

# SILAGEM DA PARTE AÉREA DA MANDIOCA COMO UM ALIMENTO ALTERNATIVO NA DIETA DE VACAS EM LACTAÇÃO – REVISÃO DE LITERATURA

Rodrigo César dos Reis Tinini<sup>1</sup>  
 Maximiliane Alavarse Zambom<sup>2</sup>  
 Jessica Gabi Dessbesell<sup>3</sup>  
 Djonathan Adamante<sup>4</sup>  
 Tiago Venturini<sup>5</sup>

TININI, R. C. R.; ZAMBOM, M. A.; DESSBESELL, J. G.; ADAMANTE, D.; VENTURINI, T. Silagem da parte aérea da mandioca como um alimento alternativo na dieta de vacas em lactação – revisão de literatura. **Arquivos de Ciências Veterinárias e Zoologia da UNIPAR**, Umuarama, v. 24, n. 1cont., e2405, 2021.

**RESUMO:** O setor de nutrição e produção animal busca constantemente por fontes de alimentos que oportunizem os fatores custo e benefício para a elaboração de formulação de dietas. A mandioca é um alimento mundialmente cultivado e apresenta diversos subprodutos ao decorrer de sua produção com excelente característica energética, que podem ser utilizados, como é o caso de sua parte aérea, em substituição à silagem de milho na dieta de vacas leiteiras. Porém, sua inclusão na dieta de vacas em lactação deve ser realizada com cautela, necessitando de estudos que viabilizem o processamento e as formulações em quantidades aceitáveis, tendo em vista seus fatores antinutricionais.

**PALAVRAS-CHAVE:** Característica energética. Formulação. Produção animal. Subproduto.

## SILAGE OF THE AERIAL PART OF THE CASSAVA AS AN ALTERNATIVE FEED IN THE DIET OF LACTATING COWS - LITERATURE REVIEW

**ABSTRACT:** The animal nutrition and production industry is constantly looking for feed sources that are both cost efficient and beneficial for the preparation of diet formulation. Cassava is cultivated worldwide and has several by-products during its production, with excellent energetic characteristics, such as in the aerial part of the plant, that can be used to replace corn silage in the diet of dairy cows. However, its inclusion in the diet of lactating cows must be carried out with caution, with the need of further studies on the feasibility of its processing and the development of formulations in acceptable amounts, taking into consideration its anti-nutritional factors.

**KEYWORDS:** Energetic characteristic. Formulation. Animal production. By-product.

## ENSILADO DE LA PARTE AÉREA DE LA YUCA COMO ALIMENTO ALTERNATIVO EN LA DIETA DE VACAS LACTANTES - REVISIÓN DE LITERATURA

**RESUMEN:** El sector de nutrición y producción animal busca constantemente por fuentes de alimentos que proporcionen factores de costo y beneficio para la preparación de formulaciones dietéticas. La yuca es un alimento cultivado a nivel mundial y presenta varios subproductos durante su producción, con excelentes características energéticas, que pueden ser utilizados, como en el caso de su parte aérea, en reemplazo al ensilaje de maíz en la dieta de vacas lecheras. Sin embargo, su inclusión en la dieta de vacas lactantes debe realizarse con cautela, necesitando de estudios que viabilicen el procesamiento y las formulaciones en cantidades aceptables, en vista de sus factores anti nutricionales.

**PALABRAS CLAVE:** Característica energética. Formulación. Producción animal. Subproducto.

### Introdução

A mandioca (*Manihot esculenta Crantz*) tem grande importância para a segurança alimentar e é considerada a quarta commodity mais importante depois do arroz, trigo e milho; tornando-se um componente básico na dieta de mais de um bilhão de pessoas (RIVAS *et al.*, 2021).

Considerada a quinta maior cultura produzida no mundo, geralmente seu consumo se obtém de suas raízes (FAO, 2019). Apresentando excelente característica

energética, torna-se uma forte opção para ser utilizada na alimentação de animais em áreas tropicais e subtropicais (AN; YANG; ZHANG, 2012).

O Brasil, em 2020 produziu cerca de 19 milhões de toneladas, cultivadas numa área de 1,36 milhões de hectares, segundo fontes do IBGE (BRASIL, 2020). Muitas vezes no processo de colheita da raiz acaba se perdendo uma fração da planta da mandioca que é considerada como eficiente fonte de nutrientes para a nutrição animal, que é a parte aérea (rama e folhas) e tendo no terço superior, a parte mais rica do

DOI: <http://doi.org/10.25110/arqvet.v24i1cont.2021.8026>

<sup>1</sup> Docente Medicina Veterinária, FAESI, São Miguel do Iguçu, tinini@faesi.com.br

<sup>2</sup> Docente, Programa de Pós-graduação em Zootecnia, Unioeste, Campus de Marechal Cândido Rondon

<sup>3</sup> Discente Mestrado em Zootecnia, Unioeste, Campus de Marechal Cândido Rondon

<sup>4</sup> Mestre em Tecnologia de Alimentos, UTFPR, Campus Medianeira

<sup>5</sup> Doutor em Zootecnia, Unioeste, Campus de Marechal Cândido Rondon

ponto de vista nutricional (MODESTO *et al.*, 2004).

As folhas de mandioca apresentam um elevado teor proteico, segundo Sudarman *et al.* (2016) variando de 23,2 a 35,9% dependendo das cultivares e com a idade da planta (WOBETO *et al.*, 2006). Podendo variar em torno de 21% (RAVINDRAN, 1993), produtividade de até 4,64t/ha<sup>-1</sup> (RAVINDRAN; RAJAGURU, 1988). A parte aérea em geral apresenta um teor proteico entre 9% a 12% dependendo da cultivar (SOUZA *et al.*, 2011).

Além da composição nutricional, a mandioca é uma planta rústica, adaptada a solos pobres e a déficit hídrico (EL-SHARKAWY, 2007).

Entretanto, para ser fornecida ao animal a parte aérea necessita ser processada, devido aos seus fatores anti nutricionais, nesse sentido a ensilagem é uma das maneiras mais adequadas de preservação da parte aérea da mandioca para manter alto teor de nitrogênio e baixo teor de hidratos de carbono solúveis em água (ONI *et al.*, 2014).

A utilização da silagem da parte aérea da mandioca nas dietas de ruminantes é relatada em países asiáticos, africanos e na América do sul (ANAETO *et al.*, 2013; IITA, 2004; MARJUKI *et al.*, 2008; ZHENG *et al.*, 2020; WANAPAT *et al.*, 2018).

Um dos objetivos da produção animal atual é a busca por fontes de alimentos mais baratos para a formulação de dietas para os animais. O conhecimento da composição química, valor nutricional, métodos de conservação e limites de substituição na dieta são imprescindíveis, para saber a sua real aplicabilidade nos sistemas de produção (MARQUES *et al.*, 2014).

## Desenvolvimento

### Panorama da Produção de Mandioca e Subprodutos

A mandioca (*Manihot esculenta Crantz*) tornou-se uma cultura polivalente que responde às prioridades dos países em desenvolvimento assim como às tendências da economia global e aos desafios das mudanças climáticas. Devido a esses fatores, nos últimos anos a mandioca aumentou muito sua importância na agricultura mundial (FAO, 2019) em consequência da crescente produção nos últimos 50 anos (DELAQUIS *et al.*, 2018).

Originada nos Neotrópicos, a mandioca é um alimento que faz parte da base da alimentação na África subsaariana e na América do Sul, enquanto no Sudeste Asiático continental é predominantemente uma cultura comercial produzida em grandes escalas (OLSEN; SCHAAL, 1999).

A mandioca pode ser cultivada em uma ampla gama de condições climáticas, bem como em solos nas regiões dos Trópicos (BYJU; SUJA, 2020), é altamente adaptável às condições variáveis, sendo cultivada em uma ampla gama de ambientes: do Sahel árido da África às terras altas da Zâmbia, para as planícies andinas da Colômbia, as terras calcárias do Laos e do Vietnã (ZHOU; THOMSON, 2009). Cultivada principalmente pelo uso de suas raízes de amido usadas como alimento humano, alimentação animal, fonte de amido industrial e uma matéria-prima de energia de biomassa (KRISTENSENET *et al.*, 2014).

Segundo dados da FAO (2019) mais de 57%

da produção mundial atual de mandioca é cultivada no continente Africano. Embora, a cultura seja cultivada em diversos países, que se estendem através de um cinturão largo de Madagascar no Sudeste até o Senegal e a Cabo Verde no Noroeste africano, cerca de 70% da produção da região é colhida na Nigéria (59,5 milhões de toneladas), na República Democrática do Congo (15,20 milhões de toneladas) e em Gana (17,79 milhões de toneladas).

A Ásia é outro continente que tem uma produção de mandioca muito expressiva no decorrer da história global, este continente apresentou uma forte expansão da produção de mandioca entre os anos de 1974 e 1984. O crescimento na região foi sustentado por fortes ganhos na Indonésia, nas Filipinas e especialmente na Tailândia, onde o setor foi estimulado por uma demanda muito dinâmica de exportação. A produção Asiática é em torno de 90 milhões de toneladas, representando 32% da produção global, Tailândia (31,161 milhões de toneladas) e a Indonésia (20,745 milhões de toneladas) classificam-se primeiro e segundo lugares entre os produtores asiáticos, respondendo juntos por 60% da produção da região, seguida de Vietnã, Índia, China, Camboja e Filipinas (FAO, 2019).

Embora a mandioca seja nativa da América Latina, mais especificamente do Brasil (ALLEM, 1994), a região atualmente representa menos de 12% da produção global, as tendências de produção na região acompanham de perto os desenvolvimentos ocorridos no Brasil, já que este país segundo a FAO (2017) contribuiu com a produção de 23,719 milhões de toneladas em 2016, sendo a maior produção na América do sul seguido por Paraguai (3,167 milhões de toneladas) e Colômbia (2,117 milhões de toneladas).

No Brasil, a produção tem maior volume segundo o IBGE na região Norte do País (Pará e Acre), com uma produção de quatro milhões de toneladas e um milhão de toneladas, respectivamente (BRASIL, 2017).

O Nordeste é o segundo maior produtor do país com uma produção de cerca de 5,172 milhões de toneladas em 2017, sendo os estados da Bahia (2,078 milhões de toneladas) e Maranhão (1,315 milhões de toneladas) os maiores produtores. As demais regiões, Sudeste e Centro-Oeste apresentam uma produção de 2,25 e 1,18 milhões de toneladas respectivamente, tendo destaque, para o estado de São Paulo com uma produção de 1,14 milhões de toneladas, sendo esse o quarto maior produtor do Brasil (BRASIL, 2017).

A região Sul é a terceira maior produtora do país com o Paraná como o maior produtor e segundo em nível nacional, produzindo cerca de 3,046 milhões de toneladas, seguido para o Rio Grande do Sul (1,09 milhões de toneladas) e Santa Catarina (385,8 mil toneladas) (BRASIL, 2017). A mandioca é uma cultura importante e de grande potencial de expansão, no Brasil, e, particularmente no Paraná, por ser uma grande geradora de emprego e de renda (CARDOSO; SOUZA, 2002). A produção e o cultivo de mandioca estão presentes em todos os 399 municípios do estado. Existindo duas modalidades de exploração, a mandioca industrial com áreas maiores e concentradas nos Núcleos Regionais de Paranavaí, Umuarama, Campo Mourão e Toledo, e, a mandioca de mesa ou consumo animal cultivada em áreas menores e presente no restante do Estado (DERAL, 2016).

Na Região Oeste do Paraná, o Município de Marechal

Candido Rondon é o maior produtor de mandioca (BRASIL, 2017), com uma produção de 80.000 toneladas, produção superior a municípios como Toledo (5.400 toneladas) e Cascavel (14.400 toneladas), municípios esses que tem grande potencial agropecuário. Vale destacar o município de Mercedes, que apresenta uma produção de 24,000 toneladas, isso se deve à possivelmente a proximidade com o Município de Marechal Cândido Rondon (BRASIL, 2017).

### Potencial da parte aérea

A alta variabilidade genética das cultivares locais existentes em famílias de agricultores tradicionais é um recurso valioso para a conservação das cultivares, nos trópicos, os agricultores combinam espécies e cultivares com diferentes hábitos e preferências ecológicas em seus campos e estaleiros, de tal forma, que são estabelecidos agro ecossistemas complexos, ocupando vários estratos, acima e abaixo do solo, estes diversos sistemas permitem a entrada e assimilação de novas espécies provenientes de trocas locais e regionais (CARRASCO *et al.*, 2016).

Segundo Teixeira *et al.* (2017) com a propagação agrônômica típica, a sua multiplicação é realizada por meio de segmentos do caule. Devido à fecundação cruzada, decorrente da protoginica, apresenta uma ampla variabilidade genética (DANTAS *et al.*, 2008). De acordo com Hoppe *et al.* (2009), as cultivares de mandioca podem ser classificadas como bravas e mansas.

As cultivares bravas podem ser consideradas como selvagens, possuindo sabor amargo, alto teor de glicosídeos cianogênicos (acima de 100 mg de HCN), podendo ser consumidos após transformação em farinha, amido e outros produtos (VALLE *et al.*, 2004).

As cultivares domesticadas ou chamadas de mansas são comestíveis, não possuindo amargor, têm baixo teor de glicosídeo cianogênico e são consumidas ou não processadas, especialmente através de simples processos, como por exemplo, a fervura (MCMAHON *et al.*, 1995).

Além do teor de ácido cianídrico, outras características são importantes na seleção de cultivares de mandioca, como o bom desempenho agrícola e ao valor nutricional (MEZETTE *et al.*, 2009). O amido é um dos fatores que mais é levado em consideração na seleção da cultivar, pois é o composto mais abundante nas raízes da mandioca, tem um papel inicial de fonte de energia biológica e influencia várias tecnologias da indústria alimentar (DINIYAH *et al.*, 2018).

De acordo com Salcedo-Mendoza *et al.* (2016), durante o processamento hidrotérmico, o amido sofre modificações relacionadas à gelatinização e propriedades associadas, como a absorção de água e o aumento de volume. Esses, por sua vez, estão associados à diferentes proporções de amilose e amilopectina, que influenciam o tempo de cozimento e a qualidade da raiz cozida. Segundo Schmitz *et al.* (2016), isso é importante porque a qualidade dos produtos industrializados feitos com o amido de mandioca é influenciada por vários fatores, como a composição, propriedades físico-químicas, morfologia, estrutura molecular, propriedades funcionais e propriedades térmicas do amido.

Segundo Floro *et al.* (2018) dificuldades são

particularmente agudas na mandioca, que é exclusivamente mantida por propagação vegetativa (cortes de caule ou cultura in vitro).

Atwijukirea *et al.* (2017) afirmam que a propagação vegetativa permite uma troca fácil de materiais de plantação entre os agricultores. Em regiões da África recentemente são realizados programas de melhoramento de culturas de raízes e vem criando uma planta de mandioca rica em carotenóides e prevê-se que isso culminará na implantação dessas cultivares com o propósito de estimular a nutrição entre populações vulneráveis à deficiência de vitaminas (ESUMA *et al.*, 2016).

O período de plantio é normalmente feito no início da estação chuvosa, pois a umidade e o calor tornam-se elementos indispensáveis para a brotação e enraizamento. Caso haja risco de excesso de umidade no solo, o plantio pode ser realizado após o início das chuvas (ALCANTARA, 2014).

As práticas culturais influenciam a produtividade da mandioca, dentre elas, destaca-se o sistema de preparo por sua influência nas propriedades físicas e químicas do solo. Os efeitos dos sistemas de preparo sobre as condições físicas do solo dependem do tipo de solo, do tipo de implemento e da sua intensidade de uso (OLIVEIRA *et al.*, 2001).

Segundo Silva *et al.* (2018) a mandioca é propagada através de pedaços de tamanho pequeno de hastes da parte aérea, denominadas assim de estacas ou manivas. O plantio das hastes de plantas ocorre com 10 a 12 meses, ou seja, plantas que completaram o seu ciclo vegetativo são as mais indicadas para o plantio, pelo fato de apresentarem maior número de gemas viáveis. Os solos preferencialmente escolhidos para o cultivo são os solos que possuem boa profundidade, texturas mais arenosas, com boa aeração, bem drenadas e com bom teor de matéria orgânica, com isso possibilitando o desenvolvimento do sistema radicular, além de facilitar no momento da colheita das raízes tuberosas.

Com relação ao ciclo vegetativo, esse pode variar, entre 8 a 12 meses dependendo da época de plantio e da cultivar da planta, isso para as cultivares de mesa, já as cultivares destinadas à indústria de até 24 meses. O procedimento de colheita deve ser realizado no final do ciclo, para se obter maiores quantidades de reserva de amido, o que geralmente ocorre no período de dormência da planta onde se encontram nos períodos de menores temperaturas e chuvas, ou seja, depois das plantas já perderem as folhas (DANTAS *et al.*, 2015; JOHANNIS; COTINEIRO, 2006; SAGRILO *et al.*, 2002).

Segundo Man e Wiktorsson *et al.* (2002) a escolha de ensilar a parte aérea deve ser feita essencialmente antes da queda das folhas, pois, nelas é que estão o maior valor nutricional e com isso a forragem conservada terá maior valor agregado pela sua qualidade. Para se aumentar a massa seca da forragem ensilada, pode ser feita a utilização das raízes, alcançando valores próximos de 30%, recomendados para ensilagem de qualquer forragem (WANAPAT, 2003).

### Mandioca na Alimentação de Ruminantes

Segundo Soares *et al.* (2016), a cultura da mandioca é utilizada como matéria-prima para diversos produtos industrializados, porém, um grande problema da utilização dessa cultura para fins específicos é o desperdício de

componentes nutricionais no momento de descarte dos restos da cultura os quais podem representar uma fonte adicional de recursos alimentares, como a utilização das folhas de mandioca e a parte aérea. Os ruminantes podem utilizar resíduos de colheita e subprodutos da cultura da mandioca que são abundantemente disponíveis e na maioria das vezes descartados (WANAPAT *et al.*, 2015).

As folhas verdes da mandioca têm mostrado características favoráveis, como fonte de proteínas na dieta humana e para os animais e na produção de rações mais nutritivas. No Brasil, alguns pesquisadores têm estudado as folhas de mandioca procurando uma possível alternativa para substituir alimentos convencionais, pois seus teores de proteínas, vitaminas e minerais são relativamente alto, além de apresentarem baixo custo e disponibilidade (MODESTO *et al.*, 2007).

Segundo Oke (1978) as folhas de mandioca, apresentam composição bromatológica parecido com a da soja, principalmente quanto às suas composições de aminoácidos.

Uma das alternativas para uso da mandioca é a produção de feno, as folhas e as hastes verdes são picadas e secas ao sol para reduzir o seu teor de umidade e HCN. Lunsin *et al.* (2012) utilizou feno das folhas da mandioca em um experimento com vacas leiteiras e obtiveram resultados satisfatórios quanto à inclusão desse alimento na dieta. Segundo Wanapat *et al.* (1997), a colheita de folhas de mandioca em estágio de crescimento precoce (três meses) para fazer feno pode reduzir o teor de tanino condensado (CT) e aumentar o teor de proteína (25% da MS), resultando em maior valor nutritivo.

Um novo método de suplementação para animais através do uso de pastilhas de mandioca fermentadas com cultura pura de *Saccharomyces cerevisiae* chamada “proteína de microplaqueta de mandioca fermentada” com sigla em inglês de (YEFECAP), foi relatada por vários pesquisadores (BOONNOP *et al.*, 2010; POLYORACH *et al.*, 2014; PROMKOT *et al.*, 2013; WANAPAT *et al.*, 2011) e principalmente na Tailândia, estudaram os efeitos da YEFECAP como substituição da fonte de soja de proteína em dietas e descobriram que a YEFECAP poderia substituir completamente a farinha de soja pela melhora na eficiência da fermentação do rúmen e a digestibilidade dos nutrientes.

O uso como silagem vem sendo utilizado com diferentes propósitos animais, segundo Jiwuba *et al.* (2021), a utilização dos subprodutos da mandioca como silagem é considerada como alternativa para alimentação animal e principalmente na dieta de ruminantes. O terço superior, a parte mais rica do ponto de vista nutricional, além de que apresenta uma alta produtividade, existem relatos da inclusão de silagem de mandioca na alimentação de ruminantes em outras partes do mundo como pequenos agricultores na Indonésia que foi relatado por Marjuki *et al.* (2008). Existem relatos de uso no Malawi pelo Relatório anual do IITA (2004), Anaeto *et al.* (2013) na Nigéria, Wanapat *et al.* (2018) na Tailândia e no Brasil por Modesto *et al.* (2009). Esses autores destacam que a silagem da parte aérea da mandioca apresenta elevados teores proteicos e teores de fibra inferiores aos de várias forragens tropicais.

A utilização da parte aérea da mandioca vem se tornando uma alternativa para aumentar e melhorar

a viabilidade econômica e a produtividade da pecuária de diversas regiões durante o período mais crítico, haja vista que possuem alto valor nutritivo e boa aceitabilidade pelos animais. Destacando-se dos demais alimentos para alimentação animal devido seu valor proteico elevado, boa produção de forragem e necessidade de aproveitar subprodutos agrícolas não utilizados na alimentação humana (FERREIRA *et al.*, 2009).

É extremamente importante a caracterização bromatológica da silagem da parte aérea da mandioca, tendo em vista a previsão de respostas produtivas dos animais, impostas e contabilizadas o mais precisamente. Sendo assim, é de fundamental importância avaliar resíduos com potencial para a alimentação dos animais, com o intuito de se obter dados em relação aos dados nutricionais desses alimentos (AZEVEDO *et al.*, 2006; DANTAS *et al.*, 2008; WANAPAT *et al.*, 2018; ZHENG *et al.*, 2020).

### Processo de ensilagem da Parte aérea da Mandioca

O procedimento de ensilagem da parte aérea da mandioca deve seguir o mesmo princípio (fermentação anaeróbia) de qualquer outra forrageira utilizada para conservação. Os cuidados em relação ao carregamento, compactação, vedação e posterior descarregamento do silo, devem ser tomados para que a silagem possa ficar ensilada por vários dias, além de aditivos que podem ser adicionados para garantir uma fermentação bem-sucedida (MAN; WIKTORSSON, 2002).

O primeiro passo é o corte da rama, após picagem do material em desintegrador de forragem e devidamente compactação para diminuir ao máximo a presença de ar. Embora a ensilagem da parte aérea da mandioca sem picar também seja viável, desde que se use trator pesado para obter alta densidade, é preferível sempre picar o material, em partículas de 1 a 2,5 cm, até mesmo para possibilitar a alimentação posterior pelos animais. Esse procedimento possibilita uma melhor compactação com aumento da densidade e, conseqüente, redução da porosidade da silagem e surgimento de organismos indesejáveis. Assim, haverá melhor qualidade de fermentação e maior estabilidade da silagem durante a utilização (LIMA *et al.*, 2010).

O processo de ensilagem é caracterizado pela fermentação láctica que ocorre em ambiente anaeróbico, causada pela remoção de ar, visando o desenvolvimento de bactérias produtoras de ácido láctico a partir de substratos como açúcares solúveis, ácidos orgânicos e compostos de nitrogênio solúvel, alimento de conservação em longo prazo (SANTOS *et al.*, 2010).

O processo de conservação de forragens na forma de silagem está diretamente ligado à estabilização do pH, devido aos microrganismos e também com uma melhor conservação do material ensilado, dessa forma as forragens conservadas podem ter seu valor alimentício alterado, devido os procedimentos utilizados para a sua produção e conservação, e dos fenômenos bioquímicos e microbiológicos que ocorrem no processo (JOBIM *et al.*, 2007).

Para ocorrer a rápida estabilização do pH é necessário que o material ensilado tenha quantidade de açúcares prontamente fermentáveis presentes. Na ensilagem, a presença ou ausência de oxigênio no interior do silo

determinará o desenvolvimento, mesmo que temporário, de três tipos de microrganismos: aeróbios, anaeróbios e anaeróbios facultativos. Bactérias ácido lácticas (BAL) são os principais microrganismos que atuam no processo fermentativo para a conservação da massa ensilada (ZACARON *et al.*, 2021). Essas bactérias incluem, principalmente, os gêneros *Lactobacillus*, *Streptococcus*, *Pediococcus* e *Leuconostococcus*, que produzem principalmente ácido lático como produto da fermentação dos açúcares (ARAÚJO *et al.*, 2016; SANTOS *et al.*, 2010).

Os processos de conservação causam alterações acentuadas na composição química da forragem e podem afetar a sua qualidade. A presença de microrganismos deterioradores na forragem atrasa a fermentação, tem competição com as bactérias ácido-láticas por substrato e geram perdas, o que diminui o valor nutritivo do material (FERNANDES *et al.*, 2016).

### Fatores antinutricionais da mandioca e componentes nutricionais

Na mandioca, o cianeto é um importante fator antinutritivo que ocorre como glucósidos cianogênicos, principalmente linamarina (> 80%) e em menor medida, lotaustralina (KIMARYO *et al.*, 2000). Os glucósidos cianogênicos estão presentes em todas as partes da planta, com possível exceção das sementes. As cultivares amargas ou bravas, que contêm maiores quantidades de glucósidos cianogênicos, devem ser processadas para remover os compostos tóxicos antes do consumo, enquanto as cultivares doces, que apresentam baixos níveis de glucósidos cianogênicos, podem ser consumidas cruas (OLAOYE *et al.*, 2015).

A linamarina está presente em grandes quantidades nas folhas e na casca das raízes (900-2000 mg de HCN equivalentes  $\text{kg}^{-1}$  de peso fresco = ppm) (CARDOSO *et al.*, 2005) e as folhas também contêm uma segunda enzima chamada hidroxinitrilo-liase, que catalisa a hidrólise de acetona cianidrina para produzir HCN (SIRITUNGA; SAYRE, 2004).

Em algumas cultivares de mandioca, o interior das raízes (parênquima) contém apenas uma pequena quantidade de cianeto. Isso é chamado de mandioca doce, que pode ser cozida e consumida, como é normal no Pacífico Sul (BURNS *et al.*, 2012).

No entanto, na Amazônia (fonte original da mandioca) e na África as cultivares possuem uma gama de conteúdos de cianeto total no parênquima de variando de 1-1550 ppm. A mandioca cianogênica de ocorrência natural nunca foi observada. Uma vez que a linamarina é amarga, raízes de mandioca de alto cianeto com 100 ppm de cianetos são normalmente amargas e são chamadas de mandioca brava, uma dessas cultivares na Nigéria é conhecida como "cortar e morrer". Se a planta é estressada por ataque de insetos ou pela seca, normalmente existe um estímulo para uma maior produção de linamarina, por exemplo, o teor médio de cianeto da farinha de mandioca aumentou durante a seca no norte de Moçambique de 45 a 100 ppm (NHASSICO *et al.*, 2008).

Estudos realizados por Khang e Wiktorsson (2004), relatam que grandes quantidades de silagem de mandioca

tiveram efeitos positivos na fermentação ruminal, sem efeitos deletérios na glândula tireóide e na função hepática, o que poderia ocorrer pela toxicidade do ácido cianídrico (HCN).

Segundo o NRC (2001) as estimativas precisas da ingestão e consumo de matéria seca são necessárias para promover o uso eficiente de nutrientes e incrementar a produção animal, dependendo da fase que o animal se encontra.

Dessa forma, o conhecimento das características físicas e químicas dos ingredientes utilizados em dietas e suas interações podem ter grande efeito na ingestão de matéria seca em vacas lactantes (SILVA *et al.*, 2009). A eficiência do uso de nutrientes dietéticos sempre é aliada com a eficiência energética e eficiência proteica de um determinado alimento (ONDARZA; TRICARICO, 2017).

Uma das características principais que se destacam nos alimentos para ruminantes é o conteúdo dos carboidratos, que sempre visa à facilidade de hidrólise do amido e dos componentes estruturais das plantas (ALLEN, 2000).

Dessa forma, o sistema Cornell baseia-se no fracionamento dos carboidratos e no modo diferenciado como os microrganismos ruminais fazem uso destes compostos, sendo levadas em consideração as diferenças quanto à utilização dos carboidratos para manutenção e crescimento, quanto à utilização e natureza dos compostos nitrogenados consumidos e quanto à sincronização entre a disponibilidade de energia e nitrogênio para maximização do crescimento microbiano em nível de rúmen (RUSSELL *et al.*, 1992; SNIFFEN *et al.*, 1992).

Nesse sistema, os carboidratos são classificados em não-estruturais (CNE), que compreendem as frações A (açúcares), B1 (amido e compostos fibrosos solúveis) e estruturais (CE), constituídos pelas frações B2 e C, que correspondem às frações potencialmente degradáveis e indegradáveis da fibra em detergente neutro do alimento, corrigida para o seu conteúdo em proteína e cinzas (SNIFFEN *et al.*, 1992; VAN SOEST, 1994).

Os compostos nitrogenados, conforme SNIFFEN *et al.* (1992), podem ser classificados na fração A, constituída de compostos nitrogenados não-protéicos (CNNP), na fração B1, que corresponde às proteínas solúveis e rapidamente degradáveis no rúmen, nas frações B2 e B3, que são constituídas de proteínas insolúveis com taxas de degradação intermediária e lenta, respectivamente e na fração C, que consiste nas proteínas insolúveis, não degradáveis e indigeríveis nos intestinos.

A alta eficiência do alimento na dieta do ruminante requer máxima digestibilidade da fibra e do amido e mínima excreção fecal de nutrientes energéticos. A melhor digestibilidade da fibra reduz potencialmente as perdas fecais e aumenta a produção de leite (OBA; ALLEN, 2000; KENDALL *et al.*, 2009).

Tilley e Terry (1963), desenvolveram a técnica de degradação *in vitro*, essa técnica simula os processos de digestão que ocorrem no rúmen, e tem sido muito utilizada por apresentarem valores de digestibilidade.

Os parâmetros cinéticos de degradação são importantes porque além de descreverem a digestão, caracterizam as propriedades intrínsecas dos alimentos que limitam a disponibilidade para os ruminantes (MERTENS, 2005).

A técnica de produção de gás *in vitro*, consiste na incubação de amostras de alimentos em garrafas com um medidor de gás acoplado. Para determinar o volume do gás pode-se utilizar uma seringa plástica graduada, quando ocorre a fermentação do alimento e a liberação de gás. A quantidade de gás produzido é medida em tempos definidos, para que se obtenha uma curva de degradação (THEODOROU *et al.*, 1994).

O termo perfil metabólico refere-se à análise de constituintes bioquímicos sanguíneos que são úteis para avaliar e prevenir problemas metabólicos e nutricionais em rebanhos leiteiros (PUPPEL; KUCZYNSKA, 2016; ROSSATO *et al.*, 2001).

Segundo Stengärde *et al.* (2008) os parâmetros sanguíneos podem refletir o status nutricional da vaca, como glicose, frutossamina, insulina, não-esterificadas ácidos graxos (NEFA), ácido  $\beta$ -hidroxibutírico (BHBA), colesterol, enzimas e proteínas de grande interesse.

A função hepática pode ser avaliada através de uma cultivar de enzimas - glutamiltransferase (GGT), alanina aminotransferase (ALT), aspartato aminotransferase (AST) e sorbitol desidrogenase (SDH) e concentrações de bilirrubina total no sangue. A determinação das atividades de AST e GGT em vacas leiteiras está relacionada à síndrome do fígado gorduroso e a distúrbios no funcionamento do músculo esquelético e do coração de vacas (KANEKO *et al.*, 2008). Além disso, Sakowski *et al.* (2012) relataram que o aumento da atividade da enzima ALT pode estar associado a danos no fígado.

A ingestão prolongada de cianeto presente nas cultivares de mandioca mesmo que em baixa quantidade, como é caso das mandiocas chamadas de mansa pode ser responsável por vários efeitos tóxicos, incluindo ganho de peso do fígado e o chamado fígado gorduroso que pode ser identificado através da análise das enzimas de AST e GGT (OKAFOR *et al.*, 2002; SOTO-BLANCO e GÓRNIK, 2010).

### Considerações Finais

A utilização da parte aérea da mandioca na dieta de vacas em lactação se mostra favorável em decorrência do referencial teórico analisado. Percebe-se que esse subproduto é uma alternativa para aumentar e melhorar a viabilidade econômica e o volume produtivo desses animais. Contudo, o desenvolvimento de pesquisas adicionais são necessárias, a fim de investigar o efeito do uso da parte aérea da mandioca em substituição a silagem do milho em vacas em lactação.

### Referências

- ALCANTARA, F. L. M. **Produção de mandioca (*Manihot esculenta* Cranz) sob dois sistemas de plantio** 2014. Conclusão de Curso (Graduação em Agronomia) – Universidade Federal da Paraíba, Areia, 2014.
- ALLEM, A. C. The origin of *Manihot esculenta* Crantz (Euphorbiaceae). **Genetic Resources and Crop evolution**, Dordrecht, v. 41, p. 133-150, 1994.
- ALLEN, M. S. Effects of diet on short-term regulation
- ANAETO, M.; SAWYERR, A. F.; ALLY, T. R.; TAYO, G. O.; ODEYEYE, J. A.; OLARINMOYE, A. O. Cassava leaf silage and cassava peel as dry season feed for West African dwarf Sheep. **Global Journal of Science Frontier Research Agriculture and Veterinary Sciences**, v. 13, n. 2, 2013.
- ARAÚJO, D. D. *et al.* Nutritional evaluation of integral cassava root silages for growing pigs. **Animal Nutrition**, v. 2, n. 3, p. 149-153, 2016.
- ARCHANA, A.; SELVIN, R.; IQSHANULLAH, A. M. Technology utilization pattern of cassava growers on recommended cultivation practices. **Journal of Extension Education**. n. 1, v. 1. 30, 2018.
- ATWIJUKIRE, E. *et al.* Variation in starch quality of carotenoids-rich cassava clones that exhibit resistance to cassava brown streak disease. **Carbohydrate Polymers**, n. Nov. p. 0-1, 2017.
- AZEVEDO, E. B. *et al.* Silagem da parte aérea de cultivares de mandioca. **Ciência Rural**, v. 36, n. 6, p. 1902-1908, 2006.
- BOONNOP, K.; WANAPAT, M.; NAVANUKRAW, C. Replacement of soybean meal by yeast fermented-cassava chip protein (YEFECAP) in concentrate diets fed on rumen fermentation, microbial population and nutrient digestibilities in ruminants. **Journal of Animal and Veterinary Advances**, v. 9, n. 12, p. 1727-1734, 2010.
- BRASIL. (CONAB) Companhia Nacional de Abastecimento. **Mandioca: análise mensal**. Fev. 2020. Disponível em: <http://www.conab.gov.br>. Acesso em: 11 maio 2020.
- BRASIL. (IBGE) INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. 2016. **Estatísticas de Produção Agrícola 2017**. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/>. Acesso em: 14 ago. 2018.
- BURNS, A. E. *et al.* Total cyanide content of cassava food products in Australia. **Journal of Food Composition and Analysis**, v. 25, n. 1, p. 79-82, 2012.
- BYJU, G.; SUJA, G. Chapter 5 - Mineral nutrition of cassava. **Advances in Agronomy**, n. 159, p. 169-235, 2020
- CARDOSO, A. *et al.* Processing of cassava roots to remove cyanogens. **Journal of Food Composition and Analysis**, v. 18, n. 5, p. 451-460, 2005.
- CARDOSO, C. E. L.; SOUZA, J. S. Importância, potencialidades e perspectivas do cultivo da mandioca na América Latina. In: CEREDA, M. P. **Culturas de tuberosas amiláceas latino americanas**. Campinas: Fundação Cargill. p. 29-47, 2002.
- CARRASCO, N. F. *et al.* Growing Cassava (*Manihot esculenta*) in Mato Grosso, Brazil: genetic diversity

conservation in small-scale agriculture. **Economic Botany**, v. 70, n. 1, p. 15-28, 2016.

DANTAS, F. R. *et al.* Composição química e características fermentativas de silagens de maniçoba (*Manihot sp.*) com percentuais de co-produto de vitivinícolas desidratado 1. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 9, n. 2, p. 247-257, 2008.

DANTAS, M. S. M. *et al.* Crescimento do girassol adubado com resíduo líquido do processamento de mandioca. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 19, n. 4, p. 350-357, 2015.

DELAQUIS, E.; DE HAAN, S.; WYCKHUYS, K. A. G. On-farm diversity offsets environmental pressures in tropical agro-ecosystems: a synthetic review for cassava-based systems. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v. 251, n. 2, p. 226-235, 2018.

DEPARTAMENTO DE ECONOMIA RURAL DO ESTADO DO PARANÁ, DERAL 2016, **Produção agropecuária**. Disponível em: <http://www.agricultura.pr.gov.br/>. Acesso em: 14 ago. 2018.

DINIYAH, N. *et al.* Effect of Fermentation time and cassava cultivars on water content and the yield of starch from Modified Cassava Flour (MOCAF). **Indonesian Journal of Pharmaceutical Science and Technology**, v. 5, n. 2, p. 71-75, 2018.

EL-SHARKAWY, M. A. Physiological characteristics of cassava tolerance to prolonged drought in the tropics: implications for breeding cultivars adapted to seasonally dry and semiarid environments. **Brazilian Journal of Plant Physiology**, v. 19, n. 4, p. 257-286, 2007.

ESUMA, W. *et al.* Diallel analysis of provitamin A carotenoid and dry matter content in cassava (*Manihot esculenta* Crantz). **Breeding Science**, v. 66, n. 4, p. 627-635, 2016.

FAO. Food and Agriculture Organization of the United Nations. **Food outlook biannual report on global food markets**. p.152, 2017. Disponível em: <http://www.fao.org/3/a-I8080e.pdf>. Acesso em: 10 maio 2018.

FAO. Food and Agriculture Organization of the United Nations. **Food outlook biannual report on Global food markets**. p.152, 2019. Disponível em: <http://www.fao.org/family-farming/detail/en/c/1277661/>. Acesso em: 10 maio 2021.

FAO. Food and Agriculture Organization of the United Nations. **Protecting cassava, a neglected crop, from pests and diseases**. Disponível em: <http://www.fao.org/3/ca7117en/CA7117EN.pdf>. Acesso em: 15 jun. 2020.

FERNANDES, G. F.; EVANGELISTA, A. F.; BORGES, L. da S. Potencial de espécies forrageiras para produção de silagem: revisão de literatura. **NutriTime Revista**

**Eletrônica**, v. 13, n. 3, p. 4652-4656, 2016.

FERREIRA, A. L. *et al.* Produção e valor nutritivo da parte aérea da mandioca, maniçoba e pornunça. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 10, n. 1, p. 129-136, 2009.

FLORO, V. O. *et al.* Household determinants of the adoption of improved cassava cultivars using DNA fingerprinting to identify cultivars in farmer fields: a case study in Colombia. **Journal of Agricultural Economics**, v. 69, n. 2, p. 518-536, 2018.

HOPPE, S.; SHIKIDA, P. F. A.; SILVA, J. R. da. Análise econômico-financeira da implantação de uma destilaria para produção de álcool carburante a partir da mandioca. **Revista Brasileira de Gestão Urbana**, v. 1, n. 2, p. 245-257, 2009.

IITA. Annual Report. Cassava silage feeds dairy cattle in Malawi. p. 9, 2004. Disponível em: <http://newint.iita.org/wp-content/uploads/2016/04/Annual-Report-2004-full-version.pdf>. Acesso em: 10 maio 2018.

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

JIWUBA, P. C. *et al.* Enhancement values of cassava by-product diets on production and haemato-biochemical indices of sheep and goats: a review. **Tropical Animal Health and Production**, v. 53, n. 2, p. 1-11, 2021.

JOHANNIS, O.; CONTIERO, R. L. Efeitos de diferentes períodos de controle e convivência de plantas daninhas com a cultura da mandioca. **Revista Ciência Agronômica**, v. 37, n. 3, p. 326-331, 2006.

KANEKO, J. J.; HARVEY, J. W.; BRUSS, M. L. **Clinical Biochemistry of Domestic Animals** 6th edn. Academic Press, San Diego, CA, 2008.

KENDALL, C. *et al.* Intake and milk production of cows fed diets that differed in dietary neutral detergent fiber and neutral detergent fiber digestibility. **Journal of Dairy Science**, v. 92, n. 1, p. 313-323, 2009.

KHANG, D. N.; WIKTORSSON, H. Effects of Fresh Cassava tops on rumen environment parameters, thyroid gland hormones and liver enzymes of local yellow cattle fed urea-treated fresh rice straw. **Tropical Animal Health and Production**, v. 36, n. 8, p. 751-762, 2004.

KIMARYO, V. M. *et al.* The use of a starter culture in the fermentation of cassava to produce “kivunde”, a traditional Tanzanian food product. **International Journal of Food Microbiology**, v. 56, n. 2-3, p. 179-190, 2000.

KRISTENSEN, S. B. P. *et al.* Cassava as an energy crop: a case study of the potential for an expansion of cassava cultivation for bioethanol production in southern mali. **Renewable Energy**, v. 66, p. 381-390, 2014.

- LIMA, S. *et al.* Mandioca na alimentação animal: revisão de literatura. **PUBVET**, v. 4, n. 142, p. 37, 2010.
- LUNSIN, R.; WANAPAT, M.; ROWLINSON, P. Effect of cassava hay and rice bran oil supplementation on rumen fermentation, milk yield and milk composition in lactating dairy cows. **Asian-Australasian Journal of Animal Sciences**, v. 25, n. 10, p. 1364-1373, 2012.
- MAN, N.; WIKTORSSON, H. Effect of molasses on nutritional quality of cassava and *Gliricidia tops* silage. **Asian-Australasian Journal of Animal Sciences**, v. 15, n. 9, p. 1294-1299, 2002.
- MARJUKI, H. E. S. *et al.* The use of cassava leaf silage as a feed supplement in diets for ruminants and its introduction to smallholder farmers. **Livestock Research for Rural Development**, v. 20, n. 6, p. 1-9, 2008.
- MARQUES, K. M. de S. *et al.* Cinética de fermentação in vitro de fenos da parte aérea de mandioca. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 15, n. 3, p. 528-543, 2014.
- MCMAHON, J. M. *et al.* REVIEW ARTICLE: Cyanogenesis in cassava (*Manihot esculenta* Crantz). **Journal of Experimental Botany**, v. 46, n. 7, p. 731-741, 1995.
- MERTENS, D. R. Rate and extent of digestion. *In*: DIJKSTRA, J.; FORBES, J. M.; FRANCE, J. (Eds). **Quantitative aspects of ruminant digestion and metabolism**. 2. ed. Wallingford: CABI Publishing, p.13-47, 2005.
- MEZETTE, T. F. *et al.* Seleção de clones-elite de mandioca de mesa visando a características agrônômicas, tecnológicas e químicas. **Bragantia**, v. 68, n. 3, p. 601-609, 2009.
- MODESTO, E. C. *et al.* Inclusão de silagem de rama de mandioca em substituição à pastagem na alimentação de vacas em lactação: produção, qualidade do leite e da gordura. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 61, n. 1, p. 174-181, 2009.
- MODESTO, E. C.; SANTOS, G. T.; JOBIM, C. C. Substituição da silagem de milho pela silagem de rama de mandioca na alimentação de vacas leiteiras: consumo e digestibilidade dos nutrientes. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v. 29, n. 4, 2007.
- MODESTO, E. C. *et al.* Caracterização da silagem do terço superior da rama de mandioca. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v. 26, n. 1, p. 137-146, 2004.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient requirements of dairy cattle**. 7. ed. Washington, D. C. p. 381, 2001.
- NHASSICO, D.; MUQUINGUE, H.; CLIFF, J.; CUMBANA, A.; BRADBURY, J. H. Rising African cassava production, diseases due to high cyanide intake and control measures. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 88, p. 2043-2049, 2008.
- OBA, M.; ALLEN, M. S. Effects of brown midrib 3 mutation in corn silage on productivity of dairy cows fed two concentrations of dietary neutral detergent fiber: 1. Feeding behavior and nutrient utilization. **Journal of Dairy Science**, v. 83, n. 6, p. 1333-1341, 2000.
- OKAFOR, P. N.; OKOROWKWO, C. O.; MADUAGWU, E. N. Occupational and dietary exposures of humans to cyanide poisoning from large-scale cassava processing and ingestion of cassava foods. **Food and Chemical Toxicology**, v. 40, n. 7, p. 1001-1005, 2002.
- OKE, O. L. Problems in the use of cassava as animal feed. **Animal Feed Science and Technology**, v. 3, p. 345-380, 1978.
- OLAOYE, O. A. *et al.* Evaluation of quality attributes of cassava product (gari) produced at varying length of fermentation. **American Journal of Agricultural Sciences**, v. 2, n. 1, p. 1-7, 2015.
- OLIVEIRA, J. O. A. P. *et al.* Influência de sistemas de preparo do solo na produtividade da mandioca (*Manihot esculenta* Crantz). **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 25, n. 2, 2001.
- OLSEN, K. M.; SCHAAL, B. A. Evidence on the origin of cassava: phylogeography of *Manihot esculenta*. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v. 96, n. 10, p. 5586-5591, 1999.
- ONDARZA, M. B.; TRICARICO, J. M. Advantages and limitations of dairy efficiency measures and the effects of nutrition and feeding management interventions. **The Professional Animal Scientist**, v. 33, n. 4, p. 393-400, 2017.
- ONI, A. O. *et al.* Effect of additives on fermentation of cassava leaf silage and ruminal fluid of west african dwarf goats. **Archivos de Zootecnia**, v. 63, n. 243, p. 449-459, 2014.
- POLYORACH, S.; WANAPAT, M.; CHERDTHONG, A. Influence of yeast fermented cassava chip protein (YEFECAP) and roughage to concentrate ratio on ruminal fermentation and microorganisms using in vitro gas production technique. **Asian-Australasian Journal of Animal Sciences**, v. 27, n. 1, p. 36-45, 2014.
- PROMKOT, C.; WANAPAT, M.; MANSATHIT, J. Effects of yeast fermented-cassava chip protein (YEFECAP) on dietary intake and milk production of Holstein crossbred heifers and cows during pre- and post-partum period. **Livestock Science**, v. 154, n. 1-3, p. 112-116, 2013.
- PUPPEL, K.; KUCZYŃSKA, B. Metabolic profiles of cow's blood; a review. **Journal of the science of food and**

**agriculture**, v. 96, n. 13, p. 4321-4328, 2016.

RAVINDRAN, V. Cassava leaves as animal feed: potential and limitations. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 61, n. 2, p. 141-150, 1993.

RAVINDRAN, V.; RAJAGURU, A. S. B. Effect of stem pruning on cassava root yield and leaf growth. **Journal of Agricultural Science**, v. 25, p. 32-37, 1988.

RIVAS, D. V. *et al.* Factors related to the starch content during the extraction process of Cassava (*Manihot Esculenta*, Crantz) **Crop. Annals of the Romanian Society for Cell Biology**, p. 10441-10448, 2021.

ROSSATO, W. *et al.* Number of lactation affects metabolic profile of dairy cows (O número de lactações afeta o perfil metabólico de vacas leiteiras). **Archives of Veterinary Science**, v. 6, n. 2, p. 83-88, 2001.

RUSSELL, J. B. *et al.* A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: I. Ruminant fermentation. **Journal of Animal Science**, v. 70, n. 11, p. 3551-3561, 1992.

SAGRILO, E. *et al.* Efeito da época de colheita no crescimento vegetativo, na produtividade e na qualidade de raízes de três cultivares de mandioca. **Bragantia**, v. 61, n. 2, p. 115-125, 2002.

SAKOWSKI, T. *et al.* Relationships between physiological indicators in blood, and their yield, as well as chemical composition of milk obtained from organic dairy cows. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 92, n. 14, p. 2905-2912, 2012.

SALCEDO-MENDOZA, J. G.; RODRÍGUEZ-LORA, M. C.; FIGUEROA-FLÓREZ, J. A. Effect of acetylation on structural and functional properties. **Revista Mexicana de Ingeniería Química**, v. 15, n. 3, p. 787-796, 2016.

SANTOS, M. V. F. *et al.* Fatores que afetam o valor nutritivo das silagens de forrageiras tropicais. **Archivos de Zootecnia**, v. 59, p. 25-43, 2010.

SCHMITZ, H. J. G. *et al.* Selected physicochemical properties of starches isolated from 10 cassava cultivars reveal novel industrial uses. **Wiley Online Library**, v. 69, p. 7-8, 2016.

SILVA, B. E. L.; BARBOSA, S. K. J.; BARBOSA, F. P. J. Aspectos gerais e peculiaridades sobre mandioca (*Manihot esculenta* Crantz). **Diversitas Journal**, v. 3, p. 13-23, 2018.

SILVA, C. V. D. *et al.* Intake, apparent nutrient digestibility and performance of milking cows under pasture as a function of levels of concentrate and crude protein in the diet. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 38, n. 7, p. 1372-1380, 2009.

SIRITUNGA, D.; SAYRE, R. Engineering cyanogen

synthesis and turnover in cassava (*Manihot esculenta*). **Plant Molecular Biology**, v. 56, n. 4, p. 661-669, 2004.

SNIFFEN, C. J. *et al.* A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: carbohydrate and protein availability. **Journal of Animal Science**, v. 70, n. 12, p. 3562-3577, 1992.

SOARES, I. A. *et al.* Concentrado proteico mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) obtido das folhas de três cultivares comerciais. **Acta Ambiental Catarinens**, v. 13, n. 1, p. 1-7, 2016.

SOTO-BLANCO, B.; GÓRNIK, S. L. Toxic effects of prolonged administration of leaves of cassava (*Manihot esculenta* Crantz) to goats. **Experimental and Toxicologic Pathology**, v. 62, n. 4, p. 361-366, 2010.

SOUZA, A. S. *et al.* Valor nutricional de frações da parte aérea de quatro cultivares de mandioca. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 12, n. 2, 2011.

STENGÄRDE, L. *et al.* Metabolic profiles in five high-producing Swedish dairy herds with a history of abomasal displacement and ketosis. **Acta Veterinaria Scandinavica**, v. 50, n. 1, p. 1-11, 2008.

SUDARMAN, A. *et al.* The use of cassava leaf silage as a substitute for concentrate feed in sheep. **Tropical Animal Health and Production**, v. 48, n. 7, p. 1509-1512, 2016.

TEIXEIRA, P. R. G. *et al.* Physical-chemical characteristics of sweet cassava cultivars. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 12, n. 2, p. 158-165, 2017.

THEODOROU, M. K. *et al.* A simple gas production method using a pressure transducer to determine the fermentation kinetics of ruminant feeds. **Animal Feed Science and Technology**, v. 48, p. 185-197, 1994.

TILLEY, J. M. A.; TERRY, R. A. A two stage technique for the in vitro digestion of forage crops. **Journal of British Grassland**, v. 18, n. 2, p.104-111, 1963.

VALLE, T. L. *et al.* Conteúdo cianogênico em progênies de mandioca originadas do cruzamento de cultivares mansas e bravas. **Bragantia**, v. 63, n. 2, p. 221-226, 2004.

VAN SOEST, P. J. **Nutritional ecology of the ruminant**. Ithaca. Comstock Publishing. 1994. 476 p.

WANAPAT, M. Manipulation of cassava cultivation and utilization to improve protein to energy biomass for livestock feeding in the tropics. **Asian-Australasian Journal of Animal Sciences**, v. 16, n. 3, p. 463-472, 2003.

WANAPAT, M.; KANG, S. Cassava chip (*Manihot esculenta* Crantz) as an energy source for ruminant feeding. **Animal Nutrition**, v. 1, n. 4, p. 266-270, 2015.

WANAPAT, M.; PIMPA, O.; PETLUM, A. *et al.* Cassava

hay: A new strategic feed for ruminants during the dry season. **Livestock Research for Rural Development**, v. 9, n. 2, p. 57-61, 1997.

WANAPAT, M. *et al.* Yeast-fermented cassava chip protein (YEFECAP) concentrate for lactating dairy cows fed on urea-lime treated rice straw. **Livestock Science**, v. 139, n. 3, p. 258-263, 2011.

WANAPAT, M. *et al.* Strategic supplementation of cassava top silage to enhance rumen fermentation and milk production in lactating dairy cows in the tropics. **Tropical Animal Health and Production**, n. 1991, 2018.

WOBETO, C. *et al.* Nutrients in the cassava (*Manihot Esculenta crantz*) leaf meal at three ages of the plant. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 26, n. 4, p. 865-869, 2006.

ZACARON, W. N. *et al.* Effect of particle size on storage time of hydrated corn grain. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 42, n. 3, p. 1189-1208, 2021.

ZHENG, Y.; XUE, S.; ZHAO, Y.; LI, S. Effect of cassava residue substituting for crushed maize on in vitro ruminal fermentation characteristics of dairy cows at mid-lactation. **Animals**, ed. 10, v. 893, p. 1-13, 2020.

ZHOU, A.; THOMSON, E. The development of biofuels in Asia. **Applied Energy**, v. 86, n. SUPPL. 1, p. S11-S20, 2009.

Recebido em: 22.06.2020

Aceito em: 02.06.2021