

Pat.

CAPÍTULO 17

COPRODUTOS DA MANDIOCA NA ALIMENTAÇÃO DE GADO DE LEITE

Fernanda Samarini Machado¹, Lúcio Carlos Gonçalves²,
Wilson Gonçalves de Faria Jr.³, Marcelo Neves Ribas⁴

RESUMO

A mandioca é uma espécie de origem latino-americana, disseminada em diversas regiões do mundo devido à sua tolerância a condições marginais de cultivo. Sua produção pode ser destinada à alimentação humana ou animal, ou ainda a processos industriais para obtenção de amido. A mandioca apresenta a peculiaridade de poder ser manejada com duplo propósito, permitindo a integração da produção agrícola com a atividade pecuária. Tanto as raízes, ricas em amido, quanto a parte aérea, com elevadas concentrações de proteína, podem ser utilizadas na alimentação de vacas leiteiras, bem como os subprodutos do processo de industrialização. A escolha da forma de utilização, entre produção de silagem, de feno, peletização ou fornecimento do material fresco, depende de fatores, como as condições climáticas da região, o nível de tecnologia, a disponibilidade de mão de obra, entre outros. Sua inclusão na alimentação de vacas em lactação pressupõe a suplementação com nutrientes necessários ao balanceamento da dieta, bem como cuidados na escolha da variedade ou adoção de práticas de manejo que eliminem os riscos de intoxicação por ácido cianídrico.

INTRODUÇÃO

A mandioca (*Manihot esculenta* Crantz), também conhecida como aipim e macaxeira, é planta originária da América do Sul, provavelmente da região Nordeste e central do Brasil, onde já era cultivada pelos índios. Foi descrita pela primeira vez em 1573 por Magalhães Gandavo, sendo espalhada pelo mundo por europeus colonizadores no século XVIII.

Por apresentar tolerância a diversos tipos de clima e solo, a mandioca é cultivada em várias regiões do mundo. Nigéria, Brasil e Tailândia são os países que dominam a produção mundial. A produção africana não tem caráter comercial; ao contrário, apresenta-se como de subsistência. No Brasil, segundo maior produtor mundial, coexistem a produção de subsistência e a comercial, destinando-se a produção,

¹ Médica Veterinária, MSc., DSc. Embrapa Gado de Leite, Rua Eugênio do Nascimento, 610, Dom Bosco, CEP 36038-330, Juiz de Fora, MG. fernanda@cnpql.embrapa.br

² Engenheiro Agrônomo, DSc., Prof. Associado Departamento de Zootecnia da Escola de Veterinária da UFMG, Caixa Postal 567, CEP 30123-970, Belo Horizonte, MG. luciocg@vet.ufmg.br

³ Médico Veterinário, MSc., Doutorando em Nutrição Animal, Escola de Veterinária da UFMG, Caixa Postal 567, CEP 30123-970, Belo Horizonte, MG. Bolsista CNPq. wilsonvet2002@gmail.com

⁴ Médico Veterinário, MSc., DSc. em Zootecnia, Escola de Veterinária da UFMG, Caixa Postal 567, CEP 30123-970, Belo Horizonte, MG. os2ribas@hotmail.com

majoritariamente, ao mercado interno. Já a produção na Tailândia tem caráter comercial, respondendo esse país pela maior parte do que é exportado desse produto no mundo. A participação do Brasil no mercado internacional é praticamente desprezível. As exportações brasileiras, quando ocorrem, destinam-se aos países da América do Sul e, em menor proporção, aos Estados Unidos. Recentemente, as exportações da África do Sul vêm assumindo posição de destaque (Alves e Vedovoto, 2003).

Grande parte da produção brasileira de mandioca (50,2%) é destinada à alimentação animal (Food and Agricultural Organization - FAO, 2007). A cultura da mandioca representa também um produto básico na alimentação humana (33,9% da produção); é fonte geradora de emprego e de renda para agricultores e consumidores de baixo poder aquisitivo, sobretudo nas regiões mais pobres do país (Tafur, 2002). Para alimentação animal, podem ser utilizadas as folhagens e a raiz. Para consumo humano, a raiz *in natura* serve para a elaboração de pratos, doces ou salgados. Os derivados de mandioca na indústria são: farinha, amido, álcool, entre outros (Camargo Filho e Alves, 2004).

De acordo com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE, a área de mandioca plantada no Brasil em janeiro de 2009 foi de 1,89 milhões de hectares, com uma produção estimada de 26,95 milhões de toneladas de raízes, obtendo-se um rendimento de 14,26t/ha. O Nordeste e o Norte foram responsáveis por 25,8 e 37,9% da produção nacional em 2008, com predomínio de sistemas familiares que utilizam baixa tecnologia. Já as regiões Sul, Sudeste e Centro-Oeste apresentaram 22,1, 8,6 e 5,6% da produção nacional, respectivamente, apresentando um caráter produtivo mais industrial.

A produção de mandioca é predominantemente realizada por agricultores familiares e camponeses. Segundo dados do IBGE, 74,5% do plantio são efetuados em áreas inferiores a 10 hectares. Desta forma, a integração entre as atividades pecuárias e a produção agrícola na propriedade garante redução dos custos do produtor, tornando o sistema sustentável.

A mandioca apresenta a peculiaridade de poder ser manejada com duplo propósito de produção de amido, principal componente das raízes tuberosas, e de proteína, presente em elevadas concentrações nas folhas. Sendo assim, sua utilização na alimentação de vacas leiteiras apresenta vantagens, já que a raiz substitui alimentos energéticos de alto custo utilizados tradicionalmente na dieta de monogástricos, além de a parte aérea representar um suplemento proteico que pode ser utilizado durante todo o ano, reduzindo gastos com alimentos concentrados.

No entanto, maior adoção de tecnologias disponibilizadas pela pesquisa faz-se necessária, visando ao incremento dos níveis de produção dessa cultura, historicamente baixos no Brasil (Lopes et al., 2005).

1. CARACTERÍSTICAS DA CULTURA

A mandioca pertence à família das Euphorbiaceae, sendo a *Manihot esculenta* Crantz a espécie de maior interesse agrônômico, entre as 1.200 espécies existentes. As plantas são herbáceas quando novas, e lenhosas, arbustivas ou subarbustivas na maturidade, com altura variando de 1 a 5 metros (Carvalho, 1983).

A mandioca pode ser cultivada com ótima produtividade numa faixa que vai de 30° na latitude norte a 30° na latitude sul, e altitudes até 800 metros, onde ocorre condição climática favorável para desenvolver-se. A temperatura ideal está entre 25 e 29°C, exigindo precipitações entre 1.000 e 1.500mm anuais. Entretanto, apresenta resistência à seca, sendo cultivada em regiões semiáridas com 500 a 700mm de chuvas por ano. Apresenta baixa exigência em fertilidade e desenvolve-se melhor em solos com textura franco-arenosa a argilo-arenosa, com pH de 6,5.

Para fins práticos, a planta da mandioca pode ser dividida em parte aérea (hastes, pecíolos e folhas) e parte subterrânea (raízes tuberosas). Apesar das variações inerentes à variedade utilizada e às influências das condições de solo e ambiente no crescimento da cultura, de modo geral, observam-se na planta madura aproximadamente 50% de raízes tuberosas, 40,0% de hastes e pecíolos e 10,0% de folhas (Gil e Buitrago, 2002).

Dentre outros fatores, a produtividade da mandioca depende das condições climáticas, da fertilidade do solo e do cultivar plantado, variando de 10 a 35 toneladas por hectare de raízes e 8 a 30 toneladas por hectare de parte aérea (Carvalho, 1983).

2. FORMAS DE UTILIZAÇÃO DA MANDIOCA NA ALIMENTAÇÃO ANIMAL

Podem constituir componentes da dieta dos ruminantes não somente as raízes tuberosas, fornecidas *in natura* (picadas), desidratadas (raspas), peletizadas ou ensiladas, mas também sua parte aérea, utilizada sob a forma de material verde picado, ou ainda conservada por procedimentos de fenação, peletização ou ensilagem. A planta integral da mandioca também é utilizada *in natura* ou ensilada. Os resíduos originados do processamento das raízes, na obtenção de produtos para alimentação humana ou destinados para fins industriais, também podem ser utilizados na alimentação de ruminantes.

A forma de utilização mais econômica a ser adotada dependerá da disponibilidade de mão de obra, infraestrutura e condições climáticas da região, que permitirão maior ou menor facilidade para efetuar a secagem. Existem regiões onde a produção de feno da parte aérea e de raspa seca de mandioca torna-se antieconômica, e a opção mais adequada para eficiente conservação seria o processo de ensilagem. Porém, existem aquelas regiões mais áridas, em que processos de desidratação natural seriam a forma mais econômica de processamento. Assim, o modo de utilização da mandioca, entre fornecimento ao natural, ensilado ou na forma desidratada, será determinado pelas condições climáticas do ecossistema (Lopes et al., 2005).

3. LIMITAÇÕES DA MANDIOCA NA ALIMENTAÇÃO ANIMAL

3.1. Fatores antinutricionais

A principal limitação no uso da mandioca como alimento para ruminantes refere-se ao problema da toxicidade do ácido cianídrico (HCN). O HCN é formado a partir do cianeto, um radical constituinte das moléculas da linamarina e lotaustralina, glicosídeos cianogênicos da mandioca. Glicosídeos cianogênicos são compostos orgânicos sintetizados principalmente nas folhas e, em menor proporção, na região cortical de raízes jovens e distribuídos para todas as partes da planta. A formação do HCN a partir da linamarina, glicosídeo cianogênico mais abundante, ocorre pela ação da enzima linamarase. Na planta intacta, a linamarase está compartimentalizada na parede celular, e a linamarina nos vacúolos celulares. Desta forma, deve-se fazer a trituração do material para que ocorram as reações químicas necessárias, como ativação da betaglicosidase intracelular, para a liberação e volatilização do HCN.

Caso ocorra ingestão do material antes da liberação do HCN na planta, a microflora presente no trato digestivo do animal também pode produzir betaglicosidase, capaz de hidrolisar o glicosídeo cianogênico. Ao ser formado e absorvido, o HCN é detoxificado por uma enzima denominada rodanase, formando um composto não tóxico, chamado tiocianato, que é excretado do organismo via urina. Essa conversão metabólica do HCN até tiocianato depende da presença de fatores nutricionais, como os aminoácidos sulfurados e a vitamina B₁₂. Existem evidências de que os ruminantes possam usar substâncias doadoras de enxofre e até mesmo o enxofre elementar (S) para detoxificar o HCN de origem dietética, sendo necessário 1,2g de enxofre para detoxificar 1,0g de HCN (Sanda e Methu, 1988). Alguns trabalhos consideram um efeito benéfico de aumento da vida de prateleira do leite, atribuído à presença nele do tiocianato (Wanapat, 2001).

O consumo de alimentos que contêm grande quantidade de glicosídeos cianogênicos não só tem resultado em morte ou efeitos neurológicos crônicos, mas também tem sido associado à ocorrência de bócio tireoidiano (Teles, 1987). Eventuais baixas *performances* de ruminantes alimentados com produtos à base de mandioca têm sido atribuídas à toxicidade crônica por HCN, embora fatores agravantes, como deficiência dietética de nitrogênio, pudessem ser corresponsáveis (Sanda e Methu, 1988).

Com base nos níveis de glicosídeos cianogênicos e/ou de ácido cianídrico presentes na raiz, determina-se a diferença entre as variedades de maior toxicidade, conhecidas como bravas, e variedades menos tóxicas, mansas. Campos Neto e Bem (1995) recomendaram a seguinte classificação de acordo com o teor de HCN nas raízes dos diferentes cultivares:

- não tóxicas: menos de 50mg/kg de raízes frescas;
- pouco tóxicas: de 50 a 80mg/kg de raízes frescas;
- tóxicas: de 80 a 100mg/kg de raízes frescas;
- muito tóxicas: mais de 100mg/kg de raízes frescas.

Para a eliminação total ou parcial do conteúdo de HCN da mandioca, podem ser utilizados diversos procedimentos, como a desidratação artificial ou por radiação solar, a cocção em água ou a ensilagem. Quando o material é submetido à desidratação, ao atingir um nível de 10,0 a 15,0% de umidade, o ácido cianídrico é volatilizado, podendo o produto ser consumido sem riscos ao metabolismo animal. De acordo com Carvalho (1987), a trituração provoca ruptura de tecidos, facilitando um maior contato entre enzima (linamarase) e substrato (linamarina) e, conseqüentemente, maior liberação de ácido cianídrico por volatilização.

Dessa forma, a toxicidade por HCN não deveria constituir limitação para o uso de produtos e subprodutos de mandioca em dietas de ruminantes, haja vista que simples técnicas de processamento, combinadas com fornecimento de adequados níveis dietéticos de enxofre, efetivamente protegem os ruminantes da toxicidade por HCN (Sanda e Methu, 1988).

3.2. Deterioração das raízes pós-colheita

Outra limitação relacionada ao uso da mandioca na alimentação de vacas leiteiras refere-se às dificuldades relativas à conservação pós-colheita de suas raízes, em face do rápido processo de deterioração, que se manifesta com perda de qualidade e quantidade, sendo resultado de danos mecânicos, fisiológicos e patológicos (Kato e Souza, 1987). Transcorridos três dias após a colheita, a deterioração das raízes faz com que os animais diminuam seu consumo, estando sujeitos, ainda, à ocorrência de distúrbios digestivos (Buitrago, 1990).

4. A RAIZ DA MANDIOCA

4.1. Aspectos nutricionais

A raiz da mandioca é um alimento essencialmente energético, em função do armazenamento de fécula (amido da raiz) na polpa ou parênquima. A polpa é constituída por vasos do xilema, distribuídos em forma de estrias, nas quais se encontram as células preenchidas com amido. No centro da raiz, encontram-se vasos xilogêneos e fibra, e, na periferia, localiza-se o córtex (ou casca), constituído por capas sobrepostas de tecidos, fibras esclerenquimatosas, vasos com látex e câmbio (Kato e Souza, 1987). A casca ou córtex representa 15,0 a 20,0% do peso total da raiz de mandioca, enquanto a polpa equivale a aproximadamente 80 a 85% (Buitrago, 1990).

As raízes da mandioca apresentam aproximadamente 34,0 a 38,0% de matéria seca (MS), 60 a 80% de amido na MS, baixas concentrações de proteína (em torno de 2,5% na MS), de aminoácidos, de extrato etéreo e de minerais e vitaminas. Observa-se uma localização diferencial dos compostos nitrogenados, extrato etéreo, fibra bruta e minerais, que se encontram em maior concentração na casca do que na polpa.

A proteína na raiz da mandioca, quando expressa na base de matéria seca, não ultrapassa os 3,0%, porém variações muito grandes são encontradas entre diferentes variedades. Da proteína total, cerca de 40,0 a 60,0% são representados por nitrogênio não proteico, incluindo nitratos, nitritos e glicosídeos cianogênicos, e aminoácidos livres (Lopes et al., 2005). No comparativo entre raiz de mandioca desidratada e milho, observa-se que a concentração de aminoácidos sulfurados é mais baixa na raiz de mandioca.

Madsen et al. (1990), ao avaliarem a composição nutricional da raiz de mandioca desidratada, determinaram uma concentração de extrato etéreo de 1,14% da MS, dos quais apenas 47,9% eram formados por ácidos graxos.

Normalmente a concentração de fósforo é maior na raiz, enquanto a concentração de cálcio é maior na parte aérea. Os conteúdos de cálcio apresentam maior variação, e sua concentração é maior na casca que na polpa. O nível de fósforo é mais constante entre as diferentes partes da raiz. Deve ser lembrado que os valores das concentrações dos minerais podem apresentar resultados alterados devido à contaminação com solo durante o processo de colheita e processamento. Em geral, o conteúdo de microelementos na raiz da mandioca é mínimo.

Na fração carboidratos, cerca de 80,0% correspondem ao amido e 20,0% são referentes aos açúcares, entre os quais sacarose (69% dos açúcares totais), frutose, glicose e maltose. A celulose e as hemiceluloses não ultrapassam 7,0% (Hervas Moreno, 1982).

4.2. Particularidades do amido da mandioca

Quimicamente, o amido é formado por dois polímeros de glicose, a amilose e a amilopectina, que se encontram empacotados nas plantas em forma de grânulos. A amilose é um polímero longo e relativamente linear de moléculas de D-glicose, unidas por ligações α -(1 \rightarrow 4), e disposto em dupla hélice. A amilopectina é um polímero maior do que a amilose e com estrutura bastante ramificada. Sua composição consiste de cadeias lineares de glicose ligadas por ligações glicosídicas α -(1 \rightarrow 4), apresentando ramificações por ligações α -(1 \rightarrow 6), em média a cada 20 ou 25 resíduos de glicose.

Em valores médios, o amido da mandioca apresenta 17,0% de amilose e cerca de 83,0% de amilopectina, teores estes diferentes do milho, que apresenta 24,0% de amilose e 76,0% de amilopectina, e da batata, com 20,0% de amilose e 80% de amilopectina (Ciacco e Cruz, 1982).

As moléculas de amilose e amilopectina do amido são mantidas juntas pela formação de pontes de hidrogênio entre os grupamentos hidroxila das unidades de glicose, apresentando, assim, insolubilidade em água fria. Contudo, o aquecimento na presença de água promove solubilização parcial e perda da cristalinidade dos grânulos de amido. Esse processo, denominado gelatinização, ocorre devido à quebra das

pontes de hidrogênio, permitindo a entrada de água e consequente dilatação (10,0 a 15,0% de aumento no diâmetro) dos grânulos. Os grânulos de amido de raízes e tubérculos apresentam maior capacidade de expansão na água que o amido dos cereais.

Os grânulos de amido são pseudocristais com áreas organizadas ou semicristalinas, compostas por amilopectina, e com outras relativamente não organizadas ou amorfas, formadas por amilose. Segundo Chesson e Forsberg (1997), a penetração de água e das enzimas é mais rápida nas regiões amorfas dos grânulos, onde, provavelmente, ocorre o início da rápida mobilização de todo o grânulo de amido pelas enzimas amilolíticas.

Desta forma, aparentemente, maior proporção de amilose na molécula de amido proporcionaria melhor atividade hidrolítica. Contudo, o que ocorre na realidade é uma diminuição na hidrólise do amido e, conseqüentemente, na digestibilidade de fontes de amido com maior teor de amilose, devido à maior formação de pontes de hidrogênio.

O amido da mandioca apresenta maior degradabilidade efetiva em relação ao do milho e do sorgo, devido à inexistência de pericarpo, endosperma córneo e periférico, matriz proteica e, possivelmente, devido a uma menor proporção de amilose e lipídios nos grânulos de amido, diminuindo a quantidade de ponte de hidrogênio na molécula de amido e aumentando a capacidade de expansão do amido da mandioca em meio aquoso (Rangel et al., 2008).

Devido às características fermentativas do amido da mandioca, com elevada (91%, segundo Zinn e DePeters, 1991; e 62,7%, segundo Zeoula et al., 1999) e rápida (6,7%/h para o amido, segundo Zeoula et al., 1999; 10%/h para MS, segundo Martins et al., 1999) degradação ruminal, deve-se estar atento para a sincronização das taxas de degradação ruminal das frações constituídas pelos carboidratos e pelas proteínas dos alimentos integrantes da dieta. Fontes de nitrogênio não proteico, como ureia, ou alimentos com elevada concentração de proteína rapidamente degradável no rúmen têm um grande potencial para inclusão em dietas baseadas no uso de raízes de mandioca.

4.3. Manejo e formas de utilização

Qualquer que seja a forma de utilização, as raízes deverão ser previamente lavadas, a fim de se eliminar resíduos e partículas aderidas de solo, que poderiam comprometer a qualidade nutricional da raiz fresca e as condições para sua conservação. Após retirar o barro aderido, as raízes devem ser trituradas ou picadas para o fornecimento direto na forma fresca ou para conservação sob forma desidratada ou silagem.

4.3.1. Raiz fresca

As variedades de mandioca "mansa" (teor de HCN inferior a 50mg/Kg de polpa fresca) podem ser colhidas, lavadas, picadas e fornecidas imediatamente aos animais. Deve-

se estar atento porque a raiz não se conserva bem sob a forma fresca, pois o amido sofre rapidamente uma hidrólise, seguida de fermentação, o que provoca um forte odor alcoólico (Carvalho, 1983). Desta forma, dois a três dias após a colheita, as raízes tornam-se inadequadas para o consumo.

As variedades de mandioca "brava" (teor de HCN acima de 50mg/Kg de polpa) não devem ser fornecidas em estado fresco, devendo ser previamente submetidas a processo de desidratação ou ensilagem (Carvalho, 1984).

As limitações nutricionais mais relevantes quando do uso de raízes frescas de mandioca na alimentação animal são a elevada umidade (60,0 a 70,0%), a baixa concentração de proteína (0,5 a 2,0%) e o nível apenas mediano de energia metabolizável (1,20 a 1,40 Mcal/Kg) (Gil e Buitrago, 2002). O uso de raízes frescas de mandioca pressupõe, para um correto balanceamento da dieta, a suplementação para cobrir as deficiências de proteína, vitaminas e minerais.

Chedly e Lee (1999) sugeriram que as raízes frescas de mandioca podem ser incluídas em dieta de vacas leiteiras à razão de 5 a 15Kg por dia.

4.3.2, Raiz desidratada ao sol (raspa ou farelo de raspa)

As raízes de mandioca recém-colhidas possuem alto teor de umidade, sendo um produto perecível. A desidratação da raiz permite a conservação e concentração de suas características nutricionais. Além de evitar a deterioração pós-colheita, a secagem da raiz facilita o armazenamento e a mistura com outros ingredientes da dieta. Adicionalmente, nesse processo ocorre eliminação da maior parte de HCN presente na raiz fresca, evitando problemas de intoxicação.

As raspas de mandioca são produzidas a partir das raízes recém-colhidas, lavadas, trituradas em picadeiras convencionais de forragens ou cortadas em pedaços de 5cm de comprimento por 1cm de largura com uso de equipamentos apropriados para obtenção de um produto de melhor qualidade (Côrrea e Kato, 1987). Em terreiros de cimento ou sobre lona plástica, as raspas devem ser uniformemente espalhadas em camadas de 8-10Kg/m² e submetidas à exposição ao sol. Podem-se utilizar bandejas de madeira com tela de arame, posicionadas inclinadas e comportando 10 a 16Kg de raspas/m², para acelerar o processo de desidratação. Para obter uma secagem mais uniforme, as raspas devem ser reviradas a intervalos de 2 horas, ou de seis a oito vezes ao dia, utilizando-se rastelos próprios (Vilela e Ferreira, 1987). O término do processo de secagem, ou seja, quando o material apresentar 14,0% de umidade, é atingido quando um pedaço de raspa, ao ser riscado no piso cimentado, deixa marca como se fosse um giz escolar (Carvalho, 1983). O tempo necessário para secagem depende das condições climáticas e do processo de reviramento do material. Calcula-se que, a 23°C e a 70% de umidade relativa do ar, o material seque em um a dois dias (Carvalho, 1997).

Verifica-se que a obtenção de raspa de mandioca constitui tecnologia acessível em sistemas de produção menos tecnificados, fundamentados em base familiar. O rendimento das raspas secas em relação às frescas varia, normalmente, de 30,0 a 40,0% (Vilela e Ferreira, 1987).

A raspa de mandioca pode ser ensacada ou armazenada a granel em ambiente seco e arejado. Para melhor uso, a raspa pode ser transformada em farelo por moagem e posteriormente utilizada na composição de rações. Em condições adequadas, a raiz desidratada conserva seu valor nutritivo por mais ou menos um ano. Entretanto, em condições de umidade do substrato acima de 18,0% e temperatura ambiental acima de 25°C, há favorecimento para crescimento de fungos dos gêneros *Aspergillus*, *Penicillium*, *Rhizopus* e *Fusarium* e, conseqüentemente, produção de micotoxinas, que, em concentrações superiores a 20µg de aflatoxinas/Kg de farelo de mandioca, oferecem perigo à saúde dos animais. Nesse caso, torna-se recomendável o tratamento do farelo de raspa com produtos à base de ácido propiônico ou outros compostos fúngicos (Buitrago, 1990).

Nunes (1998) recomendou que o farelo de raspa de mandioca pode ser incluído em até 50% dos concentrados para bovinos de leite. Ribeiro et al. (1976), estudando melaço desidratado e raspa de mandioca como substitutos parciais do milho em rações fornecidas para vacas em lactação, concluíram que é possível incluir até 50,0% de raspa de mandioca.

Ramalho (2005) avaliou níveis de 0,0, 33,0, 67,0 e 100,0% de substituição do farelo de soja por raspa de mandioca corrigida com ureia em dietas baseadas em palma forrageira (44,0%) e silagem de sorgo (38,0%) para vacas Holandês x Zebu no terço inicial de lactação. A raspa e a ureia foram incluídas nas dietas experimentais nos níveis de 0,0 a 13,5% e 0,0 a 3,0%, respectivamente. O autor concluiu que a mistura raspa de mandioca + ureia não substituiu o farelo de soja contido nas dietas de vacas mestiças em lactação, pois influenciou negativamente o consumo e o desempenho animal, sem, contudo, afetar a digestibilidade dos nutrientes.

Em outro estudo, Ramalho (2005) avaliou níveis de 0, 25, 50, 75 e 100% de substituição do fubá de milho pela raspa de mandioca corrigida com ureia em dietas baseadas em palma forrageira (26%) e silagem de sorgo (26%), para vacas Holandesas nos dois meses iniciais de lactação. A eficiência alimentar (expressa em Kg de leite corrigido para 3,5% de gordura em relação à ingestão de matéria seca) foi reduzida com a elevação dos níveis de raspa de mandioca.

Já Scoton et al. (2003), avaliando a substituição do milho moído fino por polpa cítrica e raspa de mandioca (50:50) para vacas Holandesas no terço final de lactação, não observaram diferenças na produção de leite, no escore corporal das vacas, na produção e nos teores de gordura, proteína e lactose e no teor de nitrogênio ureico no leite.

Outra opção para utilização das raspas de mandioca é a sua adição ao capim-elefante na confecção de silagem, para aumentar o teor de matéria seca, favorecendo, desta

forma, a fermentação láctica. Dantas et al. (2007) concluíram que a inclusão da raspa de mandioca promove melhoria do perfil fermentativo de silagens de capim-elefante, com níveis entre 7,0 e 15,0% de inclusão sendo suficientes para alcançar tais melhorias. Já Dórea et al. (2007) observaram que a inclusão de 7,0, 15,0 e 30,0% de raspa de mandioca ao capim-elefante reduz linearmente as perdas de efluentes e aumenta a recuperação de matéria seca, melhorando, assim, o valor nutricional da silagem.

4.3.3. Raiz ensilada

Uma alternativa para prolongar a conservação da raiz destinada ao arraçãoamento animal por período de tempo maior (até dois anos) é a sua ensilagem como forma de conservação de seus componentes nutricionais. Neste processo, ocorre a redução das concentrações de HCN com o tempo de ensilagem, característica importante quando se trabalha com variedades de mandioca "amarga" (Carvalho, 1987).

Para a obtenção de uma boa silagem, inicialmente as raízes sadias e recém-colhidas devem ser lavadas e selecionadas, eliminando-se aquelas com coloração escura. Em seguida, devem ser picadas em pedaços de, no máximo, 2cm e colocadas no silo. A compactação deve ser feita a cada camada de 20 a 40cm, por meio do caminhar de homens ou de animais, ou com auxílio de trator. No fechamento do silo, é importante dar-lhe no topo uma forma abaulada e cobri-lo com uma lona plástica, sobrepondo camadas de terra de 15cm. Deve-se fazer canaleta para evitar entrada de águas pluviais. O segredo da ensilagem está, sobretudo, na rapidez das operações de colher, lavar, picar, compactar e fechar o silo (Carvalho, 1983). A abertura do silo só deve ser realizada após 30 dias de fermentação, e a retirada diária deve ser feita de maneira rápida para evitar exposição excessiva ao ar do material que permanece no silo (Carvalho, 1997).

A inclusão da ureia, no nível de 3,0%, às raízes de mandioca, aumenta o teor de proteína bruta e a estabilidade aeróbica do material ensilado após a abertura do silo. Além disso, a adição de ureia na ensilagem da raiz de mandioca aumenta sua degradabilidade efetiva (Figueiredo et al., 2006).

A silagem de raízes de mandioca apresenta umidade mais variável em relação ao observado nas raízes frescas, sendo ainda dependente do tempo de armazenamento no silo. Apresenta como limitações ao seu uso a baixa concentração de energia, pouca palatabilidade e dificuldade para mistura com outros ingredientes dietéticos (Gil e Buitrago, 2002).

4.3.4. Raiz peletizada

A peletização da raiz de mandioca tem como objetivo a obtenção de um produto mais uniforme, com menor volume, o que facilita o transporte e o armazenamento, bem como a redução da pulverulência. Além disso, a peletização aumenta a qualidade e a durabilidade do produto. Entretanto, é um processo dificilmente realizado na fazenda, por exigir maior investimento, aumentando o custo do produto.

Desta forma, a produção de raiz de mandioca peletizada é realizada em indústrias, que frequentemente adicionam óleos vegetais para aumentar a durabilidade dos péletes e reduzir a pulverulência. Aproximadamente 2,5 a 3,0 toneladas de raízes frescas são necessárias para produzir 1,0 tonelada de péletes, sob taxa de conversão de 33,0 a 40,0% (Buitrago, 1990).

Péletes de raiz de mandioca apresentam aproximadamente 12,5% de umidade, 2,1% de proteína bruta, 82,5% de amido, 7,1% de fibra bruta e 2,1% de cinzas, com base na matéria seca (Thampan, 1979).

DePeters e Zinn (1992) avaliaram três níveis de inclusão (0, 6 e 12,0%) de péletes de raiz de mandioca em substituição ao grão de milho triturado na dieta de vacas Holandesas com 14 semanas de lactação. Os péletes avaliados eram produto comercial específico e apresentaram 89,13% de matéria seca, 70,37% de amido, 0,44% de nitrogênio, 0,71% de extrato etéreo, 10,38% de fibra em detergente neutro (FDN), 8,44% de fibra em detergente ácido (FDA), 0,26% de cálcio e 0,08% de fósforo. Farelo de algodão foi incluído em níveis crescentes para corrigir a deficiência proteica da raiz da mandioca. Não houve diferença ($p > 0,05$) nos parâmetros de composição, bem como na produção de leite corrigida para 4,0% de gordura, em média, de 27,3Kg/dia. Além disso, os teores de nitrogênio ureico no plasma e no leite não diferiram entre tratamentos. Os autores concluíram que os péletes de raiz de mandioca substituíram com sucesso o grão de milho triturado.

5. PARTE AÉREA DA MANDIOCA

5.1. Aspectos nutricionais

A parte aérea da mandioca é constituída pelas hastes e folhas (peciolo e limbo) em proporções variáveis, sendo considerada um resíduo gerado na colheita das raízes. É um produto que possui teor de proteína superior à maioria das forrageiras tropicais, sendo que as folhas apresentam 28,0 a 32,0% de proteína bruta, e as hastes e talos 11,0% (Carvalho et al., 2002). Além disso, a parte aérea da mandioca é rica em vitaminas, especialmente vitaminas A, C e do complexo B, e o conteúdo de minerais é relativamente alto, especialmente cálcio e ferro. Contém três vezes mais ácidos graxos e o dobro de fibras que as raízes (Valencia, 2002).

Apesar de apresentar excelente qualidade nutricional e aceitabilidade pelos animais, seu aproveitamento como fonte de proteína de baixo custo para produção animal tem sido reduzido. Isso foi atribuído, principalmente, à falta de conhecimento dos produtores e técnicos acerca dos critérios para sua utilização (Carvalho, 1983). Devido ao fato de grande quantidade de folhagem de mandioca encontrar-se desprezada no solo após a colheita da raiz, é necessária a viabilidade do seu uso em indústrias alimentícia, farmacêutica, dentre outras, assim como na alimentação humana e animal como fonte de alternativa proteica (Ferri, 2006).

A composição bromatológica da parte aérea da mandioca varia de acordo com a proporção entre hastes e folhas, variedade utilizada, época de colheita, manejo adotado, fertilidade do solo e condições climáticas. Segundo Buitrago (1990), uma folhagem de mandioca de boa qualidade deve apresentar, com base na matéria seca, 18,0 a 22,0% de proteína bruta (PB), 15,0 a 20,0% de fibra bruta (FB), 4,0 a 6,0% de extrato etéreo (EE), 8,0 a 12,0% de cinzas e 40,0 a 50,0% de extrativo não nitrogenado (ENN). Os valores bromatológicos encontrados por Modesto et al. (2004) para matéria seca (MS), proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA) e lignina foram de 25,20%, 19,5%, 51,0%, 41,0% e 12,4%, respectivamente.

A PB da parte aérea da mandioca é de boa qualidade, com alto teor de lisina (7,2g/100g de PB), mas com baixa concentração de aminoácidos sulfurados, como metionina (1,7g/100g de PB), cujas concentrações encontram-se abaixo dos requerimentos nutricionais dos ruminantes (Lopes et al., 2005). Com relação aos outros aminoácidos essenciais, exceto arginina e leucina, os demais se apresentam em concentrações semelhantes ou superiores às verificadas em leguminosas (Buitrago, 1990).

As folhas apresentam nível relativamente alto de EE (5,0 a 7,0% da MS), com quantidades relevantes de ácidos graxos essenciais, xantofilas e pigmentos (Buitrago, A., 1990). A parte aérea da mandioca apresenta como principal componente energético o amido, com concentração na MS de 4,73 a 9,71% no terço superior (rama) e 12,16 a 19,23% nos 2/3 inferiores, para plantas colhidas 12 meses após o plantio (Carvalho, 1984).

As folhas da mandioca também apresentam taninos (3,0 a 5,0% na matéria seca), os quais reduzem a digestibilidade de aminoácidos, em especial a metionina (Nelson et al., 1975). Alguns trabalhos têm sugerido que vacas e búfalos alimentados com dietas à base de forragem da parte aérea da mandioca apresentaram, comparativamente, menor contagem de ovos de nematódeos gastrointestinais, efeito esse atribuído à presença de taninos atuando como agentes anti-helmínticos (Netpana et al., 2001).

5.2. Manejo e formas de utilização

Quando o cultivo da mandioca destina-se exclusivamente à produção da parte aérea, a colheita pode ser realizada a partir de três meses, a cerca de 50-70cm acima do solo, em intervalos de dois a três meses. Esta forma de manejo permite a obtenção de 4t/ha/ano de PB. Sob condições de adequada fertilização e irrigação, Montilla (1976) reportou uma produção de 34 toneladas de matéria seca ao ano, correspondendo a 6 toneladas de proteína por hectare.

Quando a máxima produção de proteína é objetivo principal, as raízes exercem função de reservas de nutrientes para a rebrota da parte aérea, e a cultura torna-se semi-perene, produzindo por dois a três anos.

Existem três formas práticas de realizar o manejo da parte aérea da mandioca como matéria-prima para alimentação de vacas leiteiras, envolvendo o fornecimento ao natural, a produção de silagem e o preparo de feno.

Rodrigues e Campos (2000) recomendaram usar a fração da parte aérea constituída pelas folhas, pecíolos e hastes mais tenras, evitando-se as partes lenhosas da planta, o que, em termos práticos, representa o terço superior da planta. Entretanto, Carvalho (1984) sugere a utilização os dois terços superiores da parte aérea.

5.2.1. Parte aérea fresca

A utilização direta da parte aérea fresca constitui a maneira mais simples e econômica de se fornecer mandioca aos animais, já que os custos diminuem consideravelmente. Para variedades "mansas", basta picar e distribuir imediatamente nos cochos de alimentação. No entanto, em se tratando de mandioca-brava, recomenda-se fazer uma murcha, após a picagem do material, por um período mínimo de 24 horas. A forragem assim obtida deve ser misturada com 50,0% de outros volumosos (Carvalho, 1983), e a introdução na dieta deve ser gradativa.

Segundo Buitrago (1990), as categorias de bovinos que melhor respondem a um programa de alimentação à base de forragem de parte aérea da mandioca fornecida fresca são aquelas com maiores requerimentos nutricionais, como vacas de alta produção.

5.2.2. Parte aérea ensilada

A ensilagem é um processo de armazenamento menos dependente das condições climáticas, que visa à conservação dos nutrientes da forragem e que evita a perda excessiva das folhas.

Para efetivação desta prática, a parte aérea deve ser picada em partículas de 1 a 2cm, colocada no silo e compactada a cada camada de 20cm. Os demais passos do processo de ensilagem são semelhantes aos recomendados para a raiz e, da mesma forma, o silo deverá ser aberto somente após 30 dias de fermentação.

Carvalho (1983) recomendou o aproveitamento de toda a parte aérea para produção de silagem, já que as hastes apresentam 18,0 a 22,0% de carboidratos solúveis, necessários para a rápida redução do pH e conservação do material.

A parte aérea da mandioca apresenta qualidade nutricional superior à maioria das gramíneas empregadas na ensilagem. Dessa forma, a mistura do capim-elefante com 25,0% de parte aérea da mandioca melhora sensivelmente o valor nutricional do material e os parâmetros de qualidade da silagem (Carvalho, 1983).

Modesto et al. (2003c) avaliaram a composição bromatológica da silagem do terço superior da parte aérea da mandioca e encontraram 19,46% de PB, 50,75% de FDN,

40,86% de FDA, 12,43% de lignina, 4,25% de EE e 7,42% de cinzas. No fracionamento das proteínas, as frações A+B₁ (solúvel e de rápida degradação ruminal), B₂ (degradação intermediária), B₃ (lenta degradação) e C (indigestível) foram de 37,37%, 10,21%, 26,94% e 25,48%, respectivamente. Quanto ao fracionamento dos carboidratos, as frações A+B₁, B₂ e C foram de 25,03%, 31,95% e 43,01%, respectivamente.

Utilizando vacas Holandesas com 100 ± 20 dias em lactação, Modesto et al. (2003a, b) avaliaram o consumo, a digestibilidade aparente, a produção e a composição do leite para dietas à base de 50,0% de volumoso e 50,0% de concentrado, com níveis crescentes de substituição (0,0, 20,0, 40,0 e 60,0%) da silagem de milho por silagem da parte aérea da mandioca. Os autores sugeriram que se podem utilizar até 60,0% de substituição, o que corresponde a 20% de inclusão de silagem da parte aérea da mandioca na dieta total, já que não foram observadas diferenças (p>0,05) nos parâmetros avaliados. As médias observadas para consumo de MS e produção de leite corrigida para 4,0% de gordura foram, respectivamente, de 2,63% PV e 24,54Kg/vaca/dia.

5.2.3. Parte aérea desidratada ao sol (Feno)

O procedimento de desidratação da parte aérea da mandioca visa à redução na umidade e à diminuição nas concentrações de HCN para níveis não tóxicos. Além disso, esse processo facilita a incorporação do produto final em rações balanceadas (Buitrago, 1990). Segundo Wanapat (2001), a secagem ao sol eliminou acima de 90% do HCN presente na parte aérea fresca da mandioca e aumentou a palatabilidade e o tempo de armazenagem.

De acordo com Carvalho (1983), para a produção de feno, a parte aérea da mandioca deve ser cortada a 40cm do solo, o que permite maior concentração de folhas e, conseqüentemente, maior concentração de proteína. O material deve ser picado em partículas de 2cm e espalhado (15Kg/m²) sobre terreiro cimentado ou lâmina de polietileno (lona plástica). No primeiro dia, deve-se revirar a forragem picada em intervalos de duas horas e, no segundo dia, duas vezes. Após completar a secagem (12% de umidade), o material pode ser ensacado e armazenado em local seco e arejado. Nessas condições, conserva seu valor nutritivo por cerca de um ano.

A ocorrência de chuva ou alta umidade relativa do ar e a perda de folhas, que facilmente desprendem-se quando secas, podem prejudicar a qualidade do feno produzido (Carvalho, 1997). Dessa forma, deve ser dada atenção ao processo de preparo do feno para evitar esses problemas.

Alternativamente, o feno da parte aérea da mandioca pode ser triturado e transformado em farelo, o que facilita o manuseio, a conservação e a mistura com outros ingredientes da ração (Lopes et al., 2005).

Segundo Buitrago (1990), o farelo de parte aérea da mandioca com alta proporção de folhas deve apresentar 90,0% de MS; 20,0% de PB; 18,5% de FB; 65,0% de NDT; 2,70Mcal/Kg de energia digestível (ruminantes); 1,20% de Ca e 0,30% de P. De acordo com Wanapat et al. (1997), o feno da parte aérea da mandioca apresenta maior teor de PB e menores concentrações de FDN, FDA e lignina (24,9%, 34,4%, 27,0% e 3,8%, respectivamente) em relação ao feno de alfafa (17,0%, 46,0%, 35,0% e 9,0%, respectivamente).

O feno da parte aérea da mandioca apresenta maior concentração de nutrientes em relação à forragem fresca, podendo ser utilizado na preparação de suplementos proteicos para categorias de maior requerimento nutricional, como vacas em lactação (Gil e Buitrago, 2002). Wanapat (2002) sugeriu a suplementação com 1 a 2Kg/dia de feno de parte aérea de mandioca para vacas em lactação, o que promove melhorias na produção e composição do leite, além de aumentar a vida de prateleira desse produto, devido à maior concentração de tiocianato (19,5ppm). Segundo a FAO (2003), o farelo da parte aérea da mandioca pode compor até 35% do concentrado para vacas leiteiras.

Outra opção de uso para o feno da parte aérea da mandioca é a sua adição à silagem de capim-elefante. Segundo Amaral et al. (2007), a inclusão de 9,5%, com base na matéria natural, de feno da parte aérea da mandioca proporciona aumento no teor de MS e redução das perdas por efluentes.

6. PLANTA INTEGRAL (RAÍZES E PARTE AÉREA)

O aproveitamento integral da mandioca com uso simultâneo de raízes e da parte aérea, visando à alimentação de vacas leiteiras, é uma alternativa em potencial que pode oferecer redução de custos na produção animal, porque combina fonte energética (a raiz) com a fonte proteica (a parte aérea).

O fornecimento da planta integral fresca é o modo mais simples de preparo, sendo necessária a trituração do material em picadeira, seguida por um pré-murchamento, por um período de 24 horas.

Outra forma de utilização é a conservação da planta sob forma de silagem, que, segundo a FAO (2003), apresenta grande potencial para uso em pequenas propriedades, na estação seca do ano. Para a obtenção de uma silagem de elevada qualidade, deve-se realizar um prévio emurchecimento da parte aérea e garantir uma mistura mais homogênea possível entre a parte aérea e a raiz.

A parte aérea e a raiz da mandioca apresentam características nutricionais que se complementam, já que a primeira é rica em energia, porém pobre em proteína, e a segunda apresenta alto teor proteico. Dessa forma, a mistura dessas frações para a produção de péletes resulta em um alimento com excelente valor nutricional. Esse processo é realizado com êxito na Tailândia, mas no Brasil ainda é pouco difundido

(Carvalho, 1983). Essa prática é promissora para o aproveitamento da mandioca na alimentação animal, entretanto exige investimentos incompatíveis com o nível de tecnologia de pequenas propriedades.

7. RESÍDUOS DO PROCESSAMENTO INDUSTRIAL DA MANDIOCA

O processamento industrial da mandioca está relacionado à fabricação de farinha e à extração de fécula (amido). Os subprodutos residuais originados da transformação das raízes da mandioca apresentam composição nutricional muito variável, devido aos diferentes processos utilizados na sua obtenção. Sendo assim, torna-se fundamental a análise de sua composição bromatológica para um correto balanceamento da dieta. A utilização desses resíduos na alimentação animal dependerá da disponibilidade deles no mercado e do custo competitivo em relação a outros alimentos com características nutricionais favoráveis e composição química homogênea (Lopes et al., 2005). Dentre vários subprodutos com potencial de inclusão em dietas de vacas leiteiras, destacam-se a farinha de varredura, a casca de mandioca e o bagaço de mandioca.

7.1. Farinha de varredura

A farinha de varredura é obtida nas farinhas durante a limpeza de todo o material perdido no chão, formado por farinha e pó, apresentando elevados teores de amido (80,0%) e de MS (90,0%) e baixas concentrações de FDN e FDA. Sua composição química é muito semelhante à farinha de mandioca (Caldas Neto et al., 2000).

Apresenta como limitações ao uso a baixa palatabilidade e a alta pulvurulência, o que dificulta o consumo.

7.2. Casca de mandioca

A casca de mandioca é um subproduto proveniente da pré-limpeza da mandioca na indústria, constituída de ponta e raiz, casca e entrecasca, chegando a apresentar 85% de umidade (Cereda, 2000). Por ser formada, principalmente, por elementos estruturais da raiz da mandioca, possui altos teores de FDN e de FDA e baixa concentração de amido (Marques et al., 2000).

Apresenta como limitações à inclusão na dieta de vacas leiteiras a umidade elevada, a provável contaminação por terra e o alto teor de compostos cianogênicos.

Ifut (1988) sugeriu a secagem deste subproduto para facilitar a conservação, aumentar a concentração de suas propriedades nutricionais, permitir armazenamento por tempo mais prolongado e eliminar a maior parte do HCN presente na casca fresca.

7.3. Bagaço de mandioca

A massa, ou bagaço, da mandioca é composta pelo material fibroso da raiz, contendo parte do amido que não foi possível extrair no processamento. É gerada na etapa de

separação da fécula e, por estar embebida em água, apresenta cerca de 75,0% de umidade (Cereda, 2000). Apesar do alto nível de fibra e lignina (34,9% de FDN e 5,9% de lignina), o bagaço geralmente contém uma quantidade considerável de amido (até 60,0%). Por outro lado, seu nível de glicosídeos cianogênicos é mínimo, uma vez que os processos de lavagem e extração eliminam quase totalmente esse princípio tóxico (Ramos et al., 2000).

Lima et al. (2008), avaliando diferentes níveis de inclusão (0,0, 5,0, 10,0 e 15,0%) de bagaço de mandioca à dieta de vacas mestiças com 100 a 150 dias em lactação, concluíram que esse subproduto pode ser incluído em até 15,0% na dieta total sem trazer transtornos fisiológicos ou nutricionais aos animais.

Devido ao baixo teor de matéria seca, o bagaço de mandioca não é adequado para produção de silagem, tornando-se necessária a pré-secagem do material a ser ensilado ou a inclusão de aditivos com alto teor de MS. Ferreira et al. (2007) obtiveram silagem com bons parâmetros de qualidade para o bagaço de mandioca pré-seco por cinco horas ao sol e enriquecido com 4,0% de farelo de trigo.

8. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A mandioca apresenta ampla versatilidade quanto às formas de utilização na alimentação de bovinos. Desta forma, representa uma alternativa para substituição de ingredientes de alto custo tradicionalmente utilizados em sistemas de produção de leite. Para que as dietas baseadas em produtos e subprodutos da mandioca permitam bom desempenho dos animais, deve-se estar atento à correção das deficiências nutricionais deste alimento, bem como seguir recomendações de manejo que garantam eliminação do risco de intoxicação.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVES, R.A.; VEDOVOTO, G.L. *A indústria do amido da mandioca*. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2003. 201p.

AMARAL, R.S.; ANDRADE, I.V.O.; PIRES, A.J.V. et al. Feno da parte aérea da mandioca na ensilagem de capim-elefante: perdas e teor de matéria seca. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 44., 2007, Jaboticabal. *Anais...* Jaboticabal: SBZ, 2007. CD-ROM.

BUITRAGO A., J.A. *La yuca en la alimentación animal*. Cali: CIAT, 1990. 446p.

CALDAS NETO, S.F.; ZEOULA, L.M.; BRANCO, A.F. Mandioca e resíduos das farinhas na alimentação de ruminantes: digestibilidade total e parcial. *Rev. Bras. Zootec.*, v.29, p.2099-2108, 2000.

- CAMARGO FILHO, W.P.; ALVES, H.S. Produção e mercado da mandioca: análise de preços ao produtor. *Inf. Econ.*, v.34, n.9, p-47-52, 2004.
- CAMPOS NETO, O.; BEM, C.H.W. Mandioca. In: PEIXOTO, A.M.; MOURA, J.C.; FARIA, V.P. *Utilização de resíduos culturais e de beneficiamento na alimentação de bovinos*. Piracicaba: FEALQ, 1995. p.215-228.
- CARVALHO, G.G.P.; PIRES, A.J.V., SANTOS, G.S. et al. Degradabilidade ruminal do capim-elefante, da palma, do guandú e da parte aérea da mandioca. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 39., 2002, Recife, PE. *Anais...* Recife: SBZ, 2002. CD-ROM.
- CARVALHO, J.L.H. *A mandioca: raiz e parte aérea da mandioca na alimentação animal*. Brasília, DF: Embrater, 1983. 44p. (Articulação pesquisa e extensão, 2).
- CARVALHO, J.L.H. *A mandioca: raiz e parte aérea da mandioca na alimentação animal*. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 1997. 11p.
- CARVALHO, J.L.H. A parte aérea da mandioca na alimentação animal. *Inf. Agropec.*, v.10, n.119, p.28-36, 1984.
- CARVALHO, V.D. O ácido cianídrico em produtos de mandioca. *Inf. Agropec.*, v.13, n.145, p.88-91, 1987.
- CEREDA, M.P. Caracterização dos subprodutos da mandioca. In: CEREDA, M.P. (Coord.). *Manejo, uso e tratamentos de subprodutos da industrialização da mandioca*. São Paulo, SP: Fundação Cargill, 2000. p.13-37.
- CHEDLY, K., LEE, S. Silage from by-products or smallholders. In: FAO ELETTRONIC CONFERENCE ON TROPICAL SILAGE, 1999, Rome. *Proceedings...* Rome: FAO, 1999.
- CHESSON, A.; FORSBERG, C.W. Polysaccharide degradation by rumen microorganisms. In: HOBSON, P.N.; STEWART, C.S. (Ed.). *The rumen microbial ecosystem*, 2.ed. London: Blackie Academic and Professional, 1997. p.329-381.
- CIACCO, C.F.; CRUZ, R. *Fabricação do amido e sua utilização*. São Paulo: Secretaria da Indústria, Comércio, Ciência e Tecnologia, 1982. 152p.
- CORRÊA, H., KATO, M. S.A. Efeito da poda na conservação e qualidade de raízes de mandioca. *Inf. Agropec.*, v.13, n.145, p.17-18, 1987.
- DANTAS, P.A.S., DÓREA, J.R.R., SANTOS, E.M. et al. Perfil fermentativo de silagens de capim-elefante com níveis de raspa de mandioca. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 44., 2007, Jaboticabal, SP. *Anais...* Jaboticabal: SBZ, 2007. CD-ROM.

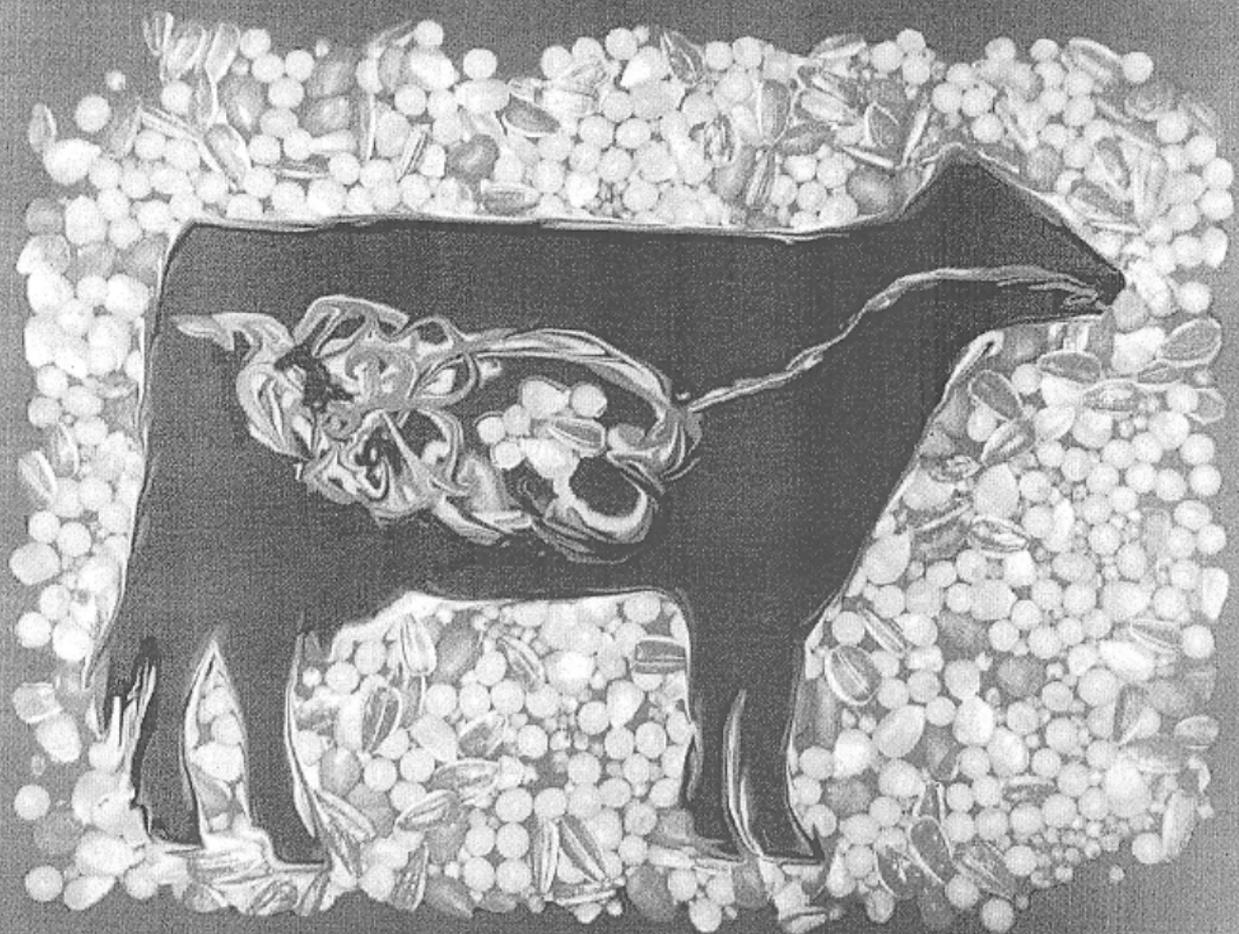
- DePETERS, E.J.; ZINN, R.A. Tapioca pellets as a partial replacement for maize in the diet of lactating dairy cows. *Anim. Feed Sci. Technol.*, v.39, p.125-134, 1992.
- DÓREA, J.R.R.; DANTAS, P.A.S.; SANTOS, E.M. et al. Composição bromatológica, produção de efluentes e recuperação de matéria seca em silagem de capim-elefante com níveis de raspa de mandioca. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 44., 2007, Jaboticabal, SP. *Anais...* Jaboticabal: SBZ, 2007. CD-ROM.
- FERREIRA, G.D.G.; CARDOSO, E.C.; OLIVEIRA, R.L. et al. Caracterização bromatológica e estimativas de energia da massa de mandioca ensilada com farelo de trigo em silos laboratoriais. *Ciênc. Anim. Bras.*, v.8, p.457-464, 2007.
- FERRI, P. *Extração de proteínas de folhas de mandioca (Manihot esculenta Crantz), para obtenção do concentrado proteico*. 2006. 72f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Centro de Ciências Exatas e Tecnológicas, Cascavel, PR.
- FIGUEIREDO, M.P.; SOUZA, L.F.; FERREIRA, J.Q. Cinética da degradação ruminal da matéria seca da haste, da raiz, do feno da parte aérea e da silagem de raiz de mandioca (*Manihot esculenta Crantz*) tratada com ureia. *Braz. J. Vet. Res. Anim. Sci.*, v. 43, p.11-17, 2006.
- FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION. Animal feed resources information system. *Manihot esculenta*. Disponível em: <http://www.fao.org>. Acessado em: 12 ago. 2003.
- FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION. Animal feed resources information system. *Manihot esculenta*. Disponível em: <http://www.fao.org> Acessado em: 20 mar. 2007.
- GIL, J.L.; BUITRAGO A., J.A. La yuca em La alimentación animal: In: OSPINA, B.; CEBALLOS, H. (Comp.). *La yuca en el tercer milenio: sistemas modernos de producción, procesamiento, utilización y comercialización*. Cali: CIAT, 2002. p.527-569. (Publicación CIAT, 327).
- HERVAS MORENO, E. *Mandioca, potencial energético na alimentação do suíno*. Londrina, PR: Fundação Instituto Agrônômico do Paraná, 1982. 53p. (Circular, 27).
- IFUT, O.J. The potencial os cassava Peel for feeding goats in Nigeria. In: WORKSHOP ON THE POTENCIAL UTILIZATION OF CASSAVA AS LIVESTOCK FEED IN AFRICA, 1988, Ibadan. *Proceedings...* Ibadan: International Institute of Tropical Agriculture: International Livestock Centre of Africa, 1988. p.72-81.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Banco de dados agregados. Disponível em <http://www.ibge.gov.br>. Acessado em: abr. 2009.

- KATO, M.S.A.; SOUZA, S.M.C. Conservação de raízes após a colheita. *Inf. Agropec.*, v.13, n.145, p.9-16, 1987.
- LIMA, L.P.; VELOSO, C.M.; SILVA, F.F. et al. Bagaço de mandioca (*Manihot esculenta*, Crantz) na dieta de vacas leiteiras: consumo de nutrientes. *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.*, v.60, p.1004-1010, 2008.
- LOPES, F.C.F.; ARCURI, P.B.; CARNEIRO, J.C. Mandioca na alimentação de bovinos. In: SOUZA, L.S., FÁRIAS, A.R.N., MATTOS, P.L.P. et al. (Ed.). *Processamento e utilização da mandioca*. Cruz das Almas: EMBRAPA Mandioca e Fruticultura Tropical, 2005, p.444-515.
- MADSEN, A.; OSTERBALLE, R.; MORTENSEN, H.P. et al. *The influence of feeds on meat quality of growing pigs: Tapioca meal, dried skimmed milk, peas, rapeseed cake, conventional oats and naked oats*. Copenhagen: National Institute of Animal Science, 1990. 75p. (Report, 673).
- MARQUES, J.A.; PRADO, I.N.; ZEOULA, L.M. et al. Avaliação da mandioca e seus resíduos industriais em substituição ao milho no desempenho de novilhas confinadas. *Rev. Bras. Zootec.*, v. 29, p.1528-1536, 2000.
- MARTINS, A.S.; ZEOULA, L.M.; PRADO, I.N. et al. Degradabilidade ruminal *in situ* da matéria seca e proteína bruta das silagens de milho e sorgo e de alguns alimentos concentrados. *Rev. Bras. Zootec.*, v.28, p.1109-1117, 1999.
- MODESTO, E.C.; SANTOS, G.T.; FAUSTINO, J. et al. Substituição da silagem de milho pela silagem do terço superior da rama de mandioca na alimentação de vacas leiteiras: produção e qualidade do leite In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 40., 2003, Santa Maria, RS. *Anais...* Santa Maria, RS: SBZ, 2003a. CD-ROM.
- MODESTO, E.C.; SANTOS, G.T.; SILVA, D.C. et al. Substituição da silagem de milho pela silagem do terço superior da rama de mandioca na alimentação de vacas leiteiras. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 40., 2003, Santa Maria, RS. *Anais...* Santa Maria, RS: SBZ, 2003b. CD-ROM.
- MODESTO, E.C.; SANTOS, G.T.; VILELA, D. et al. Caracterização da silagem do terço superior da rama de mandioca *Manihot esculenta* Crantz. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 40., 2003, Santa Maria, RS. *Anais...* Santa Maria, RS: SBZ, 2003c. CD-ROM.
- MODESTO, E.C.; SANTOS, G.T.; VILELA, D. et al. Caracterização químico-bromatológica da silagem do terço superior da rama de mandioca. *Acta Scient.*, v.26, p.137-146, 2004.

- MONTILLA, J.J. Utilization of whole cassava in anima feed. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM FEED COMPOSITION, ANIMAL NUTRIENT REQUIREMENTS AND COMPUTERIZATION OF DIETS, 1., Logan. *Proceedings...* Logan: EAAP, 1976, p.98-104.
- NELSON, T.S.; STEPHENSON, E.L.; BURGOS, A. et al. Effect of tannin content and dry matter digestion on energy utilization and average amino aci availability of hybrid sorghum grains. *Poult. Sci.*, v.54, p.1620-1623, 1975.
- NETPANA, N.; WANAPAT, M.; POUNGCHOMPU, O. et al. Effect of condensed tannins in cassava hay on fecal parasitic egg counts in swamp buffaloes and cattle. In: INTERNATIONAL WORKSHOP CURRENT RESEARCH AND DEVELOPMENT ON USE OF CASSAVA AS ANIMA FEED, 2001, Khon Kaen. *Proceedings...* Khon Kaen: Khon Kaen University: SIDA-SAREC, 2001. Disponível on: <http://www.mekarn.org/procKK/netp.htm>.
- NUNES, I.J. *Cálculo e avaliação de rações e suplementos*. Belo Horizonte, MG: Editora FEP-MVZ, 1998. 185 p.
- RAMALHO, R.P. *Raspa de mandioca na alimentação de vacas leiteiras*. 2005. 53f. Tese (Doutorado) - Universidade Federal da Paraíba, Areia, PB.
- RAMOS, P.R.; PRATES, E.R.; FONTANELLI, R.S. et al. Uso do bagaço da mandioca em substituição ao milho no concentrado para bovinos em crescimento. 2. Digestibilidade aparente, consumo de nutrientes digestíveis, ganho de peso e conversão alimentar. *Rev. Bras. Zootec.*, v.29, p.300-305, 2000.
- RANGEL, A.H.N.; LEONEL, F.P.; BRAGA, A.P. et al. Utilização da mandioca na alimentação de ruminantes. *Rev. Verde Agroecol. Desenv. Sustent.*, v.3, n.2, p.1-12, 2008.
- RODRIGUES, A.D.; CAMPOS, O.F. Resíduos industriais da raiz de mandioca na alimentação de bovinos. In: CEREDA, M.P. *Manejo, uso e tratamentos de subprodutos da industrialização da mandioca*. São Paulo: Fundação CARGILL, 2000. p.240-259.
- SANDA, I.A.; METHU, J.N. Evaluation of cassava energy source in dairy cow concentrate feeds in Kenya. In: WORKSHOP ON THE POTENCIAL UTILIZATION OF CASSAVA AS LIVESTOCK FEED IN AFRICA, 1988, Ibadan. *Proceedings...* Ibadan: International Institute of Tropical Agriculture: International Livestock Centre of Africa, 1988. p.127-134.
- SCOTON, R.A.; SANTOS, F.A.P.; IMAIZUMI, H. et al. Substituição do milho moído fino por polpa cítrica peletizada e/ou raspa de mandioca na dieta de vacas leiteiras em final de lactação. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 40., 2003, Santa Maria. *Anais...* Santa Maria, RS: SBZ, 2003. CD-ROM.

- TAFUR, M.S.M. La yuca em la alimentación animal. In: OSPINA, B.; CEBALLOS, H. (Ed.). *La yuca en el tercer milenio: Sistemas modernos de producción, procesamiento, utilización y comercialización*. Cali: CIAT-CLAYUCA-MADR-FENAVI, 2002. p.34-45. (Publicación CIAT, 327).
- TELES, F.F. Técnicas de liberação do HCN e toxidez cianogênica das mandiocas. *Inf. Agropec.*, v.13, n.145, p.18-22, 1987.
- THAMPAN, P.K. Mineral nutrition and fertilization. In: CASSAVA. Mannuthy, Trichur, Kerala, India: Kerala Agric. Univ Press, 1979.
- VALENCIA, D.F. *Evaluacion, produccion y calidad Del forrage de La yuca Manihot esculenta Crantz com corte periódico manual*. 2002. 65f. Monografia (Graduação em Engenharia Agrônômica) - Universidade Nacional da Colombia, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Palmira, Valle del Cauca, Colombia.
- VILELA, E.R.; FERREIRA, M.A. Tecnologia de produção e utilização do amido de mandioca. *Inf. Agropec.*, v.13, n.145, p.53-57, 1987.
- WANAPAT, M. Role of cassava hay as animal feed in the tropics. In: INTERNATIONAL WORKSHOP CURRENT RESEARCH AND DEVELOPMENT ON USE OF CASSAVA AS ANIMAL FEED, 2001, Khon Kaen. *Proceedings...* Khon Kaen: Khon Kaen University: SIDA-SAREC, 2001.
- WANAPAT, M. The role of cassava hay as animal feed. In: ASIAN CASSAV RESEARCH WORKSHOP, 7., 2002, Bangkok. *Proceedings...* Bangkok: The Nippon Foundation, Khon Kaen University, 2002. p.21.
- WANAPAT, M.; PIMPA, O.; PETLUM, A. et al. Cassava hay: A new strategic feed for ruminat during the dry section. *Livest. Res. Rural Dev.* v.9, n.2, 1997.
- ZEOULA, L.M.; MARTINS, A.S.; PRADO, I.N. et al. Solubilidade e degradabilidade ruminal do amido de diferentes alimentos. *Rev. Bras. Zootec.*, v.28, p.898-905, 1999.
- ZINN, R.A.; DePETERS, E.J. Comparative feeding value of tapioca pellets for feedlot cattle. *J. Anim. Sci.*, v.69, p.4726-4733, 1991.

Alimentos para Gado de Leite



Editores:
Lúcio Carlos Gonçalves
Iran Borges
Pedro Dias Sales Ferreira

Lúcio Carlos Gonçalves
Iran Borges
Pedro Dias Sales Ferreira

ALIMENTOS PARA GADO DE LEITE

FEPMVZ-Editora
Belo Horizonte
2009

A414 Alimentos para gado de leite / Editores: Lúcio Carlos Gonçalves, Iran Borges,
Pedro Dias Sales Ferreira. – Belo Horizonte: FEPMVZ, 2009.
568 p. : il.

Inclui bibliografia

ISBN 978-85-87144-36-2

1. Bovino de leite – Alimentação e rações. 2. Bovino de leite - Nutrição.
3. Nutrição animal. I. Gonçalves, Lúcio Carlos. II. Borges, Iran. III. Ferreira,
Pedro Dias Sales.

CDD – 636.214 085 2