

VOLATILIZAÇÃO DO HCN DURANTE O PROCESSO DE FENAÇÃO DE RAMAS DE MANDIOCA

(*Manihot esculenta* Crantz).

SILVA, M. A¹; FELIPINI, T. ²

¹ Mestre em Ciências Agrárias, Universidade Federal do Recôncavo Baiano, Cruz das Almas, (BA), e-mail: smaxuel@ig.com.br.

² Especialista em Nutrição de Ruminantes, Faculdades Associadas de Uberaba (MG), e-mail: tiago@alcancerural.com.br.

RESUMO: O experimento foi conduzido na fazenda Nossa Senhora das Candeias localizada no município de Cruz das Almas - Bahia Brasil, o delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, em esquema fatorial 2x6, 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 aqueles em processo de secagem ao sol apresentaram uma maior quantidade de HCN em relação aqueles 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 os animais até o período de 45 horas de secagem. O experimento tem como objetivo de verificar a influência de dois processos de secagem sobre a volatilização do ácido cianídrico, em ramas de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) da variedade 'Cigana-preta'.

Palavras-chave: cianeto, *Euphorbiaceae*, feno, forragem, linamarina

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. It was used a completely randomized design in a (2x6) factorial arrangement of treatments with two drying processes (sun and 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. The experiment objective of this work was to verify the influence of two processes upon volatilization of total cyanogenic compounds (TCC) of cassava foliage (*Manihot esculenta* Crantz) of Cigana variety.

Key Words: cyanide, *Euphorbiaceae*, hay, forage, linamarine

INTRODUÇÃO

A mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) 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 sendo equivalente 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 ruminantes, 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 que pode ser fatal, alguns minutos após a sua ingestão ou inalação, se consumido em altas doses, e em doses baixas pode agir inibindo o crescimento (GRAMACHO, 1973).

De acordo com Martinez (1979) estudou os possíveis níveis de toxicidade, para animais domésticos pelo teor de ácido cianídrico contido num quilograma de amostra fresca, considerando inócuo, teores de ácido cianídrico inferiores a 50 mg kg⁻¹ do produto fresco (50 ppm); moderadamente tóxico teores de 50 a 100 mg kg⁻¹ (50 a 100 ppm); e altamente tóxico, 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 °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 for devidamente desidratado e apresentar teores de 10 a 13 % de umidade (NORMANHA, 1959). Segundo, 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 inferir 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 a eliminação dos glicosídeos cianogênicos 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). Segundo, 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.

Conforme Tavares (1989) avaliou processos de fenação que pudessem ser eficientes em produzir feno 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 e 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 o 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.

Objetivou-se com este avaliar a influência de dois processos de secagem e seis tempos de desidratação sobre a volatilização do ácido cianídrico de ramas de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz), variedade 'Cigana-preta', por ser a variedade mais plantada no recôncavo baiano.

DESENVOLVIMENTO

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.

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 à pluviosidade, temperatura e umidade relativa do ar, durante os cinco dias do período experimental de realização do trabalho foram obtidos junto ao posto meteorológico da Fazenda Nossa Senhora das Candeias – Cruz das Almas - BA (Tabela 1).

Tabela 1 Dados climáticos referentes a pluviosidade, temperatura e umidade relativa do ar no período de 02 a 06 de janeiro de 2011.

Dia	Pluviosidade (mm)	Temperaturas (°C)		Unidade 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 Fazenda Nossa Senhora da Candeias - Cruz das Almas - BA.

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, em esquema fatorial 2 x 6 sendo dois processos de secagem (ao sol e à sombra), 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 revolvidas três vezes ao 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 as 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 as amostras referentes aos demais tempos de amostragens foram acondicionadas em sacos plásticos e levadas imediatamente ao laboratório de fisiologia vegetal e tecnologia de alimentos da Embrapa/CNPMPF para análises dos teores de CCT (compostos cianogênicos totais) que inclui HCN, linamarina e lotaustralina através do método enzimático ^(ESSERS, 1994) nas ramas, antes de serem desidratadas. E nos demais tempos foram coletadas em sacos plásticos e se adotou a mesma metodologia e procedimentos das anteriores.

Os resultados da variação dos teores de ácido cianídrico nas ramas de mandioca, submetidas à secagem ao sol e à sombra por 45 horas, podem ser observados nas Figuras 1 e 2.

Os dados revelaram que os teores de compostos cianogênicos totais (CCT) das ramas de mandioca trituradas, expostas ao sol e à sombra, foram reduzidos em função dos tempos de desidratação.

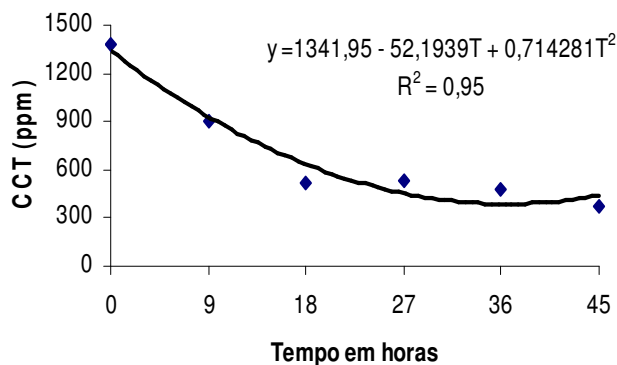


Figura 01. Variação dos compostos cianogênicos totais (CCT), em ppm, nas ramas de mandioca trituradas e expostas ao sol, em função do tempo de desidratação, em horas.

Fonte: Maxuel Alves da Silva

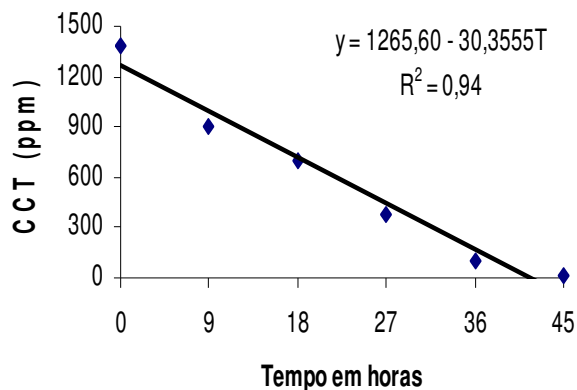


Figura 02. Variação dos compostos cianogênicos totais (CCT), em ppm, nas ramas de mandioca trituradas e expostas à sombra, em função do tempo de desidratação, em horas.

Fonte: Maxuel Alves da Silva

No processo de secagem ao sol, ocorreu redução significativa nos teores médios de CCT, de 1400 ppm no tempo zero, 900 ppm nas primeiras nove horas e 370 ppm até 45 horas de exposição no quinto dia. Esses resultados divergem em parte dos encontrados por NORMANHA (1959), TOLEDO (1969) e CARVALHO (1983), 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 recomendado por 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, ao 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 tóxicos a inócuos. De acordo com Tavares (1989) os dados do presente estudo concordam com os resultados obtidos em seu estudo que encontrou em 45 horas de exposição (em cinco dias) teores 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.

CONCLUSÃO

A fenação de ramas de mandioca diretamente ao sol e à sombra induz à diminuição de compostos cianogênicos sendo que o processo mais eficiente para diminuir os compostos cianogênicos na confecção de feno de ramas de mandioca picada é a secagem à sombra. A secagem ao sol, sobre lona plástica preta, até 45 horas de exposição, manteve teores de compostos cianogênicos em níveis considerados tóxicos para a alimentação animal.

REFERÊNCIAS

- 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 alimentacion animal.** Sertanejas, Bolivar: 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, 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.

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.