



Morfologia dos grãos de amido de cultivares de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) em Caxiuanã, Pará, Brasil

Thália do Socorro Serra Gama¹, Flávia Cristina Araújo Lucas², Gerciene de Jesus Miranda Lobato³

Submetido 20/08/2015 – Aceito 22/10/2015 – Publicado on-line 28/12/2015

Resumo

A Mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) é uma espécie de importância socioeconômica amplamente cultivada no Brasil, principalmente pelas comunidades tradicionais da Amazônia, que abrigam em seus roçados cultivares ainda pouco explorados. O estudo objetivou caracterizar e descrever a morfologia dos grãos de amido de raízes de cinco cultivares de mandioca, sendo as mesmas Açaí-Açú, Jabuti, Jaçanã, Tartaruga e Domingo-Tauá, todos procedentes de Caxiuanã, Pará, Brasil, a fim de verificar suas similaridades e contribuir para a correta identificação botânica. Os grãos de amido foram medidos, descritos e ilustrados em microscopia de luz e eletrônica de varredura. Foi realizada análise de variância e comparação de médias, para avaliar o grau de similaridade entre as cultivares, com base nas medições dos grãos de amido. Para tanto, utilizou-se o programa NTIA versão 4.2.1, desenvolvido pela Embrapa – Campinas, com aplicação do teste de Tuckey a 5% de probabilidade. Constatou-se que os grãos de amido são de superfície lisa, não compostos e apresentam as formas mitra, cúpula e arredondada. Açaí-Açú, Jabuti, Jaçanã e Tartaruga são semelhantes, diferindo de Domingo-Tauá, o qual possui as menores médias do diâmetro, com o valor de 12,1 μm e desvio padrão 0,91. Apesar da morfologia do amido mostrar-se bastante semelhante entre as cultivares estudadas, o tratamento estatístico aplicado evidenciou diferenças significativas em relação ao tamanho e diâmetros dos grãos, os quais tiveram a média dos diâmetros entre 12 e 20 μm , possibilitando a separação das mesmas.

Palavras-Chave: Comunidades amazônicas, raiz comestível, tecnologia de alimentos.

Morphology of the starch grains of cassava cultivars (*Manihot esculenta* Crantz) in Caxiuanã, Pará, Brazil.

Cassava (*Manihot esculenta* Crantz) is a kind of socio-economic importance widely cultivated in Brazil, mainly by traditional communities in the Amazon, which house in their cultivars clearings still little explored. The study aimed to characterize and describe the morphology of the starch grains roots five cassava cultivars, which are Açaí-Açú, Jabuti, Jaçanã, Tartaruga and Domingo-Tauá, all from Caxiuanã, Pará, Brazil, in order to check for similarity between them and contribute to the correct botanical identification. Starch grains were measured, described and illustrated in light microscopy and scanning electron. Analysis of variance and mean comparison was performed to evaluate the degree of similarity between cultivars based on measurements of the starch granules. For this, we used the NTIA program version 4.2.1, developed by Embrapa - Campinas, applying the Tukey test at 5% probability. It was found that the starch grains are smooth, not compound miter and present forms, and rounded dome. Açaí-Açú, Jabuti, Jaçanã and Tartaruga are similar, differing from Domingo-Tauá, which shows the lowest average diameter, to the value of 12.1 μm and standard deviation 0.91. Despite the starch morphology prove quite similar among the studied cultivars, the statistical treatment applied showed significant differences in their size and grain diameters, which had average diameters between 12 and 20 micrometers, allowing the separation thereof.

Key-words: Amazonian communities, root edible, food technology.

¹ Doutoranda em Ciências Biológicas (Botânica) na Universidade de São Paulo, Instituto de Biociências, Departamento de Botânica. Rua do Matão, Butantã, CEP: 05508090, São Paulo/SP. thaliagama@gmail.com

² Doutora em Ciências Biológicas. Docente do curso de Pós Graduação em Ciências Ambientais. Tv. Enéas Pinheiro, 2626, Marco, CEP: 66095-100, Belém/PA. copaldoc@yahoo.com.br

³ Mestre em Ciências Ambientais. Tv. Enéas Pinheiro, 2626, Marco, CEP: 66095-100, Belém/PA. gercienelobato@hotmail.com

1. Introdução

A mandioca, *Manihot esculenta* Crantz (Euphorbiaceae), é uma espécie amplamente cultivada na América Tropical e África. É originária do continente americano, provavelmente do Brasil Central, apresenta grande diversidade genética, principalmente na América Latina e no Caribe (GUSMÃO & MENDES NETO, 2008).

A mandioca é a única espécie do gênero *Manihot* Mill. cultivada comercialmente para a produção de raízes comestíveis (EMBRAPA, 2006). Sua importância econômica deriva do interesse nas raízes, ricas em amido, utilizadas na alimentação humana e animal, e de seu uso na fabricação de produtos alimentícios (EMBRAPA, 2003). Neste contexto socioeconômico, o Brasil é responsável por 15% da produção mundial de mandioca e o estado do Pará, o mantenedor da posição de maior produtor nacional (EMBRAPA, 2010).

Considerada a base de alimentação de milhões de pessoas, a mandioca pode ser consumida tanto *in natura*, em receitas culinárias tradicionais (beiju, tapioca, tucupi, dentre outras) quanto em produtos industrializados, sendo amplamente comercializada em feiras, supermercados e no comércio informal, sob a forma de farinha, fécula, polvilho, tapioca, amidos naturais ou modificados, e, também como, *french fries* e *chippis* (SOUZA & FIALHO, 2003).

Em Caxiuanã, município de Melgaço, Pará, Brasil, a cultura da mandioca representa uma das principais fontes de subsistência das comunidades que vivem nessa região. Suas raízes tuberosas contêm reservas de substâncias nutritivas que são fundamentais na dieta da população amazônica (AGUIAR & FRAXE, 2011). Trata-se de um cultivo familiar típico desse ambiente social, herdado de gerações pretéritas, e de suma importância do ponto de vista econômico, étnico e cultural.

Nas comunidades tradicionais amazônicas constantemente são criadas numerosas cultivares que recebem diversas denominações vulgares, das mais variadas regiões. Almeida et al. (1993) discutiram que esse aspecto, aliado às modificações morfológicas ocasionadas pelas condições ambientais, fazem com que um mesmo cultivar receba diferentes identificações, de acordo com o polimorfismo apresentado. Este fator, além de gerar conflitos na

caracterização taxonômica das etnovarietades, acarreta prejuízos aos programas de melhoramento genético direcionados a cultura da mandioca (ALBURQUERQUE et al., 2009; TEIXEIRA et al., 2014).

A busca por novas espécies ricas em reservas amiláceas tem intensificado o desenvolvimento de tecnologias avançadas a partir do amido. No entanto, os dados disponíveis na literatura mostram que a maioria das plantas domesticadas pelas populações indígenas da Amazônia, apesar da elevada riqueza biológica, ainda não foram suficientemente avaliadas quanto a composição, nutrição ou o potencial tecnológico.

A mandioca e seus subprodutos possuem como característica comum altos teores de carboidratos não-estruturais com a predominância do amido (RAMALHO et al., 2006). Esse composto, quando observado em microscopia de luz ou eletrônica de varredura exibe ampla diversidade de formas e tipos estruturais. Evert (2013) e Galliard (1987) ressaltaram que a estrutura dos grãos de amido é extremamente variável entre diferentes espécies, principalmente com relação ao padrão morfológico e de disposição, que interferem na forma e tamanho dos grãos. Evert (2013) também afirmou que tais características são utilizadas para elucidar dúvidas quanto à identificação de espécies, já que para a referida autora os plastídios podem servir como ferramentas diagnósticas, auxiliando a taxonomia.

Os diferentes tamanhos para o amido, de acordo com Fiorda et al. (2013), resultam do processo de tuberização da raiz da mandioca, a partir de um câmbio central. Na formação da raiz, ocorre redução do crescimento em extensão e acúmulo de substâncias de reserva, promovendo modificações bioquímicas, como a biossíntese do amido, ou seja, parte do amido é convertido em frutose e glicose e outra parte é acumulada, permanecendo grânulos de amido de diferentes formatos (ARALDI et al., 2011).

A morfologia dos grãos de amido é estudada também para fins de comparação entre espécies atuais e materiais arqueológicos, verificando possíveis alterações ao longo do tempo (FREITAS, 2002). Outros trabalhos como os de Archangelo et al. (2007), Leonel (2007) e Vieira et al. (2009) investigaram a morfologia do amido de diversas famílias botânicas, incluindo as

Euphorbiaceae, com destaque para *Manihot esculenta* Crantz.

Avaliando a importância da espécie para a região amazônica e toda problemática envolvida, essa pesquisa teve como finalidade caracterizar e descrever a morfologia dos grãos de amido de raízes de cinco cultivares de mandioca, procedentes de Caxiuanã, Pará, Brasil, a fim de verificar se há similaridade entre os mesmos e contribuir para a correta identificação botânica.

2. Material e Método

Foram coletadas raízes de cinco cultivares de *Manihot esculenta* Crantz provenientes da Floresta Nacional de Caxiuanã, localizada na região de Melgaço, Pará, Brasil (1° 42' 30" S; 51° 31' 45" W). Todos os cultivares investigados foram coletados em 2009 e são oriundos de um mesmo roçado, de quatro anos de idade, denominados pelos agricultores como Tartaruga, Jabuti, Açaí Açu, Jaçanã e Domingo Tauá.

Para o estudo morfológico, raízes de mandioca foram raspadas e depositadas em lâminas com glicerina aquosa na proporção 1:1 (v/v) (JOHANSEN, 1940), sendo preparadas cinco lâminas para cada cultivar. Foram mensurados os diâmetros maiores de 100 grãos de amido para cada cultivar, totalizando 500 grãos.

O material foi fotomicrografado em microscópio ZEISS Axiolab, adaptado a câmera digital. Para as análises em microscopia eletrônica de varredura, amostras maceradas de raízes foram levadas à secagem, montadas em lâminas sobre os "stubs", metalizadas com uma camada de 2,5 nm de espessura de ouro e, posteriormente, examinadas no microscópio eletrônico de varredura LEO 1450VP. Na Figura 1, encontram-se as descrições das formas dos grãos de amido de acordo com Carvalho & Jochimek (1975).

Foi realizada análise de variância e comparação de médias, a fim de avaliar o grau de similaridade entre os cultivares, com base nas medições dos 100 grãos de amido de cada cultivar. Para tanto, foi utilizado o programa NTIA versão 4.2.1, desenvolvido pela Embrapa – Campinas, com aplicação do teste de Tuckey a 5% de probabilidade.

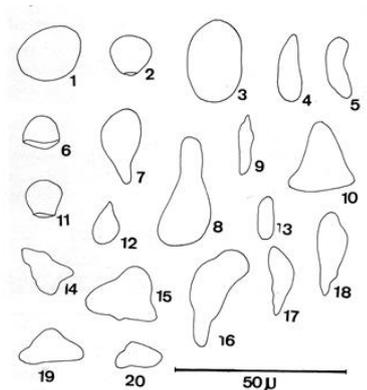


Figura 1 - Representação das diversas formas de grãos de amido: (1 e 2): arredondada; (3): oval; (4 e 5): alongada; (6): cúpula; (7): clava; (8): com projeção apendicular; (10): sino; (11): mitra; (12): gota; (13): bastonete; (14 e 15): irregular curta; (16): irregular longa; (17 e 18): tacape; (19 e 20): com projeção lateral. Fonte: Carvalho & Jochimek (1975).

3. Resultados e Discussão

Os grãos de amido de *Manihot esculenta* são na maioria de formato arredondado, podendo também apresentar as formas de mitra e cúpula (Figura 1). São de superfície lisa, agrupados, não compostos, com o hilo aparente (Figuras 2 e 3). As cicatrizes do hilo foram visualizadas em todos os cultivares, com maior destaque em Domingo-Tauá e Jaçanã.

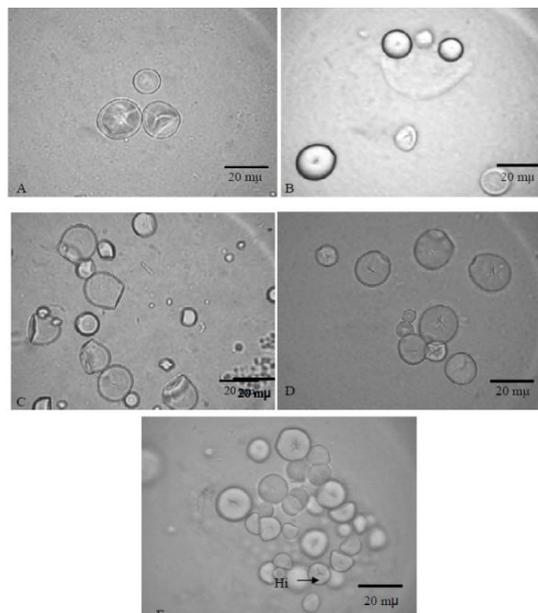


Figura 2 - *Manihot esculenta* Crantz. Imagens em microscopia de luz dos grãos de amido. Detalhes da morfologia dos grãos: A) Cultivar Tartaruga. B) Cultivar Jabuti. C) Cultivar Açaí-Açu D) Cultivar Jaçanã E) Cultivar Domingo-Tauá e os hilos aparentes. Hi – Hilo.

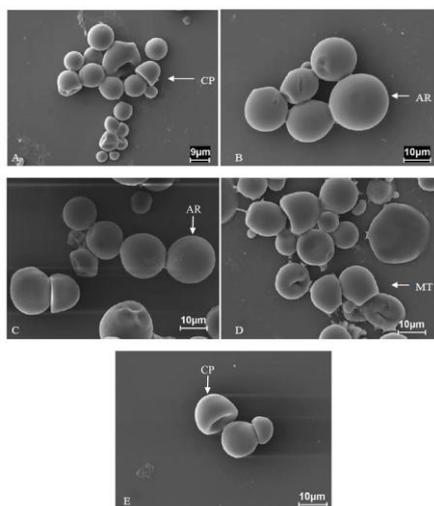


Figura 3 - *Manihot esculenta* Crantz. Eletromicrografias dos grãos de amido. Detalhes da morfologia e superfície dos grãos: A) Cultivar Tartaruga. B) Cultivar Jabuti. C) Cultivar Açai-Açu D) Cultivar Jaçanã E) Cultivar Domingo-Tauá. AR – Grão arredondado; CP – Grão cupuliforme; MT – Grão mitriforme.

A forma arredondada é a que mais se destaca nos cinco cultivares, contudo há uma representatividade específica das formas mitra e cúpula, conforme o tipo de cultivar. Em Jabuti e Jaçanã o aspecto mitriforme é o segundo mais presente e em Domingo-Tauá e Açai-Açu, o segundo mais aparente foi o cupuliforme. Em Tartaruga, as três formas estão bem caracterizadas. Nos estudos de Sandoval & Fernández (2013) a forma característica também foi arredondada. Este aspecto serve para identificar espécies quando, somente pela morfologia externa, não é possível identificá-la claramente, e também para comparar espécies atuais com materiais arqueológicos, buscando verificar se houve uma evolução da estrutura do amido (FREITAS, 2004).

Com relação ao tamanho dos grãos de amido, a cultivar Domingo-Tauá possui as menores médias do diâmetro, com o valor de 12,1 µm e desvio padrão 0,91. Açai-Açu, com 15,9 µm e desvio padrão igual a 1,99 e Jabuti, com 16,4 µm e 1,19, estes dois últimos cultivares mostraram-se mais próximos entre si. E também exibiram afinidades com Jaçanã com 19,3 µm e 0,71 e Tartaruga com média 15,6 µm e desvio padrão 3,20 (Figura 4). Sandoval & Fernández (2013) identificaram grãos com tamanhos entre 7,5 a 15,5 µm. O tamanho é uma das variáveis que pode ter

influência na compatibilidade entre genótipos (VIEIRA et al., 2009). Ademais, segundo Leonel (2007) o tamanho e a forma de grânulos de amido são fatores importantes na determinação de seus usos potenciais, como a produção de filmes plásticos biodegradáveis e de papéis para fax.

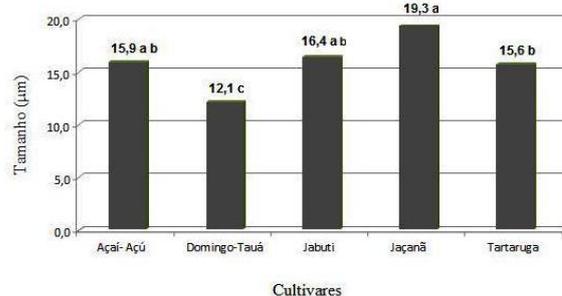


Figura 4 - Médias do tamanho dos grãos de amido seguidas por letras distintas nas barras apresentam diferença estatisticamente significativa entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

O valor mínimo do diâmetro do grão de amido foi identificado em Açai-Açu, entretanto as menores médias foram evidenciadas em Domingo-Tauá, por esse cultivar apresentar a maioria dos grãos com as medidas menores. Na Tabela 1 encontram-se os valores correspondentes a essa variação.

Tabela 1 - Variação da medida do diâmetro dos grãos de amido de cada cultivar.

Cultivar	Diâmetros (µm)
Açai-Açu	2,5 ± 22,5
Jaçanã	10,0 ± 25,0
Jabuti	10,0 ± 22,5
Tartaruga	7,0 ± 22,5
Domingo-Tauá	6,0 ± 22,0

Vieira et al. (2010) mostraram que o diâmetro dos grânulos de amido da fécula de mandioca variou de 4 a 15 µm, com média de 10 µm. Leonel (2007) evidenciou distribuição normal com predomínio de grânulos com diâmetro maior entre 15 e 20 µm. Essa variação ocorre, provavelmente, devido às técnicas e modo de seleção dos grãos e pela influência das condições edafoclimáticas do local onde foram cultivadas.

4. Conclusão

As cultivares Açai-Açu, Jabuti, Jaçanã e Tartaruga são semelhantes, diferindo apenas de Domingo-Tauá, que se encontra estatisticamente



isolado dos demais cultivares, como um grupo separado.

Os resultados similares obtidos na morfologia do amido sugerem avaliações das condições ambientais e de trato-culturais nos roçados de Caxiuanã. Nesses locais, a seleção e melhoramentos das cultivares são realizados por critérios próprios de cada agricultor, e tais fatores são capazes de gerar variações diversas no corpo do vegetal. Assim, os aspectos da morfologia externa da planta, que em grande parte, exibiram-se tão distintos de um cultivar para o outro, como tamanho e coloração das raízes, número de lobos da folha e a coloração do caule, não indicaram na morfologia interna, diferenças tão marcantes.

As variações nos valores dos diâmetros dos grãos possibilitaram a separação das cultivares. Tais informações que incorporam a forma e o tamanho dos grãos de amido contribuem para os usos potenciais que são específicos de cada cultivar. Entretanto, as semelhanças encontradas Açaí-Açú, Jabuti, Jaçanã e Tartaruga suscitam por novas pesquisas que agreguem outros descritores, como os compostos bioquímicos, caracteres agrônomicos e genéticos, fundamentais não somente na distinção, mas também no conhecimento das que estão mais próximas.

Divulgação

Este artigo é inédito e não está sendo considerado para qualquer outra publicação. O(s) autor(es) e revisores não relataram qualquer conflito de interesse durante a sua avaliação. Logo, a revista *Scientia Amazonia* detém os direitos autorais, tem a aprovação e a permissão dos autores para divulgação, deste artigo, por meio eletrônico.

Referências

AGUIAR, J.; FRAXE, T.J.P. Aspectos etnoecológicos relacionados às roças de mandioca no Amazonas. **Cadernos de Agroecologia**, v.6, n.2, p.1-5, 2011.

ALBUQUERQUE, J.A.A.; SEDIYAMA, T.; SILVA, A.A.; SEDIYAMA, C.S.; ALVES, J.M.A.; NETO, F.A. Caracterização morfológica e agrônômica de clones de mandioca cultivados no Estado de Roraima. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v.4, n.4, p.388-394, 2009.

ALMEIDA, F.C.G.; ALMEIDA, F.A.G.; CARVALHO, P.R. Descritores práticos para a caracterização botânica de algumas cultivares de mandioca no

estado do Ceará. **Ciência Agrônômica**, v.24, p.18-21, 1993.

ARALDI, R.; TANAKA, A.; SILVA, I.; JÚNIOR, J.; ONO, E.; RODRIGUES, J. Controle da tuberização: fatores do meio e os hormônios vegetais. **Revista Científica Eletrônica de Agronomia**, v.20, n.1, p.1-9, 2011.

ARCHANGELO, E.R.; COIMBRA, R.R.; JUCÁ, J.V.; KOSY, L. N.; FERNANDES, C.S.; ALMEIDA, I. W., SILVA FILHO, V.R. Caracterização morfológica de acessos de mandioca nas condições edafoclimáticas de Palmas-TO. **Revista Raízes e Amidos Tropicais**, v.3, n.1, p.1-4, 2007.

CARVALHO, L.D.F.; JOCHIMEK, M.R. Considerações sobre a variação morfológica do amido encontrado em bulbos de *Hypoxis Decumbens* L. (Hypoxidaceae). In: XXVI CONGRESSO NACIONAL DE BOTÂNICA, 1975. Rio de Janeiro. **Trabalhos do XXVI Congresso Nacional de Botânica**. 1977. p. 101 – 111.

EMBRAPA. **Aspectos socioeconômicos e agrônomicos da mandioca**/editor, Luciano da Silva Souza...[et al.]; autores, Alba Rejane Nunes Farias...[et al.]. – Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical, 2006. 817p.

EMBRAPA. **Iniciando um pequeno grande negócio agroindustrial**: processamento da mandioca/ Embrapa Mandioca e Fruticultura, Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas. – Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2003. 115p.

EMBRAPA. **Produção brasileira de mandioca em 2010**. Rio de Janeiro: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2010. 89p.

EVERT, R.F. **Esau's Plant Anatomy: Meristems, Cells, and Tissues of the Plant Body: Their Structure, Function, and Development**. 3 ed. New Jersey: John Wiley & Sons 2013, p. 624.

FIORDA, F.A.; SOARES JÚNIOR, M.S.; SILVA, F.A.; SOUTO, L.R.F.; GROSSMANN, M.V.E. Farinha de bagaço de mandioca: aproveitamento de subproduto e comparação com fécula de mandioca. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v.43, n.4, p.408-416, 2013.

FREITAS, F. de O. Uso de grãos de amido na identificação e análise de materiais arqueológicos vegetais. Brasília: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia. **Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento**, n.23, 2002. 26 p.



FREITAS, F. de O. Uso de material arqueológico no estudo de evolução de plantas – estudo de caso: milho - *Zea mays* L. e mandioca - *Manihot esculenta* CRANTZ. **Revista de Arqueologia**, v.17, p.33-40, 2004.

GALLIARD, T. Starch availability and utilization. In GALLIARD, T. **Starch: properties and potential**. Brisbane: John Wiley and Son 1987. 1-15 p.

GUSMÃO, L.L.; MENDES NETO, J.A. Caracterização Morfológica e Agronômica de acessos de Mandioca nas Condições Edafoclimáticas de São Luís, MA. **Revista da FZVA**, v.15, n.2, p.28-34. 2008.

JOHANSEN, D. A. **Plant microtechnique**. New York: McGraw-Hill Book, 1940. 523 p.

LEONEL, M. Análise da forma e tamanho de grânulos de amidos de diferentes fontes botânicas. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.27, n.3, p. 579-588, 2007.

RAMALHO, R.P.; FERREIRA, M.A.; VÉRAS, A.S.C.; LIMA, L.E.; ROCHA, V.R.R.A. Substituição do milho pela raspa de mandioca em dietas para vacas primíparas em lactação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.3, p.1221-1227, 2006.

SANDOVAL, A.A.; FERNÁNDEZ, Q.A. Physicochemical Characterization of two Cassava (*Manihot Esculenta* Crantz) Starches and Flours. **Scientia Agroalimentaria**, v.1, p.19-25, 2013.

SOUZA, L. da S.; FIALHO, J. de F. **Cultivo da mandioca para a região do Cerrado: irrigação**. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2003. 61p.

TEIXEIRA, P.R.G.; VIANA, A.E.S.; CARDOSO, A.D.; LOPES, S.C.; GUIMARÃES, D.G.; ANDRADE, A.C.B. Características Morfológicas de Quatro Variedades de Mandioca de Mesa Cultivadas em Vitória da Conquista-BA. **Revista Raízes e Amidos Tropicais**, v.10, p.1-8, 2014.

VIEIRA, J.C.; MONTENEGRO, F.M.; LOPES, A.S.; PENA, R.S. Influência da adição de fécula de mandioca nas características do pão tipo chá. **Boletim do Centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos**, v.28, n.1, p. 37-48, 2010.

VIEIRA, L.J.; SOUZA, F.V.D.; SOARES, T.L.; VIDAL, M.G.; ALVES, A.A.C. Produção e Tamanho de Pólen de Variedades Domésticas e Espécies Silvestres de Mandioca. **Revista Raízes e Amidos Tropicais**, v.5, p. 727-730, 2009.