

ALTERAÇÕES NA COMPOSIÇÃO QUÍMICA NO PERÍODO PÓS-COLHEITA DE RAÍZES DE MANDIOCA CULTIVAR SARACURA.

JORGE LUIZ DA SILVA GROSSI¹; JORGE JACOB NETO²; CLARINDO ALDO LOPES²; REGINA CELI CAVESTRE CONEGLIAN²; ARMANDO UBIRAJARA OLIVEIRA SABAASRUR³

1. Professor Adjunto, Deptº. de Química, Instituto de Ciências Exatas – UFRuralRJ; 2. Professor Adjunto, Deptº de Fitotecnia, Instituto de Agronomia – UFRuralRJ; 3. Professor Adjunto, Deptº de Nutrição Básica e Experimental, Instituto de Nutrição, CCS – UFRJ.

RESUMO

A conservação das raízes de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) “in natura” pode ser feita mediante baixas temperaturas, visando ao aumento da vida de prateleira. Com este trabalho, objetivou-se avaliar as alterações químicas da cultivar Saracura armazenada sob condições ambiente. No período pós-colheita, a perda de umidade, levaram as raízes a uma queda da qualidade, caracterizada pelo surgimento do escurecimento pela ação das enzimas polifenoloxidase e peroxidase, com posterior deterioração de origem microbiológica, quando as raízes tornaram-se impróprias para consumo em relação à aparência visual.

Palavras-chave: *Manihot esculenta*, armazenamento, polifenoloxidase, peroxidase.

ABSTRACT

CHANGES IN CHEMICAL COMPOSITION OF CASSAVA ROOT IN THE POST HARVEST PERIOD.

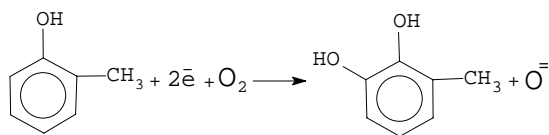
The conservation of the cassava roots (*Manihot esculenta* Crantz) “in natura” can be made by low temperatures, seeking to the increase of the shelf life. With this work, it was aimed at to evaluate the chemical alterations of cultivar Saracura stored under atmosphere conditions. The humidity loss during the storage period caused in the roots decrease the quality, characterized by the appearance of the dark color by the action of the enzymes polifenoloxidase and peroxidase, with subsequent deterioration of origin microbiologic when the roots became inappropriate for consumption in relation to the visual appearance.

Key words: *Manihot esculenta*, storage, polifenoloxidase, peroxidase.

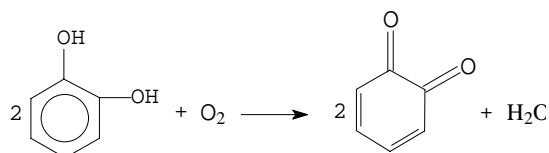
INTRODUÇÃO

A cultura da mandioca reúne facilidade de cultivo e capacidade de adaptação a diferentes condições edafoclimáticas e constitui a base alimentar das camadas mais humildes da população. A mandioca pode ser considerada primariamente como excelente fonte de energia, uma vez que 100g (peso fresco) proporciona cerca de 146 kcal, enquanto um adulto necessita de 2500 cal/dia (Sriroth *et al.*, 2000). Alguns trabalhos têm sido realizados para verificar as possíveis modificações nos constituintes químicos dessas raízes durante o armazenamento e correlacionar as possíveis alterações com a qualidade das mesmas (Campos & Carvalho, 1990; Kato *et al.*, 1991 & Gregório, 1993). Segundo Bezerra *et al.* (2002), diversos constituintes físicos e

químicos de raízes de mandioca são responsáveis pelas diferenças varietais, destacando-se os envolvidos em reações que provocam o escurecimento de tecidos, tais como, as dos compostos fenólicos e suas enzimas. Balagopalan & Padmaja (1984), avaliaram que a polifenoloxidase é uma enzima-chave associada com a deterioração azul das raízes, pois com o rompimento dos tecidos por dano mecânico, a polifenoloxidase atua oxidativamente sobre o substrato disponível, acelerando o escurecimento, sendo este tipo de deterioração considerada primária. As polifenoloxidases são responsáveis pelo mesmo escurecimento enzimático em muitos produtos, estas enzimas têm duas diferentes atividades catalíticas, ambas envolvendo oxigênio. Elas são chamadas de atividades cresolase e catecolase (Richardson, 1976). A ação cresolase abaixo,



está relacionada com a oxidação de fenóis monohidroxilados, como a tirosina, fenol, ortocresol, etc., para formar outro grupo hidroxílico. Os dois elétrons são fornecidos pelo cobre, sempre associado à enzima. A catecolase envolve a remoção de dois hidrogênios de fenóis dihidroxilados:



como o catecol ou dihidrofenilalanina, para dar uma ortoquinona correspondente. As quinonas, por polimerização, produzem melanoidinas (Gava, 1984 e Bezerra *et al.*, 2002). A qualidade culinária de raízes frescas é um parâmetro importante na seleção de variedades de mandioca de mesa. A identificação dessa qualidade envolve fatores variados e complexos, por constituir-se de um conjunto de características físicas, químicas e sensoriais.

Estudos realizados por Fukuda & Borges (1989), revelaram que alguns destes fatores variam com o tipo de solo, variedade, idade da planta e entre raízes de uma mesma cultivar. Em relação a nutrição, os macronutrientes requeridos pela planta, possuem um papel estrutural (Hopkins, 1995). De acordo com Zeiger & Taiz (1998), os micronutrientes estão mais relacionados à ativação de certas enzimas, sendo esse um papel regulatório. O conteúdo órgão-mineral da mandioca mostra a sua importância nutricional, que vem contribuindo para incrementar a sua utilização e a produção em todo o mundo (ENDEF, 1977). O objetivo deste trabalho foi acompanhar alterações nutricionais que ocorrem após a colheita das raízes, através da avaliação de componentes químicos e estabelecer a correlação entre os mesmos.

MATERIAL E MÉTODOS

As amostras utilizadas neste trabalho foram obtidas no Instituto de Agronomia da UFRRJ, Seropédica – RJ, de um experimento em que não houve aplicação de nenhum tipo de fertilizante ou corretivo químico, bem como, de agrotóxico. A colheita das raízes foi realizada aos 12 meses após o plantio, as amostras foram escovadas para remoção de resíduos, sendo que as raízes, em triplicatas foram levadas para as respectivas análises. Durante o período de estudos, as amostras

foram armazenadas a temperatura de 25°C, em condições ambiente. As raízes foram analisadas em intervalos de 24 horas até o quarto dia pós-colheita, onde foram observados visualmente sintomas de deterioração. O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado (DIC), com três repetições, durante os quatro dias (períodos) de armazenamento. As análises estatísticas foram realizadas usando o software SISVAR. As médias foram comparadas pelo teste de Tukey (5%). Utilizou-se análise de regressão linear para avaliar o comportamento das variáveis em função do tempo de pós-colheita. Foram avaliados os teores de umidade, cinzas, glicídios totais, cálcio, ferro, fósforo, metais pesados e o grau de deterioração fisiológica. A umidade foi determinada utilizando uma estufa a 105°C e um dessecador até peso constante (INSTITUTO ADOLFO LUTZ, 1985). O resíduo por incineração (cinzas), foi obtido por aquecimento de uma amostra (5g), em mufla sob temperaturas entre 550-570°C. (INSTITUTO ADOLFO LUTZ, 1985). Os glicídios totais foram determinados por hidrólise ácida, pois neste grupo temos os mais variados tipos de substâncias, desde os monossacarídeos, representados pela glicose, os dissacarídeos, dos quais são mais frequentes a sacarose e lactose, até os polissacarídeos, como amido e celulose, utilizando as soluções de Fehling, com aquecimento até ebulição (INSTITUTO ADOLFO LUTZ, 1985). As substâncias minerais (cálcio, ferro, fósforo e metais pesados), foram obtidas através da mineralização das amostras, utilizando os métodos descritos para cálcio, ferro e fósforo, conforme a seguinte metodologia: cerca de 0,2500 g de amostra, foi seca e moída sendo adicionada em balão de fundo chato de 100 mL, previamente descontaminado com HNO₃ 5%. As amostras foram umedecidas com cerca de 1 a 2 mL de água, para evitar a formação de uma crosta endurecida quando da adição de HCl. Foram adicionados 9,0 mL de HCl 37% e 3,0 mL de HNO₃ 65%, ambos de alta pureza (Suprapur ou similar). O tubo foi agitado com movimentos circulares, em capela de exaustão. Com o aquecimento da mistura em placa ou manta de aquecimento, à temperatura de cerca de 140°C, até próximo à secura (cerca de 1,5 mL remanescentes). Após resfriamento, adicionou-se 10,0 mL de HCl 20% (v/v) e aqueceu-se a mistura por 30 min a 80-90 °C. A mistura foi filtrada em sistema de filtração a vácuo tipo Millipore, utilizando membranas filtrantes de PTFE 0,45 micra, retomando o volume até 25 ml, com água ultrapura. Efetuou-se a determinação em espectrômetro de emissão por plasma acoplado indutivamente, utilizando-se o equipamento ICP-OES Perkin-Elmer OPTIMA 3000 com amostrador automático AS-90. O grau de deterioração fisiológica foi determinado pelas metodologias adotadas em trabalhos anteriores (Booth, 1976 & Wang, 1982) a intensidade da deterioração fisiológica foi avaliada combinando as referidas técnicas. O percentual de escurecimento de cada raiz, cortada em 6 seções transversais, foi determinado pela seguinte análise. cada região afetada recebeu uma

nota, que representou o grau de deterioração. Assim, a raiz cortada em 6 partes recebeu seis notas referentes ao percentual da área afetada.

% afetada	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
Nota (grau)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

Então, por exemplo, para uma raiz em que duas partes recebem nota 2, uma parte com nota 3 e três partes com nota 5. Como a nota máxima é 10 e temos 6 partes então o total de pontos máximo é de 60 (100 % de deterioração). Fazendo os cálculos, temos: $(2 \times 2) + (1 \times 3) + (3 \times 5) = 22$ (valor calculado). Assim a percentagem de deterioração será calculada da seguinte forma:

% de deterioração = valor calculado \times 100 / valor máximo = $22 \times 100 / 60 = 36,67\%$.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Observa-se na Figura 1 as alterações no teor de umidade, variando de 57 a 53,5% durante o armazenamento, valores estes, semelhantes aos encontrados por Bezerra *et al.* (2002) para as variedades utilizadas preferencialmente para mesa.

Assim, com o decréscimo no teor de umidade, conseqüentemente ocorreu um aumento na concentração dos demais componentes estudados.

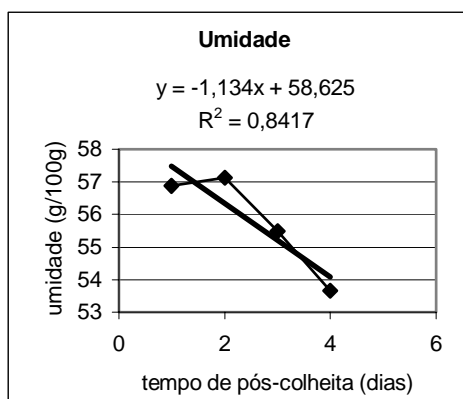


Figura 1 - Variação do teor de umidade das raízes de mandioca, cultivar Saracura durante o período pós-colheita.

Na Figura 2, observa-se que o valor inicial obtido para cinzas foi de 1,0%, o que está de acordo com ENDEF (1977), contudo com a perda de umidade, ocorre o correspondente aumento da percentagem em cinzas,

demonstrando que o teor total de minerais aumentou em função da perda de umidade.

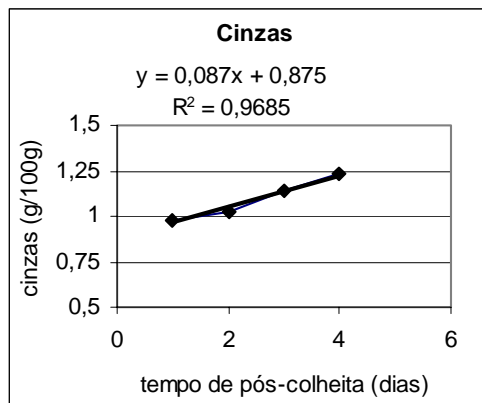


Figura 2 - Variação do teor de cinzas das raízes de mandioca, cultivar Saracura, durante o período pós-colheita.

Houve um aumento no teor de glicídios totais, com a redução da umidade (Figura 3), apesar da degradação enzimática que provavelmente ocorreu no sistema. Segundo Campos & Carvalho (1990), a deterioração enzimática está intimamente ligada ao teor de açúcares redutores, evidenciada pela observação visual do escurecimento das raízes, verificada neste trabalho.

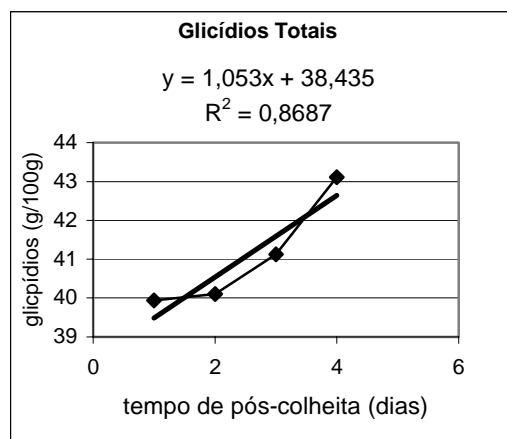


Figura 3 - Variação do teor de glicídios totais das raízes de mandioca, cultivar Saracura durante o período pós-colheita.

O grau de deterioração fisiológica (Figura 4), demonstra o surgimento do escurecimento de origem enzimática.

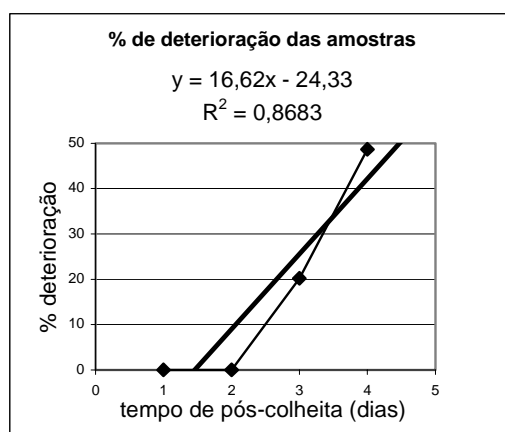


Figura 4- Variação do percentual de deterioração durante o período pós-colheita, de mandioca, cultivar Saracura.

O grau 5, ou seja 50% de área afetada, representa a passagem das raízes de mandioca, de resistentes a susceptíveis, justificando a escolha do número de dias para atingir este grau, como parâmetro para o qual a amostra apresenta um aspecto de rejeição visual (Wang, 1982). Os valores encontrados abaixo ou próximos de 10%, por exemplo, mostraram algumas secções ainda não afetadas enquanto outras já apresentavam pequenas manchas (escurecimento), indicando que desta forma, partes da amostra estudada ainda não apresentavam rejeição visual. Como os seccionamentos foram realizados no momento da análise, não houve possibilidade de o escurecimento ter sido causado por contaminação microbiológica e sim por ação enzimática. Na Tabela 1 observa-se que, quanto aos teores de minerais, não houve diferenças significativas ao longo do período de pós-colheita, apesar da perda de umidade, uma vez que estes minerais se apresentam em forma de sais podendo desta maneira serem eliminados junto com a água, (Figura 1).

Tabela 1- Teor de minerais expressos em mg/100g da massa fresca de raízes de mandioca, cultivar Saracura.

Tempo (dias)	1°	2°	3°	4°
Minerais ^(*)				
Ca	39,0a	39,1a	39,3a	39,4a
Fe	1,06b	1,08b	1,09b	1,10b
P	43,7a	43,9a	44,1a	44,2a
M.P. ^(**)	-	-	-	-

(*) Valores médios obtidos seguidos da mesma letra minúscula na linha, não diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. (**) Os resultados obtidos revelaram ausência de metais pesados (MP).

Os metais pesados constituem um grave problema devido ao seu elevado poder tóxico, dentre estes podemos destacar o Hg, Pb, Sb, Sn, Zn, Cu, Cd e o Ni, e ainda os derivados do arsênio. Estas substâncias podem ser provenientes de contatos acidentais ou ainda como consequência de processos de poluição ambiental.

CONCLUSÕES

A perda de umidade influi, de forma acentuada no processo de deterioração, facilita a ação das enzimas e aumenta as transformações oxidativas em raízes de mandioca, cultivar Saracura, quando armazenadas em condições ambiente.

AGRADECIMENTOS

Ao Departamento de Fitotecnia e a Coordenação do Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia da UFRRJ. À Embrapa - Centro Nacional de Pesquisa de Mandioca e Fruticultura Tropical.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BALAGOPALAN, C.; PADMAJA, G. Storage of tuber crops. *Indian Farming*, New Delhi, v. 33, n. 12, p. 51-53, 1984.
- BEZERRA, V. S.; PEREIRA, R. G. F. A.; CARVALHO, V. D.; VILELA, E. R. Raízes de Mandioca Minimamente Processadas: Efeito do Branqueamento na Qualidade e na Conservação; *Ciênc. agrotec.*, Lavras, v. 26, n. 3, p. 564-575, 2002.
- BOOTH, R. H. Storage of fresh cassava (*Manihot esculenta*). I. Post-harvest deterioration and its control. *Experimental Agriculture*, Cambridge, v. 12, n. 2, p. 103-111, 1976.
- CAMPOS, A. D.; CARVALHO, V. D. Deterioração pós-colheita de mandioca I - Modificações no grau de deterioração fisiológica. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.25, n.5, p. 773-781, 1990.
- ENDEF. Tabelas de composição dos alimentos, Estudo Nacional da Despesa Familiar Rio de Janeiro – 1977.
- FUKUDA, W. M. G.; BORGES, M. de F. Cultivares de mandioca de mesa. Cruz das Almas, BA: EMBRAPA-CNPMPF, 1989. 4p. (EMBRAPA-CNPMPF. Comunicado Técnico, 15).

- GAVA, A. J. Princípios de Tecnologia de Alimentos. 7ª Ed. São Paulo: Nobel, 1984, 103p.
- GREGORIO, S. R. *Otimização de técnicas de manuseio em pós-colheita para conservação de raízes de mandioca (Manihot esculenta Crantz)*. Seropédica, RJ, 1993. 71p. – (Dissertação mestrado), Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro.
- HOPKINS, W. G. Introduction to plant physiology. New York, John Wiley & Sons, 1995. 464 p.
- INSTITUTO ADOLFO LUTZ (IAL). Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz, 3ª Ed., São Paulo, 1985.
- KATO, M. S.A; CARVALHO, V. D.; CORREA, H. Efeitos da poda na deterioração fisiológica, Atividade enzimática, e nos teores de compostos fenólicos em raízes de mandioca. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*. Brasília, v.26, n. 2, p. 237-245, 1991.
- MATSUURA, F. C. A. U. Amido de mandioca (Fécula). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MANDIOCA, 10., 1999, Manaus, AM: EMBRAPA-CPAA/ SBM, 1999. p.33-55p.
- RICHARDSON, T. Enzymes. In: FENNEMA, D.R. Principles of food science: food chemistry. New York: Marcel Dekker, v. 4, n. 6, p. 285 - 345, 1976.
- SRIROTH, K.; PIYACHOMKWAN, K.; CHOTINEERANAT, S.; CHOLLAKUP, R.; SANTISOPASRI, V.; OATES, C. G. Impact of drought during early growth on cassava starch quality. In: CARVALHO, L. J. C. B.; THRO, A. M.; VILARINHOS, A. D. Cassava: biotechnology. Brasília: EMBRAPA. Recursos Genéticos e Biotecnologia, 2000. p. 367-376.
- WANG, S. H.; CARVALHO, V. D.; CHALFOUN, S. M. Armazenamento Pós-Colheita de Mandioca: Influencia da Composição Química de Raízes de Cultivares de Mandioca sobre a deterioração pós-colheita. *Revista Brasileira de Mandioca*, v.1, n.1, p.16– 23, 1982.
- WHEATLEY, C. C.; GOMEZ, G. Evaluation of some quality characteristics in cassava storage roots. *Qualitas Plantarum*, Netherlands, v. 35, n. 2, p. 121-129, 1985.
- ZEIGER, E. & TAIZ, L Plant physiology. California, The Benjamin/Cummigs Publishing Co., 1998, 559 p.