	43,19 ^c	1,56	3,92
T2 (CE+10% RMaç)	24,00 ^d	5,42	2,23 ^b	7,72	75,61 ^a	49,10 ^a	7,67 ^a	44,42 ^c	1,43	3,84
T3 (CE+20% RMaç)	23,52 ^d	5,12	2,48 ^a	7,05	70,64 ^b	46,58 ^b	7,26 ^b	46,16 ^b	1,25	3,90
T4 (CE+40% RMaç)	21,54 ^e	5,26	2,70 ^a	7,19	62,55 ^d	43,62 ^c	5,75 ^c	55,31 ^a	1,26	4,10
T5 (CE+10% RMam)	27,70 ^b	5,10	2,13 ^b	7,40	72,76 ^b	48,92 ^a	8,03 ^a	44,20 ^c	1,45	3,80
T6 (CE+20% RMam)	28,58 ^b	4,96	2,04 ^b	7,59	68,37 ^c	45,42 ^b	6,92 ^b	48,13 ^b	1,31	3,84
T7 (CE+40% RMam)	30,14 ^a	4,53	2,03 ^b	7,09	62,27 ^d	42,10 ^c	5,82 ^c	55,56 ^a	1,30	3,92
Média Geral	25,83	5,13	2,25	7,30	69,82	46,81	7,11	48,14	1,37	3,91
FV (GL)										
QM _{tratamento} (6)	47,51 ^{**}	0,51	0,31	0,80	166,72 ^{**}	58,63 ^{**}	5,21 ^{**}	136,86 ^{**}	0,07	0,04
QM _{resíduo} (24)	0,50	0,18	0,06	0,41	4,15	5,03	0,29	2,49	0,06	0,03
CV (%)	2,75	8,27	10,69	8,79	2,92	4,79	7,56	3,28	19,60	4,30

*Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si, a 5% de probabilidade de erro, pelo teste de agrupamento de médias de Scott e Knott; **Significativo a 5% de probabilidade de erro, pelo teste F.

As silagens contendo RMaç (T2, T3 e T4) apresentaram teores de MS inferiores aos 25% recomendado por Bureenok et al. (2012) e Kung Junior et al. (2018), para um adequado processo de fermentação e, conseqüentemente, para a produção de silagem de qualidade. Entretanto, as silagens com a adição de raízes de mandioca açúcarada, mesmo com baixos teores de MS, apresentaram características fermentativas adequadas, face aos níveis de nitrogênio amoniacal menores do que 10% e de pH menores que 4,2 (McDonald et., 1991; Van Soest et al., 1994), indicando que o processo fermentativo ocorreu satisfatoriamente (Tabela 2). É importante destacar que McDonald (1991) e Neumann et al. (2010) recomendam uma quantidade mínima de CHOS entre 6-8% da MS para que o padrão de fermentação durante a ensilagem ocorra de maneira satisfatória. Provavelmente, neste estudo, a quantidade de CHOS foi suficiente para uma fermentação eficiente, haja vista que as concentrações de CHOS na MS foram de 13,70%, 27,40% e 12,60%, respectivamente, para o capim-elefante e as raízes de mandioca açúcarada e amilácea (Tabela 1). Nesse sentido, uma estratégia viável para contornar esse problema seria a prévia desidratação da raiz de mandioca açúcarada para sua utilização como aditivo na silagem de capim elefante.

Teores de MS em silagens de capim-elefante abaixo de 25% também foram relatados em estudos com a adição de palma-forrageira (Monção et al., 2020), farelo de mandioca (Oliveira et al., 2017), cascas de banana desidratada (Brant et al., 2017), casca de maracujá *in natura* (Lira Júnior et al., 2018) e milho e glicerina (Tonin et al., 2018). Revelando que, no momento da escolha do aditivo para a silagem, é importante se levar em consideração a natureza da matéria-prima e as possíveis implicações da mesma na qualidade final da forragem.

A inclusão de raízes de mandioca amilácea (RMam) proporcionou elevação nos teores de MS da silagem de capim-elefante (Tabela 2). O maior valor foi atingido na silagem com 40% de RMam (30,1%). Tal fato pode ser explicado pela maior concentração de MS nas raízes de mandioca amilácea (39,4%), comparado com o capim-elefante (25,7%), antes da ensilagem (Tabela 1).

Independente da dose de raízes de mandioca amilácea acrescida ao capim-elefante, as concentrações de MS atingiram valores acima de 25%, que segundo Bureenok et al. (2012) e Kung Junior et al. (2018), são considerados ideais para um processo de fermentação adequado. Resultados de MS nessa mesma faixa de variação foram relatados em silagens utilizando como aditivos farelo de arroz, casca de soja e cana-de-açúcar picada (Monteiro et al., 2011); melaço e farelo de mandioca (Bureenok et al., 2012); glicerina bruta (Silva et al., 2019); capiaçu e fubá de milho (Santos et al., 2019). Isto indica que as raízes de mandioca amilácea são uma boa alternativa como aditivo em silagem, quando se objetiva aumentar o teor de MS da mesma.

Não houve diferença significativa ($p>0,05$) entre as silagens quanto ao teor de matéria mineral (MM). Os valores de MM variaram de 5,0 a 5,5%, com média de 5,2% (Tabela 2). Os resultados de MM encontrados são similares aos relatados por Deminiciis et al. (2014) que observaram valores de 7,0% em silagem exclusiva de capim-elefante e 5,9% em silagem com fubá de milho. Os valores apresentados neste estudo são aceitáveis, uma vez que Apraéz-Guerrero et al. (2012) indicam que conteúdos superiores a 12% de MM estão associados à contaminação do solo durante a colheita da forragem ou no preparo da silagem, o que pode favorecer a presença de fermentações secundárias e redução do consumo. Por outro lado, a deficiência dela pode provocar

redução no desempenho animal aliados a aumentos em problemas sanitários (Van Soest, 1994).

A inclusão de raízes de mandioca açúcarada (RMaç) ao capim-elefante influenciaram o teor de extrato etéreo (EE) nas silagens (Tabela 2). As silagens de capim-elefante com adição de 20,0% (T3) e 40,0% (T4) de RMaç apresentaram maiores médias de EE em relação às demais silagens ($p < 0,05$), que não diferiram entre si. Os valores de EE estimados nas silagens no presente estudo estão próximos dos apresentados por Deminici et al. (2014) que reportaram valores de EE de 1,2% em silagem exclusiva de capim-elefante e 2,0% em silagem com 8% de fubá de milho; por Cardoso et al. (2016) que reportaram valores de EE variando de 3,0%, 2,9% e 2,8%, respectivamente, para silagem exclusiva de capim-elefante Napier e com 10 e 20% de farelo de crumbe; e por Lira Júnior et al. (2018) que reportaram valores de EE variando de 1,9 a 2,0% com a inclusão de casca de maracujá na silagem de capim-elefante.

O EE não costuma ocorrer em grandes quantidades em dietas de ruminantes, uma vez que esses animais tiveram sua evolução vinculada ao consumo de forragens, que naturalmente têm valores baixos deste nutriente, próximos a 3% na MS (Medeiros et al., 2015). O EE fornece mais energia que os carboidratos o que lhe confere uma importante característica para a nutrição de ruminantes (Leite et al., 2012), podendo aumentar a produção dos animais quando usado de forma adequada nas dietas. No entanto, esse nutriente, de acordo com Berchielli et al. (2011), possui certo limite, próximo a 7% na dieta de ruminantes, para que não ocorra redução da fermentação ruminal, da digestibilidade da fibra e da taxa de passagem. Do ponto de vista prático, os resultados demonstraram que a inclusão de raízes de mandioca açúcarada em proporções acima de 20% na silagem com capim-elefante aumentou significativamente o valor energético das silagens.

Não houve diferença significativa ($p < 0,05$) entre as silagens com relação a proteína bruta (PB) e quanto ao percentual de nitrogênio amoniacal em porcentagem de nitrogênio total ($N-NH_3/\%NT$) entre as silagens avaliadas (Tabela 2). A ausência de influência significativa nos teores de PB e de $N-NH_3/\%NT$, em silagens de capim-elefante em função da adição de raízes de mandioca açúcarada e amilácea, indica que pode ter ocorrido pouca proteólise da proteína, o que era esperado, em razão dos baixos teores de proteínas nas raízes de mandioca açúcarada e amilácea (Tabela 1). Entretanto, as silagens demonstraram valores médios de PB no intervalo entre 6 e 8% (Tabela 2), o que segundo Van Soest (1994) é o valor mínimo para que silagens apresentem efetiva fermentação microbiana no rúmen, e assim contribuam com a melhoria do desempenho animal, na seca, quando as pastagens apresentam baixos teores proteicos.

Resultados semelhante quanto à PB já haviam sido reportados por Oliveira et al. (2012), que em silagem de capim-elefante cv. Napier reportaram valores de 7,0% e 7,3%, respectivamente, para a silagem sem

e com 22,5% de farelo de mandioca; por Lira Júnior et al. (2018) que encontraram valores entre 6,8 e 8,7% na silagem de capim-elefante cultivar roxo com a inclusão de casca de maracujá e também nos estudos relatados por Silva et al. (2019), que, ao ensilarem capim-elefante BRS Capiáçu relataram valores de PB de 7,9 a 6,6% com a adição de glicerina pura de 0 a 15%, respectivamente. O que corrobora com a tese da baixa influência de aditivos calóricos nos teores de PB de silagens de capim-elefante.

Todas as silagens obtidas apresentaram concentração de $N-NH_3/\%NT$ abaixo de 10-12%, que segundo McDonald et al. (1991) e Van Soest (1994) é o valor máximo recomendado para uma silagem ser considerada de boa qualidade. O que sugere que houve pouca degradação da proteína durante o processo de fermentação da forragem ensilada, em decorrência de menor atividade bacteriana de *Clostridium*. Resultados semelhantes quanto a $N-NH_3/\%NT$ foram relatados por Brant et al. (2017) ao ensilar capim-elefante com casca de banana desidratada que encontraram valores de 4,3% para silagem de capim exclusivo e de 2,6% para silagem com 25% de casca de banana e por Monteiro et al. (2011) que citaram valores de 4,1%, 3,9% e 4,4%, respectivamente, para silagem de capim-elefante puro e com farelo de arroz e fubá de milho, não havendo diferença significativa entre as silagens. Resultados superiores foram relatados por Silva et al. (2019) avaliando as características da silagem de capim-elefante BRS Capiáçu com e sem adição de glicerina bruta, colhido aos 70 dias de rebrota, verificaram valor variando de 6,2 a 7,0% de $N-NH_3/\%NT$. Indicando que a inclusão de aditivos pouco proteicos favorece a obtenção de silagens de capim-elefante com teores de $N-NH_3/\%NT$, esperados para silagens de boa qualidade.

Houve redução nos teores de FDN, FDA, LIG e aumento significativo ($p < 0,05$) na DIVMS, à medida que se elevou a mais de 10%, a adição de raízes de mandioca açúcarada e amilácea, sendo o incremento mais acentuado pela adição do nível de 40,0% (Tabela 2). O que pode ser explicado pelas baixas concentrações de FDN, FDA e LIG e elevadas DIVMS dos aditivos em comparação ao capim-elefante (Tabela 1).

A redução no teor de FDN das silagens, à medida que se adicionou as RMaç e RMam, representa ponto positivo para nutrição de ruminantes, uma vez que o excesso de FDN na dieta, frequentemente, limita o consumo voluntário devido aos efeitos físicos dos alimentos exercidos sobre o rúmen e à diminuição da taxa de passagem (Van Soest, 1994). A FDA é formada, principalmente, por celulose e lignina, e tem correlação negativa com a digestibilidade da MS da forragem (Van Soest, 1994). Tal característica foi verificada para as silagens avaliadas, uma vez que as que apresentaram as menores concentrações de FDA e LIG foram as de maior DIVMS. As silagens com menores valores de FDA e LIG apresentam maior potencial de digestibilidade.

Os resultados observados para a DIVMS podem ser atribuídos, em parte, à redução nos teores de FDN, FDA e LDA na silagem com o aumento da inclusão de RMaç e RMam. Aliado a isso, há um aumento da quantidade de carboidratos solúveis na massa ensilada (Ferreira et al., 2016). Assim, a adição (em proporções acima de 10%) de raízes de mandioca açucarada ou amilácea em silagem de capim-elefante melhora significativamente o teor de energia da silagem. De modo geral, a inclusão de raízes de mandioca na massa ensilada nos níveis de 20 a 40% aumentou de 3 a 12 pontos percentuais os teores de DIVMS, melhorando significativamente o teor de energia da silagem, mantendo um adequado padrão de fermentação. Do ponto de vista da nutrição de ruminantes, a inclusão de 40% de raízes de mandioca na massa ensilada de capim elefante foi a que proporcionou melhoria mais expressiva e, portanto, seria o nível de inclusão mais recomendado, resguardando-se, portanto, as limitações práticas do processo de ensilagem para cada propriedade. É provável que melhores valores de DIVMS sejam alcançados com o corte do capim elefante mais jovem e, nessa situação, menores níveis de inclusão das raízes já sejam suficientes para alcançar teores de DIVMS acima de 55%. Nessa situação, a inclusão de raízes de mandioca amilácea pode ser a mais indicada, devido ao seu maior teor de matéria seca.

Não foram observadas diferenças significativas ($p > 0,05$) nos valores de pH entre os tratamentos. Os valores oscilaram entre 3,8 e 4,1, com valor médio de 3,91 (Tabela 2). Os valores de pH observados para as silagens encontraram-se dentro de uma margem adequada à conservação, sendo que McDonald et al. (1991) preconizaram que silagens de boa qualidade apresentam valores de pH entre 3,6 e 4,2.

Os valores de pH deste estudo foram similares aos reportados por Bureenok et al. (2012), que, ao avaliarem a silagem de capim-elefante cv. Napier, colhido aos 90 dias de rebrota, encontraram valores de pH de 3,96, 3,75 e 3,73, respectivamente, para silagem de capim-elefante exclusivo e com inclusão de melaço e farelo de mandioca e por Pereira et al. (2016) que encontraram valores de pH de 3,9 e 3,8 sem o uso de aditivo, avaliando o perfil fermentativo da silagem de capim-elefante cv. BRS Capiaçú, colhido aos 90 e 110 dias de idade. Também são similares aos encontrados por Silva et al. (2019) que verificaram valores de 4,0 e 3,7 em silagem de capim-elefante cultivar BRS Capiaçú sem e com a inclusão de 15% de glicerina bruta.

Com base no conjunto de resultados é possível afirmar que a inclusão de raízes de mandioca açucarada e amilácea in natura como aditivo na ensilagem de capim-elefante, nos níveis de 20 e 40% da matéria natural, favorece o processo fermentativo dentro dos silos, elevando a qualidade da silagem do capim-elefante BRS Capiaçú, quando cortado aos 120 dias de rebrota. A diferença entre os aditivos testados foi o fato das raízes de mandioca açucarada, em níveis superiores a 20%, propiciarem uma elevação significativa no extrato etéreo da silagem.

Conclusões

A inclusão de raízes de mandioca açucarada e/ou amilácea em níveis superiores a 20% da matéria verde da massa ensilada melhora o valor nutritivo e mantém o adequado padrão de fermentação da silagem de capim-elefante cv. BRS Capiaçú, colhido aos 120 dias de rebrota.

Agradecimentos

Os autores agradecem à Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa), à Fundação Banco do Brasil (FBB), à Associação para o Fomento à Pesquisa de Melhoramento de Forrageiras (UNIPASTO) e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico pelo apoio financeiro (CNPq).

Referências

- Apraéz-Guerrero JE, Insuasty-Santacruz EG, Portilla-Melo JE, Hernández-Vallejo WA (2012) Composición nutritiva y aceptabilidad del ensilaje de avena forrajera (*Avena sativa*), enriquecido con arbustivas: acacia (*Acacia decurrens*), chilca (*Braccharis latifolia*) y sauco (*Sambucus nigra*) en ovinos. *Veterinária Zootecnia* 6(1): 25-35.
- Arce-Cordero J, Rojas-Bourrillon A, Poore M (2015). Efecto de la adición de pollinaza sobre las características nutricionales y fermentativas del ensilado de sub-productos agroindustriales de yuca (*Manihot esculenta*). *Agronomía Costarricense* 3(1): 131-140, 2015.
- AOAC (1980) Official Methods of Analysis, 13ª Ed. Association of Official Analytical Chemists. 1038p.
- Berchielli TT, Pires AV, Oliveira SG (2011) Nutrição de Ruminantes, 2ª Ed. Fundação de Apoio a Pesquisa, Ensino e Extensão. 616p.
- Borreani G, Tabacco E, Schmidt RJ, Holmes BJ, Muck RE (2018) Silage review: factors affecting dry matter and quality losses in silages. *Journal of Dairy Science* 101(5): 3952-3979. doi: 10.3168/jds.2017-13837.
- Brant LMS, Pimente PRS, Rigueira JPS, Alves DD, Carvalho MAM, Alves WS (2017) Fermentative characteristics and nutritional value of elephant grass silage added with dehydrated banana peel. *Acta Scientiarum. Animal Sciences* 39(2): 123-129. doi: 10.4025/actascianimsci.v39i2.33925.
- Bureenok S, Yuangklang C, Vasupen K, Schonewille JT, Kawamoto Y (2012) The Effects of additives in napier grass silages on chemical composition, feed intake, nutrient digestibility and rumen fermentation. *Asian-Australas Journal Animal Science* 25(9): 1248-1254. doi: 10.5713/ajas.2012.12081.

- Cardoso AM, Araújo SAC, Rocha NS, Domingues FN, Azevedo JC, Pantoja LA (2016) Elephant grass silage with the addition of crambe bran conjugated to different specific mass. *Acta Scientiarum. Animal Sciences* 38(4): 375-382. doi: 10.4025/actascianimsci.v38i4.31828.
- Carvalho LJCB, Souza CRB, Cascardo JCM, Bloch Junior C, Campos L (2004) Identification and characterization of novel cassava (*Manihot esculenta* Crantz) clone with high free-sugar content and novel starch. *Plant Molecular Biology* 56(5): 643-659. doi: 10.1007/s11103-004-4873-9.pdf.
- Deminicis BB, Araujo RP, Rocha NS, Abreu MLC, Guerra RN, Hertel VLS, Pandolfi Filho, AD, Rodrigues PR, Amorim IM (2014) Efeitos de diferentes aditivos sobre a composição bromatológica e pH de silagens de capim elefante. *PUBVET* 8(13): 1551-1697.
- Fernandes FD, Guimarães Júnior R, Vieira EA, Fialho, JF, Malaquias JV (2016) Produtividade e valor nutricional da parte aérea e de raízes tuberosas de oito genótipos de mandioca de indústria. *Revista Brasileira de Saúde e de Produção Animal* 17:(1) 1-12. doi: 10.1590/S1519-99402016000100001.
- Ferreira ACH, Rodriguez NM, Neiva JNM, Pimentel PG, Gomes SP, Campos WE, Lopes FCF, Mizubuti IY, Moreira GR (2016) In situ degradability of elephant grass ensiled with increasing contents of pineapple agro-industrial byproduct. *Semina: Ciências Agrárias* 37(4): 2807-2818. doi: 10.5433/1679-0359.2016v37n4Supl1p2807.
- Ferreira DF (2011) Sisvar: a computer statistical analysis system. *Ciência e Agrotecnologia* 35(6): 1039-1042. doi: 10.1590/S1413-70542014000200001.
- Fialho JF, Sousa, DMG, Vieira EA (2013) Manejo do solo no cultivo de mandioca. In: Fialho JF, Vieira EA (eds) *Mandioca no Cerrado: orientações técnicas*, Embrapa Cerrados. p.39-60.
- Fialho JF, Vieira EA (2013) Manejo e tratos culturais da mandioca. In: Fialho JF, Vieira EA (eds) *Mandioca no Cerrado: orientações técnicas*, Embrapa Cerrados. 61-88.
- Figueiras JF, Detmann E, Valadares Filho SC, Paulino MF, Batista ED, Rufino LMA, Valente TNP, Reis WLS, Franco MO (2015) Desempenho nutricional de bovinos em pastejo durante o período de transição seca-águas recebendo suplementação proteica. *Archivos de Zootecnia* 64(247): 269-276.
- Fuhrmann E, Vieira EA, Fialho JF, Faleiro FG, Carvalho LJCB (2019) Agronomic performance and biochemical attributes of yellow-pulped elite sweet cassava clones. *Científica* 47(1): 77-82. doi: 10.15361/1984-5529.2019v47n1p77-82.
- Gurgel ALC, Camargo FC, Dias AM, Santana JCS, Costa CM, Costa ABG, Silva MGP, Machado WKR, Fernandes PB (2019) Produção, qualidade e utilização de silagens de capins tropicais na dieta de ruminantes. *PUBVET* 13(11): 1-9. doi: 10.31533/pubvet.v13n11a441.1-9.
- Kung Junior L, Shaver RD, Grant RJ, Schmidt RJ (2018) Silage review: Interpretation of chemical, microbial, and organoleptic components of silages. *Journal of Dairy Science* 101(5): 4020-4033. doi: 10.3168/jds.2017-13909.
- Leite JHGM, Lima RN, Moura AKB, Ima PO, Miranda MVFG (2012) Uso de gordura protegida na alimentação de ruminantes. *PUBVET* 6(23): 1401. doi: 10.22256/pubvet.v6n23.1401.
- Lima Júnior DM, Rangel AHN, Urbano AS, Oliveira JPF, Maciel MV (2014) Silagem de gramíneas tropicais não-graníferas. *Agropecuária Científica no Semi-Árido* 10(2): 01-11. doi: 10.30969/acsa.v10i2.284.
- Lira Júnior WB, Bezerra SBL, Paula TA, Beelen RN, Amarin PL, Beelen PMG (2018) Características de silagens de capim-elefante (*Pennisetum purpureum*) e casca de maracujá in natura. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia* 70(3) 905-912. doi: doi.org/10.1590/1678-4162-9410.
- Liu Q, Zahng J, Shi S, Sun Q (2011) The effects of wilting and storage temperatures on the fermentation quality and aerobic stability of stylo silage. *Animal Science Journal* 82(4): 549-553. doi: 10.1111/j.1740-0929.2011.00873.x.
- McDonald P, Henderson AR, Heron SJE (1991) *The biochemistry of silage*. 2ª Ed. Marlow Bucks. 340p.
- Medeiros SR, Albertini TZ, Marino CT (2015) Lipídeos na nutrição de ruminantes. In: Medeiros SR, Gomes RC, Bungestab DJ (eds.) *Nutrição de bovinos de corte: fundamentos e aplicações*, Embrapa. p. 63-76.
- Monção FP, Costa MAMS, Rigueira JPS, Moura MMA, Rocha Júnior VR, Mesquita VG, Leal DB, Maranhão CMA, Albuquerque CJB, Chamone JMA (2019) Yield and nutritional value of BRS Capiaçú grass at different regrowth ages. *Semina Ciências Agrárias* 40(5): 2045-2056. doi: 10.5433/1679-0359.2019v40n5p2045.
- Monção FP, Rocha Júnior VR, Silva JT, Jesus NG, Marques OFC, Rigueira JPS, Sales ECJ, Silva Júnior AAG, Alves DD, Carvalho CCS, Gomes VM, Leal DB (2020) Nutritional Value of BRS Capiaçú Grass (*Pennisetum purpureum*) silage associated with cactus pear. *Iranian Journal of Applied Animal Science* 10(1): 25-29.

- Monteiro FA (1994) Adubação para o estabelecimento e manutenção de capim-elefante. In: Carvalho LA, Carvalho MM, Martins CE, Vilela D (eds.). Capim-elefante: produção e utilização. Embrapa Gado de Leite. p.49-79.
- Monteiro IJG, Abreu JG, Cabral LS, Ribeiro MD, Reis RHP (2011) Silagem de capim-elefante aditivada com produtos alternativos. *Acta Scientiarum. Animal Science*, 33(4): 347-352. doi: 10.4025/actascianimsci.v33i4.12629.
- Moraes AS, Costa SAP, Azevedo SG, Moura Neto JB, Moreira JN (2014). Diferentes aditivos para silagem de capim-elefante em propriedade de base familiar. *Embrapa Semiárido*. 20p.
- Mousquer CJ, Rocha-Silva M, Castro WJR, Fernandes GA, Fernandes FFD, Silva Filho AS, Feijó LC, Ferreira VB (2013) Potencial de utilização de silagem de gramíneas tropicais não convencionais e cana-de-açúcar. *PUBVET* 7(22): 245, 1622. doi: 10.22256
- Neumann M, Oliboni R, Oliveira MR, Faria MV, Ueno RK, Reinerh LL, Durman T (2010) Aditivos químicos utilizados em silagens. *Pesquisa Aplicada & Agrotecnologia* 3(2): 187–195.
- Oliveira AC, Garcia R, Pires AJV, Oliveira HC, Almeida VVS, Oliveira ULC, Lima Junior DM (2017) Elephant grass silages with or without wilting, with cassava meal in silage production. *Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal* 18(3): 417-429. doi: 10.1590/s1519-99402017000300002.
- Oliveira AC, Garcia R, Pires AJV, Oliveira HC, Almeida VVS, Veloso CM, Rocha Neto AL, Oliveira ULC (2012) Farelo de mandioca na ensilagem de capim-elefante: fracionamento de carboidratos e proteínas e características fermentativas. *Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal* 13(4): 1020-1031. doi: 10.1590/S1519-99402012000400004.
- Pereira AV, Ledo FJS, Morenz MJF, Leite JLB, Santos AMB, Martins CE, Machado JC (2016) BRS Capiçu: cultivar de capim-elefante de alto rendimento para produção de silagem. *Embrapa Gado de Leite*. 6p.
- Santos BRC, Gomes FA, Pinedo LA, Maia GFN (2019) Silagens de capim-elefante e embaúba aditivada com produtos alternativos na Amazônia Ocidental. *Nativa* 7(6): 820-827. doi: 10.31413/nativa.v7i6.6463.
- Santos RJC, Lira MA, Guim A, Santos MVF, Dubeux Junior JCB, Mello ACL (2013) Elephant grass clones for silage production. *Scientia Agricola* 70(1): 6-11. doi: 10.1590/S0103-90162013000100002.
- Silva DJ, Queiroz AC (2006) Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos. 3ª ed. Editora UFV. 235p.
- Silva MCA, Costa NM, Rigueira JPS, Jesus DLS, Silva NBS, Silva Filho WS, Silva JT, Araújo JJS, Rocha Júnior VR, Alves DD, Chamone JMA, Monção FP (2019) The Effect of Graded Levels of Crude Glycerin in BRS Capiçu Grass Silage: Fermentation Profile and Bromatological Composition. *Iranian Journal of Applied Animal Science* 9(4): 597-602, 2019.
- Tilley JMA, Terry RA (1963) A two stage technique for the in vitro digestion of forage crops. *Journal British of Grassland Society* 18(2) 104-111. doi: 10.1111/j.1365-2494.1963.tb00335.x.
- Tomich TR, Rodrigues JAS, Gonçalves LC, Tomich RGP, Carvalho AU (2003) Potencial forrageiro de cultivares de girassol produzidos na safrinha para ensilagem. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia* 55(6): 756-762. doi: 10.1590/S0102-09352003000600013.
- Tonin TJ, Viégas J, Silveira AM, Moro G, Pereira SN, Dotto LR, Sebastiany L, Leonardi JV, Shumcher LL (2018) Substituição do milho moído pela glicerina como aditivo em silagem de capim elefante. *Boletim da Indústria Animal* 75: e1417. doi: 10.17523/bia.2018.v75.e1417.
- Van Soest PJ (1994) *Nutrition Ecology of the ruminant*. 2ª ed. Cornell University. 476p.
- Van Soest PJ, Robertson JB, Lewis BA (1991) Symposium: carbohydrate methodology, and nutritional implications in dairy cattle. *Journal Dairy Science* 74(10): 3583-3597.
- Vieira EA, Fialho JF, Carvalho LJCB, Malaquias JV, Fernandes FD (2015) Desempenho agrônomo de acessos de mandioca de mesa em área de Cerrado no município de Unaí, região noroeste de Minas Gerais. *Científica* 43(4): 371-377.
- Vieira EA, Fialho JF, Faleiro FG, Bellon G, Fonseca KG, Carvalho LJCB, Silva MS, Moraes SVP, Santos Filho MOS, Silva KN (2008) Divergência genética entre acessos açucarados e não açucarados de mandioca. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 43(12): 1707-1715. doi: 10.1590/S0100-204X2008001200010.
- Vieira EA, Fialho JF, Oliveira CM, Rinaldi MM, Fernandes FD (2020) New cassava cultivars for starch and flour production in the Cerrado of Central Brazil. *Crop Breeding and Applied Biotechnology* 20(2): e27362023. doi: 10.1590/1984-70332020v20n2a19.
- Wilson RF, Wilkins RJ (1972). The ensilage of autumn-sown rye. *Journal of British Grassland Society* 27(1): 35-41. Doi: 10.1111/j.1365-2494.1972.tb00683.x.

Xie ZL, Zhang TF, Chen XZ, Li GD, Zhang JG (2012) Effects of maturity stages on the nutritive composition and silage quality of whole crop wheat. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences* 25(10): 1374-1380. doi: 10.5713/ajas.2012.12084.

Yemn EW, Willis AJ (1954) The estimation of carbohydrate in plant extracts by anthrone. *The Biochemical Journal* 57(3): 508-514. doi: 10.1042/bj0570508.

Yitbarek MB, Tamir B (2014) Silage additive: Review. *Open Journal of Applied Sciences* 4(5): 258-274. doi: 10.4236/ojapps.2014.45026.

Zailan MZ, Yaakub H, Jusoh S (2018) Yield and nutritive quality of napier (*Pennisetum purpureum*) cultivars as fresh and ensiled fodder. *The Journal of Animal and Plant Sciences* 28(1): 63-72.

Zhang Q, Yu Z, Yang H, Na RS (2015) The effects of stage of growth and additives with or without cellulase on fermentation and in vitro degradation characteristics of *Leymus chinensis* silage. *Grass and Forage Science* 71(4): 595-606. doi: 10.1111/gfs.12210.