



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DA AMAZONIA
INSTITUTO DE SAÚDE E PRODUÇÃO ANIMAL
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

IZABELLA CORDEIRO DA COSTA GOMES

**BALANÇO DE NUTRIENTES DE SILAGENS DE RAIZ DE MANDIOCA EM
FUNÇÃO DA IDADE DE COLHEITA DA PARTE AÉREA**

Belém - PA

2022

IZABELLA CORDEIRO DA COSTA GOMES

**BALANÇO DE NUTRIENTES DE SILAGENS DE RAIZ DE MANDIOCA EM
FUNÇÃO DA IDADE DE COLHEITA DA PARTE AÉREA**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado à Universidade Federal
Rural da Amazônia, como parte das
exigências para obtenção do título de
Bacharel em Zootecnia.

Orientador: Prof. Cristian Faturi

Belém – PA

2022

IZABELLA CORDEIRO DA COSTA GOMES

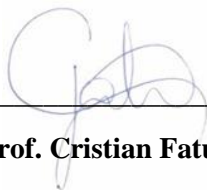
**BALANÇO DE NUTRIENTES DE SILAGENS DE RAIZ DE MANDIOCA EM
FUNÇÃO DA IDADE DE COLHEITA DA PARTE AÉREA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Universidade Federal Rural da Amazônia, como parte das exigências para obtenção do título de Bacharel em Zootecnia.

10/06/2022

Data da Aprovação

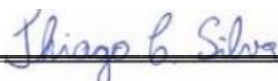
Banca Examinadora:



Prof. Cristian Faturi

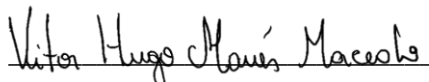
Universidade Federal Rural da Amazônia

Orientador



Prof. Dr. Thiago Carvalho da Silva (Membro titular)

Universidade Federal Rural da Amazônia



Dr. Vitor Hugo Maués Macedo (Membro titular)

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Bibliotecas da Universidade Federal Rural da Amazônia
Gerada automaticamente mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

G633b Gomes, Izabella

BALANÇO DE NUTRIENTES DE SILAGENS DE RAIZ DE MANDIOCA EM FUNÇÃO DA
IDADE DE COLHEITA DA PARTE AÉREA / Izabella Gomes. - 2022.

34 f.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Curso de Zootecnia, Campus Universitário de
Belém, Universidade Federal Rural Da Amazônia, Belém, 2022.

Orientador: Prof. Dr. Cristian Faturi

1. Forragem. 2. Perdas. 3. Poda. 4. Composição química. I. Faturi, Cristian, *orient.* II. Título

CDD 636.085



**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DA AMAZÔNIA
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA – CAMPUS BELÉM
TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO**

**DECLARAÇÃO DE APRECIÇÃO DAS CORREÇÕES SUGERIDAS PELA
BANCA AVALIADORA DO TCC**

Eu, Cristian Faturi, orientador da discente Izabella Cordeiro da Costa Gomes, matrícula 2017001787, declaro que esta versão final do Trabalho de Conclusão de Curso – TCC- **tiveram as correções e observações** para melhoria do trabalho **devidamente apreciados pelo estudante sob a minha orientação e que o texto redigido é original.**

Belém, Pará, 11 de julho de 2022

Assinatura manuscrita em azul do orientador, posicionada sobre uma linha horizontal.

Orientador(a)

As minhas avós que sempre estiveram cuidando, amando e rezando por mim. A minha tia Daniele Gomes por ter sido a mulher mais amorosa que pude conhecer. A mim mesma por decidir continuar.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço a Deus, por conceder por mim em todos os momentos da minha vida, por me abençoar, e ouvir minhas preces. Pelo espírito santo sempre acender em mim o fogo do seu amor para que eu nunca perdesse a fé e a esperança.

Agradeço a minha família, minha avó Margarida, Minha mãe Inês Maria, e meu irmão, por me aturarem todos os dias, com minhas inúmeras mudanças de humor, e por me apoiarem a cada passo na minha vida. Agradeço a minha avo Fatima por me pôr em suas orações, meu pai e meus tios que torceram por mim.

Agradeço a família Guimaraes, por serem um dos meus portos seguros, e por comemorarem comigo cada conquista, em especial meu padrinho Francisco Aldizio, por toda a preocupação, cuidado, carinho, e puxões de orelha durante toda a minha vida.

Agradeço aos meus irmãos, que são o motivo das minhas melhores alegrias, e aos meus sobrinhos que me fazem querer ser melhor, para construir algo que eu possa compartilhar com eles e manter sempre um laço de amor. Amo muito todos, mesmo eles pensando que esse parágrafo em dedicação a eles, seja para puxar saco.

Agradeço em especial a minha parceira desde o primeiro dia que eu pisei na UFRA, minha dupla de sempre Jessica Brenda, obrigada por tudo, por todos os momentos de alegria, de aflição e de conquistas. Eu acredito sinceramente que sem ti eu não conseguiria ser o que eu sou hoje, obrigada por ser tu mesma, sincera, atrapalhada, risonha, chorona e palhaça. Obrigada por compartilhar cada lagrima e sorriso comigo. São longuinho nos ajudou até aqui! E nossa mãezinha nazineira nos abençoou sempre! Amém! Obrigado Teco, obrigada por ser mais que uma amiga, ser uma irmã.

Agradeço aos meus parceiros Gabriel Ferreira e Maria Luiza, e agradeço a Deus por colocar eles na minha vida, são pessoas que quero amar, cuidar, comemorar cada conquista e puxar a orelha nos momentos necessários. São pessoas para a minha vida, cada barreira que enfrentamos juntos foram provas que podemos muito e vamos conquistar muitas coisas ainda.

Agradecer também a duas pessoas muito especiais que pude conhecer e amar, Aluizio Oliveira e Caroline Santa Rosa, meus futuros compadres. Foram pessoas muito essências, pela amizade, parceria, carinho e amor que tivemos durante a graduação.

Agradeço ao grupo que mais me fez rir durante a graduação e me fez levar a vida com mais leveza, as Luluzinhas, todas seguimos caminhos diferentes, mas a alegria e o deboche permaneceram, vocês são incrivelmente maravilhosas.

Ao meu grupo de coração, VEGAS, obrigada pelos melhores roles, melhores fofocas, melhores encontros, melhores risadas e histórias que vou guardar para toda a

minha vida. Agradeço aos membros: Rômulo, Aluizio, Caroline, Adria, Larissa, Lucas, Saymon e João Victor. O que acontece Vegas, fica em Vegas! Lembrando que Vegas não é o local, são as pessoas! Amo todos de paixão.

Agradeço em especial a amizade mais inusitada que tive durante a minha graduação, João Victor Pinheiro, é um cara incrível, e que me ajudou muito mais que um colega de estágio, me ajudou como um irmão, es meu psicólogo da alma, obrigada pelos toques de realidade, pois muitas vezes eu não queria viver a realidade. Obrigada por tudo, vai da certo! Tem que dá!

Agradeço em especial o Grupo de estudos GERFAM, minha família científica, agradeço todos os ensinamentos que me foram repassados, obrigada por cada aprendizado, por tudo. Aos amigos que fiz nele, e hoje são pessoas que tenho com grande carinho, Geissy, Nauara Filho, Dayana, Francy, João Victor Oliveira, Raissa Rodrigues, Agatha, Rosana, Elaine, Lorena e Deyvid. Em especial Andreza Amoras e Juliana Pitirini por serem grandes mães!

Agradeço aos meus orientadores, Cristian Faturi, Thiago Carvalho e Aníbal Coutinho, por todo ensinamento que me foi repassado, peço perdão por meus descuidos, erros e falhas como orientada, mas tento e irei continuar tentando ser a cada dia mais uma pessoa e profissional melhor, vocês foram essências para a minha vida na graduação, profissional e até mesmo pessoal, obrigada pela amizade. (Obrigada pelos conselhos amorosos Faturi, deu tudo errado, nota 2), (Pai Thiago, ainda prefiro o timão! Obrigada por ser um paizão!).

Agradeço aos meus amigos de vida, Ana Clara, Pedro Paulo, Camila Nathalia, Arilton, Daniel Silva, Igor Cristian, Victoria, Leandro, Matheus por todo o apoio, carinho, risadas, leveza e forças que vocês me oferecem, espero poder devolver o dobro na vida de vocês.

Agradeço a todos os meus professores e profissionais, que conheci durante a minha graduação, e que somaram na minha formação, e me fizeram ver o amor em ser uma profissional, e amar o que eu faço.

RESUMO

A mandioca é um alimento muito utilizado tanto na alimentação humana quanto animal. A raiz de mandioca é considerada como principal parte da planta, por ser um alimento rico em amido. A parte aérea também é muito utilizada na alimentação animal por ser um alimento com altas concentrações de proteína. A poda da parte aérea estimula o maior crescimento vegetativo foliar da planta, todavia pode interferir em suas raízes. Objetivou-se, com este trabalho avaliar o efeito da idade de corte da parte aérea sobre a composição química da silagem de raiz de mandioca e estimar o balanço de nutrientes. O experimento foi realizado em delineamento em blocos casualizados, num fatorial 2x5, comparando a raiz in natura ou ensilada com cinco idades de corte da parte aérea de mandioca (6, 7, 8, 9 e 10 meses) e uma idade controle (11 meses), com cinco repetições. Sendo 4 blocos com 24 parcelas, cada bloco representou uma repetição por tratamento. As parcelas foram compostas de 49 plantas distribuídas em sete linhas de plantio. As silagens foram confeccionadas em baldes plásticos como mini silos experimentais com capacidade de 10 litros para serem abertos aos 90 dias após o armazenamento. Após a abertura dos silos as amostras foram direcionadas para a análise da composição química e depois foram quantificadas as perdas. Não houve efeito de interação ($P>0,05$) para a matéria seca (MS), matéria orgânica (MO) e matéria mineral (MM). Observou-se efeito quadrático ($P>0,05$) para os valores de PB na raiz in natura em função da idade de corte da parte aérea da planta. Para as perdas não foi observado diferença significativa ($P>0,05$) para MS, MO, MM e PB, no entanto, observou-se diferença significativa ($P>0,05$) nas perdas de FDN, onde se apresentou crescimento linear conforme a idade de corte da parte aérea da planta de mandioca. Dessa forma, conclui-se que a idade de corte da parte aérea da planta de mandioca não alterou a composição química da silagem da raiz, entretanto, o processo de ensilagem da raiz, em pequenos silos experimentais, resultou em grandes perdas de nutrientes por deterioração na parte superior dos silos.

Palavras-chaves: Forragem; perdas; poda; composição química.

ABSTRACT

Cassava is a food widely used in both human and animal nutrition. Cassava root is considered as the main part of the plant, as it is a food rich in starch. The aerial part is also widely used in animal feed because it is a food with high concentrations of protein. The pruning of the aerial part stimulates the greater vegetative growth of the leaves of the plant, however it can interfere with its roots. The objective of this work was to evaluate the effect of cutting age of the shoot on the chemical composition of cassava root silage and to estimate the nutrient balance. The experiment was carried out in a randomized block design, in a 2x5 factorial, comparing the fresh or ensiled root with five cutting ages of cassava shoots (6, 7, 8, 9 and 10 months) and a control age (11 months), with five repetitions. Being 4 blocks with 24 plots, each block represented one repetition per treatment. The plots were composed of 49 plants distributed in seven planting lines. The silages were made in plastic buckets as experimental mini silos with a capacity of 10 liters to be opened 90 days after storage. After opening the silos, the samples were directed to the analysis of the chemical composition and then the losses were quantified. There was no interaction effect ($P>0.05$) for dry matter (DM), organic matter (OM) and mineral matter (MM). A quadratic effect ($P>0.05$) was observed for the CP values in the in natura root as a function of the cutting age of the aerial part of the plant. There was no significant difference ($P>0.05$) for the losses for MS, MO, MM and CP, however, there was a significant difference ($P>0.05$) in the NDF losses, where there was linear growth according to age cutting of the aerial part of the cassava plant. Thus, it is concluded that the cutting age of the shoot of the cassava plant did not change the chemical composition of the root silage, however, the process of root silage, in small experimental silos, resulted in large losses of nutrients by deterioration at the top of the silos.

Key words: Forage; losses; pruning; chemical composition.

SÚMARIO

1. INTRODUÇÃO	13
2. REVISÃO DE LITERATURA	15
2.1. A cultura da mandioca.....	15
2.2. Idade de poda	17
2.3. A raiz de mandioca como alimento animal	17
2.4. Silagem.....	18
2.5. Silagem de raiz de mandioca.....	19
3. MATERIAL E MÉTODOS	20
3.1. Localização e caracterização da área experimental.....	20
Localização e Clima	20
Implantação do experimento	20
3.2. Delineamento experimental e análise estatística	21
3.3. Avaliação e variáveis	22
Composição química	22
Perdas Totais	22
Análise estatística	22
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	22
5. CONCLUSÃO	28
6. REFERÊNCIAS	28

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Teor de PB da raiz de mandioca in natura e ensilada de acordo com a idade de corte da parte aérea da planta.	24
Figura 2. Teor de FDN da raiz de mandioca in natura e ensilada de acordo com a idade de corte da parte aérea da planta.....	25
Figura 3. Teor de perdas FDN da silagem de raiz de mandioca em função da idade de corte da parte aérea.	27

1. INTRODUÇÃO

Os custos empregados na alimentação animal são os maiores desafios para os produtores, tornando-se os principais obstáculos na produção de ruminantes. O uso do milho como um dos principais ingredientes para a alimentação animal, por ser uma importante fonte de amido, pode acarretar em maiores custos na produção, já que seu preço, está atrelado ao mercado internacional, e em alguns momentos, se torna desfavorável ao custo/benefício do sistema de produção (Vieira et al., 2017).

A procura por alternativas de alimentos na produção animal vem sendo ampla, visto que as fontes alternativas possuem como objetivo substituir ou complementar a alimentação com o intuito de diminuir o custo elevado sem alterar o desempenho animal (Araújo et al., 2016). Entre a grande diversidade de produtos que podem ser utilizados na alimentação animal, a mandioca é um dos mais promissores, pois além de ser um produto com potencial de substituir o milho, ela exige baixa utilização de insumos agrícolas durante a produção em comparação com outras culturas (Silveira, 2019).

A cultura da mandioca é muito utilizada na alimentação humana sendo uma importante fonte de energia, além de ter um grande destaque na agricultura familiar. Entretanto, a mandioca é um alimento ainda pouco explorado para a alimentação animal, mesmo sendo uma ótima alternativa para a produção de ruminantes (Tagliapietra et al., 2019). É um dos alimentos mais difundidos no mundo, tornando-se um produto de principal fonte socioeconômica na agricultura familiar. Todavia, pela pouca informação de estudos e tecnologias, a população desconhece suas vantagens como uma fonte de renda extra para a produção de animais, dentre os quais, os ruminantes (Macedo et al., 2019).

A raiz de mandioca é considerada uma importante fonte de energia por apresentar elevada quantidade de amido em sua composição variando entre 80 a 90% (Montagnac et al., 2009), tornando-se um favorável substituto do milho na alimentação de ruminantes, além de possuir um menor custo de produção. Entretanto, tal alimento quando colhido é altamente perecível, pois possui um teor de matéria seca que pode variar de 30 a 40%, considerado baixo comparado com outras fontes de carboidrato de mesma natureza (Ribeiro et al., 2013).

Além disso, a mandioca possui alta concentração de glicosídeos cianogênicos que ao sofrerem degradação ocasionam a liberação de ácido cianídrico, o qual pode causar intoxicações ao animal. Por este motivo não se recomenda o uso deste alimento *in natura*.

Dessa forma, é necessário a utilização de técnicas que suprimam o potencial de toxidez deste fator antinutricional (Oliveira, 2013).

A realização de poda da parte aérea da mandioca conforme o estágio vegetativo da planta, reduz o teor de ácido cianídrico nas raízes (Moura & Costa, 2001). Outrossim, o corte da parte aérea promove o aumento dos órgãos de reserva das plantas, potencializando a produtividade de biomassa e aumentando o rendimento da cultura (Moreira et al., 2014). Outro fator, é a utilização da parte aérea da planta destinada para a produção animal, considerado um alimento rico em proteína (Carvalho et al., 1983). Contudo, a realização da poda pode interferir no armazenamento de amido na raiz de mandioca, pois ao restringir o crescimento da parte aérea limita o processo de fotossíntese e reduz o potencial de acúmulo de fotoassimilados (Oliveira et al., 2010). Outra alternativa eficaz e muito utilizada para tal prática, é a realização do processo de ensilagem (Silva, 2020).

A silagem é uma das formas mais difundidas no mundo para o armazenamento de alimentos na produção animal. A prática consiste em conservar o material ensilado por meio da fermentação promovida por bactérias produtoras de ácido lático que utilizam principalmente os carboidratos solúveis como fonte de substrato (Macedo et al., 2017). Quando realizado corretamente o processo da produção e armazenamento do alimento ensilado, este irá passar por processos fermentativos onde irão conservar os valores nutritivos do alimento ensilado. Dessa forma, ocorrem menores riscos de perdas, permitindo o armazenamento e o fornecimento do alimento aos animais em momentos mais propícios, como em períodos de escassez de forragem (De Paula et al., 2021).

Todavia, diversos fatores podem influenciar na qualidade final da silagem, sendo essencial conhecer o correto processo de ensilagem para evitar perdas no produto. Um dos indicadores mais comuns qualitativos da silagem é a matéria seca (MS). Exemplo disto, que a medida que o teor de MS do material diminui, a produção de efluentes aumenta, mostrando assim a importância da MS para se evitar perdas de nutrientes e a diminuição do valor nutricional do material ensilado (Macedo et al., 2019).

Dessa forma, alguns nutrientes essenciais que se busca nesse alimento para o fornecimento na alimentação animal podem ser diminuídos ao final do processo fermentativo da silagem (Machado et al., 2012). Sendo assim, hipotetiza-se que a idade de poda da parte aérea da planta influencia na composição química das raízes de mandioca *in natura*, assim como na composição química da silagem de raiz de mandioca. Objetivou-se, com este trabalho avaliar o efeito da idade

de corte da parte aérea sobre a composição química raiz de mandioca *in natura* e da silagem e estimar suas perdas.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. A cultura da mandioca

A mandioca (*Manihot esculenta Crantz*), também conhecida como macaxeira, aipim, sagu, entre outros nomes, dependendo da região no país, é pertencente da família Euphorbiaceae (Lorenzi 2009), possuindo uma alta variabilidade genética. Todavia, somente 98 espécies são reconhecidas nos bancos brasileiros de germoplasma de mandioca (Santos et al., 2018).

A planta possui origem no Brasil, sendo uma das principais culturas agrícolas no país, por sua rusticidade e boa adaptação em climas e solos distintos. Por ser cultivada em todo território nacional, ela tornou-se de grande importância social e cultural, além de ser uma das principais fontes de renda para pequenos produtores de todo país (Conab 2017; Goedert, 2011).

A mandioca é um dos alimentos mais consumidos no mundo, principalmente nas regiões tropicais, onde o cultivo ocorre em maior intensidade. Destaca-se pela sua rusticidade e grande capacidade de adaptação às condições desfavoráveis de clima e solo, além de sua multiplicidade de usos, seja para consumo humano, animal ou industrial (Silva et al., 2020).

Além da sua produção no Brasil, a mandioca tem produção por diversos países. Atualmente o maior produtor de mandioca mundial é a Nigéria, seguido da Tailândia e Indonésia. A contribuição expressiva da Nigéria foi de aproximado 59,4 milhões de toneladas de mandioca, que representa cerca de 35% da produção africana e 21% do total mundial (FAO, 2018).

Na Ásia, Tailândia e Indonésia se destacam como principais produtores do continente, representando cerca de 59% da produção de mandioca, que no ano de 2018 chegou a registrar 80,6 milhões de toneladas. A Tailândia além de ser o maior produtor e exportador de fécula de mandioca do mundo, também é responsável pela produção de “pellets”, que são exportados para a União Europeia, onde são empregadas na composição de rações para animais (DERAL, 2020).

O Brasil é o maior produtor de mandioca da América Latina, representando mais de 70% da produção (DERAL, 2020) e o quarto maior produtor mundial de mandioca com 20,1 milhões de toneladas (FAO, 2019). A produção de mandioca está presente em todos os estados brasileiros, isso se dá, por ser uma cultura rústica, sem muitas exigências com tratamentos culturais, possui uma fácil adaptação em diferentes tipos de clima e solo e tais características se destacam positivamente para a distribuição no território nacional (Brito et al., 2019).

O cultivo de mandioca no país se encontra em menor ou maior escala, sendo cultivada principalmente em pequenas propriedades, como em sistemas de agricultura familiar, no qual

possuem a mandioca como principal fonte de alimento e renda (Tironi et al., 2017). A maior produção de mandioca do país se concentra na região Norte que corresponde 38% da produção, seguida pelo Sul com 24,2%, nordeste 17,9%, Sudeste 11,9% e Centro-Oeste com 7,7%. (DERAL, 2020). Segundo dados do IBGE. SEAB/DERAL (2020), na região Norte, o Pará se encontra como maior produtor de mandioca por área da região, e segundo maior estado de produtividade da região, já o Estado do Acre possui liderança em produtividade.

A mandioca é cultivada em todas as regiões do país assumindo grande importância na alimentação humana e animal, apesar dessa segunda ainda ser pouco explorada no Brasil. A região Norte é a segunda maior produtora dessa cultura, sendo o Pará o mais representativo da região e do país com 3 milhões toneladas de produção média anual, dados de 2018 segundo o IBGE.

Além da mandioca ser uma das principais fontes na alimentação humana, ela também constitui como uma atividade econômica para boa parte dos produtores, principalmente os de agricultura familiar (Frazonin et al., 2016). Maior parte da produção de mandioca é para o consumo em forma de farinha, o restante da produção é destinado a outros tipos de mercados como beijus, tapioca, fécula, subprodutos para implementação na alimentação animal, e para uso industrial não alimentícios, como para o setor têxtil e de papel, entre outros destinados a indústrias, assim como utilizada para adubação do solo e controle de pragas (Alves et al., 2009).

Segundo a pesquisa anual de campo realizada pelos técnicos do Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada – CEPEA/ESALQ, no ano de 2019, o país produziu cerca de 504 mil toneladas, e o Paraná, é o estado que possui a maior concentração de indústrias de fécula de mandioca, que conta com 42 unidades de um total de 71 existentes no Brasil. Assim, o Paraná representa 59% das indústrias e cerca de 64% da capacidade instalada, o que significa aproximadamente 14.000 toneladas de raiz de mandioca/dia. Dentre os maiores produtores de fécula destacam-se os estados do Paraná que representa acima de 60% da produção nacional e na sequência o Mato Grosso do Sul, São Paulo e em menor escala o estado de Santa Catarina (DERAL, 2020).

No mercado internacional, a fécula é um produto em destaque de produção e de exportação. A fécula possui grande utilização em diversos setores, além do setor alimentícios, também é utilizada nos setores farmacêuticos, têxtil, química, cosméticos e papel. Um dos maiores produtores e exportadores mundial, é a Tailândia e suas exportações representam cerca de 85% do total transacionado no mercado internacional e se encaminha principalmente para a União Europeia, onde o produto é destinado para complementar dietas de animais em confinamento (DERAL 2020).

2.2. Idade de poda

A mandioca é um dos alimentos mais consumidos no mundo, suas raízes são consideradas como a parte mais importante da planta, por ser rica em fécula, que é muito utilizada tanto na alimentação humana e animal, como utilizada para diversos setores da indústria (Tironi et al., 2015). A parte aérea da planta também é um alimento muito destinado para a produção animal, por ser um alimento que contem bons valores de Proteína (16%) (Carvalho et al., 1983; Andrade et al., 2012).

O ciclo de desenvolvimento da mandioca é composto por quadro fases fisiológicas, sendo três fases ativas e uma de repouso vegetativo. As quadro fases distintas são denominadas de fase de emergência, fase vegetativa, fase reprodutiva e a última fase de repouso vegetativo (Tironi et al., 2019)

A fase reprodutiva é uma das mais importantes, inicia-se com a translocação dos fotoassimilados para os tubérculos. Onde a biossíntese do amido ocorre devido a sacarose produzida através da fixação de carbono pelas folhas e o seu transporte para as raízes, ocasionando assim, a produção de energia e biossíntese de amido (LI et al., 2017).

Com objetivo de utilização da parte aérea como forragem, na alimentação animal, o corte promove o aumento dos órgãos de reserva das plantas, potencializando a produtividade de biomassa e aumentando o rendimento da cultura (Moreira et al., 2014).

Todavia, a poda da parte aérea da planta pode restringir o crescimento foliar da planta, e conseqüentemente a fotossíntese é limitada, reduzindo o potencial de fotoassimilados (Oliveira et al., 2010). Isso diminui as reservas de energia contidas na raiz podendo afetar seus nutrientes.

2.3. A raiz de mandioca como alimento animal

Um dos principais componentes morfológicos da mandioca é a raiz, por ser um alimento de grande valor energético e ter como principal nutriente o amido (Tironi et al., 2015). Mesmo sendo rico em energia, a composição desse alimento apresenta pouco material fibroso, elevado coeficiente de digestibilidade e larga relação nutritiva. Grande parte dos carboidratos solúveis presentes, como sacarose, maltose e glicose fazem a constituição do amido. Com relação a fração proteica, o alimento possui baixos níveis dos aminoácidos essenciais como metionina e cistina e possui elevados níveis de lisina e triptofano (Carvalho, 1983).

Um dos principais obstáculos na produção animal são os elevados custos dos alimentos utilizados nas rações. Uma estratégia muito utilizada para contornar esse problema, é a utilização de alimentos alternativos que sejam economicamente viáveis e que gerem resultados que permitam o bom desempenho do animal (Dourado et al., 2017).

A procura por alternativas de alimentos menos dispendiosos cresce cada vez mais. A raiz de mandioca por ser um alimento de menos exigência no plantio e cultivo, ter boa adaptação, e principalmente por ser um alimento rico em energia, que é um componente essencial na dieta dos animais, se torna uma alternativa alimentícia importante nessa busca (Tagliepietra et al., 2019)

A raiz de mandioca na alimentação animal, pode ser fornecida de variadas formas, desde da sua forma fresca, desidratada, em raspas e silagem (Vieira et al., 2017). O fornecimento da raiz de mandioca fresca, é um processo que implica um controle diário, tanto para o consumo da mandioca como do suplemento, que se utiliza em conjunto, como da variedade utilizada, se é mansa ou brava. Quando é da variedade mansa, o fornecimento pode ser imediato após ser triturado. Já quando a variedade é brava, é necessário que o material após triturado, deva permanecer em repouso por período de 24h para que haja a liberação do princípio tóxico (Almeida et al., 2005).

A raiz de mandioca é um alimento que contém em sua composição o ácido cianídrico, que é prejudicial tanto para o consumo humano quanto animal. Métodos eficientes que consistem na redução da toxicidade como a desidratação do material, fornecimento em raspas, paletes e a silagem, são utilizados tornando o consumo de raiz seguro para a alimentação animal (Almeida et al., 2005).

A raiz de mandioca ensilada, também é uma forma muito utilizada para o fornecimento na alimentação animal. As raízes de mandioca por possuírem carboidratos de fácil fermentação, oferecem condições boas para ensilagem, assim com desenvolvimento do processo sem muitas dificuldades. Todavia, é necessário que o processo de ensilagem seja seguido de forma correta, para se ter resultados bons, com uma silagem de boa qualidade (Almeida et al., 2005).

2.4. Silagem

A pecuária é uma atividade bastante desenvolvida por toda a região do Brasil, gerando renda principalmente para a agricultura familiar. Todavia a região possui constante ocorrência de estacionalidade da produção de forragem e como consequência afeta principalmente o desempenho produtivo dos rebanhos (Coutinho et al., 2013; Oliveira et al., 2015).

Dessa forma, a utilização de estratégias que driblem esse déficit na produção animal torna-se essencial. O método de conservação de alimentos como o processo de ensilagem torna-se uma alternativa muito viável, proporcionando volumoso de boa qualidade nesse período de escassez (Wilkinson; Rinne, 2018).

A ensilagem é um processo de conservação de forragem e grãos que ocorre por meio da fermentação microbiana em condições de anaerobiose. A silagem é o produto formado a partir da fermentação em meio anaeróbico que ocorre no processo de ensilagem. As estruturas onde o processo de fermentação ocorre são chamadas de silos, no qual o alimento é compactado, armazenado e vedado (Novaes e al., 2004).

O processo de ensilagem ocorre em 5 etapas, colheita, picagem, enchimento do silo, compactação e vedação (Silva & Silva, 2017). Quando realizado de forma adequada, respeitando todos os princípios básicos, desde a escolha do material, manejo dos procedimentos ao estágio de maturação da forrageira, resultará em um produto de qualidade gerando maior aceitabilidade e digestibilidade pelos animais (Silva et al., 2015).

Perdas de matéria seca da forragem são um dos principais fatores que podem comprometer a eficiência na conservação da silagem. Dessa forma, o material utilizado na ensilagem deve ter o teor de matéria seca ideal para que ocorra uma compactação e fermentação adequada (Jobim & Nussio, 2013).

Após o fechamento do silo, se inicia o processo de fermentação, onde bactérias lácticas fermentam os carboidratos e açúcares solúveis, transformando-os em ácido lático, promovendo a conservação do material ensilado (Silva et al., 2010).

O processo de fermentação é dividido em quatro fases segundo Weinberg & Muck (1996): Fase 1 – fase aeróbia, esta fase se inicia desde o pré-fechamento do silo; Fase 2 – fase anaeróbia, quando se inicia ativamente a fermentação das bactérias lácticas, onde se encontram sem oxigênio; Fase 3 – fase de estabilização, quando o pH da silagem se encontra em torno de 3,8 a 4,2 que inibe a ação das bactérias, interrompendo os processos de fermentação estabilizando a massa; Fase 4 – fase de deterioração aeróbia, ocorre na abertura do silo, quando o material ensilado entra em contato novamente com o oxigênio, neutralizando o pH e favorecendo o desenvolvimento de microrganismos aeróbios deterioradores do alimento como fungos filamentosos e leveduras.

Alimentos que apresentam altas concentrações de carboidratos solúveis, como milho, sorgo e mandioca possuem pré-disposição a serem deterioradas com mais rapidez quando expostas ao oxigênio. Isso se dá, pelo fato de quando expostas ao oxigênio, os carboidratos residuais e o excesso de ácido lático, produzidos durante o processo de fermentação, estão prontamente disponíveis para microrganismos deterioradores, ocasionando perdas de nutriente e baixa estabilidade aeróbia da silagem (Neumann et al., 2010).

2.5. Silagem de raiz de mandioca

A mandioca é um alimento rico em energia, principalmente em suas raízes, sendo uma excelente fonte para a alimentação animal. Após a colheita da mandioca, o alimento sofre o processo de deterioração (Araújo et al., 2016). O uso da mandioca na forma de raspa e silagem ajudam a minimizar essas perdas, pois são formas que irão preservar e concentrar valores nutritivos, além de serem métodos de armazenamento para a utilização do alimento em períodos críticos (André et al., 2012).

O ácido cianídrico, que é o glicosídeo cianogênio de maior potencial tóxico presente na mandioca, pode ser reduzido até 63% com o processo de ensilagem (Carvalho et al., 1983). Todavia, a mandioca *in natura* pode ser fornecida na alimentação de ruminantes, já que os mesmos possuem microrganismos presentes no rúmen que são capazes de neutralizar os efeitos nocivos do ácido cianídrico (Anaeto et al., 2013).

Devem ser mantidos e realizados todos os cuidados que podem minimizar os riscos de intoxicação futuras. Além disso, em toda alteração na alimentação animal deve-se ter cautela e ser de forma gradativa, habituando os animais a nova dieta, evitando problemas de rejeição ao alimento e perdas produtivas (Carvalho et al., 1983).

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Localização e caracterização da área experimental

Localização e Clima

A implantação da lavoura de mandioca foi feita na Fazenda Escola de Igarapé-Açu (FEIGA), localizada no município de Igarapé-Açu, Pará, 01°07'21" S e 47°36'27" O. Conforme a classificação de Köppen, o clima da região é do tipo climático 'Ami' (tropical de monções quente e úmido), caracterizado por clima chuvoso, apresentando pequena estação seca (PACHECO & BASTOS, 1999). A região possui média anual da temperatura máxima de 32,2°C e a mínima anual é 21,7°C. As chuvas da região não são distribuídas de forma homogênea, assim possui maiores precipitações entre os meses de março e abril, e as menores precipitações entre os meses de setembro e outubro, apresentando variações em suas médias anuais de pluviosidade entre 2.302,5 mm e 2.857,4 mm (PACHECO & BASTOS, 2011).

Implantação do experimento

Antes da formação da lavoura, a área de cultivo se encontrava em repouso por aproximadamente cinco anos, estando recoberta por vegetação rasteira composta predominantemente por plantas daninhas do gênero *Cyperus* sp. Para o preparo, foi realizada operações de aração, calagem e gradagem entre 90 e 80 dias antes do plantio. Na calagem foi aplicada uma tonelada de calcário dolomítico (PRNT de 90%) por hectare. O controle de plantas daninhas foi realizado antes do plantio com a pulverização de herbicidas do grupo Glifosato e Flumioxazina. Após a dessecação das plantas invasoras foi realizada uma segunda gradagem, adubação de fundação e em seguida o plantio da maniva semente em covas abertas manualmente.

A variedade de mandioca utilizada para o plantio foi a variedade Manivão, em que manivas foram selecionadas de plantas sadias e permaneceram 5 dias armazenadas antes de serem plantadas. No plantio das parcelas, foi utilizado um espaçamento de 90 cm entre linhas e 80 cm entre plantas,

onde as manivas foram acomodadas na posição diagonal dentro de cada cova com aproximadamente 45° de inclinação em relação ao solo. As manivas possuíam em média 17 cm de comprimento, sendo que 40% de cada maniva ficou exposta fora da cova.

A adubação de cobertura foi feita nos quatro meses iniciais de cultivo, a cada 30 dias. A correção do solo e a fertilização com fósforo (P) e potássio (K) foram feitas seguindo as recomendações para a cultura da mandioca descritas por Souza et al. (2009). Na adubação de formação foram aplicados 60 kg de P_2O_5 ha⁻¹ e 40 kg de K_2O ha⁻¹, enquanto na adubação de cobertura foram aplicados 90 kg de N ha⁻¹.

Ao longo do cultivo, foi realizado o controle de plantas daninhas com duas aplicações do mesmo herbicida utilizado na formação da lavoura, aos 60 e 180 dias. Devido a ocorrência frequente de cupins na lavoura, foi aplicado Fipronil aos 210 dias. Demais pragas e doenças foram monitoradas, mas não apresentaram dano econômico que justificassem o controle.

3.2. Delineamento experimental e análise estatística

O experimento foi realizado em delineamento em blocos casualizados, num fatorial 2x5, comparando a raiz in natura ou ensilada com cinco idades de corte da parte aérea de mandioca (6, 7, 8, 9 e 10 meses) e uma idade controle (11 meses), com cinco repetições. Sendo 4 blocos com 24 parcelas, cada bloco representou uma repetição por tratamento. As parcelas foram compostas de 49 plantas distribuídas em sete linhas de plantio. As silagens foram confeccionadas em baldes plásticos como mini silos experimentais com capacidade de 10 litros para serem abertos aos 90 dias após o armazenamento.

Aos 6, 7, 8, 9 e 10 meses após o plantio realizavam-se os cortes da parte aérea a 50 cm do solo, coletando-se todas as plantas da parcela. Aos 11 meses após o plantio, realizou-se a coleta das raízes de cada parcela. O material colhido foi triturado, homogeneizado e procedeu-se à ensilagem. Antes da ensilagem, foram coletadas amostras dos materiais e armazenados em *freezer* para análise da composição química para posterior caracterização da planta.

Para a ensilagem do material nos silos em balde, foram colocados 9 kg de massa da raiz triturada, a fim de atingir densidade de 1000 kg/m³. Após o processamento e pesagem, o material foi compactado nos respectivos silos. No fundo de cada balde foi colocado 2 kg de areia seca dentro de um saco de tecido não tecido (TNT) para a captação do efluente para estimar as perdas. A ensilagem foi feita por ordem de repetição. Os baldes foram pesados e armazenados em local protegido até à abertura.

Aos 90 dias de armazenamento, na abertura dos baldes, realizou-se a pesagem, e ao abrir o silo foi removida a parte superior da silagem que se encontrava deteriorada, em seguida retirou-se a silagem, a qual foi homogeneizada e de onde foram retiradas amostras para a determinação da composição química.

3.3. Avaliação e variáveis

Composição química

Para a realização da composição química das amostras tanto da raiz de mandioca *in natura*, quanto da silagem da raiz, foram realizadas de acordo com a AOAC (1990) para determinação do teor de matéria seca (MS) pelo método 934,01; matéria mineral (MM) pelo método 923,03. Determinação de proteína bruta (PB) pelo método de Kjeldahl (1983) e a fibra insolúvel em detergente neutro (FDN) foi determinada por método gravimétrico utilizando α -amilase estável ao calor sem uso de sulfito de sódio (método 2002.04; AOAC, 1990).

Perdas Totais

As perdas de nutrientes foram calculadas conforme descrito por Jobim et al. (2007), onde visa quantificar as perdas por meio da diferença entre os pesos de cada componente, entre o material original e o material após a abertura da silo.

Análise estatística

Todos os dados foram submetidos à análise de variância, utilizando-se o programa SAS, versão 9.4 (SAS Inst. Inc., Cary, NC), onde foram testados os efeitos da ensilagem e da idade de corte da parte aérea, bem como a interação entre os dois fatores. As médias foram comparadas por meio do teste “Tukey” a 5% de probabilidade, e o efeito da idade de corte foi avaliado através de regressão polinomial.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para o teor de MS, houve diferença somente da raiz *in natura* em relação a silagem de raiz ($P = XXX$). Observou-se maior teor de MS na planta *in natura*. Este fato pode estar relacionado a perda de MS durante o processo de fermentação da silagem, com a fermentação de alguns nutrientes como os carboidratos solúveis (De Paula et al., 2021).

Tabela 1. Composição química da raiz de mandioca *in natura* e silagem em diferentes idades de corte da parte aérea.

Idade de corte da parte aérea de mandioca						Média	Regressão	R ²
6	7	8	9	10	11			

MS (%)									
<i>in natura</i>	36,68	38,60	37,80	39,05	34,95	40,85	37,99A	-	-
Silagem	32,85	34,79	30,67	31,79	33,12	33,07	32,72B	-	-
Média	34,77	36,69	34,23	35,42	34,04	36,96			
MO (% da MS)									
<i>in natura</i>	94,43	93,57	93,16	91,73	91,77	92,71	92,90	-	-
Silagem	93,03	91,42	93,59	92,89	92,60	91,84	92,56	-	-
Média	93,73	92,50	93,37	92,19	92,19	92,28			
MM (% da MS)									
<i>in natura</i>	6,21	6,42	6,84	6,94	6,81	6,37	6,60	-	-
Silagem	6,97	6,63	6,41	7,11	7,39	6,39	6,82	-	-
Média	6,59	6,53	6,62	7,03	7,10	6,38			
PB (% da MS)									
<i>in natura</i>	2,57 cA	3,47 aA	2,97 bA	3,72 aA	3,71 aA	2,48 cA	3,15	*Y=-7,854+2,6679x-0,1552x ²	0,5155
Silagem	2,68abA	2,92 abB	2,98 aA	2,55 bB	2,62 bB	2,75 abA	2,75	-	-
Média	2,63	3,19	2,98	3,13	3,17	2,61			
FDN (% da MS)									
<i>in natura</i>	12,55dB	13,26cdB	14,20bcA	14,31bA	16,06aA	15,15abA	14,26	*Y= 9,0246+0,6155x	0,6563
Silagem	13,91bA	14,44abA	14,68abA	14,56abA	13,72bB	15,19 aA	14,41	-	-
Média	13,23	13,85	14,42	14,44	14,89	15,17			

MS: matéria seca; MO: matéria orgânica; MM: matéria mineral; PB: proteína bruta; FDN: fibra em detergente neutro; Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância.

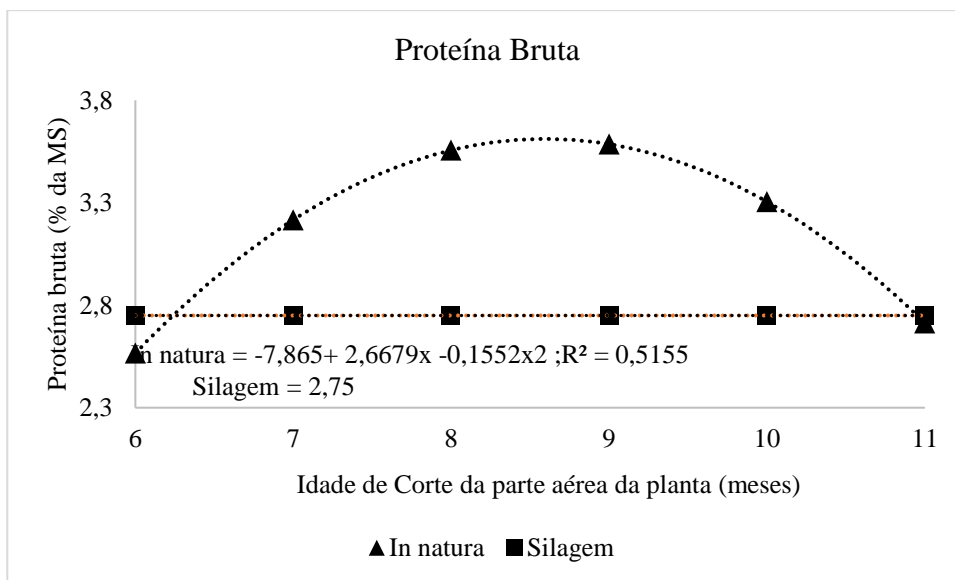
* P<0,05.

Os valores de MO e MM não apresentaram diferença significativa nem entre a planta *in natura* e silagem, nem entre as idades de corte da parte aérea (P>0,05). Esse resultado é esperado uma vez que um componente depende do outro, e como a MM não diferiu não poderia resultar em diferença na MO. Maiores variações podem ser esperadas com a utilização e ou fermentação de nutrientes que compõem a MO.

O teor de PB apresentou efeito da interação entre a mandioca *in natura* ou ensilada e as idades de corte (P = XXX). Enquanto na silagem teor de PB manteve-se constante em função da idade de corte, apresentando média em torno de 2,75%, nas plantas *in natura* houve um ajuste quadrático (figura 1). A redução do teor médio de PB da raiz de mandioca *in natura* em relação a silagem, pode estar ligada a processos de fermentações ocorridas dentro do silo. Fermentações estas indesejadas ocasionadas principalmente por *Clostridium* sp. e responsáveis pelas alterações nos conteúdos de proteína bruta (McDonald et al., 2010). A redução de teores de PB conforme o avanço da idade de corte

da parte aérea de mandioca, pode estar relacionada a baixa quantidade de nutrientes armazenados na raiz de mandioca, que destinam suas reservas de energia para a recuperação da parte aérea retida (Andrade et al., 2011).

Figura 1. Teor de PB da raiz de mandioca *in natura* e ensilada de acordo com a idade de corte da parte aérea da planta.

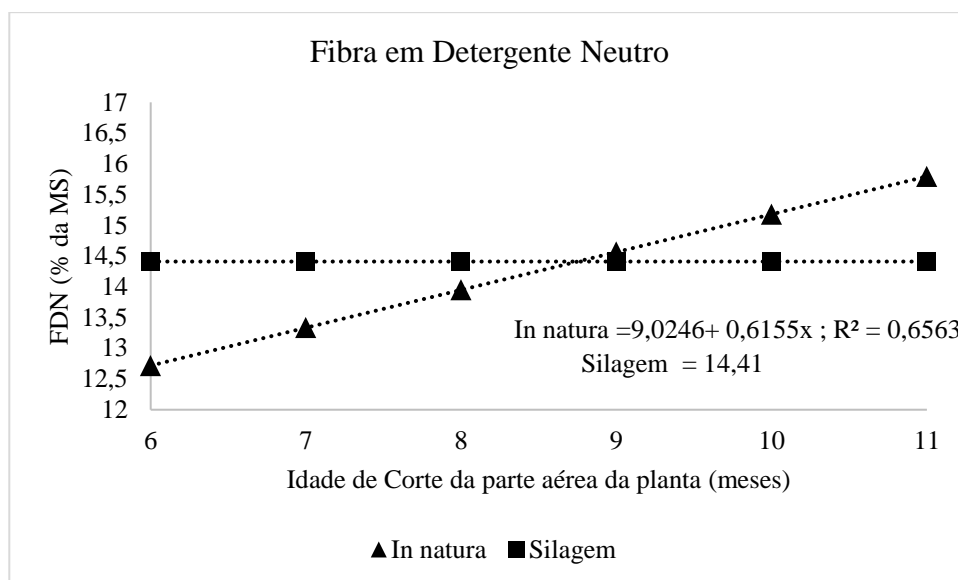


Os valores de PB encontrados na composição química da mandioca quando comparada a outras culturas como milho e sorgo, são relativamente baixos. Todavia, a sua composição química também pode ser alterada pela variedade, localização geográfica, condições edafoclimáticas, idade da planta (Fernandes et al., 2016; Li et al., 2017) e manejo.

Alimentos conservados em forma de silagem, estão sujeitos a terem seu valor nutricional alterado, devido os procedimentos que ocorrem para a sua produção e conservação, além dos fenômenos bioquímicos e microbiológicos que ocorrem no processo (Jobim et al., 2007).

Quanto ao teor de FDN, também foi verificado efeito de interação entre a mandioca *in natura* e ensilada e as idades de corte da parte aérea. Na análise de regressão, detectou-se crescimento linear ($P > 0,05$), para os valores de FDN da raiz de mandioca *in natura* em relação a idade de corte da parte aérea da planta (figura 2), porém não houve ajuste linear nem quadrático para a silagem, com valor médio de 14,41% de FDN.

Figura 2. Teor de FDN da raiz de mandioca *in natura* e ensilada de acordo com a idade de corte da parte aérea da planta.



O crescimento linear dos teores de FDN na planta *in natura* podem estar associados ao crescimento fisiológico da planta. Com o desenvolvimento fisiológico, ocorre o desenvolvimento foliar além do aumento do diâmetro das raízes onde são armazenadas as reservas da planta (Conceição, 1979).

As raízes da mandioca possuem capacidade de acumular amido, chegando a valores que variam entre 80 a 90% (Montagnac et al., 2009). O acúmulo de amido nas raízes da planta ocorre pelo processo de fotossíntese e fotoassimilados, quando a sacarose produzida através da fixação de carbono pelas folhas é transportada para as raízes, onde será modificada em α -D-glicose-1-fosfato (G1F). Assim, podendo ser utilizado na biossíntese da parede celular, produção de energia ou biossíntese de amido (LI et al., 2017).

Quando ocorre o corte da parte aérea da planta, a raiz da mandioca entra em estágio de dormência, onde suas reservas de energia destinadas para o desenvolvimento dos tubérculos, são destinadas para a recuperação da parte aérea que foi retirada (Andrade et al., 2011). Dessa forma supomos que o crescimento do teor de FDN da planta *in natura* está ligada diretamente com o desenvolvimento fisiológico da planta.

Resultados obtidos a partir das perdas de nutrientes da silagem de raiz de mandioca são apresentados na tabela 2. Não foi observado diferença significativa ($P > 0,05$) para perdas de MS, MO, MM e PB, no entanto, observou-se diferença

significativa ($P>0,05$) nas perdas de FDN, onde se apresentou crescimento linear conforme a idade de corte da parte aérea da planta de mandioca.

Tabela 2. Perdas de nutrientes na silagem de raiz de mandioca de acordo com a idade de corte da parte aérea.

	Idade de corte da parte aérea de mandioca						Regressão	R ²
	6	7	8	9	10	11		
MS (%)	35,06	35,24	41,37	42,55	34,97	40,94	38,36	-
MO (% da MS)	36,17	36,7	41,09	42,46	35,63	41,33	38,90	-
MM (% da MS)	26,55	33,41	45,01	16,63	23,33	40,41	30,89	-
PB (% da MS)	35,32	45,25	38,95	60,51	54,6	34,72	44,89	-
FDN (% da MS)	28,26	28,28	39,43	41,49	42,85	39,81	*Y= 12,5873 + 2,8274x	0,5142

MS: matéria seca; MO: matéria orgânica; MM: matéria mineral; PB: proteína bruta; FDN: fibra em detergente neutro; * $P<0,05$.

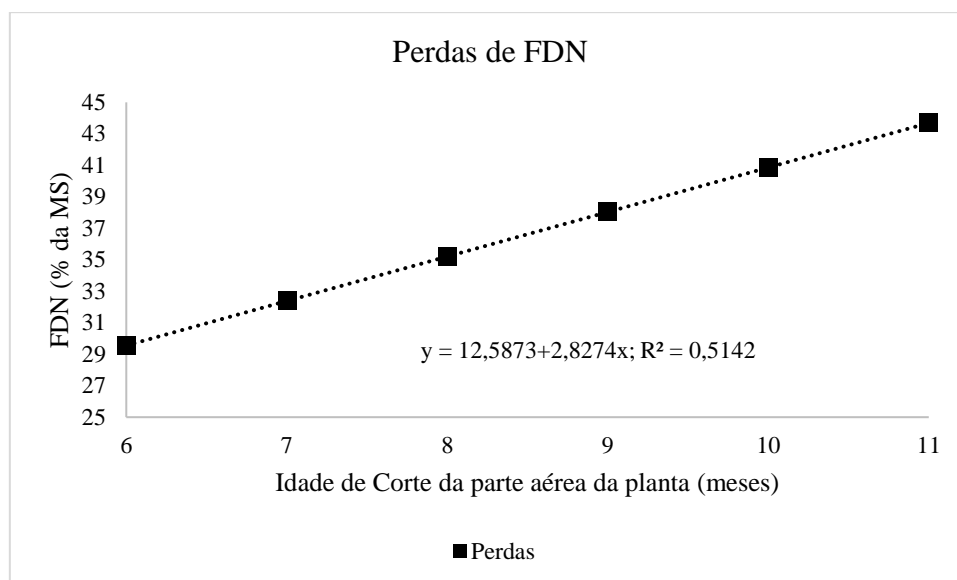
As altas perdas de nutrientes da silagem foram ocasionadas pela grande deterioração encontrada na abertura do silo na camada superior a qual foi removida antes da pesagem do material, logo a ação de microrganismos indesejáveis como enterobactérias, clostrídios e leveduras durante o processo de fermentação pode ter sido agentes dessa deterioração (Pahlow et al., 2003).

As perdas dos nutrientes na silagem podem estar ligadas aos processos fermentativos ocorrentes na massa ensilada após o fechamento do silo. A perda de MS é um dos principais parâmetros qualitativos da silagem (McDonald et al., 1991), quando ocorre a perda desse composto resulta na perda dos outros nutrientes da massa ensilada. Logo fatores como temperatura do silo, presença de oxigênio e erros durante o processo de ensilagem, podem vir afetar a qualidade do material ensilado (Ramos et al., 2021), tornando um ambiente favorável para microrganismos indesejáveis que consomem carboidratos e outros substratos, ocasionando a deterioração, logo perdas de nutrientes.

Em um trabalho de Cruvinel et al. (2017), quando realizada a comparação da composição química do material de girassol antes e depois da ensilagem, apresentou baixo teor de MS, proporcionando maiores perdas de nutrientes e resultando em um alimento de baixa qualidade.

Foi observado na equação de regressão crescimento linear ($P>0,05$) para as perdas de FDN na silagem de raiz de mandioca em função da idade de corte da parte aérea (figura 3).

Figura 3. Teor de perdas FDN da silagem de raiz de mandioca em função da idade de corte da parte aérea.



As perdas de nutrientes na silagem podem estar ligadas diretamente aos fatores durante o processo de ensilagem, como dimensionamento do silo, compactação do material, tamanho de partícula, vedação. Além das características químicas e físicas da forragem que se pretende ensilar (Driehuis; Van Wiksellar, 2000).

O trabalho foi realizado em silos experimentais com dimensionamento de 10 L. Supõe-se que dimensionamentos maiores de silos, possivelmente as proporções de perdas seriam menores resultando em um melhor aproveitamento do alimento. Outrossim, quando realizado o processo de ensilagem corretamente as perdas por deterioração se tornam menores (De Paula et al., 2021).

As perdas de FDN podem estar relacionadas pelas perdas de MS da silagem e pelo processo de hidrólise ácida. O processo de hidrólise ácida ocasiona a quebra da parede celular, liberando açúcares redutores para posterior fermentação (Cabral et al., 2016). Essa quebra pode ocorrer pela reação ácida com os ácidos orgânicos produzidos durante a fermentação (McDonald, 1981). Foi observado, que com o avanço da idade de corte da parte aérea da planta houve aumento de FDN, dessa forma disponibilizando maiores concentrações de FDN para ação da hidrólise ácida, assim causando maiores perdas conforme o avanço de idade.

5. CONCLUSÃO

A idade de corte da parte aérea da planta de mandioca não alterou a composição química da silagem da raiz, entretanto, o processo de ensilagem da raiz, em pequenos silos experimentais, resultou em grandes perdas de nutrientes por deterioração na parte superior dos silos.

6. REFERÊNCIAS

ALMEIDA, J., FILHO, J.R.F. Mandioca: uma boa alternativa para alimentação animal. **Bahia Agrícola**, v.7, n.1, p. 50-56, 2005.

ALVES, M. C. S.; MOREIRA, M. A. B.; CHAGAS, M. C. M. das.; HOLANDA, J. S. de; SILVA, J. da; LIMA, J. D. S. Recomendações técnicas para o cultivo da mandioca. Natal, Rio Grande do Norte, 2009.

ANAETO, M. et al. Cassava leaf silage and cassava peel as dry season feed for West African dwarf Sheep. **Global Journal of Science Frontier Research**, v. 13, n. 2, 2013.

ANDRADE, J. S. D., VIANA, A. E. S., CARDOSO, A. D., MATSUMOTO, S. N., & NOVAES, Q. S. D. Épocas de poda em mandioca. **Revista Ciência Agronômica**, v. 42, n. 3, p. 693-701, 2011.

ANDRE, T.B. & SANTOS, A.C. Uso de produtos da cultura da mandioca (manihot) na produção animal. **Enciclopédia biosfera, Centro Científico Conhecer**, Goiânia, v.8, n.15; p. 1622; 2012.

AOAC. ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS – **Official methods of analysis**. 16 ed., Washington D.C., 1990. 1094p.

ARAÚJO, D. D.; AMORIM, A. B.; SALEH, M. A. D. et al. Nutritional evaluation of integral cassava root silages for growing pigs. **Animal Nutrition**, v.2, p.149–153, 2016.

BRITO, R.S.; BRITO, R.S.; MOREIRA, J.G.V.; OLIVEIRA, A.V. Produtividade de mandioca na região do Vale do Juruá, Amazônia Ocidental. **ScientiaNaturalis**, Rio Branco, v. 1, n. 1, p. 1-9, 2019.

CABRAL, Ágata Silva. Tratamentos ácidos de hidrólise e avaliação de parâmetros na produção de etanol celulósico utilizando resíduos de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) / Ágata Silva Cabral. -- São José do Rio Preto, 2016

CARVALHO, J. L. H.; PERIM, S.; COSTA, I. R. S. Parte aérea da mandioca na alimentação animal I: Valor nutritivo e qualidade da silagem. Brasília, DF: **EMBRAPA-CPAC**, 1983, 6 p. (Comunicado Técnico).

CEPEA - Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada - <https://www.cepea.esalq.usp.br/br>. Acesso em 04/05/2022

CONAB – Companhia Nacional de Abastecimento – Conjuntura Mensal (Mandioca: Raiz, farinha e fécula) – fevereiro de 2017.

CONCEIÇÃO, A.J. A mandioca. UFBA/ EMBRAPA/ BNB/ BRASCAN NORDESTE, Cruz das Almas, Bahia, Brasil. 382p. 1979.

COUTINHO, M. J. F.; CARNEIRO, M. S. S.; EDVAN, R. L.; PINTO, A. P. A pecuária como atividade estabilizadora no Semiárido Brasileiro. **Vet. Zootec.** v. 20, n. 3, p. 9–17, 2013.

CRUVINEL, W. S. et al. Fermentation profile and nutritional value of sunflower silage with *Urochloa brizantha* cultivars in the off-season. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 18, n. 2, p. 249-259, 2017.

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

DERAL - Departamento de Economia Rural - Divisão de Conjuntura Agropecuária - Prognóstico Cultura MANDIOCA - Novembro de 2020.

DOURADO, D.P.; MACEDO, D.A.; TONANI, F.L.; MURAISHI, T. Caracterização bromatológica e classificação da casca da mandioca como fonte para alimentação animal. **Revista Integralização Universitária** - RIU Palmas, V.12 nº 16, junho, 2017.

DRIEHUIS, F.; VAN WIKSELAAR, P. G. V. The occurrence and prevention of ethanol fermentation in high dry matter grass silage. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 80, p. 711-718, 2000.

FAO - Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura
<http://www.fao.org/brasil/pt/>. Acesso em 04/05/2022.

FERNANDES, F. D.; GUIMARÃES JÚNIOR, R.; VIEIRA, E. A.; FIALHO, J. D. F.; MALAQUIAS, J. V. Produtividade e valor nutricional da parte aérea e de raízes tuberosas de oito genótipos de mandioca de indústria. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, 17:1 – 12, 2016.

FRAZOLIN, M.; ESTRELA, J.L.V. **Livro**: Pragas agrícolas e florestais na Amazônia. Capítulo 17: Mandioca. Pag. 345 – 362. 2016.

GOEDERT, W. J. Apresentação. In: Mandioca no Cerrado: orientações técnicas / editores técnicos, Josefino de Freitas Fialho, Eduardo Alano Vieira. – Planaltina, **DF: Embrapa Cerrados**, 2011. 208 p.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Pesquisa Agrícola Municipal. 2018. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/agricultura-e-pecuaria/9117-producaoagricola-municipal-culturas-temporarias-e-permanentes.html?=&t=resultados> Acesso em 10/05/2022.

JOBIM, C. C., & NUSSIO, L. G. (2013). Princípios básicos da fermentação na ensilagem. In: Reis, R. A., Bernardes, T. F.; Siqueira, G.R. Forragicultura: Ciência, tecnologia e gestão dos recursos forrageiros. Jaboticabal-SP: FUNEP, 649-660.

JOBIM, Clóves Cabreira et al. Avanços metodológicos na avaliação da qualidade da forragem conservada. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 36, p. 101-119, 2007.

LI, S., CUI, Y., ZHOU, Y., LUO, Z., LIU, J., & ZHAO, M. The industrial applications of cassava: current status, opportunities and prospects. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, 97(8), 2282-2290. 2017.

LORENZI, H. Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. 3.ed. **São Paulo: Plantarum**, 2009. v.2, 384p.

MACÊDO, A. DA S.; SANTOS, E. M.; OLIVEIRA, J. S.; PERAZZO, A. F. Microbiologia de silagens: Revisão de Literatura - Microbiology of silages: Literature Review. REDVET. **Revista Electrónica de Veterinária**, vol. 18, núm. 9, septiembre, 2017.

MACÊDO, A. J. da S.; SANTOS, E. M. Princípios básicos para produção de silagem. **Arq. Ciênc. Vet. Zool.** UNIPAR, Umuarama, v. 22, n. 4, p. 147-156, out./dez. 2019.

MACHADO, F.S.; RODRIGUEZ, N.M.; RODRIGUES, J.A.S.; RIBAS, M.N.; TEIXEIRA, A.M.; RIBEIRO JÚNIOR, G.O.; VELASCO, F.O.; GONSALVES, F.C.; GUIMARÃES JÚNIOR, R.; PEREIRA, L.G.R. Qualidade da silagem de híbridos de sorgo em diferentes estádios de maturação. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 64, n. 3, p. 711-720, 2012.

MCDONALD, P. (1981). The biochemistry of silage. John Wiley & Sons, Ltd

MCDONALD, P., HENDERSON, A. R., & HERON, S. J. E. (1991). The biochemistry of silage. **Chalcombe publications**, Bucks, UK

MCDONALD, P.; EDWARDS, R.A.; GREENHALGH, J.F.D. et al. **Animal Nutrition**. 7. ed. Prentice Hall, 2010. p. 499-517.

MONTAGNAC, J.A., DAVIS, C.R., TANUMIHARDJO, S.A. Nutritional value of cassava for use as a staple food and recente advances for improvement. **Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety**, v.8, p.181-194, 2009.

MOREIRA, G.L.; VIANA, A.E.; CARDOSO, A.D.; SANTOS, V da. S.; MATSUMOTO, S. N.; ANDRADE, A.C.B. Intervalos entre podas de duas variedades de mandioca. **Bioscience Journal**, v.30, n.6, p.1757-1767, 2014.

MOURA, G.M.; COSTA, N de. L. Efeito da frequência e altura na produtividade de raízes e parte aérea em mandioca. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.36, n.8, p.1053-1059, 2001.

NEUMANN, M.; OLIBONI, R.; OLIVEIRA, R.M.; FARIA, M.V.; UENO, R.K.; REINERH, L.L.; DURMAN, T. Aditivos químicos utilizados em silagens. **Pesquisa aplicada & Agrotecnologia**, v. 3, n. 2, 2010.

NOVAES, L.P.; LOPES, F. C.F.; CARNEIRO, J. C. Silagem: Oportunidades e pontos críticos. Juiz de Fora/MG, **Embrapa**, Comunicado Técnico 43, 2004.

OLIVEIRA, Jucimara Queiroz de. Parte aérea da mandioca ensilada com aditivos alternativos na alimentação de ovinos. Orientadora: Daniele Rebouças Santana Loures.

2013. 38 f. **Dissertação** (Mestrado em Ciência Animal) – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Cruz das Almas, Bahia, 2013.

OLIVEIRA, O. F.; SANTOS, M.V.F.; CUNHA, M. V.; MELLO, A. C. L.; LIRA, M. A.; BARROS, G. F. N. P. Características quantitativas e qualitativas de Caatinga raleada sob pastejo de ovinos, Serra Talhada (PE). **Rev. Caatinga**, v. 28, n. 3, p. 223 - 229, 2015.

OLIVEIRA, S.P.; VIANA, A.E.S.; MATSUMOTO, S.N.; JUNIOR, N.S.C. Efeito da poda e de épocas de colheita sobre características agronômicas da mandioca. *Acta Scientiarum Agronomy*, v.32, n.01, p.99-108, 2010.

PACHECO, N.A.; BASTOS, T.X. **Boletim agrometeorológico de 2008 para Igarapé-Açu, PA**. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 2011. 33p

PACHECO, N.A.; BASTOS, T.X. **Características agroclimáticas de Igarapé-Açu, PA e suas implicações para as culturas anuais**: feijão caupi, milho, arroz e mandioca. Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, 1999. 30 p.

PAHLOW, G., MUCK, R. E., DRIEHUIS, F., ELFERINK, S. J. O., & Spoelstra, S. F. (2003). Microbiology of ensiling. **Silage science and technology**, 42, 31-93. doi: <https://doi.org/10.2134/agronmonogr42.c2>.

RAMOS, B.L.P.; PIRES, A.J.V.; CRUZ, N.T.; SANTOS, A.P.S.; NASCIMENTO, L.M.G.; PEREIRA, H.; AMORIM, J.M.S. Perdas no Processo de Ensilagem: Uma breve revisão. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 5, e8910514660, 2021.

RIBEIRO, R. N. da S.; COELHO FILHO, M. A.; LEDO, C. A. da S.; OLIVEIRA, L. A.; ROCHA, J. da S. Matéria seca e amido em genótipos de mandioca (*manihot esculenta crantz*) de mesa irrigado. Resumo expandido, **XV congresso Brasileiro de Mandioca**. Anais 2013.

SANTOS, M.A. & SANTOS, B.R.C. Silagem da palma forrageira consorciada com resíduos da mandioca e bagaço da cana de açúcar: Revisão. **PUBVET** v.12, n.11, a218, p.1-8, Nov., 2018.

SILVA, A. S. Daniel. Balanço de nutrientes em silagens de raízes de variedades de mandioca submetidas a diferentes tipos de correção do solo. **Trabalho de Conclusão de**

Curso (Graduação) - Curso de Zootecnia, Campus Universitário de Belém, Universidade Federal Rural Da Amazônia, Belém, 2020.

SILVA, G. M.; SILVA, F.F.; SCHIO, A.R.; MENESES, M.A.; BALISA, D.L.; SOUZA, D.D.; SORAES, M.S.; SILVA, L.G.; VIANA, P.T.; CAIRE, R.S. Fatores anti qualitativos em silagens: Revisão. **PUBVET**, Maringá, v. 9, n. 12, p. 502-510, Dez., 2015.

SILVA, J.R.S.; MESQUITA, A.A.; SERRANO, R.O.P.; MOREIRA, J.G.V. Produtividade de mandioca na mesorregião vale do juruá, acre, brasil. **Enciclopédia biosfera, Centro Científico Conhecer** – Jandaia-GO, v.17 n.33; p. 381 2020.

SILVA, N.V.; COSTA, R.G.; FREITAS, C.R.G.; GALINDO, M.C.T.; SILVA, L.S. Alimentação de ovinos em regiões semiáridas do Brasil. **Acta Veterinária Brasilica**, v. 4, n. 4, p. 233-241, 2010.

SILVA, T.C. & SILVA, L.D. Passo a passo para fazer uma silagem com máxima qualidade e o mínimo de perdas. **II simpósio sobre alternativas para alimentação do gado na seca**. Barreiras - BA, 25/08/2017.

SILVEIRA, Rebeka Borges. Características agronômicas e bromatológicas de cultivares de mandioca. / Rebeka Borges Silveira. - Itapetinga: Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, 2019.

SOUZA, L. DA S.; SILVA, J. DA; SOUZA, L. D. Recomendação de calagem e adubação para o cultivo da mandioca. **Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical. Comunicado técnico 133**, Cruz das almas, BA 2009.

SOUZA, L. DA S.; SILVA, J. DA; SOUZA, L. D. Recomendação de calagem e adubação para o cultivo da mandioca. **Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical. Comunicado técnico 133**, Cruz das almas, BA 2009.

TAGLIAPIETRA, B. L.; SILVA, M. N.; FREITAS, C. P. de O.; RICHARDS, N. S. P. dos S.; ZANO, A. JR. Teores de proteína em silagem de mandioca elaboradas a partir de cultivares de mesa e forragem. **Agroecossistemas**, v. 11, n. 2, p. 181 – 194, 2019.

TIRONI, L. F. et al. Desempenho de cultivares de mandioca em ambiente subtropical. 18 *Bragantia*, v.74, n. 1, p.58-66, 2015. Disponível em: < 19 <http://www.scielo.br/pdf/brag/v74n1/0006-8705-brag-74-1-58.pdf>>. Acesso em: 28 dez. 2019.

TIRONI, L.F. et al. 2017. Simanihot: um modelo baseado em processos para simular o crescimento, desenvolvimento e produtividade da mandioca. **Engenharia Agrícola** 37: 471-483. 2017.

TIRONI, L.F.; UHLMANN, L.O.; STRECK, N.A.; SAMBORANHA, F.K.; FREITAS, C.P.O.; SILVA, M.R. Desempenho de cultivares de mandioca em ambiente subtropical. **Bragantia, Campinas**, v.74, n. 1, p.58-66, 2015.

VIEIRA P.A.S., AZEVÊDO J.A.G., SILVA F.F., PEREIRA L.G.R., NEVES A.L.A., SANTOS A.B., SOUZA L.L. & SANTOS R.D. 2017. Ruminant parameters and nitrogen balance in fed cattle feeding with cassava root silage. Parâmetros ruminais e balanço de nitrogênio em bovinos alimentados com silagem da raiz de mandioca. **Pesquisa Veterinária Brasileira**. 2017.

WEINBERG, Z.G.; MUCK, R.E. New trends and opportunities in the development and use of inoculants for silage. **FEMS Microbiology Reviews**, Haren, v. 19, n. 3, p. 53-68, 1996.

WILKINSON, J. M.; RINNE, M. Highlights of progress in silage conservation and future perspectives. **Grass and Forage Science**, v. 73, n. 1, p. 40-52, 2018.