

Quantificação de Teores de Compostos Cianogênicos Totais em Produtos Elaborados com Raízes de Mandioca



*Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Embrapa Amazônia Oriental
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento*

Documentos 290

Quantificação de Teores de Compostos Cianogênicos Totais em Produtos Elaborados com Raízes de Mandioca

*Kelly de Oliveira Cohen
Suzi Sarzi Oliveira
Renan Campos Chisté*

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

Embrapa Amazônia Oriental

Tv. Dr. Enéas Pinheiro, s/n.

Caixa Postal 48. CEP 66095-100 - Belém, PA.

Fone: (91) 3204-1000

Fax: (91) 3276-9845

www.cpatu.embrapa.br

sac@cpatu.embrapa.br

Comitê Local de Editoração

Presidente: *Gladys Ferreira de Souza*

Secretário-Executivo: *Moacyr Bernardino Dias-Filho*

Membros: *Ana Carolina Martins de Queiroz, Luciane Chedid Melo Borges, Paulo Campos Christo Fernandes, Vanessa Fuzinato Dall'agnol, Walkymário de Paulo Lemos*

Revisão Técnica:

Ana Cyra dos Santos Lucas – Ufam

Fernando C. A. U. Matsuura – Embrapa Transferência de Tecnologia

Maria de Fátima Borges – Embrapa Agroindústria Tropical

Supervisão editorial: *Adelina Belém*

Supervisão gráfica: *Guilherme Leopoldo da Costa Fernandes*

Revisão de texto: *Luciane Chedid Melo Borges*

Normalização bibliográfica: *Célia Maria Pereira*

Editoração eletrônica: *Orlando Cerdeira Bordallo Neto*

Foto da capa: *Kelly de Oliveira Cohen*

1ª edição

Versão eletrônica (2007)

Todos os direitos reservados.

A reprodução não autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação dos direitos autorais (Lei nº 9.610).

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Embrapa Amazônia Oriental**

Cohen, Kelly de Oliveira

Quantificação de teores de compostos cianogênicos totais em produtos elaborados com raízes de mandioca / por Kelly de Oliveira Cohen, Suzi Sarzi Oliveira e Renan Campos Chisté. - Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, 2007.

23p. : il.; 21cm. (Documentos/Embrapa Amazônia Oriental, ISSN 1517-2201, 290)

1. Raiz de mandioca. 2. Composto cianogênico. 3. Farinha de mandioca. 4. Agroindústria. I. Oliveira, Suzi Sarzi. II. Chisté, Renan Campos. III. Título. IV. Série.

Autores

Kelly de Oliveira Cohen

Eng. Química, D.Sc., Pesquisadora da Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, Brasília, DF.
cohen@cenargen.embrapa.br

Suzy Sarzi Oliveira

Bióloga, D.Sc., Pesquisadora, Bolsista de DCR, Embrapa Amazônia Oriental, Belém, PA.
ssarzi@click21.com.br

Renan Campos Chisté

Tecnólogo Agroindustrial com ênfase em Tecnologia de Alimentos da Universidade do Estado do Pará, Belém, PA.
enanchiste@gmail.com

Apresentação

A mandioca é uma das principais culturas agrícolas tradicionais da região Amazônica, graças à sua ampla utilização como alimento pela população local. A planta apresenta compostos cianídricos e enzimas distribuídas em concentrações variáveis nas suas diferentes partes. Quanto ao seu potencial tóxico, as mandiocas podem ser classificadas em: inócuas (menos do que 50 mg HCN/Kg raízes frescas), moderadamente venenosas (entre 50-100 mg HCN/Kg de polpa fresca), e perigosamente venenosa, popularmente conhecida como mandioca brava (acima de 100 mg HCN/Kg).

A partir da mandioca brava, podem ser produzidos diversos produtos alimentícios, como a farinha de mandioca (seca e d'água), o polvilho (doce e azedo) e o tucupi, caldo muito apreciado na culinária paraense. Todos os processos envolvidos na produção desses alimentos, que utilizam como matéria-prima a mandioca brava, conduzem a um processo de redução da toxidez cianogênica, desde que as etapas sejam efetuadas de forma correta.

Em virtude da carência de informações quanto ao teor de compostos cianogênicos em produtos alimentícios elaborados com as raízes de mandioca brava, o presente trabalho teve como objetivo quantificar

estes compostos nos produtos: farinha seca e d'água, tucupi, polvilho (doce e azedo) e goma, sendo útil aos produtores rurais, pesquisadores, professores, alunos de iniciação científica, pós-graduandos e interessados em geral.

Jorge Alberto Gazel Yared

Chefe-Geral da Embrapa Amazônia Oriental

Sumário

Quantificação de Teores de Compostos Cianogênicos Totais em Produtos Elaborados com Raízes de Mandioca	9
Introdução	9
Produtos obtidos a partir da raiz da mandioca.....	11
Processo de produção de farinha seca e d'água	11
Processo de produção do tucupi.....	12
Processo de produção do polvilho doce e azedo	14
Processo de produção da goma.....	15
Material e métodos.....	17
Resultados e discussão.....	17
Considerações finais	20
Referências	22

Quantificação de Teores de Compostos Cianogênicos Totais em Produtos Elaborados com Raízes de Mandioca

Kelly de Oliveira Cohen

Suzy Sarzi Oliveira

Renan Campos Chisté

Introdução

A mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) pertence ao grupo de plantas cianogênicas por apresentar compostos cianogênicos e enzimas distribuídas em concentrações variáveis nas diferentes partes da planta. Os dois glicosídeos potencialmente tóxicos são a linamarina e a lotaustralina, sendo a linamarina o mais representativo, razão de, aproximadamente, 93:7. A hidrólise da linamarina ocorre pela ação da enzima linamarase quando há ruptura da estrutura celular em qualquer parte da planta, havendo o contato entre a enzima (linamarase) e o substrato (linamarina). Ocorrerá a formação de acetonicianidrina e ácido cianídrico, o qual pode ser volatilizado para o ambiente em temperaturas e pH específicos (CAGNON et al., 2002).

Quanto ao seu potencial tóxico, as mandiocas podem ser classificadas em três categorias baseadas em seu conteúdo cianogênico: a) inócuas: menos que 50 mg HCN/Kg de raízes frescas; b) moderadamente venenosas: entre 50 mg HCN/Kg e 100 mg HCN/Kg de polpa fresca; c) perigosamente venenosas (mandioca brava): acima de 100 mg HCN/Kg (BOURDOUX et al., 1982).

A ingestão de compostos cianogênicos, que podem ainda estar presentes nos alimentos mal processados da mandioca, representa sério perigo à saúde, podendo ocorrer casos extremos de envenenamento. Os principais problemas de saúde associados à dieta altamente rica em compostos cianogênicos incluem: hipertiroidismo, resultante do metabolismo do tiocianato no metabolismo do iodo; neuropatia atáxica tropical, uma desordem neurológica, e kongo, uma paralisia rápida e permanente (OSUNTOKUM, 1981; TYLLESTAR, 1992; ROSLING, 1994).

O limite para que haja intoxicação por uma substância tóxica é denominado de Dose Letal (DL), estabelecida em ensaios experimentais em animais. A DL50 representa a quantidade de substância tóxica que, em uma dose única, causa a morte de 50 % dos indivíduos que a ingeriram (CEREDA; LOPES, 2003). A FAO (TEWE, 2007) estabeleceu para o cianeto a dose de 10 mg HCN/kg de peso vivo, entretanto esse limite foi estabelecido para HCN inalado. Sabe-se que, abaixo da dose letal, existe um mecanismo de destoxificação que transforma o cianeto em tiocianato na presença da enzima rodanase e cisteína, um aminoácido doador de enxofre. O tiocianato formado não é mais tóxico e é eliminado pela urina (CEREDA, 2002).

A partir da mandioca brava, pode-se produzir diversos produtos alimentícios, como a farinha de mandioca, o polvilho (doce e azedo) e o tucupi, caldo muito apreciado na culinária paraense.

Produtos obtidos a partir da raiz da mandioca

Processo de produção de farinha seca e d'água

Dentre as farinhas de mandioca produzidas em uma casa de farinha ou farinheira, destacam-se as do grupo seca e d'água. Na Fig. 1, encontram-se os seus processos de produção.

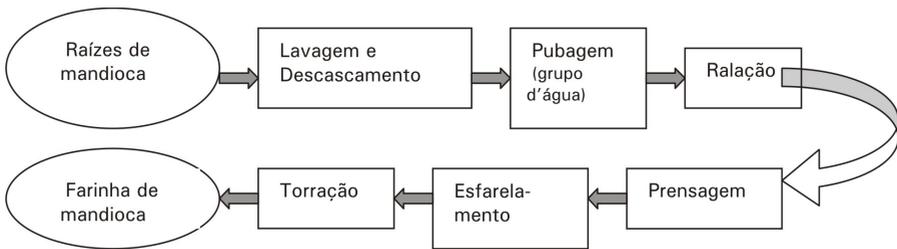


Fig. 1. Fluxograma do processamento das raízes de mandioca para a produção de farinha dos grupos seca e d'água.

Os processos empregados na fabricação das farinhas seca e d'água seguem, basicamente, as mesmas etapas, acrescentando-se o processo de pubagem para a farinha do grupo d'água, que consiste na fermentação natural e no amolecimento das raízes antes de serem trituradas, conferindo características sensoriais peculiares.

O tempo de pubagem varia conforme o meio em que as raízes são colocadas para serem fermentadas, podendo ser em rios, igarapés ou tanques. Nos dois primeiros casos, o tempo empregado costuma ser na faixa de seis dias, com as raízes amolecendo o suficiente para serem desintegradas sem o uso de ralador. Com a utilização de tanques (Fig. 2), a pubagem ocorre, freqüentemente, entre dois e três dias, chegando, em alguns casos, a 24 horas. Neste último caso, o produto final apresenta sabor diferente da tradicional farinha d'água.



Fig. 2. Tanques onde se realiza o processo de pubeagem das raízes de mandioca.

Processo de produção do tucupi

O fluxograma do processamento das raízes de mandioca para a produção de tucupi encontra-se na Fig.3.

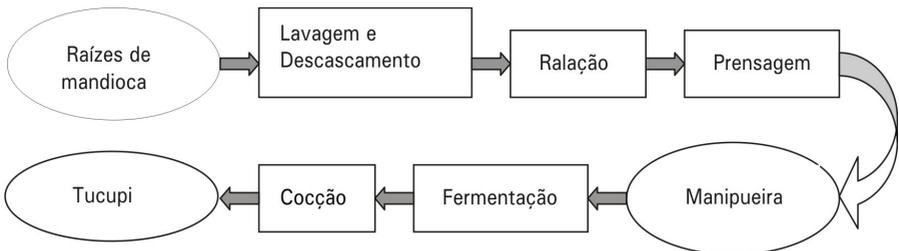


Fig. 3. Fluxograma do processamento das raízes de mandioca para a produção de tucupi.

Durante o processo de fabricação da farinha, as raízes de mandioca trituradas (Fig. 4) são prensadas (Fig. 5) para a remoção de seu líquido. A massa prensada é submetida à torração, e o resíduo líquido, denominado de manipueira é coletado sob a prensa (Fig. 6), ficando em repouso para que o amido presente decante. Depois da remoção do amido, a manipueira é transformada no tucupi após sua fermentação e cocção com especiarias.

Foto: Kelly de Oliveira Cohen



Fig. 4. Massa triturada das raízes de mandioca.

Foto: Kelly de Oliveira Cohen



Fig. 5. Prensagem da massa triturada das raízes de mandioca.

Foto: Kelly de Oliveira Cohen



Fig. 6. Manipueira coletada durante a prensagem.

O tucupi é, por tradição, sempre produzido a partir de raízes de mandioca de polpa amarela, sendo um produto típico dos estados do Amazonas e Pará, também consumido no Norte do Maranhão.

A produção do tucupi varia, podendo ele ser fermentado, ou não, por um ou dois dias, antes de ser fervido com sal e especiarias. A fervura dura em torno de uma hora, dependendo do volume.

Processo de produção do polvilho doce e azedo

Costuma-se denominar “fécula” o amido proveniente de raízes e tubérculos. No caso da mandioca, é ainda mais comum o emprego do termo “polvilho”, seja ele do tipo doce, azedo ou fermentado.

Para a produção de polvilho doce nas pequenas instalações rurais, as etapas são realizadas manualmente (Fig. 7). As raízes são lavadas em tanques ou com mangueiras e raladas à mão. A massa é lavada em peineiras até que a água não saia mais leitosa. Essa água é recolhida e deixada para decantar em cochos de madeira até que a água sobrenadante se apresente límpida. Remove-se o sobrenadante e as impurezas da superfície do amido decantado. O amido é lavado várias vezes, para que sejam retiradas as demais impurezas e, em seguida, é seco ao sol e moído.

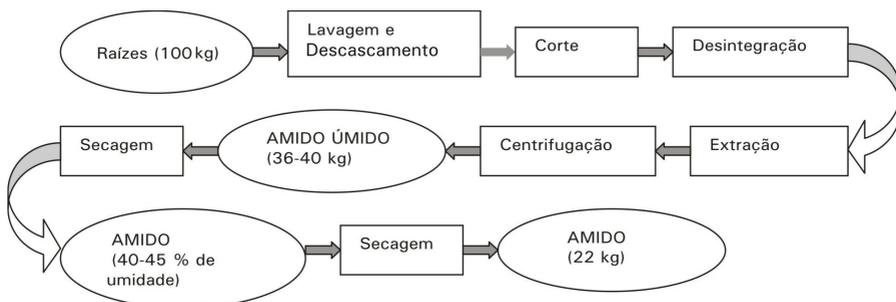


Fig. 7. Fluxograma do processamento das raízes de mandioca para a produção de fécula.

O polvilho azedo segue o mesmo procedimento descrito para o polvilho doce, ou é feito a partir do polvilho doce já seco. A fécula é levada para tanques de fermentação, que podem variar de um rudimentar cocho de madeira até tanques de alvenaria revestidos de cerâmica ou azulejos. Cobre-se com água até um nível de 20 cm acima da fécula, deixando ocorrer a fermentação, sem troca de água, por um período variável de, aproximadamente, 20 dias.

Terminada a fermentação, deixa-se secar a superfície dos tanques até o polvilho alcançar 30 % a 50 % de umidade. O polvilho é retirado, podendo ser esfarelado ou não, e espalhado para secar ao sol, em terreiros ou sobre jiraus de bambu trançado.

Processo de produção da goma

Nos Estados das regiões Norte e Nordeste do Brasil, é comum, nas casas de farinha, ser realizada a extração do amido (fécula) das raízes de mandioca triturada durante o processo de fabricação da farinha (Fig. 8).

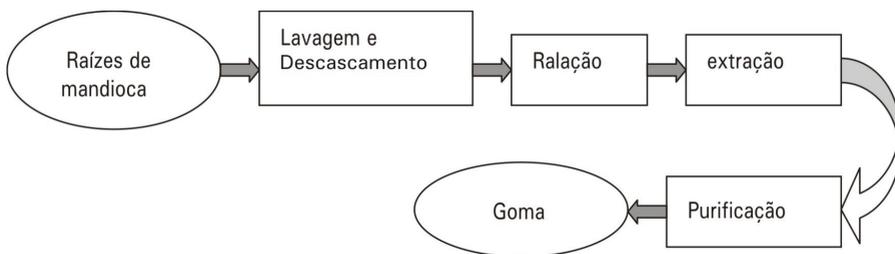


Fig. 8. Fluxograma do processamento das raízes de mandioca para a extração da goma.

A extração “artesanal” é feita sobre quadros cobertos de telas de tecido de algodão, apoiados sobre as laterais dos cochos de madeira, sendo o processo manual realizado com sucessivas lavagens da massa (Fig. 9).



Fig. 9. Lavagem das raízes de mandioca triturada para a extração da goma.

O líquido com a fécula em suspensão é deixado para decantar por cerca de 3 horas, devendo-se passar em seguida para o processo de purificação, para obtenção de produto isento de impurezas.

Todos os processos envolvidos na produção de alimentos com utilização das raízes de mandioca como matéria-prima levam a uma destoxificação (redução da toxidez cianogênica) do produto final, desde que as etapas sejam efetuadas de forma correta. No processamento da mandioca, a redução efetiva do nível de compostos cianogênicos ocorre em várias etapas do processo, como a ralação ou trituração, prensagem e torração. O processo de prensagem ocorre entre os processos de ralação e torração. Na prensagem, os glicocianetos solúveis em água são arrastados com a água de constituição das raízes (manipueira).

O objetivo deste trabalho foi quantificar o teor de compostos cianogênicos totais nos principais produtos alimentícios elaborados com as raízes de mandioca: farinha seca e d'água, tucupi, polvilho (doce e azedo) e goma.

Material e métodos

Foram coletadas dez amostras de cada grupo de farinha (seca e d'água), 10 de tucupi, 3 de cada tipo de polvilho (doce e azedo) e 2 de goma. Os produtos foram adquiridos nos principais supermercados e feiras livres da cidade de Belém, PA, e analisados no Laboratório de Agroindústria da Embrapa Amazônia Oriental. As coletas das amostras foram realizadas em outubro de 2005.

A dosagem de compostos cianogênicos nos produtos provenientes do processamento das raízes de mandioca pode ser representada por compostos cianogênicos totais (linamarina+acetonacianidrina+HCN) e cianeto livre (HCN), detectada por meio do método colorimétrico, fazendo uso da enzima linamarase extraída da entrecasca da mandioca, (COOK, 1978 adaptado por ESSERS et al., 1993).

Resultados e discussão

Os resultados dos teores de compostos cianogênicos totais das amostras de farinha dos grupos seca e d'água são apresentados na Tabela 1.

O teor de compostos cianogênicos totais presente nas amostras de farinha de mandioca seca variou de 7,75 mg HCN/Kg a 20,60 mg HCN/Kg (Tabela 1). Pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$), verificou-se que há diferenças significativas entre as mesmas. Este fato pode estar relacionado com alguns fatores, tais como: variedade de mandioca, uma vez que as variedades apresentam diferentes teores de cianeto; época de colheita das raízes e processamento.

Com relação aos teores de compostos cianogênicos totais nas amos-

Tabela 1. Quantificação do cianeto presente nas amostras de farinha dos grupos seca e d'água.

Farinha Seca	*Cianeto total (mg HCN/Kg)	Farinha D'água	*Cianeto total (mg HCN/Kg)
A	^H 7,75 ± 0,06	K	^F 4,41 ± 0,16
B	^F 9,83 ± 0,13	L	^E 5,19 ± 0,00
C	^G 8,83 ± 0,00	M	^G 3,45 ± 0,12
D	^D 12,42 ± 0,07	N	^C 8,74 ± 0,15
E	^D 12,11 ± 0,07	O	^B 9,36 ± 0,00
F	^A 20,60 ± 0,00	P	^D 6,00 ± 0,10
G	^C 12,88 ± 0,23	Q	^E 5,14 ± 0,16
H	^E 11,20 ± 0,13	R	^E 5,42 ± 0,05
I	^B 14,01 ± 0,07	IS	^C 8,24 ± 0,04
J	^F 9,93 ± 0,14	T	^A 12,17 ± 0,05

Médias com letras iguais, em uma mesma coluna, não diferem entre si pelo Teste de Tukey, a 5 % de significância.

*Média das amostras obtidas em triplicata.

tras de farinha de mandioca d'água (Tabela 1), verifica-se que os teores variaram de 3,45 mg HCN/Kg a 12,17 mg HCN/Kg, ocorrendo também diferenças significativas ($p \leq 0,05$) desses teores entre as amostras. No caso específico da farinha d'água, essa diferença também está relacionada, além da variedade da mandioca, a seu processo de obtenção. Há produtores que deixam as raízes de mandioca submersas em água por períodos que variam de 1 a 4 dias. Parte dos compostos cianogênicos se solubiliza na água. Assim, quanto maior o tempo em que as raízes ficam submersas, maior a redução dos compostos cianogênicos nas mesmas.

O que se observa nos fabricantes de farinha é uma falta de padronização de seus produtos. Este dado pode ser confirmado em trabalho realizado por Chisté et al. (2006), no qual foram analisadas amostras de farinha seca comercializadas na cidade de Belém, PA, com relação a suas características físico-químicas e microbiológicas. Pelas análises, foi constatada a falta de padronização do produto. Em todas as dez amostras de farinha de mandioca analisadas, foram encontrados valores acima do padrão permitido para a acidez total, cujo valor máximo é de 3 meq. NaOH/100 g, e cinco amostras apresentaram-se abaixo da

tolerância mínima exigida para o amido, que é de 75 %. Todas as amostras apresentaram-se dentro dos padrões aceitáveis de contaminantes microbiológicos, entretanto oito estavam fora dos padrões exigidos, por apresentarem sujidades.

Com relação às amostras de tucupi (Tabela 2), verifica-se que os teores de compostos cianogênicos totais foram de 55,58 mg HCN/L a 157,17 mg HCN/L, apresentando variações significativas entre os produtos ($p \leq 0,05$).

Tabela 2. Quantificação do cianeto total nas amostras de tucupi.

Amostras	Cianeto Total (mg HCN/L)
A	^A 157,17 ± 0,00
B	^E 103,87 ± 0,00
C	^C 119,26 ± 2,05
D	^A 152,39 ± 1,70
E	^B 126,25 ± 2,13
F	^G 72,40 ± 1,94
G	^H 55,58 ± 1,01
H	^G 67,38 ± 2,01
I	^F 95,11 ± 0,85
J	^D 111,32 ± 2,67

Médias com letras iguais, em uma mesma coluna, não diferem entre si pelo Teste de Tukey, a 5 % de significância.

*Média das amostras obtidas em triplicata.

Para que ocorra a destoxificação do tucupi, é necessário que a manipueira passe por processo de fermentação antes de ser fervida, pois durante a fervura a enzima linamarase é inativada, afetando o processo de hidrólise da linamarina, responsável pela liberação do princípio tóxico da mandioca. Entretanto, vale ressaltar também que, durante a fermentação, ocorre perda da atividade da linamarase pela acidificação e queda do pH.

A variação dos teores de compostos cianogênicos entre os produtos pode estar relacionada com a matéria-prima, mas principalmente com o processo de obtenção do tucupi, uma vez que há produtores que não fermentam a manipueira, fazendo com que ela passe diretamente para o processo de fervura.

Os resultados dos teores de compostos cianogênicos das amostras de polvilho e goma encontram-se na Tabela 3.

Tabela 3. Dosagem de cianeto nas amostras de polvilho doce, polvilho azedo e goma.

Amostras	Cianeto Total (mg HCN/Kg)
Polvilho doce A	Não detectado
Polvilho doce B	Não detectado
Polvilho doce C	^D 0,25 ± 0,00
Polvilho azedo A	^C 0,37 ± 0,06
Polvilho azedo B	^E 0,18 ± 0,00
Polvilho azedo C	^B 0,57 ± 0,00
Goma A	^B 0,57 ± 0,07
Goma B	^A 1,41 ± 0,20

Médias com letras iguais, em uma mesma coluna, não diferem entre si pelo Teste de Tukey, a 5 % de significância.

*Média das amostras obtidas em triplicata.

As amostras de polvilho (doce e azedo) e goma apresentaram baixos teores de compostos cianogênicos totais (0,18 mg HCN/kg a 1,41 mg HCN/kg). A presença de cianeto não foi detectada em duas amostras de polvilho doce. Esses resultados são explicados pelos processos de produção dos polvilhos e goma, que envolvem outras etapas, como a fermentação (polvilho azedo) e o uso de quantidades elevadas de água na extração do amido, quando comparados com a produção de farinha e tucupi.

Considerações finais

As amostras de farinha de mandioca seca analisadas neste trabalho apresentaram teor de compostos cianogênicos totais na faixa de 7,75 mg HCN/kg a 20,60 mg HCN/kg, valores superiores aos observados para as amostras de farinha de mandioca d'água, de 3,45 mg HCN/kg a 12,17 mg HCN/kg. Considerando que as farinhas são produzidas com raízes de mandioca com teores de cianeto acima de 100 mg HCN/Kg de raiz fresca (mandiocas bravas), os resultados obtidos demonstram

que o processo de destoxificação durante a produção dessas farinhas é eficaz, uma vez que o teor de cianeto se reduz a valores inferiores a 20 mg HCN/Kg de raiz fresca (mandioca mansa), que podem ser consumidas sem danos à saúde do homem. Segundo Almazan (1986) e Edijala *et al.* (1999), os níveis de cianeto para consumo humano em produtos de mandioca são seguros a valores \leq a 20 mg/kg.

As amostras de tucupi apresentaram alto teor de compostos cianogênicos totais (55,58 mg HCN/L a 157,17 mg HCN/L). No processo de obtenção do tucupi, a manipueira, obrigatoriamente, deve ser fermentada para que as enzimas hidrolíticas possam agir, hidrolisando a linamarina e proporcionando um processo de destoxificação mais eficaz do produto. De acordo com os resultados obtidos, mais de 50 % das amostras de tucupi apresentam teores de cianeto acima de 100 mg HCN/L, sendo necessário orientar os produtores quanto à produção correta do produto com menores teores de cianeto, evitando problemas de intoxicação pelo seu consumo. Pode-se, ainda, orientar a população consumidora do produto, por meio de aviso no rótulo, que se deve ferver o produto antes de seu consumo.

As amostras de polvilho e goma apresentaram baixos teores de compostos cianogênicos totais (máximo de 1,41 mg HCN/kg), não representando riscos em seu consumo.

Referências

ALMAZAN, A. N. Cyanide concentration in fried cassava chips and its effects on chip taste. **Nigerian Food Journal**, NewYork, v. 4, n. 1, p. 65-74, 1986.

BOURDOUX, P., SEGHERS, P., MAFUTA, M., VANDERPAS, J., VANDERPAS-RIVERA, M., DELANGE, F., ERMANS, A.M. Cassava products: HCN content and detoxification processes. In: DELANGE, F.; ITEKE, F.B.; ERMANS, A.M. (Ed.) **Nutritional factors involved in the goitrogenic action of cassava**. Ottawa: IDRC, 1982. 100p. (IDRC. Monographs, 184)

CAGNON, J. R.; CEREDA, M. P.; PANTAROTTO, S. **Cultura de tuberosas amiláceas latino-americanas**. São Paulo: Fundação Cargil, ago,2002. (Cultura de Tuberosas Amiláceas Latino-americanas, v. 2) 1 CD-ROM.

CEREDA, M.; LOPES, A.M. Determinação do potencial de intoxicação em ratos, de linamarina extraída de mandioca. In SEMINARIO LATINO AMERICANO DE CIENCIA DE ALIMENTOS, 5., 2003, Campinas, SP. **Anais...** Campinas, SP, 2003.

CEREDA, M. P. Processamento da mandioca como mecanismo de detoxificação. In: CEREDA, M.P. **Manejo uso e tratamentos da industrialização da mandioca**. Campinas: Fundação Cargill, 2002. v. 3, Cap.3, p.47-80 (Cultura de tuberosas amiláceas latino-americanas, v.3) 1 CD-ROM

CHISTE, R. C.; COHEN, K. O.; MATHIAS, E. A.; RAMOA JÚNIOR, A.G.A. Qualidade da farinha de mandioca do grupo seca. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 26, n. 4, p.861-864, 2006.

COOKE, R. D. An enzymatic assay for the total cyanide content of cassava (*Manihot esculenta* Crantz). **Journal of Science Food Agriculture**, v.29, p. 345-352, 1978.

EDIJALA, J. K.; OKOH, P. N.; ANIGORO, R. Chemical assay of cyanide levels of short-time-fermented cassava products in the Abraka area of Delta State, Nigeria. **Food Chemistry**, New York, v. 64, p. 107-110, 1999.

ESSERS, A. J. A.; BOSVELD, M.; GRIFT, R.M.; VORAGEN, A.G.J. **Assay for the cyanogens content in cassava products**. Preliminary version. Wageningen: Agricultural University Netherlands. Department of Food Science, Dec.1993. 9p.

OSUNTOKUM, B. O. Cassava diet, chronic cyanide intoxication and neuropathy in Nigerian Africans. **World Review of Nutrition and Dietetics**, n. 36, p.141-173, 1981.

ROSLING, H. Measuring effects in humans of dietary cyanide exposure from cassava. **Acta Horticulturae**, v.375, p.271-84, 1994.

TEWE, O. O. **The global cassava development strategy. Cassava for livestock feed in sub-Saharan Africa**. 2. An overview of cassava in sub-Saharan Africa. Rome: FAO, 2004.76p. Disponível em: <http://www.fao.org/docrep/007/j1255e/j1255e04.htm> Acesso em: ago.2007

TYLLESTAR, T. Cassava cyanogens and Konzo, an upper motoneuron disease found in Africa. **Lancet**, n. 339, p. 208-211, 1992.

Embrapa

Amazônia Oriental

Ministério da
Agricultura, Pecuária
e Abastecimento



CGPE 6666