



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MONTES CLAROS

**QUALIDADE FERMENTATIVA E VALOR NUTRICIONAL DA
SILAGEM DE CAPIM-MARANDU COM CASCA DE BANANA
DESIDRATADA**

ORLANDO FILIPE COSTA MARQUES

2018

ORLANDO FILIPE COSTA MARQUES

**QUALIDADE FERMENTATIVA E VALOR NUTRICIONAL DA
SILAGEM DE CAPIM-MARANDU COM CASCA DE BANANA
DESIDRATADA**

Dissertação apresentada à Universidade Estadual de Montes Claros, como parte das exigências do Programa de Pós-graduação em Zootecnia, área de concentração em Produção Animal, para obtenção do título de “Mestre”.

Orientadora

Prof. D.Sc. Eleuza Clarete Junqueira de Sales

**JANAÚBA
MINAS GERAIS - BRASIL
2018**

Marques, Orlando Filipe Costa

M357q Qualidade fermentativa e valor nutricional da silagem de capim-marandu com casca de banana desidratada [manuscrito] / Orlando Filipe Costa Marques. – 2018.

50 p.

Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Universidade Estadual de Montes Claros – Janaúba, 2018.

Orientadora: Prof^a. D. Sc. Eleuza Clarete Junqueira de Sales.

1. Carboidratos na nutrição animal. 2. Gramínea. 3. Valor nutricional. 4. Silagem. I. Sales, Eleuza Clarete Junqueira de. II. Universidade Estadual de Montes Claros. III. Título.

CDD. 636.08552

ORLANDO FILIPE COSTA MARQUES

**QUALIDADE FERMENTATIVA E VALOR NUTRICIONAL DO CAPIM
MARANDU COM CASCA DE BANANA DESIDRATADA**

Dissertação apresentada à Universidade Estadual de Montes Claros, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, área de concentração em Produção Animal, para obtenção do título de Mestre em Zootecnia.

APROVADA em 12 de DEZEMBRO de 2018.


Prof.^ª Dra. Eleuza Clarete Junqueira de
Sales
UNIMONTES
(Orientador)


Dr. Daniel Ananias de Assis Pires
UNIMONTES


Prof. Dr. João Paulo Sampaio Rigueira
UNIMONTES


Prof. Dr. Flávio Pinto Monção
UNIMONTES


Dra. Leidy Darmony de Almeida Rufino
EPAMIG

JANAÚBA
MINAS GERAIS – BRASIL
2018

À minha mãe Maria que, com muito carinho e apoio, não mediu esforços para que eu chegasse até esta etapa de minha vida.

DEDICO!

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, por ter me dado forças e por sempre me guiar quando tudo se tornava difícil;

À minha mãe Maria, por todo o apoio que me deu, por todo o esforço que fez e por ter sempre me apoiado no que precisei;

À minha irmã Magda pelo apoio e incentivo;

À minha orientadora professora Eleuza, a qual possuo grande respeito, principalmente pela sua competência, carisma e humildade, com quem aprendi bastante com todo esse tempo de trabalho;

Ao meu amigo professor Flávio, pela coorientação, apoio e paciência nos trabalhos e contribuir para execução desse trabalho e formação profissional;

A todos os professores da Unimontes, que contribuíram para minha formação profissional e pessoal;

A todos os funcionários da Unimontes que, de forma direta ou indireta, contribuíram para realização deste trabalho;

Aos meus amigos Nathália, Jader, Maria, Alisson, Marcos, Josélia, Jéssica, Marielly, Walber Natan, Natanael, Hugo, Gustavo, Hélio, Vicente, Coraline, Dhácomo, Luiz, Bruna e todos que conviveram comigo por esses meses, obrigado pela amizade!

SUMÁRIO

RESUMO GERAL	i
GENERAL ABSTRACT	ii
1. INTRODUÇÃO GERAL.....	1
2. REFERENCIAL TEÓRICO	3
2.1 Capim-marandu {(<i>Urochloa brizantha</i> (Hoschst. Ex A. Rich) R. D. Webster cv. Marandu [Syn. <i>Brachiaria brizantha</i> (Hochst. ex A. Rich.) Stapf cv. Marandu]}	3
2.2 Silagem de gramíneas tropicais	4
2.3 Uso de aditivos.....	5
2.3.1 Uso da casca de banana	6
2.3.2 Perfil fermentativo	8
2.3.3 Perdas fermentativas	9
2.4 Técnica de degradação “in situ”	10
3. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	13
4. DESENVOLVIMENTO	17
Fermentation quality and nutritional value of Marandu grass silage with dehydrated banana peel.....	18
RESUMO.....	18
ABSTRACT	19
RESUMEN	20
INTRODUÇÃO	21
MATERIAL E MÉTODOS	22
RESULTADOS	29
DISCUSSÃO	34
CONCLUSÃO	40
AGRADECIMENTOS	40
CONFLITOS DE INTERESSE	40
REFERÊNCIAS.....	41

RESUMO GERAL

Objetivou-se avaliar o perfil fermentativo e o valor nutricional da silagem de capim-Marandu {*Urochloa brizantha* (Hoschst.Ex. A. Rich) R. D. Webster cv. Marandu [Syn. *Brachiaria brizantha* (Hochst. Ex A. Rich) Stapf cv. Marandu]} com diferentes teores de inclusão da casca de banana desidratada. O experimento foi realizado em um delineamento inteiramente casualizado sendo utilizado o capim-marandu com quatro níveis de casca de banana desidratada (10, 20, 30 e 40% da matéria natural) e o tratamento controle com oito repetições. As médias de N-NH₃ ajustaram-se ao modelo linear de regressão (P<0,01), enquanto os valores de pH tiveram o menor valor de 4,3 com a inclusão de 15% de casca de banana. As médias das perdas por gases (PG; P=0,01) e a recuperação da matéria seca (RMS; P=0,01) ajustaram-se ao modelo quadrático de regressão, sendo o ponto de mínimo de 16,15% para perdas por gases e 21% como ponto máximo para recuperação da matéria seca. A taxa de degradação degradabilidade potencial da matéria seca (DP; P=0.74) não variou com a inclusão da casca de banana. A degradabilidade potencial padronizada a 2, 5 e 8% ajustou-se ao modelo de regressão linear decrescente (P<0.01), sendo que para cada ponto percentual de inclusão da casca de banana, houve redução de 0,23, 0,14 e 0,10%, respectivamente. A inclusão de 10 a 20% de casca de banana desidratada na silagem do capim-marandu melhora o perfil fermentativo e o valor nutricional da silagem.

Palavras-chave: carboidratos, cinética ruminal, degradabilidade efetiva, fração indigerível, matéria seca.

¹**Comitê de Orientação:** Prof^ª. D. Sc. Eleuza Clarete Junqueira de Sales – Departamento de Ciências Agrárias/UNIMONTES (Orientador).

GENERAL ABSTRACT

The objective of this study was to evaluate the fermentation profile and nutritional value of Marandu grass silage {*Urochloa brizantha* (Hochst.Ex. A. Rich) R. D. Webster cv. Marandu [Syn. *Brachiaria brizantha* (Hochst.Ex A. Rich) Stapf cv. Marandu]} with different levels of inclusion of dehydrated banana peel. The experiment was carried out in a completely randomized design with marandu grass with four levels of dehydrated banana peel (10, 20, 30 and 40% of the natural matter) and the control treatment with eight replicates. The mean values of N-NH₃ were adjusted to the linear regression model (P <0.01), while the pH values had the lowest value of 4.3 with the inclusion of 15% of banana peel. The mean values of the gas loss (PG, P = 0.01) and the dry matter recovery (RMS; P = 0.01) were adjusted to the quadratic regression model, with a minimum point of 16.15% for losses and 21% as the maximum point for dry matter recovery. The rate of degradation potential degradability of the dry matter (SD; P = 0.74) did not vary with the inclusion of the banana peel. The potential degradability standardized at 2, 5 and 8% was adjusted to the regressive linear regression model (P <0.01), and for each percentage point of inclusion of the banana peel, there was a reduction of 0.23, 0.14 and 0.10%, respectively. The inclusion of 10 to 20% dehydrated banana peel in the marandu grass silage improves the fermentation profile and the nutritional value of the silage.

Keywords: carbohydrates, ruminal kinetics, effective degradability, indigestible fraction, dry matter.

¹**Guidance Committee:** Prof^a. D. Sc. Eleuza Clarete Junqueira de Sales – Department of Agricultural Sciences / UNIMONTES (Adviser)

1. INTRODUÇÃO GERAL

A produção de forragem no Brasil é caracterizada pela grande produção no verão e estacionalidade no inverno, que pode comprometer a produção animal, nesse cenário é preciso fazer uso de técnicas que conservem as forrageiras para fornecimento aos animais no período de baixa disponibilidade de alimentos. Dentre as diversas técnicas para conservação de forragem para alimentação de herbívoros a produção de silagem é uma das mais utilizadas por permitir a conservação das plantas forrageiras por longos períodos sem que haja grandes perdas do valor nutricional.

Para produção de silagem diversas plantas forrageiras podem ser utilizadas, porém o milho e o sorgo são os mais cultivados. Nos últimos anos tem crescido o interesse em ensilar outras gramíneas que normalmente são utilizadas para pastejo como as do gênero *Brachiaria* e *Panicum*. O uso de capins para produção de silagem visa principalmente o aproveitamento do excesso de produção durante o período chuvoso para uso no período seco. Apesar da alta produção de biomassa das gramíneas tropicais, essas no momento da colheita apresentam características que não são ideais para obter silagem com bom padrão fermentativo, como o alto conteúdo de água e baixo teor de carboidratos solúveis, isso dificulta a produção de ácido lático pelas bactérias ácido-láticas favorecendo fermentações secundárias, além de aumentar as perdas de nutrientes pelos efluentes diminuindo o valor nutricional da silagem.

Para produção de silagem de gramíneas tropicais de forma que haja bom padrão fermentativo e redução das perdas, é necessário que se utilize aditivos. O uso de aditivos além de reduzir as perdas do processo de produção de silagem, pode melhorar o valor nutricional, aumentar o consumo e a digestibilidade do alimento (BERNARDES *et al.*, 2005).

Dentre os diversos resíduos industriais que podem ser usados como aditivo na produção de silagem, a casca de banana apresenta-se com grande

potencial. A banana é a fruta mais produzida mundialmente e sua industrialização gera grande quantidade de resíduos (pseudocaule, folhas e cascas) (MOHAPATRA *et al.*, 2010), esses resíduos quando descartados de forma incorreta podem se tornar fontes de poluição, uma alternativa para descartar o resíduo da casca de banana seria o seu uso na alimentação de ruminantes, onde esse pode ser fornecido fresco ou desidratado aos animais ou . A casca de banana apresenta em sua composição características que podem corrigir a deficiência de nutrientes das gramíneas tropicais, uma vez que apresentam em sua composição bons valores de carboidratos (32,4% da MS) que na sua maioria são solúveis, além de ser fonte de extrato etéreo, minerais e aminoácidos essenciais (EMAGA *et al.*, 2011; MOHAPATRA *et al.*, 2010).

Diante do exposto objetivou-se avaliar o padrão fermentativo e valor nutricional da silagem de capim-marandu aditivada com diferentes teores de casca de banana desidratada.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Capim-marandu (*Urochloa brizantha* (Hoschst. Ex A. Rich) R. D. Webster cv. Marandu [Syn. *Brachiaria brizantha* (Hochst. ex A. Rich.) Stapf cv. Marandu]).

A *Urochloa brizantha* (Hoschst. Ex. A. Rich) R. D. Webster cv. Marandu [Syn. *Brachiaria brizantha* (Hochst. Ex A. Rich) Stapf cv. Marandu], popularmente conhecida como capim-braquiarião, capim-brizantão ou capim-marandu, pertence ao gênero *Urochloa*, é originária da região de Zimbábue, na África do Sul. Foi introduzida no Brasil em 1967, por Paul Rankin Raymon, um produtor de sementes, com germoplasma proveniente da Estação Experimental de Pastagem do Zimbábue (NUNES *et al.*, 1984).

É uma gramínea de ciclo perene, com forma de crescimento cespitoso, formando touceiras de até 1,0 m de diâmetro, perfilhos com altura de até 1,5 m, predominantemente eretos e rizomas curtos e encurvados (COSTA *et al.*, 2004).

Como planta forrageira, o capim-marandu apresenta características promissoras para uso na formação de pastos cultivados, como: adaptação aos diferentes tipos de solos, arenosos ou argilosos, desde que bem drenados; recomendada para cerrados de média e boa fertilidade; boa capacidade de rebrotação; ótima resposta à fertilização; é tolerante ao frio, permanecendo verde no inverno; tem boa tolerância ao fogo e a seca; é resistente ao ataque de cigarrinhas; tem bom valor forrageiro e alta produção de massa verde, produção de sementes viáveis e boa aceitabilidade pelos animais (NUNES *et al.*, 1984).

A produtividade desse cultivar em geral é elevada, onde o número de cortes e mudanças sazonais nas condições ambientais podem promover alterações na sua produção de matéria seca. Arruda *et al.* (2008), avaliando a produção de matéria seca do capim-marandu em lotação rotacionada nos períodos de seca e águas, verificaram uma produção média

de MS de 2,43 t/ha/mês e 2,45 t/ha/mês, respectivamente. Costa *et al.* (2004) encontraram produção de 2.400 kg de MS ha⁻¹ no mês de fevereiro durante o período chuvoso.

2.2 Silagem de gramíneas tropicais

A produção animal baseada em pastagem de gramíneas tropicais, tem como obstáculo a estacionalidade da produção no período seco, que para manter alto padrão produtivo no período de déficit de alimentos é necessário fazer uso de técnicas/estratégias que permitam atender as exigências alimentares dos animais. Nesse aspecto, a silagem é uma alternativa para conservação de volumosos para uso no período de déficit alimentar (FARIA *et al.*, 2010).

A ensilagem de gramíneas tropicais é uma alternativa recomendada para conservar o excedente de produção no período chuvoso e suplementar os animais no período seco (COSTA *et al.*, 2010). Ainda de acordo os autores essa estratégia permite racionalizar e intensificar o manejo dos pastos no período chuvoso.

As gramíneas apresentam características vantajosas para produção de silagem, tais como, flexibilidade de colheita, baixo riscos de perdas e alta produção de matéria seca (CORRÊA; POTT e CORDEIRO, 2001). As plantas forrageiras tropicais passam por alterações e com a maturidade, aumenta a produção de matéria seca, porém, perde valor nutricional, já em plantas jovens, a biomassa dessas forrageiras apresenta elevado teor de umidade, alta capacidade tampão e baixa concentração de carboidratos solúveis (RANDA *et al.*, 2017). Essas características podem prejudicar o processo de produção de silagem (BERNARDES *et al.*, 2018).

De acordo com Wilkinson (1983), o teor de matéria seca, quantidade de carboidratos solúveis e o poder tampão do material tem efeito direto sobre a fermentação adequada do material ensilado. O crescimento de bactérias do gênero *Lactobacillus* depende diretamente de níveis adequados

de carboidratos solúveis na massa ensilada para que estabeleçam, cresçam e produzam ácido láctico, uma vez que este é responsável pela estabilização da silagem (VALENÇA *et al.*, 2016; VAN SOEST, 1994).

O alto teor de umidade das gramíneas no momento da colheita pode ser corrigido por meio da murcha ou do uso de aditivos (BERNARDES *et al.*, 2005). Ainda de acordo os autores dependendo do aditivo utilizado pode-se produzir silagem de melhor qualidade, com melhor digestibilidade e potencial de ingestão.

2.3 Uso de aditivos

De acordo com (McDonald; Henderson e Heron, 1991) os aditivos para silagem podem ser classificados em cinco principais grupos: estimuladores de fermentação, inibidores parciais ou totais de fermentação, inibidores de deterioração aeróbia, nutrientes e absorventes.

Para melhorar o padrão fermentativo, a adição de carboidratos é recomendada, pois garante fermentação mais satisfatória, evitando o desenvolvimento e ação de microrganismos que prejudicam e degradam a silagem, fazendo com que gramíneas tropicais possam ser usadas na produção de silagem e se tornem uma opção de alimento com baixo custo e com características bromatológicas adequadas a alimentação animal (BALSALOBRE *et al.*, 2001). O uso de aditivos na produção de silagem auxilia na redução de perdas e ainda podem melhorar o valor nutricional da massa ensilada (BERNARDES *et al.*, 2005). Na produção de silagem em pequena escala Gusmão *et al.* (2017) recomendam o uso de resíduos da indústria de alimentos que atuam como aditivos sequestrantes de umidade.

Pode-se utilizar diferentes aditivos sequestrantes de umidade para melhorar o perfil fermentativo das gramíneas tropicais, tais como farelo de mandioca (PIRES *et al.*, 2010), casca de banana desidratada (BRANT *et al.*, 2017), casca de café (BERNARDINO *et al.*, 2005), dentre outros, desde que tenham elevado teor de MS e esses sejam adicionados em quantidades

adequadas para que o teor de matéria seca da silagem fique entre 28 e 34% como recomendado por Borreani *et al.* (2018), evitando assim problemas de compactação e posteriores perdas.

Além de melhorar o padrão fermentativo da silagem, o uso de resíduos como aditivos sequestrantes de umidade podem reduzir as perdas durante o processo de ensilagem, nesse sentido Negrão *et al.* (2016) observaram a redução das perdas por efluentes na silagem de *Brachiaria decumbens* quando aditivada com 40% de farelo de arroz.

Com o crescente uso de subprodutos como aditivo para silagens vem se buscando novos resíduos do processamento de alimentos, e nesse aspecto a casca de banana aparece como alternativa, uma vez que o processamento dessa fruta gera grande produção de resíduos e esse, tem em sua composição alto teor de matéria seca e carboidratos não fibrosos, extrato etéreo e proteína com médias de (87,76, 31,46, 6,25 e 8,28 respectivamente) que podem auxiliar o processo fermentativo da silagem (MONÇÃO *et al.*, 2014). Brant *et al.* (2017), observaram que a inclusão de 25% de casca de banana na silagem de capim-elefante houve redução das perdas durante o processo fermentativo.

2.3.1 Uso da casca de banana

A banana é a segunda fruta mais produzida no mundo, entretanto, sua produção gera grande quantidade de resíduos (pseudocaule, folhas e cascas) com grande potencial de uso tanto na produção de biocombustíveis como na alimentação animal (MOHAPATRA *et al.*, 2010).

No ano de 2016, a produção de banana no Brasil foi estimada em 6.764.324 de toneladas, onde o estado de Minas Gerais foi responsável por 11% da produção nacional ocupando o terceiro lugar no país (EMBRAPA, 2016).

Do total da produção de banana no Brasil, estima-se que somente 2,5 a 3% são industrializadas, e desse total 40% são transformados

em resíduos (cascas), o que pode causar problemas ao meio ambiente se não descartados de forma correta, com isso, a casca da banana pode ser utilizada na alimentação animal, na forma de subproduto, principalmente em períodos de déficit de alimentos (MONÇÃO *et al.*, 2014; EMAGA *et al.*, 2011).

A casca de banana apresenta características bromatológicas que a torna uma boa alternativa para uso na alimentação de ruminantes, com valores de carboidratos de até 32,4% da matéria seca, onde que estes na sua maioria são carboidratos solúveis (EMAGA *et al.*, 2011), além de fonte de proteína, extrato etéreo, minerais e aminoácidos essenciais (leucina, valina, treonina e fenofaleína) (MOHAPATRA *et al.*, 2010).

Por apresentar bons valores nutricionais comparados à casca de citros e mandioca, a casca de banana vem sendo utilizada na alimentação de ruminantes por pequenos produtores de regiões tropicais, onde que o uso de subprodutos tem a finalidade de se ter menores custos com alimentação, aumentar a produtividade e rentabilidade da produção de carne e leite (OLIVEIRA *et al.*, 2012).

A forma de fornecimento desse produto pode ser feita *in natura* ou desidratada ao sol, com ou sem algum tipo de tratamento (CONTE, 2017). Os resultados com o uso da casca de banana na alimentação animal se mostram positivos. Souza *et al.* (2016) avaliando formas de tratamento da casca de banana, cascas secas ao sol por 7 dias tratadas ou não com calcário e óxido de cálcio sobre o desempenho de vacas leiteiras concluiu que o uso da casca seca ao sol em 20% da dieta não teve efeito sobre a produção de leite.

De acordo com Pimentel *et al.* (2016) o uso da casca de banana em substituição a silagem de sorgo em até 60% na alimentação de vacas F1 Holandês x Zebu em lactação não influenciou a produção de leite com média de 16,49 kg e observaram aumento no consumo e eficiência alimentar de matéria seca.

2.3.2 Perfil fermentativo

O padrão fermentativo é um aspecto importante a ser avaliado na produção de silagem, onde o pH e o nitrogênio amoniacal são considerados parâmetros importantes a serem observados. De acordo com Borreani *et al.* (2018) e Ferraretto, Shaver e Luck (2018), valores de pH entre 3.8 e 4.2 caracterizam uma silagem bem conservada, e valores acima destes podem indicar fermentação butírica, já o nitrogênio amoniacal deve ter valores abaixo de 10% da MS para qualificar uma silagem com bom padrão fermentativo (COSTA *et al.* 2010). No momento da colheita, as plantas podem apresentar características desfavoráveis para ensilagem, tais como: alta umidade e baixo teor de carboidratos solúveis, sendo fatores que dificultam a redução do pH do material ensilado, provocando a fermentação secundária (EVANGELISTA *et al.*, 2004; BERGAMASCHINE *et al.*, 2006).

Para melhorar o padrão fermentativo do material ensilado podem ser utilizados diferentes tipos de aditivos em diferentes situações, como subprodutos, ureia, amônia, ácidos e inoculantes, sendo que esses aditivos utilizados têm como objetivo melhorar a composição da silagem, reduzir perdas durante a estocagem, limitar a fermentação, melhorar a estabilidade aeróbica e prevenir fermentação secundária (RANDA *et al.*, 2017). Brant *et al.* (2017) avaliaram o potencial de uso da casca de banana desidratada como aditivo na silagem de capim-elefante, verificaram valores de nitrogênio amoniacal de 4,27, 4,02, 3,95, 3,76 e 2,58% com a inclusão de 5, 10, 15, 20 e 25%, de casca de banana sobre a matéria natural do capim-elefante, demonstrando que o uso dessa casca manteve os níveis de nitrogênio amoniacal dentro de limites aceitáveis para uma silagem com bom padrão fermentativo.

No processo de ensilagem, a fermentação secundária ocorre principalmente quando as plantas forrageiras possuem teor de matéria seca abaixo de 21%, carboidratos solúveis abaixo de 2,2% na matéria natural e

baixa relação carboidratos/poder tampão, sendo necessário o uso de técnicas para corrigir tal deficiência (McDONALD.; HENDERSON e HERON, 1991).

A fermentação dos carboidratos solúveis ocorre pela ação de microrganismos hetero e homofermentativo, e os açúcares solúveis são fermentados a ácidos graxos voláteis, dióxido de carbono, água e calor (MUCK, 2010). O ácido lático tem papel fundamental na conservação anaeróbica da biomassa ensilada e a produção desse ácido depende diretamente da quantidade de carboidratos solúveis na forrageira (SENGER *et al.*, 2005).

2.3.3 Perdas fermentativas

Durante a produção de silagem ocorrem perdas no material ensilado, que podem ser na forma de efluentes ou de gases e os valores vão variar de acordo a composição da forrageira (matéria seca, carboidratos solúveis e capacidade tampão). As perdas por efluente correspondem a perda do conteúdo intracelular, como compostos nitrogenados, ácidos orgânicos, minerais e carboidratos solúveis, aumentando assim, os componentes da parede celular, que apresentam baixa qualidade nutricional (FARIA *et al.*, 2010).

De acordo com Loures *et al.* (2003), o efluente exposto ao ambiente pode se tornar um contaminante aos cursos d'água, uma vez que este tem alta demanda bioquímica por oxigênio. Para Nússio *et al.*, (2002), o uso de forragens com maior conteúdo de matéria seca e a mistura de culturas mais secas com material de maior conteúdo de água ajuda a reduzir as perdas por efluentes. De acordo Pereira e Bernardino (2004), uma forma de controlar as perdas de efluentes é por meio do emurchecimento das plantas e o uso de aditivos absorventes.

As perdas fermentativas causadas pela fermentação clostrídica durante a produção de silagem podem ser reduzidas com o uso de aditivos, estes podem favorecer a rápida produção de ácido láctico, reduzindo o pH e estabilizando a massa ensilada (MUCK *et al.*, 2018). Os aditivos sequestrantes de umidade propiciam a massa ensilada, o aumento do teor de matéria seca, o que reduz as perdas por efluentes nas silagens, além de proporcionar um possível aumento do seu valor nutritivo (ANDRADE *et al.* 2010).

De acordo com Brant *et al.* (2017), o uso da casca de banana desidratada na silagem de capim elefante pode reduzir as perdas por gases e efluentes durante o processo de fermentação devido a capacidade da mesma aumentar o teor de matéria seca da silagem, onde a cada 1% de inclusão de casca de banana na silagem houve aumento de 0,4% no conteúdo de matéria seca. Ainda de acordo os autores, o aumento dos níveis da casca de banana na massa ensilada apresentou efeito linear decrescente nos valores de pH e nitrogênio amoniacal. Contudo, não há na literatura informações sobre a utilização da casca de banana na ensilagem do capim-Marandu, ressaltando a importância desta pesquisa.

Andrade *et al.* (2010) avaliando as perdas, características fermentativas e valor nutritivo da silagem de capim elefante contendo subprodutos agrícolas, verificaram que os farelos de mandioca, cacau e casca de café nas doses de 14,2; 26,3 e 30%, respectivamente, atuaram de forma eficiente como aditivos sequestrantes de umidade na silagem de capim elefante, além de melhorar as características fermentativas das silagens com menores valores de pH e nitrogênio amoniacal.

2.4 Técnica de degradação “in situ”

As gramíneas tropicais apresentam grande variação na sua composição, sendo necessário a avaliação da sua composição e a avaliação das frações é o principal ponto para estimativa do conteúdo de energia

(DETMANN *et al.*, 2004). O conhecimento da composição dos alimentos (valor de energia e digestibilidade) é de suma importância para uma correta formulação de rações que atendam as necessidades de manutenção e produção dos animais (MUNIZ *et al.*, 2012), e o conhecimento da dinâmica digestiva tem papel importante para programas de alimentação eficiente e para desenvolvimento e seleção de plantas forrageiras com maior valor (LADEIRA *et al.*, 2001).

De acordo com Ítavo *et al.* (2002), a degradação ruminal da celulose e hemicelulose é a principal fonte de energia para manutenção, crescimento e produção de bovinos. Em condições tropicais as gramíneas forrageiras têm composição diferente das gramíneas de clima temperado (VAN SOEST, 1994).

A avaliação da digestibilidade dos alimentos pode ser feita por diferentes métodos, porém, a estimativa das taxas da degradação ruminal proporciona estimativa mais próxima a real dos parâmetros digestivos dos alimentos (MUNIZ *et al.*, 2012). A técnica *in situ* ou do saco de náilon suspenso no rúmen permite que o alimento tenha simulação do ambiente ruminal mais próxima a real, apesar de não predispor o alimento a mastigação ruminação e passagem (CARVALHO *et al.*, 2006). A degradação *in situ* avalia o alimento em frações como a fração solúvel (a), fração potencialmente degradável (b), taxa de degradação da fração b (c), degradabilidade potencial (DP) e a degradabilidade efetiva (DE) das frações da matéria seca e fibra em detergente neutro (SALMAN *et al.*, 2010).

A estimação da degradação da fibra em detergente neutro (FDN) é expressa de forma complementar pela FDN indigestível, porém, o método não considera a repleção física ao ambiente ruminal (MUNIZ *et al.*, 2012). A estimação do teor de FDNi adotada pelo Cornell Net Carbohydrate and Protein System (CNCPS) e o National Research Council (NRC, 2001) tem a lignina como principal limitante da digestão das plantas forrageiras (CASSIDA *et al.*, 2007). A digestibilidade da fibra em detergente neutro pode ser aumentada fazendo uso de plantas com menor concentração de

lignina ou da FDN indigestível, além do cultivo de forrageiras selecionadas, colher o material no ponto ideal de maturidade ou fazer uso de aditivos (GRANT e ADESOGAN , 2018).

3. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDRADE, I.V.O. *et al.* Perdas, características fermentativas e valor nutritivo da silagem de capim-elefante contendo subprodutos agrícolas. **Revista Brasileira de Zootecnia** v. 39, p. 2578-2588, 2010.

BERGAMASCHINE, A.F. *et al.* Qualidade e valor nutritivo de silagens de capim-marandu (*B. brizantha* cv. Marandu) produzidas com aditivos ou forragem emurcheda. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.4, p.1454-1462, 2006,

BERNARDES, T.F. *et al.* Silage review: Unique challenges of silages made in hot and cold regions. **Journal of Dairy Science**, v. 101 n. 5, p. 4001-4019, 2018.

BERNARDES, T.F., REIS, R. A., MOREIRA, A.L. Fermentative and microbiological profile of marandu-grass ensiled with citrus pulp pellets. **Scientia Agricola**, v. 62, n. 3, p. 214-220, 2005.

BERNARDINO, F.S. *et al.* Produção e características do efluente e composição bromatológica da silagem de capim-elefante contendo diferentes níveis de casca de café. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.6, p.2185-2291, 2005.

BORREANI, G. *et al.* Silage review: Factors affecting dry matter and quality losses in silages. **Journal of Dairy Science**, v.101, p. 3952-3979, 2018.

BRANT, L.M.S. *et al.* Fermentative characteristics and nutritional value of elephant grass silage added with dehydrated banana peel. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v. 39, n. 2, p. 123-129, 2017.

CARVALHO, G.G.P. *et al.* Degradabilidade ruminal do feno de forrageiras tropicais. **Agricultural Science and Technology**.v. 12, n. 1, p. 81-85, 2006.

CASSIDA, K.A. *et al.* Comparison of detergent fiber analysis methods for forages high in pectin. **Animal Feed Science and Technology**, v. 135, n. 03/04, p. 283-295, 2007.

CORRÊA, L.A.; POTT, E.B.; CORDEIRO, C.A. Integração de pastejo e uso de silagem de capim na produção de bovinos de corte. In: Embrapa Pecuária Sudeste-Artigo em anais de congresso (ALICE). In: SIMPÓSIO DE PRODUÇÃO DE GADO DE CORTE, 2., 2001, Viçosa, MG. **Anais...** Viçosa: UFV, 2001.

COSTA, N.L. *et al.* Resposta de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu a regimes de cortes. Embrapa Rondônia-**Comunicado Técnico (INFOTECA-E)**, 2004.

COSTA, N.L. *et al.* Produção de matéria seca de capim-braquiarião (*Brachiaria brizantha* cv. marandu) em lotação rotacionada nos períodos de seca e águas. **Biodiversidade**, v. 7, n. 1, 2010.

DETMANN, E. *et al.* Validação de equações preditivas da fração indigestível da fibra em detergente neutro em gramíneas tropicais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 33, n. 06, p. 1866-1875, 2004.

EMAGA, T.H. *et al.* Ripening influences banana and plantain peels composition and energy content. **Tropical animal health and production**, v. 43, n. 1, p. 171-177, 2011.

EVANGELISTA, A.R.; PERON, A.J.; AMARAL, P.N.C. Forrageiras não convencionais para silagem – mitos e realidades. *In*: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO ESTRATÉGICO DA PASTAGEM, 2., 2004, Viçosa, MG. **Anais...** Viçosa, MG: UFV, 2004. p.463-507.

FARIA, D.J.G. *et al.* Produção e composição do efluente da silagem de capim-elefante com casca de café. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 39, n. 3, p. 471-478, 2010.

FERRARETTO, L.F, SHAVER, R.D, LUCK, B.D. *Silage review: Recent advances and future technologies for whole-plant and fractionated corn silage harvesting.* **Journal of Dairy Science**, v. 101, n. 5, 3937-3951, 2018.

GUSMAO, J.O. *et al.* Total mixed ration silage containing elephant grass as a forage source for low-producing dairy cattle. Page 727 in Proc. 54th Int. Animal Sci. Meeting, Foz do Iguacu, Brazil. **The Brazilian Society of Animal Science**, Brasilia. 2017.

GRANT RJ, ADESOGAN A.T. Journal of dairy science silage special issue: introduction. **Journal of Dairy Science**. v. 101, n. 5, p. 3965-3936, 2018.

ÍTAVO, L.C.V. *et al.* Consumo, degradabilidade ruminal e digestibilidade aparente de fenos de gramíneas do gênero *Cynodon* e rações concentradas utilizando indicadores internos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.31, n.2, p.1024-1032, 2002 (suplemento).

LADEIRA, M.M. *et al.* Cinética ruminal do feno de *Stylosanthe sguianensis*. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v.53, n.2, p.1-8, 2001.

LOURES, D.R.S. *et al.* Características do efluente e composição químico-bromatológica da silagem de capim-elefante sob diferentes níveis de compactação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 32, n. 6, p. 1851-1858, 2003.

McDONALD, P.; HENDERSON, A.R.; HERON, S.J.E. *The biochemistry of silage*. 2.ed. Aberystwyth: **Chalcombe Publications**, p. 340, 1991.

MOHAPATRA, D. MISHRA, S. SUTAR, N. Banana and its by-product utilisation: an overview. **Journal of scientific & industrial research**. V.69, p. 323-329, 2010.

MONÇÃO, F.P. *et al.* Caracterização físico-química da casca de banana tratada com óxido de cálcio. **Agrarian**, v. 7, n. 24, p. 339-347, 2014.

MUCK, R.E. Silage microbiology and its control through additives. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 39, p. 183-191, 2010.

MUCK RE. *et al.* Silage review: Recent advances and future uses of silage additives. **Journal of Dairy Science** . v. 101, n. 5, 2018.

MUNIZ, E.B. *et al.* Cinética ruminal da fração fibrosa de volumosos para ruminantes. **Revista Ciência Agronômica**, v. 43, n. 3, p. 604-610, 2012.

National Research Council (NRC). Nutrient requirements of dairy cattle. 7th ed. Washington, DC: National Academy Press; 2001.

NEGRÃO, F.D.M. *et al.* Perdas, perfil fermentativo e composição química das silagens de capim " *Brachiaria decumbens*" com inclusão de farelo de arroz. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 17, n. 1, 2016.

NUNES, S. G. *et al.* *Brachiaria brizantha* cv. Marandu. Campo Grande: EMBRAPA/CNPQC. **Embrapa. CNPQC. Documento**, v. 21, p. 31, 1984.

NUSSIO, L.G.; PAZIANI, S.F.; NUSSIO, C.M.B. Ensilagem de capins tropicais. In: Embrapa Pecuária Sudeste-Artigo em anais de congresso (ALICE). In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 39, 2002, Recife, PE. **Anais...** Recife: SBZ: Ed. dos Editores, 2002. 4f. 1, 2002.

OLIVEIRA, R.L.; CÂNDIDO, E.P.; LEÃO, A.G. A nutrição de ruminantes no Brasil. In: **Tópicos especiais em ciência animal I** - coletânea da I jornada científica da pós-graduação em ciências veterinárias da Universidade Federal do Espírito Santo, p.169, 2012.

PEREIRA, O.G.; BERNARDINO, F.S. Controle de efluentes na produção de silagem. **Simpósio sobre manejo estratégico da pastagem**, v. 2, p. 509-545, 2004.

PIMENTEL, P.R.S. *et al.* Feeding behavior of F1 Holstein x Zebu lactating cows fed increasing levels of banana peel. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v. 38, n. 4, p. 431-437, 2016.

PIRES, A.J.V. *et al.* Degradabilidade ruminal da matéria seca, da proteína bruta e da fração fibrosa de silagens de milho, de sorgo e de *Brachiaria brizantha*. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.62, p.391-400, 2010.

RANDA, S.Y. *et al.* Nutritive Value and the Quality of Ensiled Napier Grass (*Pennisetum Purpureum* Schum.) and Banana (*Musa Acuminata*) Peelings. **Animal Production**, v. 19, n. 2, p. 101-110, 2017.

SALMAN. A.k.D. *et al.* Metodologias para avaliação de alimentos para ruminantes domésticos. Porto Velho, RO: **Embrapa Rondônia**, 2010.

SEBRAE, Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas. Banana: **Relatório Completo**. Brasília. 2008.

SENGER, C.C.D. *et al.* Composição química e digestibilidade 'in vitro' de silagens de milho com distintos teores de umidade e níveis de compactação. **Ciência rural**. Santa Maria, v. 35, n. 6 (nov./dez. 2005), p. 1393-1399, 2005.

SOUZA, N.H. *et al.* Efeito de níveis crescente de fibra em detergente neutro na dieta sobre a digestão ruminal em bubalinos e bovinos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.29, n.5, p.1565- 1577, 2000.

VALENÇA, R.L. *et al.* Silagem de bagaço de laranja pré-seco e a sua utilização na alimentação de ruminantes – Revisão. **Revista de Ciências Agroveterinárias**. v.15, n.1, p.68-73, 2016.

VAN SOEST, P.J. Nutritional ecology of the ruminant. Ithaca: **Cornell University**. 476p. 1994.

WILKINSON, J. M. Silages made from tropical and temperate crops. 2. Techniques for improving the nutritive value of silage. **World Animal Review**, 1983.

4. DESENVOLVIMENTO

O desenvolvimento da dissertação encontra-se no formato de artigo científico elaborado de acordo as normas do periódico “Revista Colombiana de Ciências Pecuárias”.

Título: Qualidade fermentativa e valor nutricional da silagem de capim-marandu com casca de banana desidratada.

**Fermentation quality and nutritional value of Marandu grass silage
with dehydrated banana peel**

**Qualidade fermentativa e valor nutricional da silagem de capim-
marandu com casca de banana desidratada**

**Calidad fermentativa y valor nutricional del silaje de pasto marandú
com cáscara de plátano deshidratada**

Orlando Filipe Costa Marques

RESUMO

Objetivou-se avaliar o perfil fermentativo e o valor nutricional da silagem de capim-Marandu {*Urochloa brizantha* (Hoschst.Ex. A. Rich) R. D. Webster cv. Marandu [Syn. *Brachiaria brizantha* (Hochst. Ex A. Rich) Stapf cv. Marandu]} com diferentes teores de inclusão da casca de banana desidratada. O experimento foi realizado em um delineamento inteiramente casualizado sendo utilizado o capim-marandu com cinco níveis de casca de banana desidratada (0, 10, 20, 30 e 40% da matéria natural) com oito repetições. As médias de N-NH₃ ajustaram-se ao modelo linear de regressão (P<0,01), enquanto as médias de N-NH₃, perda de gases e recuperação da matéria seca na silagem de capim-marandu ajustaram-se ao modelo quadrático de regressão com a inclusão da casca de banana (P<0,01). A taxa de degradação degradabilidade potencial da matéria seca (DP; P=0.74) não variou com a inclusão da casca de banana. A degradabilidade potencial padronizada a 2, 5 e 8% ajustou-se ao modelo de regressão linear decrescente (P<0.01), sendo que para cada ponto percentual de inclusão da casca de banana, houve redução de 0,23, 0,14 e 0,10%, respectivamente. A inclusão de 10 a 20% de casca de banana desidratada na silagem do capim-marandu melhora o perfil fermentativo e o valor nutricional da silagem.

Palavras-chave: carboidratos, cinética ruminal, degradabilidade efetiva, fração indigerível, matéria seca.

ABSTRACT

The objective of this study was to evaluate the fermentation profile and nutritional value of Marandu grass silage {*Urochloa brizantha* (Hoschst.Ex. A. Rich) R. D. Webster cv. Marandu [Syn. *Brachiaria brizantha* (Hochst.Ex A. Rich) Stapf cv. Marandu]} with different levels of inclusion of dehydrated banana peel. The experiment was conducted in a completely randomized design with marandu grass with five levels of dehydrated banana peel (0, 10, 20, 30 and 40% of natural matter) with eight replicates. The N-NH₃ averages were adjusted to the linear regression model (P <0.01), while the mean N-NH₃, gas loss and dry matter recovery in the marandu grass silage were adjusted to the quadratic model regression with the inclusion of banana peel (P <0.01). The rate of degradation potential degradability of the dry matter (SD; P = 0.74) did not vary with the inclusion of the banana peel. The potential degradability standardized at 2, 5 and 8% was adjusted to the regressive linear regression model (P <0.01), and for each percentage point of inclusion of the banana peel, there was a reduction of 0.23, 0.14 and 0.10%, respectively. The inclusion of 10 to 20% dehydrated banana peel in the marandu grass silage improves the fermentation profile and the nutritional value of the silage.

Keywords: carbohydrates, ruminal kinetics, effective degradability, indigestible fraction, dry matter.

RESUMEN

Se objetivo evaluar el perfil fermentativo y el valor nutricional de silaje de pasto-marandu {*Urochloa brizantha* (Hoschst.Ex. A. Rich) R. D. Webster cv. Marandu Syn. *Brachiaria brizantha* (Hochst. Ex A. Rich) Stapf cv. Marandu)} con diferentes niveles de inclusión de la corteza de plátano deshidratada. El experimento fue realizado en un delineamiento completamente casualizado siendo utilizado el pasto marandu con cinco niveles de cáscara de plátano deshidratada (0, 10, 20, 30 y 40% de la materia natural) con ocho repeticiones. Las medias de N-NH₃ se ajustaron al modelo lineal de regresión ($P < 0,01$), mientras que las medias de N-NH₃, pérdida de gases y recuperación de la materia seca en el silaje de pasto marandu se ajustaron al modelo cuadrático de regresión con la inclusión de la cáscara de plátano ($P < 0,01$). La tasa de degradación potencial de la materia seca (DP, $P = 0,74$) no varía con la inclusión de la cáscara de plátano. La degradabilidad potencial estandarizada a 2, 5 y 8% se ajustó al modelo de regresión lineal decreciente ($P < 0,01$), siendo que para cada punto porcentual de inclusión de la cáscara de plátano, hubo reducción de 0,23, 0,14 y 0,10%, respectivamente. La inclusión de 10 a 20% de cáscara de plátano deshidratada en el silaje del pasto marandú mejora el perfil fermentativo y el valor nutricional del silaje.

Palabra clave: carbohidratos, cinética ruminal, degradabilidad efectiva, fracción indigerible, materia seca.

INTRODUÇÃO

No Brasil, a estacionalidade de produção das forrageiras é um dos fatores que comprometem a produção de ruminantes. Para manter bons índices produtivos ao longo do ano é necessário conservar as forrageiras no período de maior produção. Dentre as formas de conservação de volumosos, a ensilagem é uma técnica bastante utilizada pelos produtores desde tempos remotos (Silva *et al.*, 2018).

O capim-Marandu {*Urochloa brizantha* (Hoschst.Ex. A. Rich) R. D. Webster cv. Marandu [Syn. *Brachiaria brizantha* (Hochst. Ex A. Rich) tapf cv. Marandu]} é o cultivar mais utilizado na formação de pastagens pelos produtores brasileiros e tem como característica elevada produção de biomassa por área e bom valor nutritivo. Porém, essa gramínea apresenta elevado conteúdo de umidade e baixa concentração de carboidratos solúveis, o que pode afetar a conservação da massa ensilada, sendo necessário o uso de aditivos que corrijam o teor de matéria seca, favorecendo a ação das bactérias homoláticas reduzindo as perdas fermentativas (Orrico Junior, 2017).

Os aditivos sequestrantes de umidade têm sido bastante utilizados durante a ensilagem de gramíneas tropicais. Dentre esses, destacam-se os resíduos da bananicultura, como a casca de banana (*Musa spp.*) que apresenta grande disponibilidade e baixo custo de aquisição em algumas regiões do mundo (Nambi-Kasozi *et al.*, 2016; Brant *et al.*, 2017).

A casca de banana, quando pré-seca, apresenta boas características nutricionais para uso como aditivo em silagens, como carboidratos não fibrosos, extrato etéreo, proteína e elevado teor de matéria seca com médias de 31,46, 6,25, 8,28, 87,76%, respectivamente (Monção *et al.*, 2014; 2016; Brant *et al.*, 2017).

Deve-se conhecer o efeito dos subprodutos sobre a massa a ser ensilada, onde os níveis de inclusão não podem aumentar a matéria seca ao ponto de atrapalhar a compactação. O uso de resíduos na ensilagem de

gramíneas visa aumentar o teor de matéria seca da massa e os nutrientes fornecidos devem favorecer a produção de ácido lático para diminuir o pH e evitar o crescimento de microrganismos indesejados, além de melhorar o padrão fermentativo. Esses subprodutos precisam ser avaliados quanto ao valor nutricional, pois, apesar de melhorarem o padrão fermentativo da silagem podem não modificar o valor nutricional, sendo necessários estudos das frações da matéria seca e fração fibrosa (Rigueira *et al.*, 2018).

Com base no exposto, objetivou-se avaliar o perfil fermentativo e valor nutricional da silagem de capim-marandu com inclusões de casca de banana desidratada.

MATERIAL E MÉTODOS

Local

O experimento foi realizado nas dependências do setor de Ciências Agrárias da Universidade Estadual de Montes Claros, *Campus* Janaúba, MG, Brasil (15° 52' 38" Sul e 43° 20' 05" Oeste). A precipitação anual média é de 800 mm com temperatura anual média de 28° C, umidade relativa do ar em torno de 65% e, de acordo a classificação climática de Koppen (1948), o tipo de clima predominante na região é o Aw (clima quente de caatinga), com chuvas de verão e períodos secos bem definidos no inverno.

Tratamentos experimentais

Os tratamentos consistiram na inclusão da casca de banana desidratada na ensilagem do capim-marandu em cinco níveis (0, 10, 20, 30 e 40% da matéria natural) e o tratamento controle (silagem exclusiva de capim-marandu).

Colheita e preparo dos silos

A forrageira foi coletada em área pré-instalada na Fazenda Experimental da UNIMONTES com idade de 60 dias após o corte de uniformização. Foi feito o corte manual do capim e, posteriormente, triturada em máquina trituradora-picadora (JF, Modelo Z-6; Itapira, SP, Brasil) acoplada ao trator TL75, 4x4 (New Holland, Curitiba, PR, Brasil). As facas da máquina foram reguladas para triturar a forragem e obter tamanho de partículas de 2 cm. A casca de banana foi coletada ainda fresca em indústria de processamento de banana no município de Janaúba-MG. O material foi distribuído em camada de 10 cm sobre lona plástica e exposto ao sol por 5 dias e, após a secagem, foi triturada em máquina trituradora-picadora acoplada em motor elétrico (2 cm de tamanho). Foram feitos cinco montes com a forragem picada, sendo adicionado o aditivo nas respectivas proporções e homogeneizadas antes da ensilagem.

Para ensilagem, foram utilizados silos experimentais de PVC, de pesos conhecidos, com 50 cm de comprimento e 10 cm de diâmetro. No fundo dos silos, continham 10 cm de areia seca (300g), separada da forragem por uma espuma para quantificação do efluente produzido. Após a completa homogeneização da forragem com os aditivos, a mesma foi depositada nos silos e compactada com auxílio de um êmbolo de madeira. Para cada tratamento quantificou-se a densidade da silagem e foi ensilado aproximadamente 3 kg do material picado de cada forragem fresca conforme recomendação de Tavares *et al.* (2009). Após o enchimento, os silos foram fechados com tampas de PVC dotados de válvula tipo “*Bunsen*”, vedados com fita adesiva e pesados em seguida.

Os silos foram armazenados nas dependências do Laboratório de Análises de Alimentos da UNIMONTES, mantidos à temperatura ambiente com a abertura sendo feita aos 60 dias após a ensilagem.

Preparo de amostras

Após a abertura dos silos, foram coletadas amostras no meio do silo que foram pré-secas em estufa de ventilação forçada, com temperatura de 55°C até apresentarem peso constante. Na sequência, parte do material pré-seco foi moído em moinho tipo “Willey” com peneiras de crivo 1 mm (para composição químico-bromatológica) e o restante foi moída em peneiras de crivo 2 mm (para ensaio de degradabilidade *in situ*).

Perfil fermentativo

Para a determinação do pH das silagens, utilizou-se um peagâmetro (digital; modelo MA522, Marconi Laboratory Equipment, Piracicaba, SP, Brasil) de acordo com a metodologia descrita por Silva e Queiroz (2006). A análise do nitrogênio amoniacal expresso como nitrogênio total (NH₃,%/NT) foi realizada por meio da amostragem de cerca de 25g de silagem, conforme proposto por Bolsen *et al.* (1992).

Características fermentativas

As perdas de matéria seca nas silagens sob as formas de gases e efluentes foram quantificadas por diferença de peso (Jobim *et al.*, 2007). Pela equação abaixo foram obtidas as perdas por efluente:

$E = (Pab - Pen) / (MVfe) \times 1000$, onde:

E: produção de efluentes (kg/tonelada de massa verde);

Pab: peso do conjunto (balde+tampa+areia úmida+Espuma) na abertura (kg);

Pen: peso do conjunto (balde+tampa+areia seca+Espuma) na ensilagem (kg);

MVfe: massa verde de forragem ensilada (kg).

A perda de matéria seca na forma de gases foi calculada pela diferença entre o peso bruto da matéria seca ensilada inicial e final, em relação à quantidade de matéria seca ensilada, descontados o peso do conjunto silo e areia seca, conforme a equação abaixo:

$$G = [(PCen - Pen) * MSen] - [(P Cab - Pen) * MSab] \times 100 [(PCen - Pen) * MSen]$$

Em que:

G: perdas por gases (% MS);

PCen: peso do balde cheio na ensilagem (kg);

Pen: peso do conjunto (balde+tampa+areia seca+espuma) na ensilagem (kg);

MSen: teor de matéria seca da forragem na ensilagem;

PCab: peso do balde cheio na abertura (kg);

MSab: teor de matéria seca da forragem na abertura.

A recuperação da matéria seca foi calculada pela diferença entre o teor de matéria seca inicial e final do silo, conforme equação:

$$RMSs = 100 - [(MFSe \times MSSe) - (MFSr - MSSr) \times 100] / (MFSe \times MSSe)$$

Em que:

RMSs = Recuperação de matéria seca no silo (%);

MFSe = Massa de forragem fresca no silo na ensilagem (kg);

MSSe = Teor de MS da forragem na ensilagem (%);

MFSr = Massa de forragem fresca no silo recuperado (kg);

MSSe = Teor de MS da forragem no silo recuperado (%).

Composição químico-bromatológica

A casca da banana desidratada, o capim-marandu *in natura* e as amostras das silagens foram analisados quanto aos teores de matéria seca (MS; 934,01), cinzas (942,05), extrato etéreo (EE; 920,39), proteína bruta (PB; 978,04), conforme descrito pela AOAC (1995). Os teores de fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA) foram determinados pelo método sequencial, conforme procedimentos descritos por Robertson e Van Soest (1991) usando o determinador de fibras TECNAL® TE-149 (Piracicaba, SP, Brasil). A celulose foi solubilizada em ácido sulfúrico 72% e teor de lignina foi obtido como a diferença (Goering e Van Soest, 1970). O teor de carboidratos totais (CT) foi estimado pela

equação: $CT(\%)=100 [\%Umidade+PB(\%)+EE(\%)+cinzas(\%)]$ e os de carboidratos não fibrosos (CNF) segundo Sniffen *et al.* (1992). Os nutrientes digestíveis totais (NDT) foram estimados por meio da fórmula $NDT=40.2625+0.1969PB+0.4028CNF+1.903EE-0.1379FDA$ (Weiss, 1998).

A composição químico-bromatológica do capim-marandu e da casca de banana desidratada antes da ensilagem podem ser observados na Tabela 1.

Tabela 1. Composição química do capim-marandu e da casca de banana desidratada.

Item (g/kg ⁻¹)	Capim-marandu ¹	Casca de banana ²
Matéria seca	239,1	942,5
Cinzas	119,0	141,4
Proteína bruta	122,6	119,1
Extrato etéreo	18,2	75,8
Fibra em detergente neutro	643,3	501,4
Fibra em detergente ácido	349,5	407,2
Lignina	42,5	111,0

¹60 dias de idade de rebrota; ²Desidratada ao sol por 120 horas.

Degradabilidade ruminal

Para a avaliação da cinética da degradação ruminal foram utilizados quatro novilhos mestiços, canulados no rúmen e com peso médio de 500±50 kg. Os animais receberam 3.0kg de concentrado mais casca de banana desidratada, dividido em duas vezes iguais, manhã e tarde. Além do concentrado, os animais receberam volumoso, na mesma proporção, à base de capim-marandu e silagem de capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.) durante 14 dias antes do experimento. Foi utilizada a técnica da degradabilidade *in situ* utilizando sacos de fibra sintética do tipo tecido não-tecido (TNT, gramatura 100), com porosidade aproximada de 50 µm

conforme Valente *et al.* (2015), com quantidade de amostras seguindo relação de 20 mg de MS cm² de área superficial do saco (Nocek, 1988).

Os sacos foram colocados em sacolas de filó, juntamente com 100 gramas de pesos de chumbo. As sacolas foram amarradas com fio de náilon, deixando comprimento livre de 1 m para que as mesmas tivessem livre movimentação nas fases sólidas e líquidas do rúmen. As sacolas foram depositadas na região do saco ventral do rúmen por 0, 3, 6, 12, 24, 48, 72, 96 e 120 horas, permanecendo a extremidade do fio de náilon amarrado à cânula. Sendo os sacos colocados em ordem inversa, iniciando com o tempo de 120 horas. As amostras referentes ao tempo zero foram lavadas em água gelada (20°C) juntamente com as demais. Posteriormente, as amostras foram colocadas em estufa de ventilação forçada, à 55°C até atingir peso constante.

Os resíduos remanescentes nos sacos de tecido não tecido (TNT), recolhidos no rúmen foram analisados quanto aos teores de MS e FDN. A porcentagem de degradação foi calculada pela proporção de alimentos remanescentes nos sacos após a incubação ruminal. Os dados obtidos foram ajustados para regressão não linear pelo método de Gauss-Newton (Neter *et al.*, 1985), por meio do software SAS (SAS Institute Inc., Cary, NC), conforme a equação proposta por Ørskov e McDonald (1979): $Y = a + b(1 - e^{-ct})$, em que: Y = degradação acumulada do componente nutritivo analisado, após o tempo t; a = intercepto de curva de degradação quando t = 0, que corresponde à fração solúvel em água do componente nutritivo analisado; b = potencial da degradação da fração insolúvel em água do componente nutritivo analisado; a+b = degradação potencial do componente nutritivo analisado quando o tempo não é fator limitante; c = taxa de degradação por ação fermentativa de b; t = tempo de incubação.

Depois de calculados, os coeficientes a, b e c foram aplicados à equação proposta por Ørskov e McDonald (1979): $DE = a + (b \times c / c + k)$, em que: DE = degradação ruminal efetiva do componente nutritivo analisado; k = taxa de passagem do alimento. Assumiram-se taxas de passagem de

partículas no rúmen estimadas em 5% h⁻¹, conforme sugerido pelo AFRC (1993).

A degradabilidade da FDN foi estimada utilizando o modelo de Mertens e Loften (1980): $R_t = Bx e^{-ct} + I$, onde R_t = a fração degradada no tempo; B = fração insolúvel potencialmente degradável; e I_p = a fração indigestível. Depois de ajustar a equação de degradação da FDN, as frações foram padronizadas como proposto por Waldo *et al.* (1972) usando as equações: $B_p = B / (B + I) \times 100$ e $I_p = I / (B + I) \times 100$, onde B_p = o padrão fração potencialmente degradável (%); I_p = a fração indigestível padronizada (%); B = a fração insolúvel potencialmente degradável; e I = a fração indigestível. A degradabilidade efetiva da FDN foi calculada utilizando o modelo $DE = B_p \times c / (c + k)$, onde B_p é o potencial padronizado da fração degradável (%).

Análise estatística

Para as avaliações do perfil fermentativo e composição químico-bromatológica utilizou-se delineamento inteiramente casualizado com quatro níveis de inclusão de casca de banana pré-seca e o tratamento controle com oito repetições.

O ensaio da degradabilidade ruminal foi conduzido em delineamento em blocos casualizados em esquema de parcelas subdivididas, sendo os tratamentos as parcelas e os tempos de incubação as subparcelas. A variação de peso dos bovinos foi o fator de blocagem.

Os dados coletados foram submetidos à análise de variância e, quando o teste “*F*” foi significativo, os níveis de inclusão da casca de banana pré-seca foram analisados por meio de polinômios ortogonais, sendo testados modelos lineares e quadráticos de regressão utilizando o PROC REG do SAS (SAS Institute Inc., Cary, NC). Para todos os procedimentos estatísticos, adotou-se $\alpha = 0.05$ como limite máximo tolerável para o erro tipo I.

RESULTADOS

A inclusão da casca de banana durante a ensilagem do capim-marandu modificou as características fermentativas da silagem (Tabela 2; $P < 0,01$), exceto as perdas por efluentes ($P = 0,77$). As médias referentes ao valor de pH ajustaram-se ao modelo quadrático de regressão, sendo que o menor valor dessa variável (4,3) foi verificado com a inclusão de 15% de casca de banana desidratada. O nitrogênio amoniacal ($N-NH_3$) reduziu linearmente 0,06% do nitrogênio total (NT) para cada unidade percentual de casca de banana incluída na silagem.

As médias das perdas por gases (PG; $P = 0,01$) e a recuperação da matéria seca (RMS; $P = 0,01$) ajustaram-se ao modelo quadrático de regressão com a inclusão da casca de banana, sendo o ponto de mínimo de 16,15% para perdas por gases e 21% como ponto máximo para recuperação da matéria seca. Não houve efeito da inclusão da casca de banana na silagem de capim-braquiária sobre as perdas por efluentes com média de $1,91 \text{ kg t}^{-1}$.

Tabela 2. Características fermentativas de silagens de capim-marandu com níveis de casca de banana desidratada.

Item	Inclusão da casca de banana (% MN)					EPM	P-valor	
	0	10	20	30	40		Linear	Quad
pH ¹	4,6	4,2	4,3	4,4	4,6	0,03	0,01	<0,01
NH ₃ , % NT ²	7,9	6,1	5,8	5,4	5,2	0,50	<0,01	0,11
Gases (% MS) ³	11,78	16,95	15,4	11,99	8,9	1,35	0,01	0,01
Efluentes (kg t ⁻¹)	2,23	1,65	2,11	1,81	1,76	0,27	0,38	0,77
RMS (%) ⁴	88,22	83,04	84,58	88,0	91,05	1,35	0,01	<0,01

NT - Nitrogênio total; P – Probabilidade; MN – Matéria natural; NH₃- Nitrogênio amoniacal; MS- Matéria seca; RMS- Recuperação da matéria seca. EPM – Erro padrão da média; * significativo pelo teste de t a 5% de probabilidade.

Equações: ¹Y= 4,60 -0,03*X+0,001*X², R²= 0,87; ²Y= 7,40-0,06*X, R²= 0,81; ³Y= 12,53+0,42*X-0,013*X², R²= 0,87; ⁴Y= 87,47-0,42*X+0,01*X², R²= 0,87.

Os níveis de inclusão de casca de banana influenciaram de forma linear crescente o teor de matéria seca, cinzas, extrato etéreo e lignina da silagem de capim-marandu (P<0,01). A inclusão de um ponto percentual de casca de banana teve aumento de 6,5, 1,4, 1,0 e 1,7g kg⁻¹ nos valores de MS, cinzas e extrato etéreo e lignina, respectivamente (Tabela 3).

Tabela 3. Composição químico-bromatológica de silagem de capim-marandu associada com níveis crescentes de casca de banana desidratada.

Item (g/kg de MS)	Inclusão da casca de banana (% MN)					EPM	P-valor	
	0	10	20	30	40		Linear	Quadr
MS ¹	240	303	369	417	510	66	<0,01	0,08
Cinzas ²	119	148,2	156	170	180	22	<0,01	<0,01
MO ³	880	851	843	829	819	22	<0,01	<0,01
PB	85	96	84	87	81	41	0,20	0,21
EE ⁴	56	62	91	71	101	48	<0,01	0,98
FDN ⁵	658	619	599	562	549	70	<0,01	0,20
FDA	386	361	339	349	345	10	0,06	0,05
Celulose ⁶	352	307	268	282	299	105	<0,01	<0,01
Hemicel ⁷	271	258	259	213	203	117	<0,01	0,36
CT ⁸	739	692	668	670	636	69	<0,01	0,05
CNF	80	73	68	107	96	91	0,11	0,60
NDT ⁹	612	619	667	648	695	80	<0,01	0,66
Lignina ¹⁰	51	92	97	114	126	45	<0,01	<0,01

Base da matéria seca (MS); MN – Matéria natural; MO – Matéria orgânica; PB – Proteína bruta; FDN – Fibra em detergente neutro; FDA – Fibra em detergente ácido; Hemicel – Hemicelulose; CT - Carboidratos totais; CNF – Carboidratos não fibrosos; NDT- Nutrientes digestíveis totais; EPM – Erro padrão da média; * significativo pelo teste de t a 5% de probabilidade.

Equações: ¹Y= 237+6,5*X, R²= 0,99; ²Y= 125+1,44*X, R²= 0,94; ³Y= 874-1,44*X, R²= 0,94; ⁴Y= 56,5+1,0*X, R²= 0,68; ⁵Y= 653-2,75*X, R²= 0,97; ⁶Y= 354 – 63,9+1,2*X², R²= 0,96; ⁷Y= 277 – 1,81*X, R²= 0,87; ⁸Y= 727 – 2,28*X, R²= 0,89; ⁹Y= 609+1,94*X, R²= 0,81; ¹⁰Y=62,1+1,72*X, R²=0,89.

Em relação à matéria orgânica, o efeito foi linear decrescente com aumento dos níveis de casca, em que a adição de 1% de casca durante a ensilagem proporcionou diminuição de 0,14%. Os teores de FDN da silagem de capim-marandu reduziram ($P < 0,01$) linearmente de 65,8% para 54,92%. Não houve efeito da inclusão da casca de banana para os teores de PB e FDA, com média de 8,5 e 35,5% respectivamente. As médias dos teores de celulose ajustaram-se ao modelo quadrático de regressão, sendo o ponto de mínimo de 26,62%. A hemicelulose e os carboidratos totais reduziram linearmente 1,81 e 2,28 g kg⁻¹ com a inclusão de cada 1% da casca de banana. Os carboidratos não fibrosos não foram alterados na silagem (média de 84,8g kg⁻¹; $P = 0,60$). Os nutrientes digestíveis totais e a lignina aumentaram 1,94 e 1,72 g kg⁻¹ para cada ponto percentual de inclusão da casca de banana.

A inclusão de casca de banana aumentou linearmente a fração prontamente solúvel (fração a; $P < 0,01$) e a degradabilidade efetiva ($P < 0,01$) da matéria seca da silagem. A fração insolúvel em água, mas potencialmente degradável (fração b; $P < 0,01$) da matéria seca aumentou 0,31% para cada unidade de inclusão da casca de banana. A taxa de degradação da fração “b” “c” ($P = 0,09$), degradabilidade potencial (DP; $P = 0,74$) e fração indegradável (FI; $P = 0,16$) da matéria seca não foram alteradas com inclusão da casca de banana, sendo as médias de 2,2%/h, 79,97% e 23,02%, respectivamente (Tabela 4).

Tabela 4. Cinética ruminal da matéria seca da silagem de capim-marandu com inclusão de casca de banana desidratada.

Item	Inclusão da casca de banana (%MN)					EPM	P-valor	
	0	10	20	30	40		Linear	Quadr
Fração a ¹	27,56	31,05	32,22	35,32	35,73	0,65	<0,01	0,09
Fração b ²	49,78	48,07	46,35	41,42	37,35	2,03	<0,01	0,30
c, %/h	2,00	2,00	2,00	2,00	3,00	<0,01	0,06	0,09
DP	77,34	79,13	73,57	76,74	73,08	1,78	0,06	0,74
DE ³	43,00	45,18	46,49	47,62	49,42	0,70	<0,01	0,73
FI	22,65	20,87	21,42	23,25	26,91	2,27	0,13	0,16

c- Taxa de degradação da fração b; DP - degradabilidade potencial; DE- degradabilidade efetiva; FI- fração indigestível.

Equações: ¹Y= 28,25+0,21*X, R²= 0,94; ²Y= 50,89-0,31*X, R²= 0,94; ³Y= 43,29+0,15*X, R²= 0,98.

A inclusão de diferentes níveis da casca de banana desidratada na silagem do capim-marandu não teve efeito significativo na taxa de degradação da fração b da fibra em detergente neutro (P=0,81), com media de 3%/h (Tabela 5).

A degradabilidade potencial padronizada e a degradabilidade efetiva a 2, 5 e 8% apresentaram efeito linear decrescente (P<0,01), sendo que para cada ponto percentual de inclusão da casca de banana houve redução de 0,37, 0,23, 0,14 e 0,10%, respectivamente. A fração indegradável padronizada da FDN ajustou-se ao modelo linear crescente de regressão.

Tabela 5. Degradabilidade ruminal da fibra em detergente neutro seca da silagem de capim-marandu com inclusão de casca de banana desidratada.

Item	Inclusão da casca de banana (% MN)					EPM	P-valor	
	0	10	20	30	40		Linear	Quad
¹ Bp, %	65,58	62,66	51,11	55,23	50,48	1,25	<0,01	0,03
c, %/h	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	<0,01	0,81	0,84
² DE 2% h ⁻¹	38,04	34,93	29,85	29,37	28,89	1,37	<0,01	0,08
³ DE 5% h ⁻¹	23,50	21,30	18,86	17,99	17,94	1,09	<0,01	0,17
⁴ DE 8% h ⁻¹	17,03	15,35	13,85	13,04	13,07	0,87	<0,01	0,23
Ip, %	34,42	37,34	48,89	44,78	49,52	1,25	<0,01	0,03

Degradabilidade potencial padronizada (Bp), taxa de degradação da fração “b” (c), degradabilidade efetiva (DE), fração indegradável padronizada (Ip).

Equações: ¹Y= 64,53-0,37*X, R²= 0,76; ²Y= 36,98-0,23*X, R²= 0,86; ³Y= 22,80-0,14*X, R²= 0,88; ⁴Y= 16,51-0,10*X, R²= 0,89; ⁵Y= 33,74+0,71*X-0,008*X², R²= 0,81.

DISCUSSÃO

O valor de pH pode ser influenciado diretamente pela concentração de carboidratos solúveis, teor de matéria seca e poder tampão do material ensilado. De acordo com Borreani *et al.* (2018) e Ferraretto; Shaver e Luck, (2018), valores de pH entre 3,8 e 4,2 caracterizam uma silagem bem conservada, e valores acima destes podem indicar fermentação butírica. Ainda de acordo com os autores, a velocidade de redução do pH durante a fermentação poder ter efeito sobre os microrganismos que crescem e dominam a massa ensilada influenciando o pH e a estabilidade. O valor de pH observado caracteriza a silagem de capim-marandu com casca de banana com boa capacidade de conservação até o nível de 15%, observando-se a partir desse ponto há aumento no valor de pH. O alto teor de matéria seca pode ter influenciado o pH, uma vez que prejudica a compactação da silagem e conseqüentemente a fermentação láctica, responsável por controlar

os microrganismos de fermentação indesejável. A inclusão de casca acima de 20% pode ter prejudicado a compactação, contribuindo assim para o pH fora da faixa ideal citado pelos autores.

Randa *et al.* (2017) não observaram diferença significativa nos valores de pH nas silagens de capim-napier com casca de banana (100% capim-napier, 75% capim-napier + 25% casca de banana, 50% capim-napier + 50% casca de banana, 25% capim-napier + 75% casca de banana e 100% casca de banana), onde os valores de pH variaram entre 4,5 e 5,7. De acordo os autores os valores de pH podem ter sido afetados pelo teor de proteína da silagem e pelo poder tampão da casca de banana.

Yasuoka *et al.* (2015) observaram o efeito da inclusão de polpa cítrica nas proporções de 0, 10, 20 e 30% na ensilagem de capim-xaraés, onde o menor valor de pH (4,1) foi verificado no tratamento com a inclusão de 30% de polpa cítrica. Ainda de acordo os autores, a avaliação da fermentação da silagem não deve levar em conta apenas o valor do pH, uma vez que o efeito sobre os microrganismos vai depender da velocidade de redução da concentração iônica e do teor de MS da massa ensilada.

O valor de nitrogênio amoniacal é um fator importante para avaliar o processo de fermentação, uma vez que pode demonstrar se houve degradação da proteína (Pires *et al.* 2013). Os valores encontrados com base na matéria seca estão abaixo de 10% que qualifica uma silagem com bom padrão fermentativo (Costa *et al.*, 2016). Os valores encontrados são superiores aos de Brant *et al.* (2017) de 4,27, 4,02, 3,95, 3,76 e 2,58% com os níveis de 5, 10, 15, 20 e 25% de casca de banana desidratada, respectivamente. Tal fato pode ser explicado que os maiores níveis testados no trabalho podem ter dificultado a compactação aumentando o conteúdo de ar dentro do silo favorecendo assim fermentação indesejada que degradam a proteína e aumentam os níveis de nitrogênio amoniacal.

As perdas por gases da silagem são causadas pela ação de enterobactérias, leveduras e bactérias heterofermentativas, sendo que as bactérias do gênero *Clostridium* sp são as principais responsáveis por perdas

através da fermentação butírica. Os menores valores de perdas por gases foram encontrados com o nível de inclusão de 16,15% da casca de banana na silagem de capim-marandu. O alto teor de matéria seca pode prejudicar a compactação da massa ensilada, aumentando a quantidade de ar no silo o que pode prejudicar a ação das bactérias ácido-láticas, o que aumenta a perda da silagem.

As perdas por efluentes da silagem do capim-marandu reduziram 24,44% com a inclusão de 40% da casca de banana desidratada, a redução das perdas por efluentes demonstram o efeito positivo da casca de banana desidratada como aditivo absorvente. As perdas por efluentes podem influenciar diretamente o valor nutricional da silagem, pois durante o processo, ocorrem perdas de carboidratos e proteínas, a principal causa dessas perdas se dá pelo alto conteúdo de umidade das forrageiras no momento da colheita. As perdas por efluentes podem ser influenciadas pelo tipo de aditivo absorvente utilizado, tal fator pode ser confirmado pelo trabalho de Andrade *et al.* (2010) que avaliaram a inclusão do farelo de mandioca, casca de café e farelo de cacau na silagem de capim elefante e encontraram valores de perdas por efluente de 128,4, 47,0 e 5,2 kg/t enquanto que a silagem controle de capim elefante teve perda de 145,9 kg/t. Negrão *et al.* (2016) relataram que a inclusão de 40% de farelo de arroz na silagem de *Brachiaria decumbens* inibiu a produção de efluentes.

A inclusão de 40% de casca de banana na silagem do capim-marandu teve o maior valor de recuperação da MS 91,1% da matéria natural. Os valores encontrados são semelhantes aos encontrados por Brant *et al.* (2017) nos níveis de 5, 10, 15, 20 e 25% com recuperação de 93.6, 94.2, 95.5, 96.8 e 97.9% de casca de banana na silagem de capim-elefante.

O teor de matéria seca na silagem aumentou de 24% para 51% na silagem exclusiva de capim-marandu e 40% de inclusão da casca de banana respectivamente, assim, a casca de banana por ter alto teor de MS se mostrou como um aditivo eficiente na elevação do teor de matéria da silagem do capim-marandu. Borreani *et al.* (2018) recomendam teores de matéria seca

entre 28 e 34% no material a ser ensilado. O teor de matéria seca é um dos principais pontos para produção de silagem de qualidade, onde que valores abaixo de 30% podem ocorrer perdas por efluentes e acima de 35% de MS a compactação da massa ensilada é comprometida. Os valores de matéria seca são similares aos verificados por Brant *et al.* (2017) que foram de 23.4; 25.1; 27.3; 30.6 e 34.9% com os níveis de 5, 10, 15, 20 e 25%, respectivamente, de casca de banana na silagem de capim-elefante.

O teor de cinzas foi influenciado com a adição da casca de banana na silagem do capim-marandu, houve aumento de 52,94% com a inclusão de 40% de casca de banana desidratada, efeito provocado pela alta concentração de cinzas na casca de banana. A inclusão da casca de banana desidratada reduziu os valores de matéria orgânica da silagem de capim-marandu, quando comparado a inclusão de 40% e a silagem controle, observou-se redução de 7,95%. A redução do teor de matéria orgânica da silagem do capim-marandu aditivada com a casca de banana desidratada pode ser explicada pelo efeito de substituição, uma vez que a casca de banana tem baixo teor de matéria orgânica. Os valores de matéria mineral encontrados diferem de Brant *et al.* (2017) que não observaram efeito da casca de banana na silagem de capim-elefante sobre os valores de matéria mineral com média de 12.53%.

Os valores de extrato etéreo na silagem de capim-marandu tiveram aumento de 53,1% comparando à silagem controle com o nível de 40% de inclusão da casca de banana. Esse aumento ocorre pelo maior teor de EE da casca de banana. Os valores encontrados de EE de 10% estão dentro do recomendado pelo National Research Council (NRC, 2001) que é entre 6 a 7%, enquanto a inclusão da casca de banana acima de 20% ficaram acima da recomendação, o que pode acarretar em possíveis problemas de digestão da fibra pela toxidez aos microrganismos ruminais ou por dificultar à fixação dos microrganismos a fibra. Randa *et al.* (2017) avaliando a inclusão da casca de banana na silagem do capim-Napier também observaram aumento

linear nos teores de EE com valores de 4,85, 5,60 e 6,81% para os níveis de casca de banana de 25, 50 e 75% respectivamente.

A quantidade de FDN diminuiu 11,6% com o aumento dos níveis de casca de banana, a diminuição desses valores se dá ao efeito de diluição uma vez que a casca de banana tem menor teor de FDN comparado ao capim-marandu. De acordo com Pereira *et al.* (1999), a digestibilidade da fibra está diretamente relacionada com os teores de FDN e lignina, onde que alimentos com menores valores de FDN terão menores teores de lignina, e assim serão melhores os valores de digestibilidade. Yasuoka *et al.* (2015) avaliando os níveis de 10, 20 e 30% de polpa cítrica na silagem de capim-xaraés observaram valores de FDN de 35,5, 35,03 e 33,7%, respectivamente, mostrando que subprodutos com alto teor de carboidratos não fibrosos reduzem os valores de FDN.

A inclusão da casca de banana na silagem do capim-marandu incrementou os valores de carboidratos não fibrosos e reduziu os teores de celulose, hemicelulose e carboidratos totais, por apresentar em sua composição alto teor de pectina e carboidratos solúveis. Os resultados encontrados de hemicelulose, celulose e carboidratos não fibrosos foram semelhantes aos de Brant *et al.* (2017) avaliando a inclusão de casca de banana na silagem de capim-elefante. Os autores observaram a diminuição de 0,16 e 0,39% nos teores de hemicelulose e celulose e aumento de 0,54% dos carboidratos não fibrosos para cada ponto percentual de inclusão de casca de banana desidratada.

O teor de lignina aumentou de forma crescente (0,17%) para cada ponto percentual de inclusão de casca de banana. Os valores encontrados foram próximos dos observados por Brant *et al.* (2017) que encontraram aumento de 0,13% de lignina para cada 1% de inclusão da casca de banana na silagem de capim-elefante. O aumento dos valores de lignina se deve pelo alto conteúdo desse componente na casca de banana em relação ao capim-marandu.

A fração “a” ou fração solúvel em água da silagem de capim-marandu com níveis de casca de banana aumentou 22,85% em relação a silagem controle, em contramão a fração “b” diminuiu com a substituição do capim-marandu pela casca de banana. Isso pode ser explicado pelo aumento da fração “a”. A maior degradação da fração “a” na silagem pode ser explicada pelo alto conteúdo de carboidratos solúveis da casca de banana em comparação ao capim-marandu em singular. A solubilização de compostos nitrogenados e açúcares que restaram do processo de fermentação no silo são os principais constituintes da fração “a” (Tonani *et al.* 2001). Monção *et al.* (2014) observaram valores da fração “a” e “b” de 43,62 e 23,39%, respectivamente, na degradabilidade ruminal da matéria seca da casca de banana desidratada, enquanto Pires *et al.* (2010) relataram degradabilidade de 12,5 e 48,3% da fração “a” e “b” da matéria seca da *Urochloa brizantha* na forma de silagem.

A degradabilidade efetiva da MS aumentou com a inclusão da casca de banana, com valores de 43% para braquiária singular para 49,42% no nível de 40% de inclusão. A degradabilidade efetiva da MS esta ligada diretamente com a fração “a”, onde que alimentos com maior valor dessa fração tem aumento da degradabilidade efetiva, além desse fator Santos *et al.* (2008) relataram que diferenças nos teores de FDN e FDA dos alimentos podem influenciar a degradação da MS.

A degradabilidade potencial padronizada e a degradabilidade efetiva da FDN da silagem de capim-marandu diminuíram com a inclusão da casca de banana desidratada. A degradabilidade potencial reduziu 23,14% no nível de 40% em comparação da silagem controle, já a degradabilidade efetiva a 2, 5 e 8% h⁻¹ reduziram 24,05, 23,65 e 23,25%, respectivamente, quando comparadas a silagem singular de capim-marandu. As reduções na degradabilidade potencial e efetiva da FDN podem ser explicadas pelo conteúdo elevado de lignina na casca de banana.

A casca de banana desidratada por ter alto teor de lignina em sua composição, aumentou a fração indegradável padronizada da silagem de

capim-marandu, sendo que o teor de 40% de inclusão teve aumento de 30,5% em comparação à silagem controle.

CONCLUSÃO

A inclusão de 10 a 20% de casca de banana desidratada na ensilagem do capim-marandu melhora as características fermentativas e o valor nutricional da silagem.

AGRADECIMENTOS

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001; da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG), bolsa de produtividade BIPDT, PROCESSO REF.: CVZ - BIP-00185-17 e BIP-00163-18 e auxílio financeiro a projetos de pesquisas e do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelas bolsas de estudo concedidas à iniciação científica.

CONFLITOS DE INTERESSE

Os autores declaram não haver conflitos de interesse.

REFERÊNCIAS

Agricultural and Food Research Council - AFRC. Energy and protein requirements of ruminants. Wallingford: CAB International, 1993.

Andrade, I.V.O.; Pires, A.J.V.; Carvalho, G.G.P.D.; Veloso CM, Bonomo P. Perdas, características fermentativas e valor nutritivo da silagem de capim-elefante contendo subprodutos agrícolas. Revista Brasileira de Zootecnia 2010; 39: 2578-2588.

Association of Official Analytical Chemists - AOAC. Official methods of analysis. 16.ed. Washington, 1995. 2000p.

Bolsen, K.K.; Lin, C.; Brent, B.E.; Gadeken, D. Effect of silage additives on the microbial succession and fermentation process of alfalfa and corn silages. Journal of Dairy Science 1992;75: 3066-3083.

Brant, L.M.S.; Pimentel, P.R.S.; Rigueira, J.P.S.; Alves, D.D.; Carvalho, M.A.M.; Alves, W.S. Fermentative characteristics and nutritional value of elephant grass silage added with dehydrated banana peel. Acta Scientiarum. Animal Sciences. 2017; 39: 123-129.

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 2018; 101: 3952-3979.

Costa, R.F.; Pires, D.A.D.A.; Moura, M.M.A.; Sales, E.C.J.D.; Rodrigues, J.A.S.; Rigueira, J.P.S. Agronomic characteristics of sorghum genotypes and nutritional values of silage. Acta Scientiarum. Animal Sciences 2016; 38: 127-133.

Ferraretto, L.F.; Shaver, R.D.; Luck, B.D. *Silage review*: Recent advances and future technologies for whole-plant and fractionated corn silage harvesting. Journal of Dairy Science 2018; 101: 3937-3951.

Goering, H.K.; Van Soest, P.J. Forage Fiber Analysis. USDA Agricultural Research service. Handbook number 379. US Department of Agriculture. Superintendent of Documents, US Government Printing Office, Washington, DC, 1970.

Jobim, C.C.; Nussio, L.G.; Reis, R.A.; Schmidt, P. Avanços metodológicos na avaliação da qualidade da forragem conservada. *Revista Brasileira de Zootecnia*. 2007; 36: 101-119.

Mertens, D.R.E.; Lofton JR. The effects of starch on forage fiber digestion kinetics in vitro. *Journal of Dairy Science* 1980, Madison, v. 63, n. 1, p. 1437-1446.

Monção, F.P.; Tavares, S.R.; Rigueira, J.P.S.; Sales, E.C.J.; Geraseev, L.C.; Alves, D.D.; Oliveira, E.R. (2014). Caracterização físico-química da casca de banana tratada com óxido de cálcio. *Revista Agrarian* 2014; 7: 339-347.

Monção, F.P.; Reis, S.T.; Rigueira, J.P.S.; Sales, E.D.; Alves, D.D.; Aguiar, A.C.R.; Rocha Júnior, V.R. Degradação ruminal da matéria seca e da fibra em detergente neutro da casca de banana tratada com calcário. *Semina: Ciências Agrárias* 2016; v. 37, n. 1, p. 345-356.

Nambi-Kasozi, J.; Sabiiti, E.M.; Bareeba, F.B.; Sporndly, E.; Kabi, F. Effects of inclusion levels of banana (*Musa* spp.) peelings on feed degradability and rumen environment of cattle fed basal elephant grass. *Tropical Animal Health and Production* 2016; 48:693–698.

National Research Council (NRC). Nutrient requirements of dairy cattle. 7th ed. Washington, DC: National Academy Press; 2001.

Negrão, F.D.M.; Zanine, A.D.M.; Souza, A.L.D.; Cabral, L.D.S.; Ferreira, D.D.J.; Dantas, C.C.O. Perdas, perfil fermentativo e composição química das

silagens de capim "*Brachiaria decumbens*" com inclusão de farelo de arroz. Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal. 2016; 17: 13-25.

Neter, J.; Wasserman, W.; Kutner, M.H. Applied linear statistical models. Regression, analysis of variance, and experimental designs. 2. ed. USA, Richard D. Irwin, Inc., 1985. 1127 p.

Nocek, J.E. In situ and other methods to estimate ruminal protein and energy digestibility: a review. Journal of Dairy Science. 1988; 71: 2051-2069.

Orrico Junior, M.A.P. The use of crude glycerin as an alternative to reduce fermentation losses and enhance the nutritional value of Piatã grass silage. Revista Brasileira de Zootecnia 2017, 46: 638-644.

Ørskov, E.R.; McDonald, I. The estimation of degradability in the rumen from incubation measurement weighted according to rate of passage. Journal of Agricultural Science. 1979; 92: 499-508.

Pereira, R.C.; Banys, V.L.; Silva, A.C.; Pereira, R.G.A. Adição de polpa cítrica peletizada na ensilagem de capim-elefante (*Pennisetumpurpureum* Schum) cv. Cameroon. Revista da Universidade de Alfenas. 1999; 5: 147-152.

Pires, D.A.A.; Rocha Júnior, V.R.; Sales, E.C.J.; Reis, S.T.; Jayme, D.G.; Cruz, S.S.; Esteves, B.L.C. Características das silagens de cinco genótipos de sorgo cultivados no inverno. Revista Brasileira de Milho e Sorgo. 2013; 12: 68-77.

Pires, A.J.V.; Reis, R.A.; Carvalho, G.G.P.; Siqueira, G.R.; Bernardes, T.F.; Ruggieri, A.C.; Roth, M.T. Degradabilidade ruminal da matéria seca, da proteína bruta e da fração fibrosa de silagens de milho, de sorgo e de *Brachiaria brizantha*. Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecina. 2010; 62:391-400.

Randa, S.Y.; Lekitoo, M.N.; Iyai, D.A.; Pattiselanno, F. Nutritive value and the quality of ensiled napier grass (*Pennisetum Purpureum* Schum.) and Banana (*Musa Acuminata*) Peelings. *Animal Production*. 2017; 19: 101-110.

Rigueira, J.P.S.; Monção, F.P.; Sales, E.C.J.; Reis, S.T.; Brant, L.M.S.; Chamone, J.M.A.; Rocha Júnior, V.R.; Pires, D.A.A. *Semina: Ciências Agrárias*. 2018, 39: 833-844.

Santos, V.P.S.; Bittar, C.M.M.; Nussio, L.G.N.; Ferreira, L.S. Degradabilidade *in situ* da matéria seca e da fração fibra da cana-de-açúcar fresca ou ensilada e da silagem de milho em diferentes ambientes ruminais. *Acta Scientiarum. Animal Sciences*. 2008; 30: 193-201.

Silva DJ, Queiroz AC. *Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos*. 3 ed. Viçosa (MG): Editora UFV; 2006.

Silva, J.S.; Ribeiro, K.G.; Pereira, O.G.; Mantovani, H.C.; Cecon, P.R.; Pereira, R.C.; Silva, J.D.L. Nutritive value and fermentation quality of palisade grass and stylo mixed silages. *Animal Science Journal*. 2018; 89, 72-78.

Sniffen, C.J.; O'Connor, J.D.; Van Soest, P.J.; Fox, D.G.; Russell, J.B. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: II. Carbohydrate and protein availability. *Journal of Animal Science* 1992; 70: 3562-3577.

Tavares, V.B.; Pinto, J.C.; Evangelista, A.R.; Figueiredo, H.C.P.; Ávila, C.L.S.; Lima, R.F. Efeitos da compactação, da inclusão de aditivo absorvente e do emurchecimento na composição bromatológica de silagens de capim-tanzânia. *Revista Brasileira de Zootecnia*. 2009; 38:40-49.

Tonani, F.L.; Ruggieri, A.C.; Queiroz, A.C.; Andrade, P. Degradabilidade ruminal *in situ* da matéria seca e da fibra em detergente neutro em silagens de híbridos de sorgo colhidos em diferentes épocas Ruminal *in situ*

degradability of dry matter and neutral detergent fiber of sorghum (*Sorghum bicolor* L.) silages with different harvesting times. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*. 2001; 53: 100-104.

Valente, T.N.P.; Detmann, E.; Sampai, C.B. Recent advances in evaluation of bags made from different textiles used in situ ruminal degradation. *Canadian Journal of Animal Science* 2015; 95, 493-498.

Van Soest, P.J.; Robertson, J.B.; Lewis, B.A. Symposium: carbohydrate methodology, and nutritional implications in dairy cattle. *Journal of Dairy Science*. 1991; 74: 3583-3597.

Waldo, D.R.; Smith, L.W.; Cox, E.L. Model of cellulose disappearance from the rumen. *Journal of Dairy Science* 1972; 55: 125-129.

Weiss, W.P. Estimating the available energy content of feeds for dairy cattle. *Journal of Dairy Science* 1998; 81: 830-839.

Yasuoka, J.I.; Meirelles, P.R.L.; Silva, M.G.B.; Granuzzo, J.T.; Silva, M.P. Efeito da inclusão de polpa cítrica na ensilagem de capim-xaraés. *Boletim da Indústria Animal* 2015; 72: 298-303.