

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RECÔNCAVO DA BAHIA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS AMBIENTAIS E BIOLÓGICAS**

**SILAGEM DE ENGAÇO DE BANANA EM DIETA COMPLETA, SOB
DIFERENTES PROPORÇÕES ENTRE CONCENTRADO E BRS
CAPIAÇU**

RICARDO SOARES TECCHIO

**CRUZ DAS ALMAS - BAHIA
OUTUBRO – 2023**

**SILAGEM DE ENGAÇO DE BANANA EM DIETA COMPLETA, SOB
DIFERENTES PROPORÇÕES ENTRE CONCENTRADO E BRS
CAPIAÇU**

RICARDO SOARES TECCHIO

Trabalho de Conclusão de Curso submetido ao Colegiado de Agronomia do Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia como requisito parcial para obtenção do título de Engenheiro Agrônomo.

Orientador: Ossival Lolato Ribeiro


Coorientadora: Emellinne Ingrid Sousa Costa

CRUZ DAS ALMAS - BAHIA


OUTUBRO – 2023

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RECÔNCAVO DA BAHIA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS AMBIENTAIS E BIOLÓGICAS**


**COMISSÃO EXAMINADORA DA DEFESA DE TRABALHO DE
CONCLUSÃO DE CURSO DE RICARDO SOARES TECCHIO**

Documento assinado digitalmente
 **OSSIVAL LOLATO RIBEIRO**
Data: 30/10/2023 11:15:38-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. Ossival Lolato Ribeiro
Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
(Orientador)

Documento assinado digitalmente
 **EMELLINNE INGRID DE SOUSA COSTA**
Data: 30/10/2023 11:04:12-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Dr^a. Emellinne Ingrid de Sousa Costa
Zootecnista
(Coorientadora)

Documento assinado digitalmente
 **RAISSA HOMEM GONÇALVES**
Data: 30/10/2023 11:26:25-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Ma. Raissa Homem Gonçalves
Universidade Federal do Recôncavo da Bahia

**CRUZ DAS ALMAS - BAHIA
OUTUBRO – 2023**

AGRADECIMENTOS

Está chegando ao fim a minha jornada acadêmica, nesse caminho obtive muitos ensinamentos e passei por algumas dificuldades que consegui superar graças a pessoas especiais que fazem parte da minha vida, e por isso, dedico a elas esse momento.

A minha família, principalmente os meus pais Roberto Carlos Tecchio e Simauria Soares Rodrigues, por terem me dado condições para concluir o curso, além de sempre me apoiarem.

A Deus por ter sido o meu refúgio.

A minha maior conselheira e incentivadora, Paula Maria Oliveira Bibiano.

Aos meus amigos, que me acolheram longe de casa, Antônio Jorge, Mariane Oliveira, Adson Sampaio, Elizandra Sampaio, Renildo Eloi, Ronaldo Pedreira e Miller Marques.

Aos meus professores, que contribuíram na busca de mais conhecimento, em especial, meu orientador e amigo Prof. Dr. Ossival Lolato Ribeiro por ter deixado as coisas muito mais leves, pelo apoio e paciência com minhas limitações.

Pela grande contribuição para este trabalho, agradeço a minha coorientadora Dr^a. Emellinne Ingrid de Sousa Costa, Ma. Raissa Homem Gonçalves, Me. Leone Ricardo de Carvalho Santana, Larissa Lima e ao Grupo de Estudo em Forragicultura da UFRB.

A todos que fizeram parte dessa jornada, dedico.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	2
2.1 Silagem	2
2.2 Silagem em dieta completa	2
2.3 Silagem em dieta mista	4
2.4 Silagem de banana na alimentação animal	5
3. MATERIAL E METÓDOS	7
3.1 Local, condições de solo e clima	7
3.2 Ensilagem	7
3.3 Abertura dos silos	9
3.4 Análise da composição químico-bromatológica e pH	10
3.5 Análise estatística	11
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	11
5. CONCLUSÃO	16
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS	16
7. REFERÊNCIAS	17

RESUMO

SILAGEM DE ENGAÇO DE BANANA EM DIETA COMPLETA, SOB DIFERENTES PROPORÇÕES ENTRE CONCENTRADO E BRS CAPIAÇU

A utilização de resíduos agrícolas na alimentação animal vem ganhando cada vez mais espaço na pecuária brasileira. Visando diminuir custos na produção e consequentemente redução de impactos ambientais. Nesse contexto temos o engaço da banana, que pode ser utilizado na produção de silagem desde que sua composição forneça um potencial adequado para fermentação e nutrição. Tendo isso em vista, objetivou-se avaliar o perfil fermentativo e a composição químico bromatológica da silagem do engaço de banana, integrado a um sistema de dieta completa, em diferentes proporções entre concentrado (farelo de soja e milho) e BRS Capiaçú. Foi empregado o delineamento inteiramente casualizado, com quatro tratamentos e cinco repetições: controle (apenas engaço); dieta 1 - 50% de engaço + 12,5% BRS Capiaçú + 37,5% de concentrado; dieta 2 – 50% de engaço + 25% BRS Capiaçú + 25% de concentrado; dieta 3 - 50% de engaço + 37,5% BRS Capiaçú + 12,5% de concentrado; com base na matéria natural. Os resultados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e teste de Tukey, adotando $P < 0,05$ como nível crítico. A silagem de engaço de banana tem potencial para alimentação animal, desde que se faça uso de aditivos sequestrantes de umidade, como no presente estudo através do concentrado e BRS Capiaçú que foram responsáveis pela melhora do perfil fermentativo da silagem de engaço de banana diminuindo as perdas durante o processo, além de melhorar o seu valor nutricional para ruminantes em geral.

Palavras-chave: Alimentação Animal, Bananicultura, Bromatologia, Perfil Fermentativo, Resíduos.

ABSTRACT

BANANA SALK SILAGE IN A COMPLETE DIET, UNDER DIFFERENT PROPORTIONS BETWEEN CONCENTRATE AND BRS CAPIAÇU

The use of agricultural residues in animal feed is gaining more and more space in Brazilian livestock farming. Aiming to reduce production costs and consequently reduce environmental impacts. In this context, we have the banana stem, which can be used in the production of silage as long as its composition provides adequate potential for fermentation and nutrition. With this in mind, the objective was to evaluate the fermentative profile and chemical chemical composition of banana stalk silage, integrated into a complete diet system, in different proportions between concentrate (soybean and corn meal) and BRS Capiaçú. A completely randomized design was used, with four treatments and five replications: control (stem only); diet 1 - 50% stem + 12.5% BRS Capiaçú + 37.5% concentrate; diet 2 – 50% stem + 25% BRS Capiaçú + 25% concentrate; diet 3 - 50% stem + 37.5% BRS Capiaçú + 12.5% concentrate; based on natural matter. The results were subjected to analysis of variance (ANOVA) and Tukey's test, adopting $P < 0.05$ as the critical level. Banana stem silage has potential for animal feed, as long as moisture-sequestering additives are used, as in the present study through concentrate and BRS Capiaçú, which were responsible for improving the fermentative profile of banana stem silage, reducing losses. during the process, in addition to improving its nutritional value for ruminants in general.

Keywords: Animal Feed, Bananiculture, Bromatology, Fermentation Profile, Waste.

1. INTRODUÇÃO

A crescente demanda global por proteína animal, combinada ao aumento projetado da população mundial, ressalta a necessidade premente de otimizar a produtividade dos animais domésticos (Elahi *et al.*, 2019). Para alcançar um potencial de produção ótimo no contexto dos animais de pastagem, têm-se concentrado esforços na exploração de recursos alimentares alternativos, tais como subprodutos agrícolas, plantas forrageiras, diversas espécies de árvores e plantas não lenhosas (Yusuf, Mlambo e Iposu, 2018).

Estes recursos se destacam por estar prontamente disponíveis a um custo relativamente baixo, ao mesmo tempo em que oferecem níveis apreciáveis de nutrientes essenciais, constituindo assim, soluções viáveis para promover o desenvolvimento sustentável da produção pecuária (Xue *et al.*, 2020).

O estudo e aplicação de alternativas tecnológicas, como os coprodutos agroindustriais, têm demonstrado potencial para otimizar a composição das dietas dos ruminantes em diversas regiões do Brasil (Brant *et al.*, 2017; Silva *et al.*, 2014). Essas abordagens não apenas possibilitam uma maior disponibilidade de alimentos, mas também têm o potencial de promover melhorias na eficiência de produção.

Neste contexto, o uso dos subprodutos da bananeira, uma planta herbácea perene anual, que representa uma das culturas frutíferas mais significativas cultivadas em grande parte dos países tropicais e subtropicais. Têm sido reconhecidos como uma fonte alternativa altamente valiosa de matérias-primas para as indústrias pecuárias (Padam *et al.*, 2014).

Recentemente, observou-se um aumento no interesse pelo aproveitamento dos subprodutos da banana, incluindo o pseudocaule, folhas, inflorescência, talo de frutas, rizoma e cascas, que muitas vezes são descartados através de decomposição ou queima, na alimentação de ruminantes (Elahi *et al.*, 2019; Melo *et al.*, 2018; Souza *et al.*, 2016).

Cotrim (2021) reportou teores de 9,15 a 10,43% de matéria seca, 10,23 a 8,24% de matéria mineral, 2,97 a 1,59% de proteína bruta e 56,58 a 40,77% de fibras em detergente neutro na parte aérea da bananeira, levando em consideração as folhas e pseudocaule. Além disso, constatou-se que os subprodutos da bananeira são ricos em amido, glicose e minerais (Mohapatra, Mishra e Sutar, 2010).

Nesse contexto, com o presente estudo objetivou-se avaliar o perfil fermentativo e a composição químico bromatológica da silagem do engajo de banana, integrado a um sistema de dieta completa, em diferentes proporções entre concentrado (farelo de soja e milho) e BRS Capiáçu.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Silagem

A silagem é um método de conservação de forragens que envolve a fermentação anaeróbica controlada, preservando a qualidade nutricional dos alimentos para os ruminantes. Com o intuito de obter um alimento volumoso estável com adequado teor de matéria seca, energia e nutrientes altamente digestíveis com o mínimo de perdas em relação ao seu material de origem. A fermentação microbiana no interior do silo gera uma gama de produtos e pode modificar diversos aspectos nutritivos da forragem (Borreani *et al.*, 2018).

Assim, a produção de forragem de qualidade na forma de silagem, com a mitigação máxima das perdas de matéria seca, representa um grande desafio (Sutaryono *et al.*, 2023). Esse desafio exige estratégias eficazes para aperfeiçoar o processo de ensilagem, visando preservar a qualidade nutricional da forragem e, conseqüentemente, aprimorar o desempenho dos animais (Kung *et al.*, 2018).

De acordo com Wilkenson e Davies (2013), o processo de ensilagem geralmente é dividido em quatro etapas distintas: (1) a fase aeróbica inicial no silo após a colheita, (2) a fase de fermentação, (3) a etapa de armazenamento estável no silo e (4) a fase de alimentação, quando a face do silo é aberta e o material é exposto ao ar.

É importante destacar que os estágios primários de ocorrência de perdas incluem a colheita no campo, a fase de respiração e fermentação nos silos, a produção de efluentes e a exposição ao oxigênio durante as etapas de armazenamento e alimentação (Brant *et al.*, 2017a).

Embora algumas perdas sejam inevitáveis, a aplicação de boas práticas de gerenciamento, como uma boa compactação e vedação, pode mitigar ou compensar essas perdas, garantindo a disponibilidade de forragem de alta qualidade para atender às necessidades nutricionais de cada grupo de animais (Kung *et al.*, 2018).

2.2 Silagem em dieta completa

Nas regiões tropicais, as pastagens representam o principal recurso alimentar para o rebanho. No entanto, essas pastagens apresentam um padrão de produção sazonal, com oferta e valor nutricional variável ao longo do ano. Esse fenômeno constitui um dos maiores desafios enfrentados pelos sistemas de pastoreio, sobretudo no período seco, quando há uma acentuada queda na qualidade e quantidade das pastagens, refletindo em um menor desempenho dos animais (Borreani *et al.*, 2018; Brant *et al.*, 2017).

Dentre os volumosos aptos para ensilagem, a utilização da forragem excedente do pasto proveniente da estação chuvosa oferece diversas vantagens, incluindo maior produção anual por área, flexibilidade ampliada na colheita e perenidade (SÁ *et al.*, 2021).

Contudo, as gramíneas tropicais, ao serem comparadas às silagens de milho ou sorgo, apresentam características desfavoráveis, como baixo teor de carboidratos solúveis, menor conteúdo energético e elevado poder tampão. Esses obstáculos podem ser superados ao utilizar a gramínea em associação com outro volumoso de maior teor de carboidratos durante o processo de ensilagem (Oliveira Rabelo *et al.*, 2020).

Conforme observado por Jesus *et al.* (2022), combinar volumosos de baixa qualidade, à exemplo de capineiras subutilizadas, com outros de alto coeficiente de digestibilidade, como a palma forrageira, representa uma alternativa promissora e para a redução dos custos relacionados à alimentação do rebanho.

Teixeira *et al.* (2022) conduziram uma avaliação sobre a substituição do farelo de sorgo pela palma forrageira em combinação com *Brachiaria decumbens* como fonte volumosa em silagens de dieta total, variando de 0 a 100% de inclusão de palma na dieta. Esses autores constataram que a substituição integral do farelo de sorgo pela palma em silagens de dieta total resultou em melhorias significativas nos valores de pH e nitrogênio amoniacal, além de redução das perdas por gases, efluentes e de matéria seca. Adicionalmente, houve um aumento na recuperação de matéria seca, refletindo em uma melhoria na composição bromatológica das silagens.

Assim, estudiosos têm se dedicado à análise do processo de conservação das silagens de dieta completa e seus impactos no desempenho dos animais. Paralelamente, a ampla disponibilidade de subprodutos da agroindústria tem despertado interesse tanto na produção quanto na comercialização das silagens de

dieta completa, promovendo sua adoção nas fazendas para simplificar o manejo nutricional (Jesus *et al.*, 2022).

O estabelecimento de uma fermentação eficiente, a manutenção da estabilidade aeróbia e o aprimoramento da eficiência alimentar são benefícios frequentemente destacados em diversos estudos relacionados às silagens de dieta completa (Brant *et al.*, 2017; Padam *et al.*, 2014).

2.3 Silagem em dieta mista

A crescente demanda por produtos de origem animal tem resultado em uma necessidade significativa de ração animal. O uso eficiente da ração disponível é fundamental para garantir uma pecuária eficaz e promover a segurança alimentar (Makkar *et al.*, 2014).

A maior parte do desperdício de alimentos provém do desperdício de vegetais. Portanto, o uso racional de resíduos vegetais pode não apenas reduzir a poluição ambiental, incluindo a poluição da água e do solo, bem como a proliferação bacteriana, mas também contribuir para a preservação da saúde dos consumidores (Qiao *et al.*, 2020).

Adicionalmente, os subprodutos vegetais contêm minerais, vitaminas e outros nutrientes essenciais que podem potencializar as propriedades antioxidantes nos ruminantes (Sutaryono *et al.*, 2023).

Diversos estudos (Brant *et al.*, 2017; Elahi *et al.*, 2019; Sutaryono *et al.*, 2023) foram conduzidos com o propósito de avaliar tratamentos benéficos para o processo fermentativo e a minimização das perdas na ensilagem de gramíneas tropicais, destacando-se o uso de aditivos. Nessa perspectiva, os aditivos adsorventes, que se caracterizam pela redução ou eliminação da produção de efluentes, podem desempenhar um papel relevante na produção de silagem de gramíneas com alto teor de umidade.

Nos últimos anos, a silagem mista tem sido reconhecida como um método inovador para preservar a nutrição e aprimorar a qualidade da silagem em comparação com a fermentação de silagem única (Larsen *et al.*, 2017). Estudos anteriores já consideravam os aditivos como recursos promissores para a melhoria da qualidade da fermentação das silagens (Mu *et al.*, 2020; Tian *et al.*, 2020).

Nesse sentido, é fundamental utilizar materiais acessíveis não apenas para sustentar o mercado de produtos de origem animal, mas também para buscar novas

fontes de ração animal por meio da reciclagem de resíduos subutilizados (Elahi *et al.*, 2019b).

Resíduos agrícolas provenientes do processamento de alimentos, como farelo de arroz, espigas de milho, resíduos de abacaxi e bagaço de cana-de-açúcar, têm sido explorados como alternativas na produção de ração animal, reduzindo a dependência de grãos e leguminosas (Sruamsiri, 2007).

2.4 Silagem de banana na alimentação animal

A bananeira, planta herbácea perene anual, destaca-se como uma das culturas frutíferas mais valorizadas cultivadas em grande parte dos países tropicais e subtropicais (Elahi *et al.*, 2019). A maioria das plantações de banana é cultivada principalmente para a produção de frutos, o que resulta em fazendas de banana gerando várias toneladas de subprodutos e resíduos subutilizados (Essien, Akpan e Essien, 2005).

A inovação no gerenciamento de uma grande quantidade de resíduos agrícolas ou biomassa é um desafio constante. Tendências recentes indicam uma preferência crescente pelo aproveitamento dessa biomassa para agregar valor, atendendo às demandas em áreas como energia renovável, compósitos de fibras e têxteis, bem como alternativas alimentares e ração para ruminantes (Rosentrater *et al.*, 2009).

Assim, os subprodutos da banana têm sido reconhecidos como uma fonte excelente de matérias-primas altamente valiosas para as indústrias pecuárias (Padam *et al.*, 2014). A casca de banana desidratada surge como uma alternativa viável para ser utilizada como aditivo em silagens de gramíneas forrageiras com elevado teor de umidade, apresentando um alto índice de matéria seca, aproximadamente 91,64% (Souza *et al.*, 2016), e considerável valor nutricional.

Sabe-se que as cascas de banana contêm uma quantidade substancial de proteínas, lipídios, carboidratos, fibras e diversos minerais essenciais, tais como potássio, sódio, cálcio, ferro e manganês, o que as torna uma matéria-prima promissora para a produção de alimentos destinados aos animais (Anhwange, Ugye e Nyiaatagher, 2009).

Além disso, a casca de banana constitui uma rica fonte de carboidratos, com destaque para a pectina, que varia de 10 a 21% da matéria seca (Mohapatra, Mishra e Sutar, 2010).

Brant *et al.* (2017) avaliaram as perdas fermentativas e o valor nutricional das silagens de capim elefante com o aumento dos níveis de inclusão de casca de banana desidratada e observaram que essa inclusão reduziu as perdas do processo de fermentação com resultados mais consistentes no nível de inclusão de 25%. No entanto, estes autores salientaram para perdas no valor nutricional devido à qualidade fibrosa e proteica da casca de banana.

Contudo, Xue *et al.* (2020) formularam várias silagens, combinando subprodutos de banana com outros resíduos, para investigar suas características de fermentação e valor nutricional para a alimentação de gado de corte. Concluíram que a dieta contendo subprodutos frescos de banana + 4% de farinha de milho proporcionou melhor eficiência alimentar quando comparada às outras misturas. As medições corporais indicaram que os bovinos que consumiram essa mistura apresentaram tendência a ter maior comprimento diagonal corporal, altura e largura do quadril, bem como comprimento da parte inferior, em comparação com aqueles que consumiram outras combinações.

Um estudo prévio havia observado que os subprodutos da banana ensilados com melaço, ureia, gramíneas e leguminosas poderiam resultar em um perfil de fermentação excelente e em uma silagem de qualidade (Wadhwa, Bakshi e Makkar, 2015). No entanto, poucas pesquisas compararam as características de fermentação dos subprodutos da banana com outras opções de ensilagem, como a palha de arroz, a cana-de-açúcar e as gramíneas.

Estudos têm demonstrado que, em níveis apropriados, esses subprodutos podem substituir ingredientes brutos, como silagem de sorgo, e até mesmo alimentos concentrados tradicionais, como sorgo, milho e farelo de soja (Oliveira Rabelo, *de et al.*, 2020; Pimentel *et al.*, 2017).

Segundo Monção *et al.* (2016), Pimentel *et al.* (2017) e Carmo *et al.* (2018), os resíduos das culturas de banana apresentam as seguintes características nutricionais: 8 a 20% de matéria seca, 4,00 a 12,91% de proteína bruta, 4,49 a 8,00% de extrato etéreo, 45 a 65% de fibra de detergente neutro, 46,53% de fibra de detergente ácido, 6 a 17,57% de lignina, 30 a 54,91% de nutrientes digestíveis totais, 24,98% de pectina e 45 a 70% de digestibilidade da matéria seca *in vitro*. Portanto, esses resíduos podem ser incorporados em dietas animais como substitutos de alimentos convencionais.

3 MATERIAL E METÓDOS

3.1 Local, condições de solo e clima

O experimento foi conduzido no Setor de Forragicultura do Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas e as análises foram realizadas no Laboratório de Análises Bromatológicas, ambos situados na Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, no município de Cruz das Almas, a 12°40'39" latitude sul e 39°06'23" longitude Oeste de Greenwich, com 220 m de altitude.

As condições climáticas locais são caracterizadas como tropical quente e úmido Am e Aw, segundo a classificação de Köppen, Geiger (1948), com pluviosidade média anual de 1224 mm, com os meses mais chuvosos entre março e agosto enquanto os meses mais secos são o de setembro a fevereiro. A umidade relativa é de 80% na média anual e a temperatura gira em torno de 24°C (Mendonça *et al.*, 2020), no local do experimento o solo é classificado como Latossolo Amarelo distrocoeso, de textura média, relevo plano, bem drenado e profundo (Santos, 2013). O capim elefante utilizado para o estudo foi a cultivar BRS Capiapu, desenvolvida pela EMBRAPA Gado de Leite, em Minas Gerais. Já o engaço pertence a banana do subgrupo Cavendish, cultivar nanica, foi produzido na Fazenda Patamar, a 438 m de altitude, localizada no município Serra do Ramalho na Bahia.

3.2 Ensilagem

O procedimento teve início no dia 20 de agosto de 2022, onde foi preparada a silagem. O material foi ensilado seguindo o delineamento inteiramente casualizado, com quatro tratamentos: Tratamento 1 – T1 (apenas engaço), tratamento 2 – T2 (50% engaço + 12,5% Capim + 37,5% concentrado), tratamento 3 – T3 (50% engaço + 25% Capim + 25% concentrado), tratamento 4 – T4 (50% engaço + 37,5% Capim + 12,5% concentrado) com base na matéria natural ensilada (Tabela 1). Para cada tratamento foram realizadas 5 repetições totalizando 20 unidades amostrais. As amostras representativas do material da pré-silagem e, posteriormente, da silagem de todos os mini-silos foram submetidas às análises químico-bromatológicas.

O engaço e a forragem verde foram fragmentados em uma máquina forrageira estacionária, sobre lona plástica, sendo o tamanho de partícula teórico próximo de 3,5 cm. Posteriormente, foram homogeneizados, separados em porções de acordo com os tratamentos, adicionando diferentes proporções do concentrado (composto de 70%

farelo de milho e 30% farelo de soja) com base na matéria natural ensilada para serem subdivididos entre os silos experimentais.

Tabela 1. Descrição dos tratamentos e quantidades de material ensilado

Tratamentos	Tipo de material	Distribuição do material	Peso final
T1 - 100% Engaço	Engaço	12,5 Kg de EN	12,5
T2 - 50% Engaço + 12,5% Capiáçu + 37,5% Concentrado	Engaço + Capiáçu + Concentrado	6,25 kg de EN + 1,5625 kg de CP + 4,6875 kg de CN	12,5
T3 - 50% Engaço + 25% Capiáçu + 25% Concentrado	Engaço + Capiáçu + Concentrado	6,25 kg de EN + 3,125 kg de CP + 3,125 kg de CN	12,5
T4 - 50% Engaço + 37,5% Capiáçu + 12,5% Concentrado	Engaço + Capiáçu + Concentrado	6,25 kg de EN + 4,6875 kg de CP + 1,5625 kg de CN	12,5

Engaço (EN), Capiáçu (CP), Concentrado (CN). Fonte: Arquivo pessoal (2023).

As silagens foram armazenadas em minis-silos experimentais, confeccionados a partir de tubos de PVC, com capacidade média de 2,5 L (10 cm de diâmetro e 50 cm de altura). Para eliminação dos gases produzidos durante a estocagem da silagem, em cada tampa foi feito um pequeno orifício para encaixar uma mangueira de borracha com corte longitudinal funcionando como uma adaptação da válvula tipo Bunsen. Ao fundo de cada silo foi colocado 1,5 kg de areia para captação dos efluentes produzidos, cuja camada foi coberta com tela de polietileno de espessura fina a fim de se evitar a contaminação da silagem.

Em seguida, uma amostra de cada tratamento (pré-silagem) com aproximadamente 300 g foi coletada antes do enchimento dos silos, pesadas, separadas em sacos de papel kraft e levadas para secagem em estufa de circulação de ar forçada, a 55°C, para posterior análise da composição químico-bromatológica.

Para o enchimento dos minis-silos experimentais introduziu-se aproximadamente 2,500 Kg de material em cada silo, de forma a garantir que todos apresentassem a mesma densidade média de silagem (600 kg/m³ de forragem). A

compactação foi feita manualmente com auxílio de um bastão de madeira. Após o enchimento dos silos, esses foram tampados e as tampas foram vedadas com fita adesiva e mantidos em ambiente protegido até a abertura, após 30 dias de armazenamento.

3.3 Abertura dos silos

A abertura dos silos ocorreu 30 dias após a ensilagem, no dia 19 de setembro de 2022. Antes da retirada de amostras para análises laboratoriais, procederam-se as avaliações de perda por gases e efluentes. Tais variáveis foram quantificadas por diferença gravimétrica, segundo as equações descritas por Jobim *et al.* (2007). A perda total de matéria seca foi estimada pela diferença do peso bruto de matéria seca inicial e final dos silos experimentais, em relação à quantidade de MS ensilada, descontados o peso do conjunto silo e areia seca na ensilagem e do conjunto silo e areia úmida na abertura.

O peso dos silos também foi utilizado para a determinação das perdas de matéria seca do material ensilado durante o processo de fermentação, por meio da equação descrita por Jobim *et al.* (2007):

$$PMS = [(MSi - MSf) / MSi] \times 100$$

onde: PMS = perda total de MS (%); MSi = quantidade de MS inicial, calculada pelo peso (Kg) do silo após enchimento menos o peso do conjunto vazio (Kg), sem a forragem, antes do enchimento (tara seca) multiplicado pelo teor de MS da forragem na ensilagem; MSf = quantidade e MS final, calculada pelo peso (Kg) do silo cheio antes da abertura menos o peso (Kg) do conjunto vazio, sem a forragem, após a abertura dos silos (tara úmida) multiplicado pelo teor de MS da forragem na abertura.

A determinação da produção de efluente foi realizada mediante a diferença de pesagens do conjunto silo e areia, depois e antes da ensilagem, em relação à quantidade de matéria verde ensilada (MV), segundo a equação:

$$E = [(Pab - Pen) / (MVfe)] \times 1000$$

onde: E = Produção de efluente (kg/t de massa verde); Pab = Peso do conjunto (silo + areia + tela) na abertura (kg); Pen = Peso do conjunto (silo + areia + tela) na ensilagem (kg); MVfe = Massa verde de forragem ensilada (kg).

Foram retiradas amostras individuais de aproximadamente 300 g da silagem de cada minis-silo, pesadas, separadas individualmente em sacos de papel kraft e

levadas para secagem em estufa de circulação de ar forçada, a 55°C, para posterior análise da composição químico-bromatológica.

Tabela 2. Composição químico-bromatológica do Engaço, BRS Capiaçú, Farelo de soja, Farelo de milho e da Pré-silagem de engaço de banana em dieta completa sob diferentes concentrações de concentrado e BRS Capiaçú

Componentes	Farelo de milho*	Farelo de soja*	Capiaçú	T1	T2	T3	T4
Matéria Seca	87,83	88,36	32,60	8,04	32,26	34,64	21,70
Matéria Mineral	1,23	5,77	8,83	14,22	6,08	5,46	6,59
Proteína Bruta	9,77	44,47	12,51	-	-	-	-
FDN	15,87	18,78	75,24	69,23	43,55	45,08	54,06
FDA	5,44	9,66	39,95	48,87	15,34	14,58	22,57
Lignina	-	-	5,85	7,76	2,28	2,65	4,28
Celulose	-	-	29,44	41,11	13,06	11,92	19,99
Hemicelulose	-	-	35,29	20,36	28,21	24,04	31,49

Engaço (E), Capiaçú (CP), Fibras em Detergente Neutro (FDN), Fibras em Detergente Acido (FDA).
*Fonte: SILVA et al., 2009. Fonte; arquivo pessoal (2023).

3.4 Análise da composição químico-bromatológica e pH

As amostras representativas dos materiais experimentais antes e após o procedimento de ensilagem foram pesadas e submetidas a desidratação parcial, por conta da alta umidade, em estufa com circulação de ar forçada a 55°C por 72 horas. Ao término do período de pré secagem, as amostras foram resfriadas em temperatura ambiente até alcançarem equilíbrio com a umidade do ar, fazendo-se, a seguir, uma segunda pesagem, correspondendo às amostras secas ao ar (ASA). Sequencialmente, procedeu-se o processamento mecânico através da moagem em moinho de facas tipo Wiley com peneira de 1 mm, sendo todo material armazenado em recipientes vedados e identificados.

Amostras representativas do material da pré-silagem e a silagem de todos os minis-silos foram submetidas às análises químico-bromatológicas para determinação dos teores de matéria seca (MS), material mineral (MM) e proteína bruta (PB) conforme os métodos descritos por Silva e Queiroz (2009). Fibra em detergente neutro

(FDN), fibra em detergente ácido (FDA), celulose (CEL), lignina (LIG) e hemicelulose (HEM), reproduzindo os procedimentos de Van Soest (1994).

Após a abertura do silo, o conteúdo foi misturado de forma homogênea, e uma porção da silagem foi retirada para a medição do pH. Para realizar essa medição, nove gramas de silagem fresca foram diluídos em 60 mL de água destilada em copos plásticos. Após 30 minutos de repouso, a leitura do pH foi realizada em triplicata, seguindo o método descrito por Silva e Queiroz (2009).

3.5 Análise estatística

Os resultados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e teste de Tukey, adotando $P < 0,05$ como nível crítico para tomada de decisões, utilizando o pacote estatístico SAS (Statistical Analysis System 9.1).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 3 estão apresentados os valores das perdas e pH das silagens estudadas. Foi observado diferença significativa ($p < 0,0001$) para a produção de efluentes entre as silagens, onde o tratamento que continha apenas engaço apresentou a maior produção de efluente (13,91%) enquanto os demais sofreram redução à medida que se elevou a proporção de concentrado (Tabela 3), onde os menores valores de perdas por efluentes foram nos tratamentos com 37,5% e 12,5% de adição desse ingrediente. Tal resultado pode ser explicado devido a presença do farelo de milho e soja, que atuaram como aditivo sequestrante de umidade, uma vez que esses ingredientes apresentam elevado teor de matéria seca em sua composição, como observado na Tabela 2. A geração de efluentes pode afetar diretamente na diminuição do valor nutricional da silagem pela percolação de componentes do conteúdo celular como ácidos orgânicos e carboidratos solúveis, prejudicando a fermentação (Ribeiro et al., 2014).

Tabela 3. Teores médios das perdas por efluentes e gases, recuperação de matéria seca e pH de silagens de engajo de banana sob diferentes proporções entre concentrado e BRS Capiacu.

Item	Silagens				CV ^{1%}	EPM ²	P-Valor
	100 Engajo	50E + 12,5Cap +37,5Con	50E + 25Cap +25Con	50E + 37,5Cap +12,5Con			
%P. EFLUENTES	13,91 a	1,61 d	4,02 c	7,14 b	11,71	0,549	<0,0001
%P. GASES	2,38 ab	1,13 b	1,23 b	3,19 a	53,79	0,273	0,0264
%RMS	84,17 d	97,46 a	95,01 b	89,63 c	1,16	0,535	<0,0001
pH	4,66 a	4,54 b	4,50 b	4,55 b	1,03	0,043	<0,0001

¹CV: Coeficiente de variação; ²EPM: Erro padrão da média; * Médias seguidas pela mesma letra minúsculas nas linhas, não diferem entre si, pelo teste Tukey, para $p \leq 0,05$. Perdas (P), Recuperação de matéria seca (RMS). Fonte: Arquivo pessoal (2023).

Ainda na Tabela 3, estão apresentados os valores referentes as perdas por gases, onde estes apresentaram diferença significativa entre as silagens estudadas. Os tratamentos com adição de 25 e 37,5% de concentrado proporcionaram menores perdas por gases, tal como Negrão *et al.*, 2016, observaram ao adicionar farelo de arroz na silagem de capim *Brachiaria decumbens*. Possivelmente, essa condição promove a redução da população de microrganismos aeróbios que se desenvolve em silagens mal fermentadas aumentando a produção de gás, como é o caso das bactérias clostrídicas e enterobactérias (McDonald, 1981). Esses microrganismos geram compostos orgânicos que, por sua vez, vão gerar gases, especialmente CO₂, aumentando assim as perdas.

No tratamento com 37,5% de capim e 12,5% de concentrado, possivelmente pela combinação de menor proporção de farelo com maior proporção de capim, houve aumento da presença de oxigênio dentro do silo, por conta da dificuldade de compactação desse material, favorecendo a proliferação desses microrganismos, superando até mesmo o tratamento de 100% engajo.

Neste estudo, os valores de recuperação de matéria seca (RMS) se elevaram com o aumento da quantidade de concentrado utilizado na silagem de engajo (Tabela 3), com diferenças significativas entre todos os tratamentos, corroborando com Paula *et al.* (2020), que observaram maiores teores de recuperação de matéria seca em função da inclusão de fubá de milho na silagem de capim-elefante cv. BRS Capiacu.

Observa-se que o tratamento com maior proporção de concentrado, novamente possibilitou um ambiente interno no silo com melhores condições de fermentação, sendo observado também pela redução de perdas por efluentes e gases (Tabela 3),

que de acordo com Siqueira *et al.* (2007), está relacionado com a melhoria na RMS, pois desfavorece a produção de CO₂ por leveduras. Ainda assim, os demais tratamentos estão na faixa de recuperação de MS aceitável, que varia entre 80 a 90%, sendo que abaixo do valor mínimo pode ocorrer fermentações indesejadas gerando perdas por CO₂, calor e produção de ácidos orgânicos (Machado *et al.*, 2012).

Ainda na Tabela 3, estão apresentados os valores referentes ao pH, onde a silagem de 100% engajo apresenta um valor de 4,66 com uma diferença significativa em relação as demais silagens em estudo, que demonstraram resultados inferiores. Todavia, nota-se, que neste trabalho todas as silagens apresentam valores de pH acima da faixa recomendada para uma silagem bem preservada, (3,6 a 4,2; (Tolentino *et al.*, 2016). Este resultado pode ser explicado pelo fato que, no presente estudo, as fontes de concentrado (Farelo de Soja e Milho) não continham carboidratos solúveis necessários para o desenvolvimento de bactérias homofermentativas, que segundo Paula *et al.*, 2021, são responsáveis pela produção de ácido lático, produto determinante para a redução do pH durante o processo fermentativo. Além disso, segundo Pahlow *et al.*, (2003), a elevação dos valores de pH está associada, além da capacidade tampão do material, com consumo de ácidos orgânicos como fonte de energia por microrganismos heterofermentativos quando ocorre a deterioração durante o processo.

Tabela 4. Silagem de engajo de banana sob diferentes proporções entre concentrado e BRS Capiaçú

Item	Silagens				CV ^{2%}	EPM ³	P-Valor
	100 Engajo	50E + 12,5Cap +37,5Con	50E + 25Cap +25Con	50E + 37,5Cap +12,5Con			
Matéria seca	11,14 c	38,06 a	30,77 b	28,92 b	6,68	0,521	<0,0001
Matéria mineral ¹	16,18 a	5,50 b	6,01 b	7,33 b	18,34	0,341	<0,0001
Proteína Bruta ¹	8,18 d	28,30 a	24,26 b	17,41 c	4,28	0,440	<0,0001
FDN ¹	61,62 a	32,79 d	37,46 c	53,42 b	9,18	0,470	<0,0001
FDA ¹	37,01 a	10,95 d	16,15 c	27,13 b	8,14	0,427	<0,0001
Hemicelulose ¹	24,61 ab	21,84 bc	21,30 c	26,29 a	13,49	0,255	0,0003
Celulose ¹	31,29 a	9,56 d	13,67 c	22,20 b	7,87	0,400	<0,0001
Lignina ¹	5,73 a	1,38 d	2,47 c	4,92 b	15,82	0,188	<0,0001

¹em base de matéria seca; ²CV: Coeficiente de variação; ³EPM: Erro padrão da média; * Médias seguidas pela mesma letra minúsculas nas linhas, não diferem entre si, pelo teste Tukey, para p ≤ 0,05. Fibras em Detergente Neutro (FDN), Fibras em Detergente Acido (FDA).

No presente trabalho, os teores de matéria seca (MS) elevaram-se após a adição de concentrado (Tabela 4) devido ao alto nível de MS dos ingredientes (farelo de milho e soja) ensilados, como podemos observar na Tabela 2. De maneira semelhante, Bezerra *et al.* (2015) também observaram aumento nos níveis de MS em silagens de capim-elefante ao adicionar aditivo de farelo de milho. Houve diferença significativa entre os tratamentos, sendo que a silagem com apenas engaço apresentou um baixo percentual de MS em relação aos demais (11,14%). Isso pode ser explicado pelo alto teor de umidade do engaço (Tabela 2), que interfere no processo de ensilagem, ocasionando perdas nos valores nutricionais do material. Dessa forma, o uso de farelos como aditivos, devido ao seu elevado poder higroscópico, é indicado nessas condições, melhorando as características qualitativas da silagem (Santin *et al.*, 2020).

As silagens com 25% e 12,5% de concentrado se aproximaram mais da faixa recomendada de MS por McDonald (1981), que varia entre 30% e 35%, para permitir uma melhor preservação do material ensilado. O teor adequado de MS auxilia na estabilidade da fermentação durante o processo de ensilagem, reduz fermentações secundárias e perdas de nutrientes por efluentes, além de estar associado à presença de carboidratos solúveis (McDonald *et al.*, 1991).

A silagem com 100% de engaço apresentou diferença significativa na quantidade de matéria mineral (MM) em relação aos demais tratamentos em estudo (Tabela 4). Esse resultado se deve à maior concentração de MM presente no engaço de banana (Tabela 2). Assim como os demais resíduos da bananicultura, o engaço naturalmente apresenta elevado teor de minerais, como demonstrado no estudo de Gomes *et al.* (1989), que registrou acúmulos substanciais de macronutrientes como fósforo e potássio na bananeira.

Nos demais tratamentos, observou-se que ao se adicionar concentrado e capim na massa ensilada, ocorre a diluição do teor de MM, reduzindo-o na silagem pronta (Tabela 4). Apesar da relevância da fração mineral na dieta de ruminantes, neste caso, os minerais presentes podem não estar prontamente disponíveis para absorção no trato digestório, conforme Garcez *et al.* (2023). Além disso, valores elevados podem estar associados à diminuição do valor energético da silagem (Cruz *et al.*, 2019).

Referente aos valores de proteína bruta (Tabela 4), a incorporação do concentrado elevou o valor proteico das silagens em estudo, melhorando o seu valor nutricional, sendo esse um resultado já esperado pois farelo de soja exibe 44,47% de

PB na sua composição, como previsto na Tabela 2. É evidente que os tratamentos com maiores níveis de concentrado apresentam maior teor de PB, condizente com Zanine *et al.*, (2006) ao adicionar farelo de trigo na silagem de Capim-Mombaça, portanto, os tratamentos apresentaram diferenças significativas entre si, conforme a Tabela 4.

Além de participar significativamente no ganho de peso quando fornecida na dieta de ruminantes, a proteína também representa uma margem considerável nos custos de produção, sendo assim, seu desperdício deve ser evitado. O acúmulo de proteína na dieta pode levar a perdas através da ureia, assim como de energia para sintetizá-la (Caldas Neto *et al.*, 2008). Em decorrência disso, visando uma melhor nutrição, saúde animal e considerando-se a viabilidade econômica, o tratamento com 12,5% de concentrado foi o que mais se adequou a recomendação de PB para a dieta de ruminantes segundo a NRC (2000), de 12 a 16%, evitando desperdícios.

Salienta-se que a silagem de 100% engaço apresenta um conteúdo de 8,18% de PB (Tabela 4), que segundo Velho *et al.*, 2007 é mais que o suficiente para animais em manutenção que necessitam de no mínimo 7% de PB para manter um pleno funcionamento da fermentação no rúmen, não demandando a correção desse nutriente. Logo, a silagem de engaço não se trata de um alimento pouco nutritivo, apenas com excesso de umidade que pode interferir no seu perfil fermentativo gerando perdas.

No que diz respeito às fibras em detergente neutro e ácido (FDN e FDA), os teores das mesmas foram reduzidos com a adição do concentrado, uma vez que este, originalmente, apresenta baixos índices de fibra em sua composição, como podemos verificar na Tabela 2. Zanine *et al.*, (2006) relataram o mesmo comportamento na silagem de Capim-Mombaça com farelo de trigo, tanto para FDN quanto FDA. Os tratamentos com 37,5 e 25% de concentrado foram os que mais se ajustaram a faixa recomendada para dietas de ruminantes pelo NRC (2001) (25 a 33% de FDN e 17 a 21% de FDA).

Com base nos valores de FDA da pré-silagem (Tabela 2), estes apresentam um aumento após o processo de ensilagem como podemos observar na Tabela 4, isso ocorre pelo fato do consumo de carboidratos solúveis por microrganismo durante a fermentação aumentam a concentração do conteúdo da parede celular (fibras) que não são consumidos (Rego *et al.*, 2012).

As silagens com 100% engaço e com 12,5% de concentrado apresentaram valores muito acima dos demais tratamentos, tanto para FDN quanto para FDA (Tabela 4). A elevação em excesso dos níveis de fibras na alimentação de ruminantes pode afetar o desempenho das dietas, reduzindo o consumo através da saciedade causada pelo maior efeito físico no enchimento do rúmen e atraso da passagem do alimento no trato digestório conforme demonstrado por Resende *et al.* (1994). Além disso, os altos níveis de FDA, acima de 21%, estão associados com o baixo valor nutritivo das silagens (Negrão *et al.*, 2016).

Apesar da quantificação de fibras ser importante, a qualidade dessa fração é de suma importância. Segundo Mertens (1997), as diferenças na composição da parede celular através da hemicelulose, celulose e lignina estão ligados a digestão e o deslocamento do alimento no sistema digestivo dos ruminantes.

Para os teores de Hemicelulose (HEM) as silagens não apresentaram diferenças significativas em relação a silagem com apenas engaço, onde o tratamento com 37,5% de Capiçu teve o conteúdo de HEM mais alto (26,29%), conforme a Tabela 4. Em geral os valores de HEM encontrados apresentam valores próximos ao indicado por Reis (2000) de 10 a 25% da MS para forragens, farelos e polpas.

A adição de concentrado foi responsável pela redução nos teores de celulose e lignina das silagens (Tabela 4), com diferença significativa, isso graças ao efeito diluição dos ingredientes do concentrado. No ponto de vista nutricional, quando se utiliza alimentos volumosos, essa redução é benéfica por estar associada a elevação do valor nutritivo do alimento (Gayer *et al.*, 2019).

5. CONCLUSÃO

A silagem de engaço de banana tem potencial para alimentação animal, desde que se faça uso de aditivos sequestrantes de umidade, como no presente estudo através do concentrado e BRS Capiçu que foram responsáveis pela melhora do perfil fermentativo da silagem de engaço de banana diminuindo as perdas durante o processo, além de melhorar o seu valor nutricional para ruminantes em geral.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os tratamentos com adição de concentrado e BRS Capiçu proporcionaram uma silagem superior a testemunha, com destaque para a silagem com 37,5% de capiaçu e 12,5% de concentrado, que obteve médias próximas as recomendadas pela

literatura, ao mesmo tempo que possui a menor fração de concentrado, ingrediente de maior valor econômico. Assim, em termos gerais, para uma silagem de engajo em dieta completa com qualidade e baixo custo, esse tratamento é o mais indicado.

No entanto, as silagens em estudo devem ser avaliadas de acordo a necessidade do produtor, levando em consideração a condição econômica, tipo de animal e objetivo de produção, visando o melhor aproveitamento do alimento de acordo a suas circunstâncias.

7. REFERÊNCIAS

- ALVES, W. S. 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.
- ANHWANGE, B. A.; UGYE, T. J.; NYIAATAGHER, T. D. Chemical composition of *Musa sapientum* (banana) peels. **Electronic Journal of Environmental, Agricultural and Food Chemistry**, v. 8, n. 6, p. 437–442, 2009.
- BEZERRA, H. F. C. *et al.* Degradabilidade ruminal in situ de silagens de capim-elefante aditivadas com farelo de milho e inoculante da microbiota autóctone. **Rev. Bras. Saúde Prod. Anim**, v. 16, ed. 2, p. 265-277, 2015.
- BORREANI, G.; TABACCO, E.; SCHMIDT, R. J.; HOLMES, B. J.; MUCK, R. E. Silage review: Factors affecting dry matter and quality losses in silages. **Journal of Dairy Science**, v. 101, n. 5, p. 3952–3979, 1 maio 2018.
- 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**, v. 39, n. 2, p. 123–129, 2017.
- CALDAS NETO, S.F.; ZEOULA, L.M.; PRADO, I.N. Proteína degradável no rúmen na dieta de bovinos: digestibilidades total e parcial dos nutrientes e parâmetros ruminais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.6, p. 1094-1102, 2008.
- CARMO, T. D. DO; BARBOSA, P. M.; GERASEEV, L. C.; COSTA, D. S.; SELES, G. M.; DUARTE, E. R. Intake and digestibility of lamb fed diets containing banana crop residues. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 53, n. 2, p. 197–205, 1 fev. 2018.
- COTRIM, Daniela Costa. **Viabilidade Produtiva e Nutricional da Silagem do Resíduo da Bananicultura na Alimentação Animal**. 2021. 47 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal, 2021.
- CRUZ, S. S.; PASCOALOTO, I. M.; ANDREOTTI, M.; LIMA, G. C.; LATTARI, J. V. F.; SOARES, D. A.; MORAIS, G. N.; DICKMANN, L. Teor proteico e mineral das silagens de sorgo consorciadas com gramíneas aditivadas com uréia. **Archivos de Zootecnia**, v. 68, n. 262, p. 252-258, 2019.

- ELAHI, M. Y.; YUSUF, A. O.; TORSHABI, A.; FAZAELI, H.; DEHGHANI, M. R.; SALEM, A. Z. M. Ensiling Pretreatment of Banana Waste By-products: Influences on Chemical Composition and Environmental Rumen Biogas and Fermentation. **Waste and Biomass Valorization**, v. 10, n. 11, p. 3363–3371, 1 nov. 2019.
- ESSIEN, J. P.; AKPAN, E. J.; ESSIEN, E. P. Studies on mould growth and biomass production using waste banana peel. **Bioresource Technology**, v. 96, n. 13, p. 1451–1456, 1 set. 2005.
- GARCEZ, K.F. *et al.* Adição de farelos de milho, soja e arroz melhoram a conservação e valor nutricional de silagens de Tifton 85. **Brazilian Journal of Animal and Environmental Research**, Curitiba, v.6, n.2, p. 1773-1790, abr./jun.,2023.
- GAYER, T.O.; KASPER, N. F.; TADIELO, L. E.; KROLOW, R. H.; AZEVEDO, E. B.; OAIGEN, R. P.; CASTAGNARA, D.D. Different dry matters content used for the conservation of annual ryegrass (*Lolium multiflorum* Lam.) in anaerobic environment. **African Journal of Agricultural Research**, v. 14, n. 6, p. 369–378, 2019.
- GOMES, J. A. *et al.* Acúmulo De Macronutrientes Pela Bananeira Cv. Prata Em Diferentes Estádios De Desenvolvimento. **Anais da Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz**, v. 46, p. 1-40, 1989.
- HAPPI EMAGA, T.; ANDRIANAIVO, R. H.; WATHELET, B.; TCHANGO, J. T.; PAQUOT, M. Effects of the stage of maturation and varieties on the chemical composition of banana and plantain peels. **Food Chemistry**, v. 103, n. 2, p. 590–600, 1 jan. 2007.
- JESUS, F. M. DE; TEIXEIRA, F. A.; JARDIM, R. R.; SANTOS, J. P. DOS; FILHO, J. R. DOS S.; NASCIMENTO, A. A.; VIEIRA, T. M.; SILVA, H. S. DA; SILVA, S. N. DA; PORTO, E. M. V. Forage palm silage in complete diet. **Research, Society and Development**, v. 11, n. 9, p. e41911932027–e41911932027, 14 jul. 2022.
- JOBIM, C. C., Nussio, L. G., Reis, R. A., & Schmidt, P. (2007). **Avanços metodológicos na avaliação da qualidade da forragem conservada**. Revista Brasileira de Zootecnia, 36, 101-119.
- KÖPPEN, W.; GEIGER, R. **Klimate der Erde**. Gotha: Verlag Justus Perthes, 1948.
- KUNG, L.; SHAVER, R. D.; GRANT, R. J.; SCHMIDT, R. J. Silage review: Interpretation of chemical, microbial, and organoleptic components of silages. **Journal of Dairy Science**, v. 101, n. 5, p. 4020–4033, 1 maio 2018.
- LARSEN, S. U.; HJORT-GREGERSEN, K.; VAZIFEHKHORAN, A. H.; TRIOLO, J. M. Co-ensiling of straw with sugar beet leaves increases the methane yield from straw. **Bioresource Technology**, v. 245, p. 106–115, 1 dez. 2017.
- MACHADO, F. S. *et al.* **Qualidade da silagem de híbridos de sorgo em diferentes estádios de maturação**. Arquivo Brasileiro Medicina Veterinária e Zootecnia. V. 64, n. 3, 2012.

- MAKKAR, H. P. S.; ANKERS, P.; MAKKAR, H. P. S.; ANKERS, P. A need for generating sound quantitative data at national levels for feed-efficient animal production1. **Animal Production Science**, v. 54, n. 10, p. 1569–1574, 19 ago. 2014.
- McDONALD, P. **The biochemistry of silage**. Chichester: John Wiley e Sons, 1981. 218p.
- McDONALD, P.; HENDERSON, A.R. **The biochemistry of silage**. New York: John Wiley, 226p., 1991.
- MENDONÇA, A. V. R.; SANTOS, J. P. A.; VERDE, D. dos S. V.; SOUZA, M. O. de.; SOUZA, J. S. Production of seedlings of *Psidium cauliflorum* Landrum & Sobral. **Revista Caatinga**, v. 33, n. 2, p. 433–445, 2020.
- MERTENS, D.R. Creating a System for meeting the fiber requirement of dairy cows. **J. Dairy Science**, v. 80, p.1463-1481, 1997.
- MELO, M. T. P.; ROCHA JÚNIOR, V. R.; PIMENTEL, P. R. S.; CALDEIRA, L. A.; RUAS, J. R. M.; CHAMONE, J. M. A.; VIEIRA E SILVA, F.; LANNA, D. P. D.; SOARES, C. Composição de ácidos graxos do queijo e leite de vacas alimentadas com casca de banana. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 70, n. 3, p. 965–974, 1 maio 2018.
- MOHAPATRA, D.; MISHRA, S.; SUTAR, N. Banana and its by-product utilisation: an overview. **JSIR Vol.69(05) [May 2010]**, v. 69, p. 323–329, 2010.
- MONÇÃO, F. P.; REIS, S. T. DOS; RIGUEIRA, J. P. S.; SALES, E. C. J. DE; ALVES, D. D.; AGUIAR, A. C. R. DE; OLIVEIRA, E. R. DE; JÚNIOR, V. R. R. Ruminant degradation of dry matter and neutral detergent fiber of banana peel treated with limestone. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 37, n. 1, p. 345–356, 1 jan. 2016.
- MU, L.; XIE, Z.; HU, L.; CHEN, G.; ZHANG, Z. Cellulase interacts with *Lactobacillus plantarum* to affect chemical composition, bacterial communities, and aerobic stability in mixed silage of high-moisture amaranth and rice straw. **Bioresource Technology**, v. 315, p. 123772, 1 nov. 2020.
- NEGRÃO, F. M.; ZANINE, A. M.; SOUZA, A. L.; CABRAL, L. S.; FERREIRA, D. J.; DANTAS, C. C. O. Perdas, perfil fermentativo e composição química das silagens de capim *Brachiaria decumbens* com inclusão de farelo de arroz. **Rev. Bras. Saúde Prod. Anim.**, v. 17, n. 1, p.13-25, 2016.
- NRC. (2001). Nutrient Requirements of Dairy Cattle. 7th rev. edn. Natl. Acad. Press, Washington, DC.
- NRC. Nutrient Requirements of Beef Cattle. updated 7th.ed. Washington, DC:National Academy Press, 2000. 242p.
- OLAFADEHAN, O. A. Changes in haematological and biochemical diagnostic parameters of Red Sokoto goats fed tannin-rich *Pterocarpus erinaceus* forage diets. **Veterinarski arhiv**, v. 81, n. 4, p. 471–483, 20 jul. 2011.

OLIVEIRA RABELO, W. DE; JÚNIOR, V. R. R.; MONÇÃO, F. P.; COSTA, N. M.; RIGUEIRA, J. P. S.; SOUZA, B. P. DE; DURÃES, A. M. O.; ALVES, D. D.; AIURA, F. S.; CUNHA SIQUEIRA CARVALHO, C. DA; ASSIS PIRES, D. A. DE. Effect of different roughage sources associated banana pseudostem hay on the nutritional and behavioral parameters and performance of F1 Holstein/Zebu lactation cows. **Tropical Animal Health and Production**, v. 52, n. 6, p. 3769–3780, 1 nov. 2020.

PADAM, B. S.; TIN, H. S.; CHYE, F. Y.; ABDULLAH, M. I. Banana by-products: an under-utilized renewable food biomass with great potential. **Journal of Food Science and Technology**, v. 51, n. 12, p. 3527–3545, 3 dez. 2014.

PAHLOW, G.; MUCK, R. E.; DRIEHUIS, F.; OLDE, S.J.W.H.; SPOELSTRA, S.H. Microbiology of ensiling. In: BUXTON, D.R.; MUCK, R.E.; HARRISON, J.H. (Eds.) **Silage Science and Technology**. Madison: American Society of Agronomy, 2003. p.31-93.

PAULA, P. R. P. *et al.* Composição bromatológica da silagem de capim- elefante BRS Capiaçú com inclusão fubá de milho. **PubVet**, v. 14, n. 10, p. 1-11, 2020.

PAULA, T. A.; VÉRAS, A. S. C.; GOMES, R. N.; FERREIRA, M. A.. Produção de silagem: aspectos agrônômicos e valor nutricional em regiões semiáridas - revisão sistemática. **Arquivos do Mudi**, Maringá, v. 25, n. 2, p. 127-154, agosto. 2021.

PIMENTEL, P. R. S.; ROCHA, V. R.; MELO, M. T. P. DE; RUAS, J. R. M.; BRANT, L. M. S.; COSTA, N. M.; LEITE, G. D. O.; LEITE, M. D. O.; ALBUQUERQUE MARANHÃO, C. M. DE. Casca de banana em dieta para vacas F1 Holandês x Zebu. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 38, n. 2, p. 969–980, 1 mar. 2017.

QIAO, Y.; XU, F.; MING, X.; FENG, S.; JI, Y.; JIANG, Y.; LI, J.; WANG, B.; TIAN, Y. Valorization of Vegetable Waste via Pyrolysis: Thermal Behavior, Volatiles Release, and Products Analysis from Its Extractives. **Energy and Fuels**, v. 34, n. 2, p. 1896–1907, 20 fev. 2020.

REGO, F. C. A. *et al.* Perfil fermentativo, composição bromatológica e perdas em silagem de bagaço de laranja com diferentes inoculantes microbianos. **Ciências Agrárias**, v. 33, ed. 2, p. 3411-3420, 2012.

REIS, S.T. **Valor nutricional de gramíneas tropicais em diferentes idades de corte**. Lavras: UFLA, 2000. 99p. (Dissertação de Mestrado).

RESENDE, F.D.; QUEIROZ, A.C.; FONTES, C.A.A. Rações com diferentes níveis de fibra em detergente neutro na alimentação de bovídeos em confinamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.23, n.3, p.366-376, 1994.

RIBEIRO, L.S.O. *et al.* Características fermentativas, composição química e fracionamento de carboidratos e proteínas de silagem de capim-elefante emurcheado ou com adição de torta de mamona. **Ciências Agrárias**, Londrina, v. 35, n. 3, p. 1447-1462, maio/jun. 2014.

ROSENTRATER, K.; TODEY, D; PERSYN, R "; ROSENTRATER, K. A.; TODEY, DENNIS; PERSYN, RUSSELL. Quantifying Total and Sustainable Agricultural

Biomass Resources in South Dakota – A Preliminary Assessment. **Agricultural Engineering International: CIGR Journal**, 25 fev. 2009.

SÁ, M. K. N. DE; ANDRADE, A. P. DE; MAGALHÃES, A. L. R.; VALENÇA, R. DE L.; CAMPOS, F. S.; ARAÚJO, F. DOS S.; ARAÚJO, G. G. L. DE. Cactus pear silage with *Gliricidia Sepium*: food alternative for the semiarid region. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 2, p. e27210212473–e27210212473, 15 fev. 2021.

SANTIN, T.P. *et al.* Características fermentativas e composição química da silagem de sorgo (*Sorghum bicolor*) com uso de aditivos absorventes. **Brazilian Journal of Development**, Curitiba, v. 6, n. 8, p.54931-54943 aug. 2020.

SANTOS, H.G. dos; JACOMINE, P.K.T.; ANJOS, L.H.C. dos; OLIVEIRA, V.A. de; LUMBREAS, J.F.; COELHO, M.R.; ALMEIDA, J.A. de; ARAUJO FILHO, J.C. de; OLIVEIRA, J.B. de; CUNHA, T.J. F. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 5. edição revisada e ampliada. Brasília, DF: Embrapa, 2018.

SILVA, A. M.; OLIVEIRA, R. L.; RIBEIRO, O. L.; BAGALDO, A. R.; BEZERRA, L. R.; CARVALHO, S. T.; ABREU, C. L.; LEÃO, A. G. Valor nutricional de resíduos da agroindústria para alimentação animal. **Comunicata Scientiae**, v. 5, n. 4, p. 370–379, 30 dez. 2014.

SILVA, D. J.; QUEIROZ, A. C. **Análise de alimentos (métodos químicos e biológicos)**. 3.ed. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2009. 235 p.

SILVA, E. P. da, RABELLO, C. B. V., *et al.* Valores Energéticos De Ingredientes Convencionais Para Aves De Postura Comercial. **Ciência Animal Brasileira**, v. 10, p. 91-100, 2009.

SIQUEIRA, G. R.; REIS, R. A.; SCHOCKEN-ITURRINO, R. P.; PIRES, A. J. V.; BERNARDES, T., F.; AMARAL, R. C. Perdas de silagens de cana-de-açúcar tratadas com aditivos químicos e bacterianos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 36, n. 6, 2007.

SOUZA, C. F.; ROCHA JUNIOR, V. R.; REIS, S. T. DOS; ANTUNES, C. R.; RIGUEIRA, J. P. S.; SALES, E. C. J. DE; SOARES, C.; SOUZA, G. R. Casca de banana em dietas para vacas mestiças em lactação. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 17, n. 1, p. 86–100, 2016.

SRUAMSIRI, S. Agricultural wastes as dairy feed in Chiang Mai. **Animal Science Journal**, v. 78, n. 4, p. 335–341, 1 ago. 2007.

SUTARYONO, Y. A.; PUTRA, R. A.; MARDIANSYAH, M.; YULIANI, E.; HARJONO, H.; MASTUR, M.; SUKARNE, S.; ENAWATI, L. S.; DAHLANUDDIN, D. Mixed *Leucaena* and molasses can increase the nutritional quality and rumen degradation of corn stover silage. **Journal of Advanced Veterinary and Animal Research**, v. 10, n. 1, p. 118, 1 mar. 2023.

TEIXEIRA, F. A.; SANTOS, J. P. DOS; JESUS, F. M. DE; JARDIM, R. R.; PÚBLIO, P. P. P.; ROCHA, L. C.; FRIES, D. D.; SILVA, A. S.; DIAS, D. L. S.; PIRES, A. J. V. Total ensiled diet containing forage palm replacing sorghum meal. **Research, Society and Development**, v. 11, n. 12, p. e349111234593–e349111234593, 17 set. 2022.

TIAN, J.; XU, N.; LIU, B.; HUAN, H.; GU, H.; DONG, C.; DING, C. Interaction effect of silo density and additives on the fermentation quality, microbial counts, chemical composition and in vitro degradability of rice straw silage. **Bioresource Technology**, v. 297, p. 122412, 1 fev. 2020.

TOLENTINO, D. C. et al. Qualidade de silagens de diferentes genótipos de sorgo. **Acta Scientiarum Animal Sciences**, v. 38, n. 2, p. 143–149, 2016.

VAN SOEST, P.J. **Nutritional ecology of the ruminant**. 2.ed. New York: Cornell University Press, 1994. 476p.

VELHO, J. P. *et al.* Composição bromatológica de silagens de milho produzidas com diferentes densidades de compactação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 36, ed. 5, p. 1532-1538, 2007.

WADHWA, M.; BAKSHI, M. P. S.; MAKKAR, H. P. S. Waste to worth: Fruit wastes and by-products as animal feed. **CAB Reviews: Perspectives in Agriculture, Veterinary Science, Nutrition and Natural Resources**, v. 10, 2015.

WILKINSON, J. M.; DAVIES, D. R. The aerobic stability of silage: key findings and recent developments. **Grass and Forage Science**, v. 68, n. 1, p. 1–19, 1 mar. 2013.

XUE, Z.; MU, L.; CAI, M.; ZHANG, Y.; WANAPAT, M.; HUANG, B. Effect of using banana by-products and other agricultural residues for beef cattle in southern China. **Tropical Animal Health and Production**, v. 52, n. 2, p. 489–496, 1 mar. 2020.

YUSUF, A. O.; MLAMBO, V.; IPOSU, S. O. A nutritional and economic evaluation of *Moringa oleifera* leaf meal as a dietary supplement in West African Dwarf goats. **South African Journal of Animal Science**, v. 48, n. 1, p. 81, 6 fev. 2018.

ZANINE, A. M.; SANTOS, E. M.; FERREIRA, D. J.; PEREIRA, O. G.; ALMEIDA, J. C. C. Efeito do farelo de trigo sobre as perdas, recuperação da matéria seca e composição bromatológica de silagem de capim-mombaça. **Brazilian Journal Of Veterinary Research And Animal Science**, v. 43, n. 6, p. 803-809, 2006.

ZANINE, A. M.; SANTOS, E. M.; FERREIRA, D.J.; OLIVEIRA, J.S.; ALMEIDA, J. C. C.; PEREIRA, O. G. Avaliação da silagem de capim-elefante com adição de farelo de trigo. **Archivos de Zootecnia**, v. 55, n. 209, p. 75-84, 2006,