



UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS AGRÁRIAS
DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

VOLATILIZAÇÃO DO HCN E DETERMINAÇÃO DO PONTO DE FENO
EM RAMAS DE MANDIOCA (*Manihot esculenta* Crantz)

MAXUEL ALVES DA SILVA

CRUZ DAS ALMAS – BAHIA
MAIO - 2003

**VOLATILIZAÇÃO DO HCN E DETERMINAÇÃO DO PONTO DE FENO
EM RAMAS DE MANDIOCA (*Manihot esculenta* Crantz).**

MAXUEL ALVES DA SILVA

Engenheiro Agrônomo

Escola de Agronomia da Universidade Federal da Bahia, 2001.

Dissertação submetida à Câmara de Ensino de Pós-Graduação e Pesquisa da Universidade Federal da Bahia como requisito parcial para obtenção do Grau de Mestre em Ciências Agrárias – Área de concentração Produção Animal.

Orientador: Prof. Dr. Benedito Marques da Costa

UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA
MESTRADO EM CIÊNCIAS AGRÁRIAS
CRUZ DAS ALMAS – BAHIA – 2003

OFEREÇO

Aos meus pais Luiz e Edeni
e meus irmãos Esdras e Marclecio.

DEDICO

À minha esposa Elide.

AGRADECIMENTOS

A Deus, por ter me concedido este momento sublime em minha vida, sem sua ajuda nada aconteceria.

Aos meus pais, obrigado pelo incentivo, confiança depositada a cada obstáculo vencido.

À minha esposa Elide pelo companheirismo e dedicação.

Aos meus irmãos, Esdras e Marclecio pelo incentivo.

À Celuta, Alberto, Nilo, Washington, Glaucia e Tereza, pelo valioso apoio oferecido.

Ao Dr. Benedito Marques da Costa, orientador pela atenção, amizade e ajuda para a concretização desta dissertação.

Ao Dr. Idalmo Garcia Pereira pela ajuda nas realizações das análises estatísticas.

Ao mestre e amigo Prof. José Torquato de Q. Tavares, pelos ensinamentos transmitidos, confiança e incentivo na co-orientação desta dissertação.

Aos colegas do Mestrado em Ciências Agrárias pelo apoio e incentivo.

Aos amigos irmãos Edmilson, Laércio e Licia.

À Escola de Agronomia da Universidade Federal da Bahia e Coordenação do curso de Mestrado em Ciências Agrárias, pela oportunidade em realizar o curso.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão da bolsa de estudo.

Ao Departamento de Zootecnia da AGRUFBA, professores e demais funcionários pela amizade e apoio.

A Perinto Calafange, Elaine Góes, Carlos Melo, Tatiane Amorim, Rogério Silveira do laboratório de fisiologia vegetal e tecnologia de alimentos da EMBRAPA/CNPMPF pela ajuda na realização deste trabalho.

As funcionárias da biblioteca Izaelce e Ednaide pelo apoio e valiosas colaborações nas orientações prestadas.

A todos aqueles que de uma forma direta ou indireta contribuíram para a realização deste trabalho.

SUMÁRIO

Página

RESUMO

ABSTRACT

INTRODUÇÃO..... 01

Capítulo 1

VOLATILIZAÇÃO DO HCN DURANTE O PROCESSO DE FENAÇÃO DE RAMAS
DE MANDIOCA (*Manihot esculenta Crantz*).....09

Capítulo 2

DETERMINAÇÃO DO PONTO DE FENO DE RAMAS DE MANDIOCA (*Manihot
esculenta* **CANTZ**) POR MEIO DE SECAGEM AO SOL E À
SOMBRA.....23

CONSIDERAÇÕES FINAIS.....33

VOLATILIZAÇÃO DO HCN E DETERMINAÇÃO DO PONTO DE FENO EM RAMAS DE MANDIOCA (*Manihot esculenta* Crantz).

Autor: Maxuel Alves da Silva

Orientador: Dr. Benedito Marques da Costa

RESUMO: A mandioca pertence à família Euphorbiaceae, sendo utilizada tanto para alimentação humana como para forrageamento de animais. É considerada uma excelente planta forrageira devido à sua capacidade de produzir raízes feculentas e uma grande quantidade de ramos. Este é o relatório dos resultados de dois estudos utilizando ramos de mandioca. O experimento foi conduzido na fazenda Nossa Sra. das Candeias, localizada no município de Cruz das Almas-Bahia, Brasil, no período de 02 a 06 de dezembro de 2002, sendo as análises laboratoriais realizadas nos Laboratórios de Fisiologia Vegetal e de Tecnologia de Alimentos da EMBRAPA/CNPMPF. O objetivo do primeiro estudo foi verificar a influência de dois processos e de cinco tempos de secagem sobre a volatilização do ácido cianídrico, em ramos de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) da variedade "Cigana-preta". O experimento foi realizado em um delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial 2x5, sendo dois processos de secagem (ao sol e à sombra), ambos sobre lona plástica de cor preta, e seis tempos de desidratação (0, 9, 18, 27, 36 e 45 horas), com cinco repetições. Os tratamentos de secagem induziram a diminuição dos teores de HCN das ramos. Entretanto, aqueles em processo de secagem ao sol retiveram um maior teor de HCN, em relação àqueles à sombra, que apresentaram os menores teores. A secagem das ramos ao sol, sobre lona plástica de cor preta, mantém teores de ácido cianídrico em níveis considerados tóxicos para animais até o período de quarenta e cinco horas de secagem. O segundo experimento foi realizado em um delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial 2x15, sendo dois processos de secagem (ao sol e à sombra), ambos sobre lona plástica de cor preta, e quinze tempos de desidratação (0, 3, 6, 9, 12, 15, 18, 21, 24, 27, 30, 33, 36, 39 e 42), com quatro repetições. A forragem desidratada pelo processo 1 (secagem ao sol), atingiu o ponto de feno com 21 horas de exposição, e o material desidratado pelo processo 2 (secagem à sombra), alcançou o ponto de feno com 30 horas de exposição. O processo de secagem ao sol produz feno em menor tempo de exposição, reduzindo gastos com mão-de-obra e com infra-estrutura de secagem.

Contudo, como foi verificado no primeiro estudo, o feno produzido pela desidratação de ramas ao sol, até 45 horas de exposição, ainda apresenta teor de HCN em nível tóxico para os animais.

HCN VOLATILIZATION AND HAY POINT DETERMINATION OF CASSAVA FOLIAGE (*Manihot esculenta* Crantz) BY DRYING UNDER THE SUN AND AT SHADE

Author: Maxuel Alves da Silva

Advisor: Dr. Benedito Marques da Costa

ABSTRACT: Cassava belongs to Euphorbiaceae family, being utilized for human and animal feeding as well. It is considered an excellent forage plant due to its capacity to produce feculent roots and a great deal of foliage. It is reported the results of two studies using cassava foliage. The experiments were carried out in Nossa Senhora das Candeias farm, located in Cruz das Almas, Bahia, Brazil, in the period from December 02 to 06, 2002 and the laboratorial analyses were done in the Plant Physiology and Food Technology laboratories of EMBRAPA/CNPMP. The objective of the first work was to verify the influence of two processes and five times of drying upon HCN volatilization of cassava foliage (*Manihot esculenta* Crantz) of Cigana black variety. It was used a completely randomized design in a factorial scheme (2x5) with two drying processes (under sun and at shade), both on black plastic sheets, and six times of drying (0, 9, 18, 27, 36 and 45 hours) with five replications. The drying treatments caused a reduction of the HCN contents of cassava foliage. However, the ones submitted to drying under the sun presented a greater HCN content as compared to the ones at shade, that showed the least HCN contents. The drying process of the cassava foliage under the sun, on black plastic sheets, caused retention of the HCN contents on levels considered toxic to animals until 45 hours of drying. In the second work, it was used a completely randomized design in a factorial scheme (2x15) with two drying (0, 3, 6, 9, 12, 15, 18, 21, 24, 27, 30, 33, 36, 39 and 42 hours) processes (under sun and at shade), both on black plastic sheets, and fifteen times of drying with four replications. Foliage dehydration by process 1 (under the sun) achieved the hay point with 21 hours of exposition; and the one dried by process 2 (at shade) got the hay point with 30 hours of drying. The drying process under the sun produces hay with less time of drying reducing the labor expense and use of installation facilities. However, as it was observed in the first work, hay made from dehydration of cassava foliage under the sun for 45 hours still have HCN content in toxic level to the animals. So, taking into consideration the HCN content

as well as the time to achieve the hay point, it is advisable to dehydrate cassava foliage at shade.

INTRODUÇÃO

Estudos, debates, congressos têm sido realizados para discutir problemas ligados à produção de alimentos, visando aprimorar os métodos ou procedimentos até então adotados, para aumentar a oferta de carne, leite e ovos. Dentre estes, um que tem despertado interesse aos técnicos na área da alimentação é o de encontrar maneiras de utilizar os recursos disponíveis de forma mais adequada (OLIVEIRA et al., 1984).

Dentre os problemas enfrentados pelos pecuaristas, talvez o de maior gravidade seja o da alimentação animal, por ser o que exige maiores dispêndios e cuidados especiais.

Esse problema se agrava ainda mais quando a alimentação dos rebanhos depende exclusivamente de forrageiras, sujeitas à influência de fatores climáticos, como a seca, de caráter estacional. As conseqüências da baixa disponibilidade de alimento de bom valor nutritivo nesse período trazem efeitos perniciosos para o crescimento, reprodução e saúde dos animais, determinando baixos rendimentos nas atividades pecuárias (CARVALHO, 1983).

Nesse contexto, destaca-se a tradicional cultura da mandioca, bastante difundida no meio rural, a qual, embora muito conhecida, não é aproveitada sob todas as formas, principalmente por desconhecimento por parte dos produtores de seu valor nutricional. As raízes são bastante usadas na alimentação humana, no arração animal e ou na produção de álcool. As ramas (hastes e folhas) pode ser utilizada como forragem verde e como forragem conservada na forma de feno ou silagem. Estima-se uma disponibilidade no Brasil cerca de 25 milhões de toneladas por ano de ramas de mandioca, cabendo aos técnicos e produtores incorporar este subproduto na dieta animal (OLIVEIRA et al., 1984)

A mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) pertence à família das Euphorbiaceae. Sendo a espécie de grande interesse agrônomo, é originária da América do Sul e, possivelmente, do Brasil, pois os índios, especialmente os Guaranis, já a cultivavam antes da chegada dos portugueses que constataram o seu grande potencial para a produção de alimentos armazenáveis, associado à rusticidade e facilidade de cultivo (MAZZUCO et al., 2000)

As plantas dessa espécie são herbáceas quando novas, lenhosas, sub-arbustivas ou arbustivas na maturidade, com altura variando de 1 a 5 metros, podendo ser ramificadas ou não. Para fins práticos sua divisão é feita em ramas (hastes e folhas) e parte subterrânea (raízes feculentas). Dentre outros fatores, sua produtividade depende das condições climáticas, da fertilidade do solo e da cultivar plantada, variando de 10 a 35 toneladas de raízes por hectare e 8 a 30 toneladas de parte aérea por hectare (CARVALHO, 1998).

A parte aérea da mandioca é um produto que apresenta um bom nível protéico, é rico em vitaminas, especialmente pro-vitamina A, C e as do complexo B, o seu conteúdo de minerais é relativamente alto, especialmente de cálcio e ferro. Esse material pode ser submetido a diferentes processos para obtenção de produtos destinados à alimentação animal.

Quando a folhagem se destina à produção de feno para monogástricos (aves, suínos e eqüinos) e ruminantes (bovinos, caprinos e ovinos) deve-se utilizar as partes mais tenras (hastes novas e folhas) embora contenha mais glicosídeos cianogênicos. A alternativa de desidratar a folhagem abre novas possibilidades para o uso da parte aérea da mandioca na alimentação de animais, de onde se pode obter um feno que oferece numerosas vantagens, podendo ser usado diretamente ou em mistura com outros componentes da ração (FERREIRA FILHO et al., 2002)

O período mais indicado para a prática da fenação é a estação das águas, isto é, outubro a março nas regiões Sudeste e Sul e março a agosto no Nordeste, do Brasil. Nessa época as forragens apresentam alta produção com bom valor nutritivo e os dias de céu aberto com altas temperaturas permitem a confecção do feno em 10 a 48 horas. A fenação de forragens pode ser feita através da insolação e ventilação natural, desidratação à sombra e desidratação com auxílio de aquecimento e ventilação. A umidade relativa do ar é um fator muito importante para alcançar o ponto de feno e deve situar-se entre 60 e 70 % (Paz et al., 2000). O município de Cruz das Almas-BA, cujo clima é do tipo sub-úmido, apresenta uma

precipitação pluviométrica média anual de 1700mm, com variações entre 900 e 1300mm, sendo os meses de março a agosto os mais chuvosos e setembro a fevereiro os mais secos, com temperatura média anual de 24,1 °C (RIBEIRO et al., 1995). Assim, o período mais propício para fenação vai de setembro a fevereiro. Entretanto pode ser realizado em qualquer época do ano desde que as condições climáticas possibilitem.

A fenação da parte aérea da mandioca é um processo de conservação de forragens que, além de manter a qualidade do material após a colheita, facilita seu uso na fabricação de alimentos, eleva a concentração de nutrientes e elimina a maior parte do ácido cianídrico, reduzindo-o a níveis seguros para a alimentação animal. O processo de produção consiste basicamente em logo após a colheita das ramas, preferencialmente as partes mais tenras (terço superior), triturar o material e expor ao sol ou sombra quando as condições climáticas forem favoráveis (boa insolação, altas temperaturas e baixa umidade relativa). A parte basal, por ser bastante lenhosa, possui muita fibra e poucos nutrientes, além do risco de mesmo após a trituração, apresentar lascas que podem provocar perfurações no estômago do animal (FERREIRA FILHO et al., 2002).

O excesso de água é retirado das forragens fenadas e estas ficam com um teor de umidade de 10 a 20 %. Sob a forma de feno se conservam por um período de tempo suficiente para permitir o aproveitamento nas épocas de escassez, ou então, para serem comercializadas (MORAES, 1995; SOUZA JUNIOR et al., 1999; ARAÚJO FILHO et al., 2000).

Jobim et al. (2000), estudando o gênero *Cynodon*, em condições de secagem a campo, informaram que a fração folha apresenta alta taxa de secagem que chega a sua estabilidade em torno de 24 horas após o corte. Paulino et al. (1998) e Ferrari Júnior et al. (1999), ao estudarem o capim-colônia (*Panicum maximum* Jacq. Cv. IZ-1), durante o processo de fenação a campo, em 4 idades de corte 51, 65, 79 e 93 dias, observaram que a forrageira apresenta elevada perda de água, independente da idade de corte, podendo o feno ser produzido em torno de 26 horas após o corte, sob condições climáticas adequadas.

Castro et al. (1992), em estudo realizado com a fenação de capim *Brachiaria* (*Brachiaria decumbens* Stapf.), informam que pela secagem ao sol durante um dia e meio, o feno foi enfardado com aproximadamente 16 % de umidade. Almeida (2002) avaliando a desidratação do capim-elefante roxo (*Pennisetum purpureum* Schum,

cv. roxo), triturado, em dois processos de secagem, ao sol por 12 horas, com secagem final à sombra e secagem exclusiva ao sol por 24 horas, verificou que a forragem desidratada pelo processo 1 alcançou o ponto de feno com 39 horas de secagem, enquanto o material desidratado pelo processo 2 alcançou o ponto de feno com 21 horas de secagem.

A utilização das raízes e ramas de mandioca na alimentação de animais deve ser feita com cautela devido à toxicidade aguda e crônica causada pelo seu consumo prolongado, uma vez que o ácido cianídrico é um poderoso veneno respiratório que pode ser fatal, alguns minutos após a sua ingestão, se consumidos em altas doses, e em doses baixas, pode agir como depressor do crescimento (GRAMACHO, 1973).

Martinez (1979) estudou os possíveis níveis de toxicidade, para animais domésticos do teor de ácido cianídrico contido em um quilograma de amostra fresca e considerou inócuo teores de ácido cianídrico inferiores a 50 mg por quilograma do produto fresco (50 ppm); moderadamente tóxico de 50 a 100 mg por quilograma (50 a 100 ppm); e altamente tóxico, valores superiores a 100 mg por quilograma (100 ppm).

Os glicosídeos cianogênicos distribuem-se nas raízes e parte aérea da planta, apresentando maior concentração na entrecasca das raízes e nas folhas (Kass et al., 1981), sendo as folhas bem mais tóxicas que as raízes (Teles, 1995). A concentração de ácido cianídrico é maior nas folhas novas do que nas velhas (KASS et al., 1981).

O ácido cianídrico pode ser facilmente volatilizado quando as raízes são submetidas ao sol e ao calor (Toledo, 1969). Contudo, quando a temperatura passa dos 75 °C a enzima linamarase responsável pela hidrólise da linamarina e liberação do HCN (SITOMPUL, citado por CARVALHO, 1983).

A fenação é um processo de conservação de forragem considerado eficiente quanto à volatilização do ácido cianídrico, se o material é devidamente desidratado atingindo teores de 10 a 13 % de umidade (Normanha, 1959). Com relação a isso, Gramacho (1973) verificou que durante os primeiros 5 dias de fenação ao sol a quantidade de ácido cianídrico se manteve estável, começando a cair a partir do oitavo dia até desaparecer (reação não venenosa), aos 18 dias de fenação, tanto para as amostras de folhas e de ramas inteiras (hastes e folhas), e aos 12 dias, para as amostras que sofreram trituração. Esses resultados levam a supor que a

trituração favorece a liberação do ácido cianídrico, como já havia sido observado por NORMANHA, (1959).

Outros pesquisadores também se preocuparam com o problema do ácido cianídrico da mandioca. Kass et al. (1981) estudaram três métodos de eliminação do ácido cianídrico em folhas de mandioca e observaram que para eliminação de 71 % de ácido cianídrico gastou-se 108 horas de secagem à sombra, 72 horas de secagem ao sol e 48 horas de secagem em estufa, com circulação de ar a 60º C. Com relação à secagem com ar quente, Maner (1972) salienta que realmente o ácido cianídrico, porém pode deixar grande parte do glicosídeo cianogênico linamarina intacto. Este fato pode se constituir em grave problema na alimentação animal uma vez que o ácido clorídrico no estômago hidrolisa os glicosídeos cianogênicos liberando o ácido cianídrico. Contudo, a secagem ao sol possibilita a ação da enzima linamarase que hidrolisa os glicosídeos, apresentando a vantagem de ser um método simples e ao alcance dos produtores.

Tavares (1989) avaliou processos de fenação que pudessem ser eficientes em produzir fenos de boa qualidade, livres de teores tóxicos de ácido cianídrico. Os processos de desidratação foram: 1) desidratação ao sol, de ramas picadas; 2) desidratação à sombra, de ramas picadas; 3) desidratação ao sol, de ramas inteiras; 4) desidratação à sombra, de ramas inteiras. Os resultados mostraram que todos os processos reduziram o teor de ácido cianídrico do material desidratado, sendo o processo de desidratação ao sol, das ramas picadas, o que produziu feno com o mais elevado teor de ácido cianídrico, quando comparado aos demais processos de desidratação.

Nos capítulos 1 e 2 desta dissertação são apresentados artigos científicos, submetidos, respectivamente, às revistas Pesquisa Agropecuária Brasileira e Magistra: 1- Volatilização do HCN durante o processo de fenação de ramas de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz); 2- Determinação do ponto de feno de ramas de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) por meio de secagem ao sol e à sombra.

Em seguida, no item considerações finais é feita uma discussão sobre os resultados obtidos nos dois trabalhos, quando comparados a outros relatos na literatura científica nacional e internacional.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, J. de; **Curva de desidratção e avaliação de fenos de capim elefante roxo (*Pennisetum purpureum* Schum. cv roxo)**. Cruz das Almas - BA. UFBA, Escola de Agronomia 2002. 36 p. (Dissertação de Mestrado).

ARAÚJO FILHO, J. A. de; ALVES, J. U. ; BRAGA JÚNIOR, W. G. **Alimentação**. Brasília: SEBRAE, 2000. 88 p . (Trabalhador na ovinocultura, 1.)

CARVALHO, J. L. H. de. **A mandioca**: Raiz e parte aérea na alimentação animal. EMBRAPA/CNPMPF, Cruz das Almas-BA 1998. 11p. (Circular técnico 3 reimpressão).

CARVALHO, J. L. H. de. **A mandioca, raiz e parte aérea na alimentação animal**. Planaltina: CPAC/EMBRAPA, 1983. 43 p. (Circular Técnica N° 17).

CASTRO, A. C. G ; SILVA, J. F. C. da; LAFETÁ, M. A. Q. Estudo da composição química, digestibilidade “*in vitro*” da matéria seca e desempenho de novilhos nerolados tratados com diferentes volumosos, durante a estação da seca. **Revista da Sociedade brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 21, n. 3, p. 447-455, 1992.

FERRARI JÚNIOR, E. et al. Produção e curva de desidratção do feno de capim – cv. Colônia IZ – 1 (*Panicum maximum* Jacq.). **Pasturas tropicales**, Cali v. 21, n. 3, p. 62-62, dec. 1999.

FERREIRA FILHO, J.R; MATTOS, P. L. P de; GOMES, J. de C; **Feno da parte aérea da mandioca**. Cruz das Almas-BA.Embrapa/CNPMPF. 2002. Não paginado.

GRAMACHO, D. D. **Contribuição ao estudo químico-tecnológico do feno de mandioca**. Cruz das Almas-Bahia. UFBA Escola de Agronomia Nordeste,1973. p. 143-152. (Série pesquisa n.º 1).Convênio UFBA/Brascan.

JOBIM, C. C. et al. Curva de desidratação de cultivares do gênero *Cynodon* durante o processo de fenação. In.: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 37, 2000, Viçosa, MG. **Anais...** Viçosa, MG: SBZ, 2000. P. 1-4.

KASS, M. L.; ALBUQUERQUE, M.; CARDOSO, E. M. R. Concentração e métodos de eliminação de ácido cianídrico em folhas de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MANDIOCA, 1979, Cruz das Almas, BA. **Anais ...** Cruz das Almas, 1981. p. 149-157. v. 2.

MANER, J. H. **Effect of processing methods on the nutritional value of certain feeds for swine in Colombia and Ecuador.** NRS-NAS and University of Florida. In: SYMPOSIUM OF THE EFFECT OF PROCESSING ON THE NUTRITIONAL VALUE OF FEEDS. Gainesville, Florida. 1972.

MARTINEZ, I.B.E. **Utilizacion de hojas y tallos deshidratados de yuca (*Manihot esculenta* Crantz) en alimentacion animal.** Sertanejas, Bolivar: Universidad Simón, 1979.

MAZZUCO, H; BERTOL, M. T. **Mandioca e seus subprodutos na alimentação de aves e suínos:** Concórdia, SC: Embrapa Suínos e Aves [2000]. 37p.

MORAES, Y. J. B de. **Forrageiras:** Conceito, formação e manejo. Guaíba Agropecuária, 1995 p. 214.

NORMANHA, E. S. Eliminação do veneno das raízes de mandioca. **O Agrônomo**, Campinas, v. 4, n. 3/4, p. 4. 1959.

OLIVEIRA, J.P. et al., Digestibilidade aparente, índice de valor nutritivo e balanço de nitrogênio em carneiros do feno e da silagem da parte aérea da mandioca. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 21; Belo Horizonte, 1984, **Anais...** Belo Horizonte, SBZ, 1984 p. 302.

PAULINO, V. T.; FERRARI JÚNIOR, E.; ANDRADE, J. B. de. Feno de capim-colonião (*Panicum maximum* Jack. Cv IZ – 1).I. Rendimento de matéria seca,

qualidade e curva de desidratação. **Boletim da Industria Animal**, Nova Odessa, v. 55, n.2, p. 139-142, 1998.

PAZ, L. G. da et al. Fenação: aspectos técnicos da produção. **Revista Ciências Veterinárias Tropical**. Recife, v.3, n. 1, p.1 a 16, jan. / abr. 2000.

SOUZA JÚNIOR, A. A. O. de; ROCHA, J. C. da; BARBOSA, J. A. **Alimentação**. Brasília: SEBRAE, 1999. 48 p. (Trabalhador na caprinocultura, 1).

RIBEIRO, L. P. et al. Levantamento detalhado dos solos, capacidade de uso e classificação de terras para irrigação da estação de plasticultura da Universidade Federal da Bahia/Politeno em Cruz das Almas - BA. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, 105-113p. 1995.

TAVARES, I. Q. **Fenação de ramas de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz: volatilização do HCN e influência do armazenamento na conservação e qualidade do feno**. Cruz das Almas – BA: UFBA, Escola de Agronomia, 1989. 62 p. (Dissertação de Mestrado) - Escola de Agronomia, Universidade Federal da Bahia, Cruz das Almas, BA

TELES, F. F. Toxicidade crônica da mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) na África e América Latina. **Revista Brasileira de mandioca**, Cruz das Almas – BA, v. 14, ½, p. 107-116, 1995.

TOLEDO, F. F. de Aproveitamento das folhas e das ramas de mandioca na alimentação. **Solo**, Piracicaba, v. 61, n. 1, p. 65-69, jun., 1969.

CAPÍTULO 1

VOLATILIZAÇÃO DO HCN DURANTE O PROCESSO DE FENAÇÃO DE RAMAS DE MANDIOCA (*Manihot esculenta* Crantz)

VOLATILIZAÇÃO DO HCN DURANTE O PROCESSO DE FENAÇÃO DE RAMAS DE MANDIOCA (*Manihot esculenta* Crantz)

RESUMO

O experimento foi conduzido na fazenda Nossa Senhora das Candeias localizada no município de Cruz das Almas - Bahia Brasil. O objetivo foi verificar a influência de dois processos e de cinco tempos de secagem sobre a volatilização do ácido cianídrico, em ramas de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) da variedade 'Cigana-preta'. O experimento foi realizado em um delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial 2x5, sendo dois processos de secagem (ao sol e à sombra), ambos sobre lona plástica de cor preta, e seis tempos de desidratação (0, 9, 18, 27, 36 e 45 horas), com cinco repetições. Os resultados mostraram que os tratamentos induziram a diminuição do HCN, mas àqueles em processo de secagem ao sol retiveram uma maior quantidade de HCN em relação àqueles à sombra, que foram considerados mais eficientes. A secagem ao sol, sobre lona plástica preta, mantém teores de ácido cianídrico em níveis considerados tóxicos para animais até o período de 45 horas de secagem.

Termos para indexação: linamarina, feno, forragem.

HCN VOLATILIZATION DURING HAY MAKING OF CASSAVA FOLIAGE (*MANIHOT ESCULENTA* CRANTZ)

ABSTRACT

The experiment was carried out in Nossa Senhora das Candeias farm located in Cruz das Almas, Bahia, Brazil. The objective of this work was to verify the influence of two processes and five times of drying upon HCN volatilization of cassava foliage (*Manihot esculenta* Crantz) of Cigana variety. It was used a completely randomized design in a factorial scheme (2x5) with two drying processes (under sun and at shade), both on black plastic sheets, and six times of drying (0, 9, 18, 27, 36 and 45 hours) with five replications. The results showed that the treatments caused a reduction of the HCN contents but the ones submitted to drying under the sun presented a greater HCN content as compared to the ones at shade, that was considered more efficient. The drying process of the cassava foliage under the sun, on black plastic sheets, caused retention of the HCN contents on levels considered toxic to the animals until 45 hours of drying.

Index terms: linamarine, hay, forage.

INTRODUÇÃO

A mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) é uma planta que serve tanto para a alimentação humana como para o forrageamento de animais. É considerada uma excelente forrageira, dada a sua capacidade de produzir raízes feculentas com um potencial energético considerável, além de fornecer ramas (hastes e folhas) dotadas de elevado valor nutritivo que se equivale ao da alfafa (*Medicago sativa* L.), na alimentação de animais (Gramacho, 1973; Velloso et al., 1967).

O feno de ramas de mandioca é recomendado na alimentação de monogástricos e poligástricos, o que é evidenciado por vários autores em estudos realizados com aves (Mendes et al., 1973; César, 1981; Costa, 1993), suínos (Hervas, 1982; Almeida, 1989), coelhos (El Baki et al., 1992; Omole et al., 1992; EL Baki et al., 1993), bovinos (Costa et al., 1988) e ovinos (Catunda et al., 1985).

A utilização das raízes e ramas de mandioca na alimentação de animais deve ser feita com cautela devido à toxicidade aguda e crônica que pode ocorrer, pelo seu consumo prolongado, uma vez que o ácido cianídrico é um poderoso veneno respiratório que pode ser fatal, alguns minutos após a sua ingestão ou inalação, se consumido em altas doses, e em doses baixas pode agir como depressor do crescimento (Gramacho, 1973).

Martinez (1979) estudou os possíveis níveis de toxicidade, para animais domésticos pelo teor de ácido cianídrico contido num quilograma de amostra fresca, considerando inócuos teores de ácido cianídrico inferiores a 50 mg kg^{-1} do produto fresco (50 ppm); moderadamente tóxicos teores de 50 a 100 mg kg^{-1} (50 a 100 ppm); e altamente tóxicos, valores superiores a 100 mg kg^{-1} (100 ppm).

Os glicosídeos cianogênicos distribuem-se nas raízes e parte aérea da planta, apresentando maior concentração na entrecasca das raízes e nas folhas (Kass et al., 1981), sendo as folhas bem mais tóxicas que as raízes (Teles, 1995). A concentração de ácido cianídrico é maior nas folhas novas do que nas velhas (Kass, et al., 1981).

O ácido cianídrico pode ser facilmente volatilizado quando as raízes são submetidas ao sol e ao calor (Toledo, 1969). Contudo, quando a temperatura passa dos $75 \text{ }^{\circ}\text{C}$ a enzima linamarase é inativada, fazendo com que não haja a perda significativa do cianeto (Sitompul, citado por Carvalho, 1983).

A fenação é um processo de conservação de forragem considerado eficiente, quanto à volatilização do ácido cianídrico, se o material é devidamente desidratado e apresenta teores de 10 a 13 % de umidade (Normanha, 1959). Com relação a isso, Gramacho (1973) verificou que durante 5 dias de fenação ao sol a quantidade de ácido cianídrico se manteve estável, começando a cair a partir do oitavo dia até desaparecer, aos 18 dias de fenação, tanto para as amostras de folhas como de ramas inteiras (hastes e folhas inteiras), e aos 12 dias para aquelas que sofreram trituração. Esse resultado leva a supor que a trituração favorece a liberação do ácido cianídrico, como já havia sido observado por Normanha, (1959).

Outros pesquisadores também se preocuparam com os problemas causados pelo ácido cianídrico da mandioca e estudaram métodos para sua eliminação dos glicosídeo cianogênico e liberação do ácido cianídrico em folhas de mandioca. Para eliminação de 71 % de ácido cianídrico gastou-se 108 horas de secagem à sombra, 72 horas de secagem ao sol e 48 horas de secagem em estufa, com circulação de ar a 60 °C (Kass et al., 1981). Com relação à secagem com ar quente, Maner (1972) salienta que realmente ela elimina o ácido cianídrico, porém pode deixar grande parte do glicosídeo cianogênico, linamarina, intacto. Este fato pode se constituir em grave problema na alimentação animal porque o ácido clorídrico no estômago hidrolisa os glicosídeos cianogênicos liberando o ácido cianídrico. Contudo, a secagem ao sol possibilita a ação da enzima linamarase, eliminando os glicosídeos, apresentando a vantagem de ser um método simples e ao alcance dos produtores.

Tavares (1989) avaliou processos de fenação que pudessem ser eficientes em produzir fenos de boa qualidade, livres de teores tóxicos de ácido cianídrico. Os processos de desidratação foram: 1) desidratação ao sol, de ramas picadas; 2) desidratação à sombra, de ramas picadas; 3) desidratação ao sol, das ramas inteiras; 4) desidratação à sombra, de ramas inteiras. Os resultados mostraram que todos os processos reduziram o teor de ácido cianídrico do material desidratado, com maior eficiência do processo de desidratação à sombra, das ramas picadas. O processo de desidratação ao sol, das ramas picadas, apresentou o mais elevado teor de ácido cianídrico quando comparado aos demais processos de desidratação.

O objetivo desse trabalho foi verificar a influência de dois processos de secagem e cinco tempos de desidratação sobre a volatilização do ácido cianídrico de ramas de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz), variedade “Cigana-preta”.

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi desenvolvido na fazenda Nossa Senhora das Candeias no município de Cruz das Almas – BA, situada a uma altitude média de 220 m do nível do mar, 12°40'19" de latitude sul e 39°06'22" de longitude oeste, no período de 02 a 06 de dezembro de 2002.

Utilizou-se uma área de 1 ha para o plantio da mandioca, variedade "Cigana Preta", efetuado através de manivas de 30 cm de comprimento, em um solo do tipo latossolo vermelho amarelo. Aos 8 meses de idade procedeu-se a retirada das ramas (hastes e folhas), a cerca de 40 cm do solo, e posteriormente triturou-se em pedaços de 2 a 3 cm.

Os dados climáticos referentes a pluviosidade, temperatura e umidade relativa do ar, durante os cinco dias de realização do trabalho, estão apresentados na Tabela 1, e foram obtidos junto ao posto meteorológico da EMBRAPA/CNPMPF/BA.

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, em esquema fatorial 2 x 5, sendo dois processos de secagem (ao sol e à sombra) e seis tempos de desidratação (0, 9, 18, 27, 36 e 45 horas), com cinco repetições. As análises de regressão foram realizadas por meio do procedimento Proc. Reg. do programa SAS (1999).

No Processo 1, as ramas trituradas a serem fenadas foram expostas diretamente ao sol, ao ar livre, sobre lona plástica de cor preta. Foram espalhadas uniformemente em camada de 10 cm, na proporção de 15 kg m⁻², sendo viradas três vezes no dia, com auxílio de ancinho. O material era exposto às 8:00 horas, quando se retirava cinco amostras para compor as repetições, e guardado às 17:00 horas em um galpão para evitar possíveis chuvas noturnas e o orvalho. Procedeu-se as mesmas operações, durante os cinco dias de desidratação.

No Processo 2, as ramas trituradas a serem fenadas foram expostas totalmente à sombra, em um galpão arejado, sobre lona plástica de cor preta, e submetidas às mesmas operações do processo 1.

As amostragens foram tomadas nos tempos 0, 9, 18, 27, 36 e 45 horas de desidratação, para cada processo de secagem, sendo que no tempo zero as

amostras das ramas trituradas foram colocadas em isopor com gelo, e levadas imediatamente ao laboratório para análises dos teores de CCT (compostos cianogênicos totais) nas ramas, antes de serem desidratadas. E nos demais tempos foram coletadas em sacos plásticos e levados imediatamente ao laboratório de Fisiologia Vegetal e Tecnologia de Alimentos da Embrapa/CNPMPF para determinação dos teores de CCT (compostos cianogênicos totais) que inclui HCN, linamarina e lotaustralina através do método enzimático (Essers, 1994).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados da variação dos teores de ácido cianídrico nas ramas de mandioca, submetidas à secagem ao sol e à sombra por cinco dias, podem ser observados nas Figuras 1 e 2.

O estudo revelou que os teores de Compostos cianogênicos Totais das ramas de mandioca triturada, exposta ao sol e à sombra, foram reduzidos em função dos tempos de desidratação.

No processo de secagem ao sol, ocorreu redução significativa nos teores médios de CCT, de 1400 ppm no tempo zero, 900 ppm nas primeiras 9 horas e 370 ppm até 45 horas de exposição no quinto dia. Esses resultados divergem em parte dos encontrados por Carvalho (1983), Toledo (1969) e Normanha (1959), que relatam que a trituração juntamente com o calor do sol são fatores que ajudam na volatilização do HCN devido a ativação da enzima linamarase e são concordantes com os de Tavares (1989), que reporta que nas condições de secagem ao sol, sobre lona preta, não ocorre eliminação total do ácido cianídrico devido à inativação da enzima linamarase pelo calor excessivo. No processo de secagem ao sol sobre plástico preto ocorre uma maior absorção de calor levando o material a temperaturas superiores a 75 °C o que inativa, por desnaturação, a enzima linamarase responsável pela volatilização do HCN (Sitompul, citado por Carvalho, 1983). Durante a realização do estudo foram tomadas as temperaturas com termômetro de mercúrio entre o feno e o plástico todos os dias no horário entre 12:00 e 13:00 onde se observou temperaturas de até 62 °C. Nesse processo os teores de cianeto não chegam a níveis inócuos para animais, ficando na faixa de altamente tóxico (valores superiores a 100 ppm) conforme Martinez (1979). É provável que quando a

temperatura de fenação, atinge valores próximos a 60°C ocorra a inativação da enzima linamarase que ao contrário de Sitompul, citado por Carvalho (1983), só seria inativada quando a temperatura fosse superior à 75 °C. É interessante portanto, que se busque a utilização de superfícies que não aumentem muito a temperatura, tais como lona plástica de cores claras e áreas cimentadas, quando pretender-se confeccionar feno de ramas de mandioca.

No processo de secagem à sombra em galpão ventilado durante o período experimental os teores de CCT foram diminuindo linearmente até chegar a níveis moderadamente tóxico a inócuos, concordando com os resultados obtidos por Tavares (1989) que encontrou em seu estudo em 45 horas de exposição (em 5 dias) um teor de 55,98 ppm. O material assim obtido pode ser recomendado para o uso animal, se tornando uma prática viável e segura para os agricultores fazerem o uso desta tecnologia, aproveitando todo o potencial forrageiro das ramas de mandioca fenada.

CONCLUSÕES

1. A fenação de ramas de mandioca diretamente ao sol e à sombra induzem à diminuição do teor de compostos cianogênicos;
2. O processo mais eficiente para diminuir os compostos cianogênicos na confecção de feno de rama de mandioca picada é a secagem à sombra.
3. A secagem ao sol, sobre lona plástica preta, mantém teores de compostos cianogênicos em níveis considerados tóxicos para a alimentação animal.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos a colaboração da Embrapa/CNPMPF, pelo uso dos Laboratórios de Fisiologia Vegetal e Tecnologia de Alimentos para realização das análises.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, A. M. L. de **Utilização de feno de ramas de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) na alimentação de porcas em gestação e lactação.** 1989. 111 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Agrárias) – Escola de Agronomia, Universidade Federal da Bahia, Cruz das Almas, BA.

CARVALHO, J. L. H. de. **A mandioca, raiz e parte aérea na alimentação animal.** Planaltina: CPAC/EMBRAPA, 1983. 43 p. (Circular técnica nº 17).

CATUNDA, A. G., MENEZES, F. A. B. de, SALES, F. S. M. **Aproveitamento do caju e do feno da rama de mandioca na alimentação de ovinos nas condições do litoral cearense.** Fortaleza: EPACE, 1985. (Informe , 24)

CÉSAR, J. S. Ramas de mandioca e confrei – pigmentantes naturais para gemas e ovos. **Inf. Agropec.**, Belo Horizonte, v. 7, n. 79, p. 30-31, 1981.

COSTA, J. B; SILVA, V. G. da; RODRIGUES, F. M. **Efeito do feno de mandioca e de uréia associada à mistura mineral sobre o ganho de peso de novilhos.** Salvador, EPABA, 1988. 93 p. (Boletim de Pesquisa, 17)

COSTA, P. M. **Utilização da mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) em rações de poedeiras.**, 1993. 87f .Dissertação (Mestrado) Universidade Federal do Ceará, Fortaleza.

EL BAKI, S. M. A., SONOBOL, S. M., EL GENDY, K. M. et al. Leaf protein concentrate (LPC) from cassava and folder beet as protein source for rabbits. Zagazig University. **Egyptian Journal of Science**, Zgazig, v. 2, n. 2, p. 123-133, mai, 1992.

EL BAKI, S. M. A; NOWAR, M. S; BASSUNNY, S. M. Cassava as new animal feed in Egypt. 3. Pelleted complete cassava feed growing rabbits. Zagazig University. **World Rabbit Science**, Zgazig, v. 1, n. 4, p. 139-145, abr., 1993.

ESSERS, A. J. A. Further improving the enzymic assay for cyanogens in cassava products. **Acta Horticultural**, n. 375, p. 97-104, 1994.

GRAMACHO, D. D. **Contribuição ao estudo químico-tecnológico do feno de mandioca.** Cruz das Almas – Bahia. UFBA Escola de Agronomia Nordeste, 1973. p.143-152. (Série pesquisa n.º 1). Convênio UFBA/Brascan.

HERVAS, E. M. **Mandioca, potencial energético na alimentação do suíno.** Londrina, PR: IAPAR, 1982. 53 p.

KASS, M. L.; ALBUQUERQUE, M.; CARDOSO, E. M. R. Concentração e métodos de eliminação de ácido cianídrico em folhas de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MANDIOCA, 1979, Cruz das Almas, BA. **Anais ...** Cruz das Almas, 1981. p. 149-157. v. 2.

MANER, J. H. **Effect of processing methods on the nutritional value of certain feeds for suine in Colombia and Ecuador.** NRS-NAS and University of Florida. In: SYMPOSIUM OF THE EFFECT OF PROCESSING ON THE NUTRITIONAL VALUE OF FEEDS. Gainesville, Florida. 1972.

MARTINEZ, I. B. E. **Utilización de hojas y tallos deshidratados de yuca (*Manihot esculenta* Crantz) en alimentación animal.** Sertanejas, Bolívar: Universidad Simón, 1979.

MENDES, M. A.; COSTA, B. M. da; GRAMACHO, D. D. **Efeito do feno de folhas de aipim na alimentação de pintos.** Cruz das Almas, BA: UFBA, Escola de Agronomia, 1973. p.154-159. (Série pesquisa n. 1). Convênio UFBA/Brascan Nordeste.

NORMANHA, E. S. Eliminação do veneno das raízes de mandioca. **O Agrônomo**, Campinas, v. 4, n. 3/4, p. 4. 1959.

OMOLE, T. A; HAHN, S.K; REDNOLDS, L. **The use of cassava for feeding rabbits.** Ibadania: International Institute of Tropical Agriculture, 1992. p. 137

SAS INSTITUTE. **User's Guide-** SAS- Statistical Analysis System. Statistics, Cary: 1999. 295p.

TAVARES, I. Q. **Fenação de ramas de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz: volatilização do HCN e influência do armazenamento na conservação e qualidade do feno.** Cruz das Almas – BA: UFBA, Escola de Agronomia, 1989. 62 f. (Dissertação de Mestrado em Ciências Agrárias) – Escola de Agronomia, Universidade Federal da Bahia, Cruz das Almas, BA.

TELES, F. F. Toxicidade crônica da mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) na África e América Latina. **Revista Brasileira de Mandioca**, Cruz das Almas – BA, v. 14, 1/2, p. 107-116, 1995.

TOLEDO, F. F. de Aproveitamento das folhas e das ramas de mandioca na alimentação. **Solo**, Piracicaba, v. 61, n. 1, p. 65-69, jun., 1969.

VELLOSO, L .J; SILVEIRA, J; RODRIGUES, A. J. Estudo do valor de alguns fenos de plantas tropicais comparados a alfafa em rações de suínos. **Bol. Ind. Animal**, São Paulo, v. 24, p. 53-57. 1967.

TABELA E FIGURAS

Tabela 1 Dados climáticos referentes a pluviosidade, temperatura e umidade relativa do ar no período de 02 a 06 de dezembro de 2002

Dia	Pluviosidade (mm)	Temperaturas (°C)		Umidade Relativa (%)
		Máximas	Mínimas	
02	0,0	32,3	21,5	59
03	0,0	32,1	20,9	59
04	0,0	31,8	20,7	62
05	0,0	32,4	22,7	66
06	0,0	33,3	20,9	64

Fonte: Posto Meteorológico da EMBRAPA/ CNPMF/ MA- Cruz das Almas - BA.

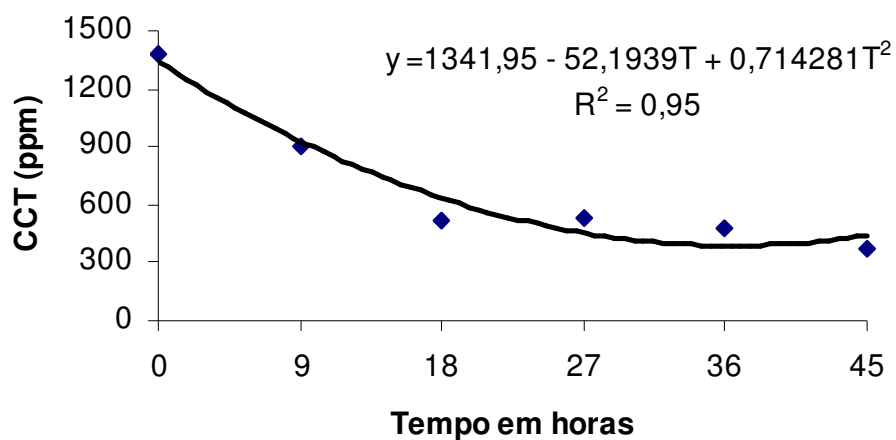


Figura 01 Variação dos compostos cianogênicos totais (CCT), em ppm, nas ramas de mandioca trituradas e expostas ao sol, em função do tempo de desidratação, em horas.

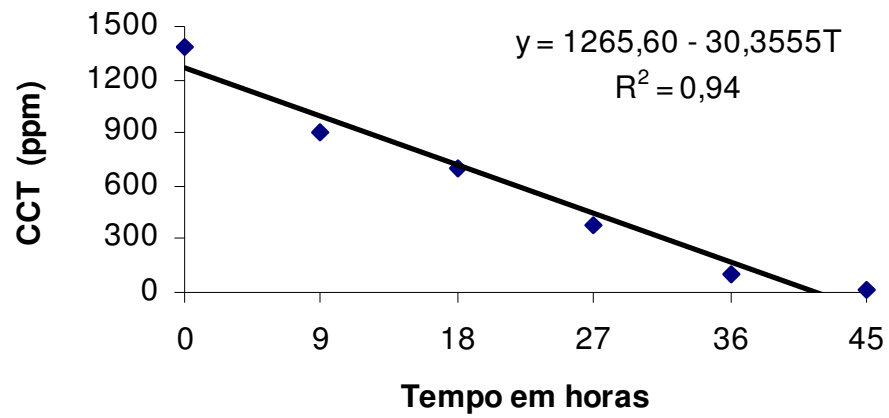


Figura 02 Variação dos compostos cianogênicos totais (CCT), em ppm, nas ramas de mandioca trituradas e expostas à sombra, em função do tempo de desidratação, em horas.

CAPÍTULO 2

DETERMINAÇÃO DO PONTO DE FENO DE RAMAS DE MANDIOCA (*Manihot esculenta* Crantz) POR MEIO DE SECAGEM AO SOL E À SOMBRA

Artigo submetido ao Comitê Editorial do Periódico Magistra

DETERMINAÇÃO DO PONTO DE FENO DE RAMAS DE MANDIOCA (*Manihot esculenta* Crantz) POR MEIO DE SECAGEM AO SOL E À SOMBRA

RESUMO: O experimento foi conduzido na fazenda Nossa Sra. das Candeias localizada no município de Cruz das Almas-Bahia. O objetivo foi avaliar o efeito do processo e tempo de secagem sobre a desidratação de ramas de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz), variedade “cigana preta”. O experimento foi realizado em um delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial 2x15, sendo dois processos de secagem(ao sol e à sombra), ambos sobre lona plástica de cor preta, e quinze tempos de desidratação (0, 3, 6, 9, 12, 15, 18, 21, 24, 27, 30, 33, 36, 39 e 42 horas) com quatro repetições. A forragem desidratada pelo processo 1 (secagem ao sol), atingiu o ponto de feno com 21 horas de exposição, e o material desidratado pelo processo 2 (secagem à sombra), alcançou o ponto de feno com 30 horas de exposição. O processo de secagem ao sol produz feno em menor tempo de exposição, reduzindo gastos com mão-de-obra e com infra-estrutura de secagem.

Palavra chave: fenação, desidratação, parte aérea, forragem

HAY POINT DETERMINATION OF CASSAVA FOLIAGE (*Manihot Esculenta* Crantz) BY DRYING UNDER THE SUN AND AT SHADE

ABSTRACT: The experiment was carried out in Nossa Senhora das Candeias farm located in Cruz das Almas, Bahia, Brazil. The objective of this work was to evaluate the effect of processes and times of drying upon the hay point of cassava foliage (*Manihot esculenta* Crantz) of Cigana variety. It was used a completely randomized design in a factorial scheme 2x15 with two drying processes (under sun and at shade), both on black plastic sheets, and fifteen times of drying (0, 3, 6, 9, 12, 15, 18, 21, 24, 27, 30, 33, 36, 39 e 42 hours) with four replications. Foliage dehydration by process 1 (under the sun) achieved the hay point with 21 hours of exposition; and the one dried by process 2 (at shade) got the hay point with 30 hours of drying. The drying process under the sun produces hay with less time of drying reducing the labor expense and use of installation facilities.

Key words: haymaking, dehydration, aerial part, forage

INTRODUÇÃO

Dentre os problemas enfrentados pelos pecuaristas, talvez o de maior gravidade seja o da alimentação animal, por ser o que exige maiores dispêndios e cuidados especiais. Esse problema se agrava ainda mais quando a alimentação dos rebanhos depende exclusivamente de forrageiras, sujeitas à influência de fatores climáticos de caráter estacional como a seca.

As conseqüências da baixa disponibilidade de alimento de bom valor nutritivo nesse período trazem efeitos perniciosos para o crescimento, reprodução e saúde dos animais, determinando baixos rendimentos nas atividades pecuárias (CARVALHO, 1986).

A parte aérea da mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) possui alto valor nutritivo, além de excelente aceitabilidade pelos animais. A forragem possui mais proteína que o capim elefante novo e o dobro de vitamina "A" da alfafa (CARVALHO, 1998).

A fenação de ramas de mandioca é um processo de conservação que, além de manter as qualidades do material após a colheita, facilita seu uso na fabricação de alimentos, elevando a concentração de nutrientes e eliminando a maior parte do ácido cianídrico, podendo reduzir a níveis seguros para a alimentação animal. O processo de produção consiste basicamente em, logo após a colheita das ramas, preferencialmente as partes mais tenras (terço superior), triturar o material e expor ao sol ou sombra, quando as condições climáticas forem favoráveis (boa insolação, alta temperatura e baixa umidade relativa) (FERREIRA FILHO et al., 2002).

O excesso de água é retirado das forragens a serem fenadas e estas ficam com um teor de umidade de 10 a 20 %, então sob a forma de feno, e se conservam por um período de tempo suficiente para permitir o aproveitamento nas épocas de escassez, ou então, para serem comercializadas (MORAES, 1995; SOUZA JÚNIOR et al., 1999). Para produzir fenos de alta qualidade, pelo menos duas condições básicas são necessárias: a forrageira a ser cortada deve ser de boa qualidade e a desidratação deve ser feita com um mínimo de perda de nutrientes, o que se consegue com uma secagem rápida. Contudo, cortar uma planta muito jovem não é interessante, pois a produção de matéria seca cresce no modelo sigmoidal, com a

idade da planta, e ainda por ela conter um teor de água muito elevado. O processo de secagem começa quando a planta é cortada. Alterações mecânicas no tecido da planta aumentam a taxa de secagem, pela ruptura dos tecidos, facilitando a movimentação da água e elevando a superfície de evaporação. Para qualquer processo utilizado na fenação, o que proporcionar a secagem mais rápida determinará menos perda por respiração e, conseqüentemente, a detenção de uma forragem conservada com valor nutritivo mais elevado (VILELA, 2001).

Para Ferreira Filho et al. (2002), a desidratação das ramas de mandioca é a operação mais importante no processo de produção de feno, devido à necessidade de baixar o teor de umidade de 65-80 % nas ramas para 10-14 % no feno, sendo que a taxa de eficiência na produção situa-se entre 20-30 %, isto é, para cada 1000 quilogramas de ramas são produzidos de 200-300 quilogramas de feno, dependendo da variedade cultivada, idade da planta, densidade de plantio e condições climáticas.

O estudo da curva de desidratação durante o processo de fenação, de diversas forrageiras apresenta resultados diversos. Jobim et al. (2000), estudando forrageiras do gênero *Cynodon*, em condições de secagem a campo, informaram que a fração folha apresentou alta taxa de secagem, estabilizando em torno de 24 horas após o corte. Paulino et al. (1998) e Ferrari Júnior et al. (1999), ao estudarem o capim-colonião (*Panicum maximum* Jacq. Cv. IZ-1), durante o processo de fenação a campo, nas 4 idades de corte 51, 65, 79 e 93 dias, observaram que a forrageira apresentou elevada perda de água, independente da idade de corte, podendo o feno ser produzido em torno de 26 horas após o corte, sob condições climáticas adequadas.

Castro et al. (1992), em pesquisa realizada com a fenação de capim *Brachiaria* (*Brachiaria decumbens* Stapf.), relataram que pela secagem ao sol durante um dia e meio, o feno foi enfardado com aproximadamente 16 % de umidade. Almeida (2002), avaliando o efeito do processo e tempo de secagem sobre a desidratação do capim-elefante roxo (*Pennisetum purpureum* Schum, cv. roxo), triturado, em dois processos de secagem, ao sol por 12 horas e secagem final à sombra e secagem exclusiva ao sol por 24 horas, verificou que a forragem desidratada pelo processo 1 alcançou o ponto de feno com 39 horas de secagem, enquanto o material desidratado pelo processo 2 alcançou o ponto de feno com 21 horas de secagem.

O objetivo deste trabalho foi determinar o ponto de feno de ramas de mandioca, variedade “Cigana preta”, avaliando sua desidratação sob o efeito de dois processos, em quinze tempos de secagem.

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi desenvolvido na fazenda Nossa Senhora das Candeias localizada no município de Cruz das Almas – BA, situada a uma altitude média de 220 m do nível do mar, 12°40'19" de latitude sul e 39°06'22" de longitude oeste, no período de 02 a 06 de dezembro de 2002.

Utilizou-se uma área de 1 ha para o plantio da mandioca, variedade “cigana preta”, efetuado através de manivas de 30 cm de comprimento, em um solo do tipo latossolo vermelho amarelo. Aos 8 meses de idade procedeu-se a retirada das ramas, a cerca de 40 cm do solo, e posteriormente, triturou-se em pedaços de 2 a 3 centímetros.

Os dados referentes a pluviosidade, temperatura e umidade relativa do ar, durante os cinco dias de realização do trabalho, estão apresentados na Tabela 1, e foram obtidos junto ao posto meteorológico da EMBRAPA/CNPMF.

Tabela 1 – Dados climáticos referentes a pluviosidade, temperatura e umidade relativa do ar, no período de 02 a 06 de dezembro de 2002.

Dia	Pluviosidade (mm)	Temperaturas (°C)		Umidade Relativa
		Máximas	Mínimas	%
02	0,0	32,3	21,5	59
03	0,0	32,1	20,9	59
04	0,0	31,8	20,7	62
05	0,0	32,4	22,7	66
06	0,0	33,3	20,9	64

Fonte: Posto Meteorológico da EMBRAPA / CNPMF– Cruz das Almas – BA.

Para se estudar a curva de desidratação, o delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado, em esquema fatorial 2 x 15, onde os fatores foram dois processos de secagem (ao sol e à sombra) e quinze tempos de desidratação, (0, 3, 6, 9, 12, 15, 18, 21, 24, 27, 30, 33, 36, 39 e 42 horas) com quatro repetições. Procedeu-se a análise de regressão por meio do procedimento Proc. Reg. do programa SAS (1999).

No processo de secagem ao sol, as ramas picadas foram expostas sobre lona plástica de cor preta, em camadas com espessura de 10 cm na proporção de 15 kg m⁻². As viragens foram feitas nos momentos de cada amostragem com o auxílio de um ancinho. O material era exposto as 8:00 h e guardado em um galpão às 17:00 h, para evitar chuvas noturnas e orvalho e, no dia seguinte se procedia as mesmas operações para continuação da desidratação, até 42 horas.

No processo de secagem à sombra, as ramas picadas foram expostas exclusivamente à sombra em galpão arejado e submetidas às mesmas operações do processo de secagem ao sol. Quando se triturou o material e a cada tempo de desidratação as amostras foram colocadas em sacos plásticos e levadas para os laboratórios de fisiologia vegetal e tecnologia de alimentos da EMBRAPA/CNPMP para as determinações dos teores de matéria seca, utilizando o método da balança digital com infravermelho descrito pela AOAC (1984).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O estudo revelou que a desidratação de ramas de mandioca variedade “Cigana preta”, triturada, no processo 1 (secagem total ao sol, sobre lona plástica de cor preta) ocorreu de forma quadrática crescente (figura 01). Durante as 15 horas iniciais ocorreu uma grande perda de água, que se estabilizou 21 horas, o que determinou o ponto de fenação, com teor médio de 90 % de matéria seca, correspondente a 10 % de umidade. Este teor está dentro da faixa recomendada por Moraes (1995) e Souza Júnior et al. (1999).

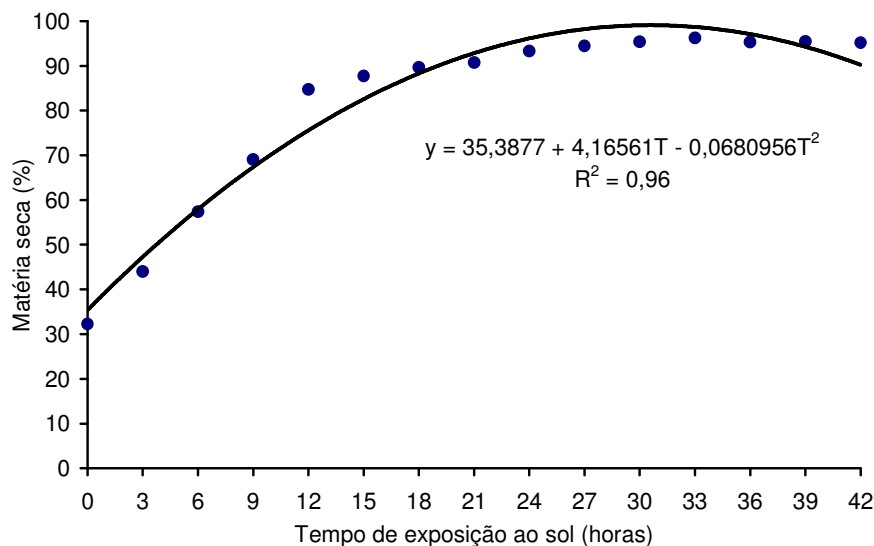


Figura 01 – Variação do teor de matéria seca de ramas de mandioca, em função do tempo de exposição ao sol, em horas.

Em relação ao processo 2, secagem das ramas à sombra sobre lona plástica de cor preta, a curva de desidratação revela um efeito linear crescente em função do tempo (figura 02). Durante as 24 horas iniciais ocorreu uma perda significativa de água e às 30 horas de secagem ocorreu a estabilização da perda de umidade, determinando o ponto de fenação com um teor médio de 87 % de matéria seca, correspondendo a 13 % de umidade, condizendo com a faixa de umidade ótima recomendada por Moraes (1995) e Souza Júnior et al. (1999).

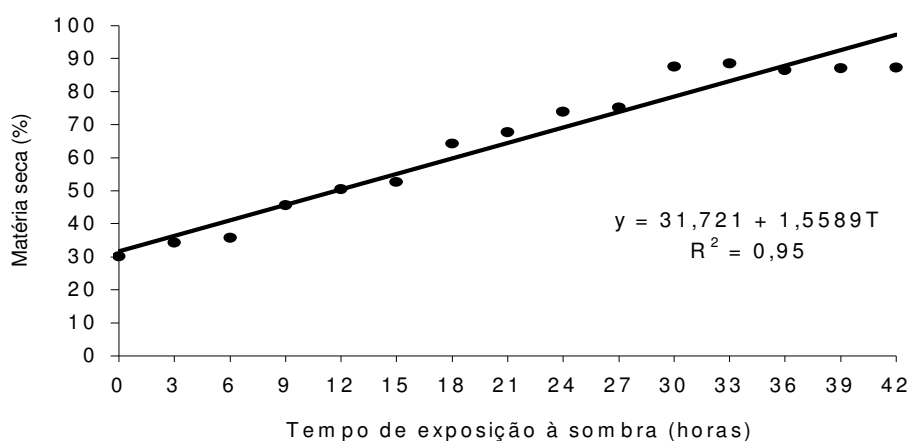


Figura 02 – Variação do teor de matéria seca de ramas de mandioca em função do tempo de exposição à sombra (horas).

CONCLUSÃO

O processo de secagem exclusivo ao sol produz feno em menor tempo de exposição, reduzindo gastos com mão-de-obra no que diz respeito ao número de viragens, e com infra-estrutura de secagem (área coberta, galpão etc.).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, J. de; **Curva de desidratção e avaliação de fenos de capim elefante roxo (Pennisetum purpureum Schum. cv roxo)**. Cruz das Almas - BA. UFBA, Escola de Agronomia 2002. 36 p. (Dissertação de Mestrado).

SAS INSTITUTE. **User's Guide** - SAS -STATISTICAL ANALYSIS SYSTEM. Statistics, Cary: 1999.295p.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. Methods of analysis. 14 ed. Arlington, 1984, 500P

CARVALHO, J. L. H. de; A mandioca: raiz, parte aérea e sub-produtos da indústria na alimentação animal. IN: **MANDIOCA**. [S.l;S.n]. [1986]. Capítulo 12.

CARVALHO, J. L. H. de; **A mandioca: Raiz e parte aérea na alimentação animal**. EMBRAPA / CNPMF / Cruz das Almas – BA, 1998. 11p. (Circular técnico 3ª reimpressão.)

CASTRO, A.C.G ; SILVA, J. F. C. da ; LAFETÁ, M. A. Q. Estudo da composição química, digestibilidade “*in vitro*” da matéria seca e desempenho de novilhos enrolados tratados com diferentes volumosos, durante a estação da seca. **Revista da Sociedade brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 21, n. 3, p. 447-455, 1992.

FERRARI JÚNIOR, E. et al. Produção e curva de desidratção do feno de capim – cv. Colônião IZ – 1 (*Panicum maximum* Jacq.). **Pasturas tropicales**, Cali v. 21, n. 3, p. 62-62, dec. 1999.

FERREIRA FILHO, J.R; MATTOS, P. L. P de; GOMES, J. de C; **Feno da parte aérea da mandioca**. Cruz das Almas-BA. Embrapa/CNPMF. 2002. não paginado.

JOBIM, C. C. et al. Curva de desidratção de cultivares do gênero *cynodon* durante o processo de fenação. In.: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 37, 2000, Viçosa, MG. **Anais...** Viçosa, MG: SBZ, 2000. P. 1-4.

MORAES, Y. J. B de; **Forrageiras**: Conceito, formação e manejo. Guaíba: Agropecuária, 1995. 214 p.

PAULINO, V. T. ; FERRARI JÚNIOR, E. ; ANDRADE, J. B. de. Feno de capim-colonião (*Panicum maximum* Jack. Cv IZ – 1).I. Rendimento de matéria seca, qualidade e curva de desidratação. **Boletim da Industria Animal**, Nova Odessa, v. 55, n.2, p. 139-142, 1998.

SOUZA JÚNIOR, A. A. O. de; ROCHA, J. C. da; BARBOSA, J. A. **Alimentação**. Brasília: SEBRAE, 1999. 48 P. (Trabalhador na caprinocultura, 1).

VILELA, H. **Feno e fenação**. Disponível em: <<http://www.google.com> /.Acesso em: 02 out. 2001.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A mandioca, planta nativa do Brasil, è cultivada praticamente em todo território nacional e possui excelentes qualidades nutritivas para a alimentação animal. Sua produção é menos exigente em insumos do que a da maioria das culturas e, por isso, é menos dispendiosa. Com possibilidades de produção de feno, que pode ajudar a resolver, o problema da alimentação animal durante períodos de estiagem e baixar os custos de produção a nível de propriedade.

Algumas mandiocas possuem quantidades pequenas de HCN menores e são chamadas mansas, (aipins ou macaxeiras) podendo ser fornecida frescas aos animais sem nenhum problema de intoxicação. Quando se trata de mandioca bravas, a intoxicação dos animais pode ser evitado quando se desidrata-se parcial ou totalmente as ramas. Isso basta para eliminar grande parte do princípio tóxico da mandioca brava, tornando-a inofensiva para os animais, este processo é válido também para a raiz. Não se deve deixar de fornecer mandioca (raiz e parte aérea) aos animais por ela ser mandioca brava, pois os meios para contornar esse problema são fáceis e baratos (CARVALHO, 1998).

Em geral, os teores de ácido cianídricos encontrados nas folhas são bem superiores àqueles observados nas raízes e não há correlação entre os teores de HCN das raízes e das folhas (MOTTA et al., 1995). Portanto, um dos fatores que limitam a utilização da parte aérea da mandioca é o alto teor de ácido cianídrico, superior ao das raízes.

O ácido cianídrico volatiliza-se rapidamente e, por isso, seu teor começa a diminuir logo após a colheita. Em vista disso, aconselha-se que, antes de ser fornecida aos animais, a parte aérea da mandioca brava passe pelo processo de fenação. Dessa forma, o teor de ácido cianídrico desce a níveis não-tóxicos (PENNA, 1983).

A fenação pode ser uma alternativa viável para se contornar o problema da escassez de forragem de boa qualidade que ocorre no Brasil durante parte do ano, mediante o aproveitamento do excesso da produção das pastagens do período de

verão, ou pelo cultivo de áreas exclusivas para o corte. Todavia, é difícil associar o estágio de desenvolvimento adequado das plantas de alto valor nutritivo a condições apropriadas para a secagem no campo, de tal forma que sejam mínimas as perdas (REIS, 1998).

A fenação é uma das práticas da exploração pecuária mais antiga do Universo e vem sendo utilizada pelo homem desde o tempo em que deixou de ser exclusivamente nômade. Em algumas comunidades primitivas contemporâneas, não existia estábulos nem cercados para o manejo do gado, nem tampouco ferramentas especiais para produção de feno, mas eram freqüentes os volumes de pastos colocados na parte superior das rochas, fora do alcance dos animais (PAZ, 2000).

É possível a conservação do valor nutritivo da forragem através da rápida desidratação, uma vez que a atividade respiratória das plantas, bem como a dos microrganismos, é paralisada. Assim, a qualidade do feno está associada a fatores relacionados com as plantas que serão fenadas, as condições climáticas ocorrentes durante a secagem e ao sistema de armazenamento empregado (REIS, 1998).

A fenação tem como principal objetivo aproveitar o excedente de forragem produzido na estação das águas, visando armazenar alimentos para suprir as necessidades nutricionais dos rebanhos na estação seca, com produto de boa qualidade, minimizando assim, os custos de produção da carne, leite, lã etc. O princípio básico da fenação é desidratação do material pelo sol e vento, reduzindo o teor de umidade de 65 a 80 % para 10 a 20%, mas preservando os princípios nutritivos, a maciez e a palatabilidade da planta que lhe deu origem (PAZ, 2000).

Na produção do feno, a parte aérea da mandioca deve ser picada e espalhada em piso para secar ao sol, na proporção aproximada de 15 kg m⁻², revirando-a a cada duas horas no primeiro dia, reduzindo proporcionalmente a reviragem nos dias subseqüentes. Pode ser picada em pedaços inferiores a 2 cm, com picadeira de forragem e deixada ao sol ou à sombra até ficar completamente seca. (CARVALHO, 1986).

A secagem à sombra deve ser feita em local bem ventilado, ou com a presença de ventiladores localizados em pontos estratégicos para que se apresse a renovação e remoção do ar saturado de umidade e nesse caso isto se completa em três ou quatro dias. A secagem em fornalha, sugerida pelo mesmo autor, é feita em forno de fogão à gás ou elétrico, com temperatura controlada entre 50 e 60°C. O ar seco e quente produzido atravessa a massa fria e úmida, evaporando e arrastando a

água das folhas até o ponto abaixo de 12% de umidade final. (GRIPP, citado por MAZZUCO et al., 2000).

Nas etapas de trituração, secagem e moagem da parte aérea da mandioca a enzima linamarase entra em contato com o glicosídeo cianogênico (linamarina) liberando o ácido cianídrico, o qual é volatilizado, ficando em concentrações, em muitos casos, abaixo dos níveis tóxicos no material processado (CARVALHO, 1987).

Amostras de folhas de diferentes variedades de mandioca foram submetidas aos processamentos, trituração em liquidificador x corte com tesoura e, logo após, à secagem por dois processos: à sombra por 24 horas e em estufa a 60°C por 12 horas, conforme relataram Motta et al. (1995), em um estudo para verificar a influência do tipo de processamento sobre o teor de HCN. Como testemunha/controle utilizou-se o tratamento com as folhas inteiras. A trituração das folhas frescas em liquidificador juntamente ao fator variedade foi o processo mais eficiente para a eliminação do HCN.

O estudo foi desenvolvido na fazenda Nossa Senhora das Candeias, no município de Cruz das Almas – BA, e as análises laboratoriais foram realizadas nos laboratórios de Fisiologia Vegetal e Tecnologia de Alimentos da Embrapa / CNPMF. O objetivo do estudo foi verificar a influência de dois processos de secagem e cinco tempos de desidratação sobre a volatilização do ácido cianídrico e determinar o ponto de feno através de sua desidratação sob o efeito de dois processos em quinze tempos de secagem ambos em ramas de mandioca.

Observou-se que os teores de HCN das ramas de mandioca trituradas, expostas ao sol e à sombra, foram reduzidos em função dos tempos de desidratação.

No processo de secagem ao sol, ocorreu redução significativa nos teores médios de CCT, de 1400 ppm no tempo zero, para 370 ppm com 45 horas de exposição. No processo de secagem à sombra, em galpão ventilado, os teores do HCN foram diminuindo linearmente até chegar a níveis moderadamente tóxico a inócuos (18 ppm).

A desidratação das ramas de mandioca trituradas, no processo 1 (secagem total ao sol, sobre lona plástica de cor preta) ocorreu de forma crescente, durante as 15 horas iniciais ocorreu uma grande perda de água que se estabilizou com 21 horas, o que determinou o ponto de fenação, com teor médio de 90 % de matéria seca. Em relação ao processo 2, secagem das ramas à sombra, sobre lona plástica

de cor preta, a curva de desidratação revela um efeito linear crescente em função do tempo, durante as 24 horas iniciais ocorrendo uma perda significativa de água e às 30 horas de secagem ocorreu a estabilização da perda de umidade, determinando o ponto de fenação com um teor médio de 87 % de matéria seca.

No referido trabalho constatou-se que a fenação de ramas de mandioca quando realizadas diretamente ao sol ou à sombra induzem à diminuição do teor de HCN e os glicosídeos cianogênicos. Entretanto, o processo mais eficiente para volatilizar o ácido cianídrico foi a secagem à sombra.

O processo de secagem exclusivo ao sol produz feno em menor tempo de exposição, reduzindo gastos com mão-de-obra no, por diminuir o número de viragens, do material a ser fenado e com infra-estrutura de secagem. Contudo, constatou-se que esse processo ainda mantém teores de ácido cianídrico em níveis considerados tóxicos para a alimentação animal. Concluiu-se que mais recomendável é o de secagem à sombra.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CARVALHO, J. L. H.de. **A mandioca**: Raiz e parte aérea na alimentação animal. EMBRAPA/CNPMPF, Cruz das Almas-BA 1998. 11p.(Circular técnico 3 reimpressão).

CARVALHO, V.D.; KATO, M. S. Potencial de utilização da parte aérea da mandioca . **Informe Agropecuário**, v. 13, n. 145, p.23-28, 1987.

CARVALHO, J. L. H.de. A parte aérea (da mandioca) na alimentação animal. **Agricultura de Hoje**, n.116, p.10-13, jun., 1986.

MAZZUCO, H; BERTOL, M. T; **Mandioca e seus subprodutos na alimentação de aves e suínos**: Concórdia, SC: Embrapa Suínos e Aves [2000]. 37p.

MOTTA, J. S. et al., A farinha de folhas de mandioca: uma alternativa como complemento alimentar. **A lavoura**, v.98, n.611, p.32-33, 1995.

PAZ, L. G. da et al. Fenação: aspectos técnicos da produção. **Revista Ciências Veterinárias Tropical**. Recife, v.3, n. 1, p.1 a 16, jan. / abr. 2000.

PENNA, S. F. P. de O. et al., **A mandioca na alimentação animal**. Brasília, SOCIEDADE BRASILEIRA de MANDIOCA, 1983. 118p.

REIS, R. A. Aditivos para produção de fenos In.: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 34,1998, Botucatu,SP. **Anais...** Botucatu, SP: SBZ, 1998,CD-ROM.