

CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS, COZIMENTO E PRODUTIVIDADE DE MANDIOCA CULTIVAR IAC 576-70 EM DIFERENTES ÉPOCAS DE COLHEITA

Technological and postharvest characteristics and productivity of cassava

Marcelo Alvares de Oliveira¹, Paulo Sergio Beraldo de Moraes²

RESUMO

A instabilidade na qualidade culinária da mandioca é bem conhecida, levando prejuízo na demanda do produto. Neste trabalho, objetivou-se avaliar a interferência da produtividade, precipitação pluviométrica e as características físico-químicas sobre o tempo de cozimento da cultivar IAC 576-70, desde o 6^o até o 12^o mês após o plantio. Os parâmetros físicos avaliados foram: dificuldade de retirada da entrecasca, dificuldade de cortar em forma de palitos em cortador manual, sendo esses de forma subjetiva. Nas avaliações referentes ao cozimento das raízes foram analisados: a porcentagem de água absorvida pelos toletes, cor dos toletes cozidos, formações de pontuações brancas no interior do tolete, formação de gel em volta dos toletes e tempo de cozimento. Também foram avaliados mensalmente nas raízes: pH, acidez, umidade, cinzas, fibras, extrato etéreo, proteína bruta, açúcares redutores e amido. Concluiu-se que a mandioca de mesa IAC 576-70 quando feito o plantio em julho, na região de Botucatu/SP, deve ser colhida com 9 meses de idade sem prejuízo de produtividade, teor de amido e cozimento das raízes, podendo se estender até 10 meses. O produtor deve acompanhar o somatório do índice pluviométrico nos 10 dias que antecedem a colheita, sendo que este somatório deve ser o menor possível e não proceder a colheita quando este ultrapassar 100 mm, para não comprometer o cozimento das raízes.

Termos para indexação: *Manihot esculenta*, mandioca, época de colheita, cozimento, parâmetros físico-químicos.

ABSTRACT

The instability of cassava culinary quality is a problem in the market. This work had the purpose of evaluating the interference of the productivity, rain precipitation and physical-chemical characteristics on the cooking time of the IAC 576-70 cultivar, from the 6th to the 12th month after the planting. The physical parameters evaluated were: difficulty in peeling (easy, medium, and hard), difficulty in cutting in long, thin sticks with a manual machine, being those cut in a subjective way. In the analysis of the cooked root, the percentage of water absorbed into the cassava pieces, the color, white points formed inside the pieces of cassava, gel formation around the pieces of cassava, and cooking time were evaluated. The pH, acidity, moisture, ashes, fibers, ether extract, protein, reducing sugars, and starch of the roots were also monthly evaluated. From the results obtained in the present work, it may be concluded that the cassava IAC 576-70, when planted in July, in Botucatu-SP area, must be harvested at the age of nine months, without damage to the productivity, starch level and root cooking, and the harvest could be extended up to ten months. The producers should follow the sum of precipitation index ten days before the harvest, and this value should be the smallest as it may be and the producers should not harvest when this value is more than 100 mm, in order not to hinder the cooking of the root.

Index terms: *Manihot esculenta*, cassava, harvest time, cooking time, physical and chemical parameters.

(Recebido em 10 de agosto de 2006 e aprovado em 9 de julho de 2008)

INTRODUÇÃO

A mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) é uma planta da família das *Euphorbiaceas* e segundo Moraes-Dallaqua & Coral (2002), a raiz adventícia dessa planta apresenta o padrão anatômico normal de desenvolvimento até o início do processo de tuberização, estabelecendo-se uma diferenciação maior das células parenquimáticas do xilema para o acúmulo de grão de amido.

Essa planta desempenha um importante papel na dieta alimentar dos brasileiros por seu alto valor energético. O Brasil é o segundo maior produtor mundial de mandioca

com produção de 26,9 milhões de toneladas em 2007 (IBGE, 2008), sendo a Nigéria o maior produtor mundial com uma produção aproximada de 34 milhões de toneladas (Phillips, 2004).

O consumo culinário de raízes de mandioca é bastante generalizado em todo o mundo, sendo amplamente utilizadas na forma cozida, assada e frita ou integrando pratos mais complexos. Atualmente, a mandioca para uso culinário é comercializada como vegetal fresco ou minimamente processada, refrigerada ou congelada, ou também na forma pré-cozida facilitando o preparo e consumo (Oliveira et al., 2005).

¹Doutor em Agronomia – Centro Nacional de Pesquisa em Soja/CNPSo – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária/EMBRAPA – Rodovia Carlos João Strass, s/n – Cx. P. 231 – 86001-970 – Londrina, PR – malvares@cnpso.embrapa.br

²Graduando em Agronomia – CERAT – Faculdade de Ciências Agrônômicas da Unesp de Botucatu/FCA/UNESP/BOTUCATU – Fazenda Lageado – Rua José Barbosa de Barros, 1780 – Cx. P. 237 – 18610-307 – Botucatu, SP – psbmoraes@fca.unesp.br

A instabilidade na qualidade culinária das raízes de mandioca é bem conhecida por produtores e consumidores, levando prejuízo na demanda do produto, já que tanto produtores como consumidores, dependendo da época do ano, têm uma incerteza em relação à qualidade do produto que estão produzindo e comprando respectivamente.

A qualidade culinária das raízes de mandioca tem sido pouco estudada e as causas de sua variabilidade e instabilidade são pouco conhecidas (Normanha, 1988, citado por Lorenzi, 1994; Wheatley, 1991, citado por Lorenzi, 1994). As variáveis relacionadas ao cozimento mais importantes são: a textura, a plasticidade e a pegajosidade da massa, pois interferem diretamente na maioria das receitas culinárias preparadas com mandioca (Pereira et al., 1985). Entretanto, Lorenzi (1994) afirma que estas variáveis estão associadas à duração do tempo para cozimento (DTC), sendo que quanto menor a DTC, melhor as qualidades organolépticas da massa gerada.

Diante da importância da temática do cozimento da mandioca, neste trabalho, objetivou-se avaliar a interferência da produtividade, precipitação pluviométrica, idade das plantas e características físico-químicas sobre o tempo de cozimento da cultivar IAC 576-70, principal cultivar plantada no estado de São Paulo para "mesa", a fim de poder diagnosticar a instabilidade na qualidade culinária, propondo soluções para o problema.

MATERIAIS E MÉTODOS

As plantas de mandioca cultivar IAC 576-70 foram plantadas em julho de 2004 e foram cultivadas no município de Botucatu, São Paulo na área experimental do CERAT (Centro de Raízes e Amidos Tropicais), localizada dentro das instalações da Faculdade de Ciências Agrônômicas da Universidade Estadual Paulista.

O tipo climático predominante no local é o temperado, sem inverno seco, sendo a média das temperaturas mínimas de 18°C e a das máximas de 22°C, com precipitação média anual de 1.314 mm (Curi, 1972). O solo da área foi caracterizado como unidade lageado terra roxa estruturada, álica, textura argilosa, latossólica (Carvalho et al., 1983). A latitude 22°52'47"S, a longitude 48°25'12" W e a altitude de 810m.

A quantidade de chuva ocorrida nos 10 dias anteriores à colheita, em mm de cada mês, foi coletada junto ao Departamento de Ciências Ambientais da FCA/UNESP/Botucatu.

As avaliações ocorreram desde o 6^o até o 12^o mês de idade. Assim sendo, a partir de janeiro de 2005 até junho de 2005, mensalmente, foram retiradas plantas do estande para o procedimento das análises. A produtividade e o

cozimento foram feitos junto à colheita, juntamente com análises físico-químicas de pH, acidez e umidade. As demais análises físico-químicas foram feitas posteriormente após secagem das amostras.

Produtividade

A estimativa da produtividade média por planta foi realizada colhendo 4 pés de mandioca, mensalmente, que foram pesados nas diferentes épocas de amostragem, para cálculo da produtividade média por pé em kg.

Cozimento

Anteriormente ao teste de cozimento foram avaliados os seguintes parâmetros: dificuldade de retirada da entrecasca (fácil, média, difícil), dificuldade de cortar em forma de palitos em cortador manual (fácil, média e difícil), sendo esses parâmetros avaliados de forma subjetiva, sem a utilização de análise estatística.

As análises referentes ao cozimento das raízes foram: porcentagem de água absorvida em relação ao peso dos toletes, durante o processo de cozimento, sendo os toletes pesados antes e após o cozimento, cor dos toletes cozidos; formações de pontuações brancas no interior do tolete (sem pontuações, poucas pontuações e muitas pontuações); formação de gel em volta dos toletes (pouca, média e bastante) e tempo de cozimento observado para cozimento de 13 palitos. O tempo de cozimento foi determinado em um cozedor Mattson modificado e adaptado para avaliar cozimento de mandioca (Oliveira et al., 2005).

O equipamento é construído em aço inox, composto de 24 pinos, com cada pino calibrado a 40g. A calibração é feita no topo do pino, onde uma cápsula rosqueada recebe bolinhas de chumbinhos. Esses pinos deslizam sobre duas placas perfuradas, de forma a se posicionarem sobre os palitos de mandioca. Com o cozimento, eles penetram nos palitos de mandioca e afundam, sendo então contados (Figura 1).

O aparelho foi colocado dentro de um recipiente metálico de 25 cm de diâmetro com 7 litros de água potável. As raízes descascadas foram cortadas em toletes com 3 cm de comprimento. Com uma máquina manual de cortar legumes, com grade de 10 milímetros, cortaram-se os palitos de 10x10x30 mm. Os 24 pinos foram posicionados de forma a tocar os pedaços sob cada pino, de forma perpendicular. Com a água fervendo (97,4°C, altitude de 800m do município de Botucatu), mergulhou-se o equipamento todo no recipiente. A água fervente cobriu todos os palitos de mandioca e marcou-se o tempo de início do teste. Considerou-se como tempo de cozimento o momento da queda de 50% dos pinos mais um, ou seja, o tempo necessário para que caíssem 13 pinos. Após 30 minutos, o teste foi finalizado, retirando-se o aparelho do recipiente e verificando-se a posição dos pinos.

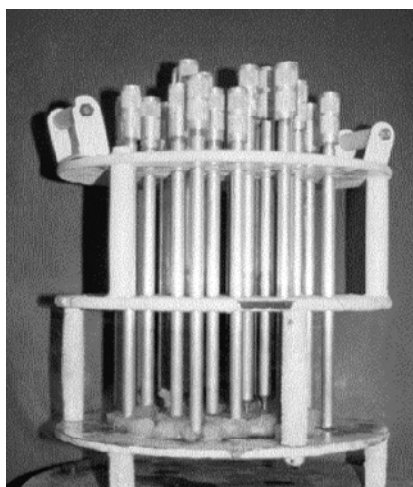


Figura 1 – Equipamento Mattson modificado e utilizado para proceder ao teste de cozimento em toletes de mandioca.

Paralelamente foi realizado o acompanhamento diário da precipitação pluviométrica para correlacionar com o cozimento.

Análises físico-químicas

As raízes colhidas foram lavadas, descascadas e 3 raízes dos 4 pés colhidos foram retiradas para avaliações de pH, acidez e umidade durante a colheita. Em seguida, uma porção de aproximadamente 200 gramas de cada uma das 3 raízes coletadas mensalmente, foram cortadas em fatias, secas em estufa de secagem com circulação de ar forçado à temperatura de 50°C por 48 horas, trituradas em moinho e armazenadas em frascos de vidros hermeticamente fechados. Posteriormente, depois de todas as coletas efetuadas, procederam-se as análises físico-químicas de cinzas, fibras, extrato etéreo, proteína bruta, açúcares redutores, pH, acidez (Instituto Adolfo Lutz, 1985; AOAC, 1990) e amido (Rickard & Behn, 1987).

Análises estatísticas

Para as análises de produtividade e análises físico-químicas, o delineamento estatístico utilizado foi inteiramente casualizado, sendo realizada a análise de variância pelo teste F e as médias comparadas pelo teste de tukey a 5% de probabilidade (Nogueira, 1991).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados de produtividade, tempo de cozimento e análises físico-químicas para os meses de janeiro a julho de 2005, nas plantas com 6 a 12 meses de idade estão descritos na sequência. Em relação à retirada da entrecasca e cortar em palitos, verificou-se que estas eram crescentes com o desenvolvimento da cultura (Tabela 1).

Assim sendo, verificou-se que com o aumento da idade, as raízes vão se tornando mais rígidas, o que dificulta o corte em palitos. Pode-se afirmar que a colheita da cultivar em questão, nas condições do experimento, visando à produção de palitos de mandioca, deve ocorrer até aos 10 meses de idade, a fim de manter a integridade dos equipamentos utilizados para o corte e descascamento.

Outro inconveniente da colheita destas raízes com mais de 10 meses de idade é que a dificuldade de retirada da entrecasca resultará em dificuldade para o consumidor no preparo culinário, o que seria uma qualidade negativa, depreciando o produto. Tanto a agroindústria de processamento de mandioca de mesa como o consumidor tem interesse em um produto que solte a entrecasca com facilidade que resultará em maior eficiência no preparo.

Verificou-se que a quantidade de água absorvida pelos toletes esta diretamente ligada ao seu cozimento, dados estes concordantes com Oliveira et al. (2005) que afirmaram que durante o cozimento, quanto maior a quantidade absorvida de água, menor o tempo para que ocorra o cozimento. No experimento em questão, nos 9^o, 10^o, 11^o e 12^o mês de idade das plantas, em que se observaram as maiores porcentagens de absorção de água durante o cozimento, o tempo de cozimento foi proporcionalmente menor (Tabela 2).

Tabela 1 – Atributos de coloração da casca e polpa, dificuldade de retirada da entrecasca e de cortar em palitos da cultivar IAC 576-70 em diferentes épocas de colheita, cultivadas no campo experimental do CERAT/UNESP/Botucatu.

Idade da Planta (meses)	Cor da Entrecasca	Cor da Polpa	Dificuldade de Retirada da Entrecasca	Dificuldade de Cortar em Palitos
6	Branca	Creme	Fácil	Média
7	Branca	Creme	Fácil	Fácil
8	Branca	Creme	Fácil	Fácil
9	Branca	Creme	Fácil	Média
10	Branca	Creme	Média	Média
11	Branca	Creme	Média	Difícil
12	Branca	Creme	Difícil	Difícil

Tabela 2 – Parâmetros do teste para cozimento e quantidade de chuva ocorrida nos 10 dias que antecedem a colheita de raízes de mandiocas, cultivar IAC 576-70, em diferentes épocas de colheita, cultivada no campo experimental do CERAT/UNESP/Botucatu.

Idade da Planta (meses)	% de água absorvida pelos toletes	Cor dos toletes cozidos	Pontos brancos no interior dos toletes	Formação de gel em volta dos toletes	Porcentagem de palitos cozidos em 30 min ou tempo cozimento de 13 palitos	Quantidade de chuva ocorrida nos 10 dias que antecedem a colheita em mm
6	+9,46	Creme/ Amarrelados	Sem Pontos	Pouca	41,66%	184,9
7	+26,14	Creme/ Amarrelados	Sem Pontos	Média	19min e 27 seg	15,5
8	+12,67	Creme/ Amarrelados	Sem Pontos	Pouca	45,83%	101,3
9	+36,59	Creme/ Amarrelados	Sem Pontos	Bastante	16 min e 30 seg	38,2
10	+42,11	Creme/ Amarrelados	Sem Pontos	Bastante	14 min e 51 seg	25,1
11	+32,43	Creme/ Amarrelados	Poucos Pontos	Bastante	22 min e 25 seg	35,7
12	+33,17	Creme/ Amarrelados	Poucos Pontos	Bastante	12 min e 15 seg	17,7

Outro fator negativo verificado nas idades das plantas de 11 e 12 meses foi a formação de pequenos pontos brancos no interior dos toletes, o que significa que a água não conseguiu penetrar em todas as células da raiz e promover a gelificação total do amido. Vale a pena salientar que isso ocorreu nos meses de junho e julho de 2005, quando a quantidade de chuva ocorrida nos 10 dias anteriores à colheita foi inferior a 40 mm. A coloração dos toletes após o cozimento não sofreu modificação com o aumento da idade da planta.

Em relação ao teste de cozimento propriamente dito, verificou-se que no 6^o e 8^o mês de idade das plantas a porcentagem de palitos cozidos em 30 min foi inferior a 50% que é o exigido pela metodologia (Oliveira et al., 2005). Verificou-se ainda, que elevados níveis de pluviosidade nos 10 dias que antecedem a retirada das raízes interferem diretamente no tempo de cozimento e na absorção de água pelos toletes (Tabela 2). Assim sendo, um somatório de pluviosidade dos últimos 10 dias anteriores à colheita da raiz superior a 100 mm leva a uma menor eficiência no cozimento das raízes de mandioca, sendo esse índice um ponto crucial.

Dessa forma, o produtor rural deve fazer o acompanhamento da pluviosidade anterior à colheita e não proceder a colheita quando o somatório pluviométrico dos últimos 10 dias anteriores à colheita for superior a 100 mm. Portanto, quanto menor o somatório pluviométrico dos últimos 10 dias que antecedem a colheita, melhor será o cozimento da raiz. Uma hipótese levantada é a de que com a menor quantidade de água no solo, as células das raízes tuberosas apresentam um potencial osmótico maior no seu interior, o que facilitaria a entrada de água nas mesmas durante o processo de cozimento. Por isso, em épocas de solo mais seco, as raízes colhidas conseguem absorver mais água, que é um agente facilitador para o seu cozimento.

A produtividade média em kg de raiz por planta aumentou progressivamente do 6^o mês até o 9^o mês de idade das plantas e, posteriormente, não variou. Do 9^o ao 12^o mês de idade das plantas a produtividade média por

planta variou de 4,36 a 5,88 kg de raiz, o que levaria a uma estimativa de produtividade, com uma população de cerca de 10.000 plantas por hectare, de 43,6 t/ha a 58,8 t/ha (Tabela 3).

As análises físico-químicas demonstraram algumas diferenças ocorridas durante o período (Tabela 3). A umidade das raízes decresceu de forma progressiva do 6^o até o 9^o mês de idade das plantas e não variou até o 12^o. Assim sendo, a partir do 9^o mês de idade as plantas já apresentavam os maiores teores de matéria seca, permanecendo estatisticamente iguais até o 12^o mês de idade. Em relação ao teor de matéria seca, pode-se afirmar que nas condições em que foi desenvolvido esse experimento, a melhor época de colheita das raízes ocorreu aos 9 meses após o plantio, em razão do menor teor de umidade e resultando em um maior teor de matéria seca.

O amido variou de forma significativa com a idade das plantas, com teores menores na raiz até o 8^o mês de idade e a partir do 9^o mês os teores permaneceram constantes até o 12^o mês. Assim sendo, concordando com os índices de umidade da raiz, verificou-se que a partir do 9^o mês de idade das plantas, as raízes podem ser colhidas sem prejuízo nenhum para os teores de amido.

Os teores de fibras, cinzas, proteína bruta, açúcares redutores e extrato etéreo nas raízes de mandioca foram encontrados em pequena quantidade. Assim sendo, as diferenças ocorridas relativas às idades das plantas, embora apresentando algumas diferenças estatísticas, acarretam em diferenças numéricas muito pequenas. Ainda assim, vale a pena salientar que apenas os teores de proteína bruta, apresentaram teores maiores de 1% após os 9 meses de idade (Tabela 3).

Os valores de pH e acidez também variaram com as idades das plantas. As raízes com 11 e 12 meses de idade apresentaram valores maiores de pH e as raízes com 9 meses de idade os maiores valores de acidez. Embora com diferenças estatísticas, pode-se observar que numericamente os valores de pH e acidez apresentaram variações pequenas entre as idades das plantas.

Tabela 3 – Médias de produtividade e análises físico-químicas das raízes de mandiocas cultivar IAC 576-70 em diferentes épocas de colheita, cultivadas no campo experimental do CERAT/UNESP/Botucatu.

	Idade (meses)							CV (%)
	6	7	8	9	10	11	12	
Produtividade(kg/planta)	1,30c	3,30bc	3,54b	5,88a	4,76ab	4,78ab	4,36ab	23,52
Umidade (g 100g ⁻¹)	73,67ab	75,00a	66,87bc	64,40c	62,87c	61,59c	62,77c	4,22
¹ Cinzas (g 100g ⁻¹)	0,91b	0,81c	0,75d	0,83c	0,88b	1,00a	0,88b	2,03
¹ Amido (g 100g ⁻¹)	22,68c	19,70d	26,01b	29,99a	31,75 ^a	31,74a	32,17a	3,22
¹ Fibras (g 100g ⁻¹)	0,86cd	0,69d	1,16ab	1,37a	1,08bc	1,07bc	0,74d	8,77
¹ Proteína (g 100g ⁻¹)	0,88bc	0,81c	0,88bc	1,34a	1,31 ^a	0,99b	1,25a	5,02
¹ Extrato Etéreo (g 100g ⁻¹)	0,38ab	0,26c	0,26c	0,43a	0,35abc	0,27c	0,32bc	11,14
¹ Açúcares Redutores(g 100g ⁻¹)	0,32b	0,19c	0,48a	0,18c	0,33b	0,30b	0,20c	4,92
pH	6,49c	6,60b	6,63b	6,33c	6,41d	6,70a	6,69a	0,21
Acidez (mL NaOH N/100g)	1,65cd	1,80c	2,03b	2,70a	2,20b	1,55d	1,70cd	3,91

¹ valores expressos em relação à matéria seca existente na amostra;

- médias seguidas das mesmas letras na linha não diferem entre si significativamente a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

CONCLUSÕES

A mandioca de mesa 'IAC 576-70', quando realizado o plantio em julho, na região de Botucatu/SP, deve ser colhida com 9 meses de idade sem prejuízo de produtividade, teor de amido e cozimento das raízes, podendo a colheita se estender até aos 10 meses.

Nas mesmas condições, se a colheita da planta for efetuada com mais de 10 meses de idade acarretará em uma maior dificuldade de retirada da entrecasca e de cortar a mandioca em palito, além do aparecimento de algumas pontuações brancas no interior dos toletes.

O produtor deve acompanhar o somatório do índice pluviométrico nos 10 dias que antecedem à colheita, sendo que este somatório deve ser o menor possível e não proceder a colheita quando este somatório ultrapassar 100 mm, para não comprometer o cozimento das raízes.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official methods of analysis**. 15.ed. Arlington, 1990.
- CARVALHO, W.A.; ESPÍNDOLA, C.R.; PACCOLA, A.A. **Levantamento de solos da Fazenda Lageado**: estação experimental "Presidente Medice". Botucatu: Unesp, 1983.
- CURI, P.R. **Relações entre evaporação média pelo tanque IA-58 e evapotranspiração calculada pelas equações de Thornthwaite e Camargo, para o município de Botucatu**. 1972. 88f. Tese (Doutorado)–Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 1972.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Grupo de Coordenação de Estatísticas Agropecuárias - GCEA/IBGE, DPE, COAGRO. **Levantamento sistemático da produção agrícola**: março 2008. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/indicadores/agropecuaria/lspa/lspa_200803_5.shtm>. Acesso em: 20 abr. 2008.
- LORENZI, J.O. Variação na qualidade culinária das raízes de mandioca. **Bragantia**, Campinas, v.53, n.2, p.237-245, 1994.
- MORAES-DALLAQUA, M.A.; CORAL, D.J. Morfo-anatomia. In: CEREDA, M.P. (Coord.). **Agricultura**: tuberosas amiláceas Latino Americanas. São Paulo: Fundação Cargil, 2002. p.48-65.

NOGUEIRA, M.C.S. **Curso de estatística experimental aplicada à experimentação agrônômica**. Piracicaba: ESALQ, 1991. 168p.

OLIVEIRA, M.A.; LEONEL, M.; CABELLO, C.; CEREDA, M.P.; JANES, D.A. Metodologia para avaliação do tempo de cozimento e características tecnológicas associadas em diferentes cultivares de mandioca. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.29, n.1, p.126-133, 2005.

PEREIRA, A.S.; LORENZI, J.O.; VALLE, T.L. Avaliação do tempo para cozimento e padrão de massa cozida em

mandioca de mesa. **Revista Brasileira de Mandioca**, Cruz das Almas, v.47, n.1, p.27-32, 1985.

PHILLIPS, T.P.; TAYLOR, D.S.; SANI, L.; AKORODA, M.O. **A cassava industrial revolution in Nigeria**: the potential for a new industrial crop. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2004. 49p.

RICKARD, J.E.; BEHN, K.R. Evaluation of acid and enzyme hydrolytic methods for determination of cassava starch. **Journal Science Food Agriculture**, London, v.41, n.4, p.373-379, 1987.