

## CARACTERÍSTICAS FÍSICOQUÍMICAS E MORFOLÓGICAS DE RIZÓFOROS DE INHAME (*Dioscorea alata*)

## CARACTERÍSTICAS FÍSICOQUÍMICAS Y MORFOLÓGICAS DE RIZÓFOROS DE ÑAME (*Dioscorea alata*)

## PHYSICOCHEMICAL AND MORPHOLOGIC CHARACTERISTICS OF THE RIZÓFOROS OF YAM (*Dioscorea alata*)

CLÁUDIA DENISE DE PAULA<sup>1</sup>, MÔNICA PIROZI<sup>2</sup>, MARIO PUIATTI<sup>3</sup>,  
JOÃO T. BORGES<sup>4</sup>, ALBA M. DURANGO<sup>1</sup>

### RESUMO

*Neste trabalho determinou-se a composição físico-química e características morfológicas dos rizóforos de seis variedades de inhame (*Dioscorea alata*) do Banco de Germoplasma de Hortaliças (BGH) da Universidade Federal de Viçosa (UFV). Foi determinada a composição centesimal mediante análises de umidade, lipídios, proteína, cinzas, fibra bruta e carboidratos. As características morfológicas foram estudadas através do aspecto visual e análises microscópicas. A composição físico-química apresentou diferenças significativas ( $p < 0,05$ ) para todas as características, exceto lipídeos. A variedade Flórida se destacou das demais por apresentar teores mais elevados de cinzas (3,08 g/100 g), proteína (6,35 g/100g), fibra (2,69 g/100*

**Recibido para evaluación:** 16/02/2011. **Aprobado para publicación:** 07/05/2012

- 1 Doutor em Ciência e Tecnologia de Alimentos. Departamento de Engenharia Alimentos, Universidad de Córdoba, Montería, Córdoba-Colombia.
- 2 Doutor em Ciência e Tecnologia de Alimentos. Universidade Federal de Viçosa, Viçosa - MG, Brasil.
- 3 Doutor em Fitotecnia. Departamento de Fitotecnia, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa - MG, Brasil.
- 4 Doutor em Ciência e Tecnologia de Alimentos. Instituto Federal de Ciência y Tecnología do Espírito Santo (IFES), Venda Nova do Imigrante-ES, Brasil.

**Correspondência:** adurango@sinu.unicordoba.edu

g) e menor teor de carboidratos totais. A avaliação do aspecto visual dos rizóforos mostrou que as variedades Flórida, Mimoso e São Tomé foram os que apresentaram formas mais regulares. De acordo com a micrografia eletrônica de varredura, os grânulos de amido apresentaram tamanhos diferenciados, com aparência lisa e formatos essencialmente ovais e achatados. Todas as variedades mostraram grânulos íntegros e não danificados, apresentando semelhança entre a forma dos grânulos de amido, porém com diferentes tamanhos. O conhecimento do valor nutricional dos rizóforos de inhame e suas propriedades morfológicas permitem fortalecer a cadeia produtiva do inhame y seu potencial de aplicação na industrial alimentícia.

## RESUMEN

En este trabajo se determino la composición físico-química y las características morfológicas de los rizóforos de seis variedades de ñame (*Dioscorea alata*) del Banco de Germoplasma de Hortalizas (BGH) de la Universidade Federal de Viçosa (UFV). Fue determinada la composición centesimal mediante análisis de humedad, lípidos, proteína, cenizas, fibra bruta y carbohidratos. Las características morfológicas fueron estudiadas visualmente y por análisis microscópicos. La composición físico-química presento diferencias significativas ( $p < 0,05$ ) para todas las características, excepto para los lípidos. La variedad Flórida se destaco de las demás por presentar valores más elevados de cenizas (3,08 g/100 g), proteínas (6,35 g/100 g), fibra (2,69 g/100g) y menor contenido de carbohidratos totales. La evaluación del aspecto visual de los rizóforos mostró que las variedades Flórida, Mimoso y San Tomé fueron los que presentaron las formas más regulares. De acuerdo con la micrografía electrónica de Barrido, los grânulos de almidón presentaron tamaños diferentes, con apariencia lisa y formatos esencialmente ovales y achatados. Todas las variedades mostraron grânulos de almidón íntegros y libres de fisuras, presentando semejanza entre las formas pero con diferentes tamaños. El conocimiento del valor nutricional de los rizóforos de ñame y sus propiedades morfológicas permiten fortalecer la cadena productiva del ñame y su potencial uso en la industria de alimentos.

## ABSTRACT

In this paper we determine the physico-chemical and morphological characteristics of the rizóforos of six yam varieties (*Dioscorea alata*) from the Vegetable Germplasm Bank (BGH), Universidade Federal de Viçosa (UFV). Proximate composition was determined by analysis of humidity, fat, protein, ash, crude fiber and carbohydrates. The morphological characteristics were studied visually and by microscopic analysis. The physical and chemical composition showed significant differences ( $p < 0.05$ ) for all features, except for lipids. The Florida variety stood out from the others by presenting higher values of ash (3.08 g/100 g), protein (6.35 g/100 g) fiber (2.69 g/100 g) and lower total carbohydrate content. Visual assessment of the rizóforos varieties showed that Florida, San Tome and Mimoso were those with the

### PALABRAS CLAVES:

Ñame, almidón, composición química, rizomas, caracterización microscópica, *Dioscorea alata*

### KEY WORDS:

yam, starch, chemical composition, rhizomes, microscopical characterization, *Dioscorea alata*

### PALAVRAS-CHAVE:

Inhame, amido, composição química, rizomas, caracterização microscópica, *Dioscorea alata*

*most regular forms. According to the scanning electron micrograph, the starch granules had different sizes, smooth appearance, essentially oval and flattened formats. All varieties showed intact and free of cracks starch granules, showing similarity between shapes but different sizes. Knowledge of the nutritional value of yam rizóforos and morphological properties can strengthen yam production chain and its potential use in the food industry.*

## INTRODUÇÃO

O inhame é uma hortaliça pertencente à família Dioscoreaceae, cujo gênero *Dioscorea* possui mais de 600 espécies, de fácil adaptação às diferentes regiões. Dessas, 14 têm seus rizóforos utilizados como alimento [1, 2]. É rico em carboidratos (amido) e minerais (fósforo, cálcio e ferro), além de vários componentes que servem de matéria-prima para fármacos. Quando colhidos, os rizóforos possuem aproximadamente 70 % de umidade, sendo comercializados *in natura*, sob temperatura ambiente [3, 4, 5].

O Brasil produziu em 2008 aproximadamente 250.000 t desta tuberosa, sendo considerado o segundo maior produtor da América do Sul [6], apresentando um consumo per capita em torno de 0,7 kg/ano, considerado abaixo da média mundial, que é de 3 kg/ano [6a]. As espécies de inhame mais cultivadas pertencem a *D. alata*, *D. cayennensis* e *D. rotundata*, cujos rizóforos são direcionados ao consumo *in natura*, principalmente devido à falta de processos de industrialização, presença de alto teor de mucilagem que dificulta a liberação do amido do tecido vegetal e ao pouco conhecimento científico das suas qualidades nutricionais e funcionais [2, 7]. A cultivar Flórida, pertencente à espécie *D. alata* L., é a mais utilizada comercialmente; caracterizando-se pela casca marrom-clara, polpa granulosa e forma alongada (quase cilíndrica) dos rizóforos [8, 9]. Outros cultivares de importância são o Mimoso, que apresenta rizóforos com boa aparência, uniformes, casca lisa, polpa amarelada e de ótima qualidade quando cozidos e a variedade Caramujo, de formato arredondado. As variedades Caramujo, Pezão e Roxo estão entre os cultivares mais produtivos, porém seus rizóforos não são atrativos para comercialização *in natura*, tendo maiores perspectivas de uso para industrialização, como farinhas ou outras

utilizações [10, 1, 3, 11]. Algumas indústrias utilizam inhame como matéria-prima na elaboração de sopas para alimentação infantil devido à alta digestibilidade do seu amido. Porém não existe processamento industrial de inhame para produção de amido [12].

A técnica de Microscopia Eletrônica de Varredura (M.E.V.) tem permitido estudar a forma, o tamanho e a aparência dos grânulos de amido, além de favorecer a uma melhor compreensão das diferenças em relação a propriedades físicas, que são parâmetros úteis no processo tecnológico, também serve para acompanhar o desenvolvimento de plantas amiláceas, análise de produtos, acompanhamento de processos, caracterização de resíduos, dentre outras aplicações. O reconhecimento da origem botânica do amido por meio da microscopia possibilita a descoberta de fraudes ocasionadas pela mistura indevida de produtos amiláceos de diferentes fontes vegetais. O tamanho dos grânulos e sua distribuição estão entre os fatores que mais afetam o comportamento dos amidos [13].

Com o exame microscópico dos grânulos de amido se obtém informações sobre a origem botânica, facilitando desta maneira a sua caracterização, sendo os diâmetros mais comuns variando de 2 a 150  $\mu\text{m}$  [14]. Tamanho e forma dos grânulos variam com a espécie, enquanto que a distribuição de tamanho varia com o estágio de desenvolvimento da planta e a forma de tuberação [15].

Os amidos apresentam grânulos de forma e tamanho específicos, além de outras particularidades superficiais, como por exemplo, posição do hilo e temperatura de gelatinização [16]. Microscopicamente, grânulos de amido de fontes como trigo, cevada, milho e aveia podem apresentar diâmetro variando de 1 a 35  $\mu\text{m}$ , ou mesmo acima de 100  $\mu\text{m}$ , como é o caso de batata [17]. A forma desses grânulos também varia de acordo com a fonte botânica, podendo ser regular (esférico, oval ou angular) ou completamente irregular.

Em função da diversidade dos materiais genéticos disponíveis, há necessidade de pesquisas que permitam verificar diferenças entre os mesmos, inclusive relacionado à sua composição química. O objetivo deste trabalho foi determinar a composição físico-química e características morfológicas (macro e microscópica) de seis variedades de inhame (*D. alata*) do Banco de Germoplasma de Hortaliças da Universidade Federal de Viçosa.

## MÉTODO

**Matéria-prima.** Foram utilizadas amostras de 2 kg de rizóforos de seis variedades de inhame da espécie *D. alata* pertencentes ao Banco de Germoplasma de Hortaliças (BGH) da Universidade Federal de Viçosa. As variedades foram: 'Caramujo', 'Flórida', 'Mimoso', 'Pezão', 'Roxo' e 'São Tomé'. Os rizóforos foram obtidos de cultivo realizado na Horta do Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal de Viçosa, Viçosa-MG.

**Adequação e acondicionamento da matéria-prima.** Após a recepção, os rizóforos foram submetidos à inspeção visual e avaliados quanto ao aspecto de sanidade, integridade física, forma e tamanho, com vistas à adequação ao processamento industrial. Foram lavados em água corrente, imersos em solução de hipoclorito de sódio 0,5 % por 15 minutos, enxaguados com água destilada e secos ao ar por 6 horas. Em seguida, os rizóforos foram colocados em caixas plásticas e armazenados sob temperatura de refrigeração ( $\pm 4$  °C) com umidade relativa (UR) de 85 % para as análises posteriores.

**Caracterização físico-química da matéria-prima.** A composição centesimal foi realizada segundo a metodologia da AOAC, sendo umidade pelo Método 925-10; lipídios pelo Método 920-85; proteína pelo Método 960-52; cinzas pelo Método 923-03 [18]; fibra bruta pelo Método 991-43 [19] e carboidratos determinado por diferença [100 - (lipídios + proteína bruta + cinzas + fibra bruta)]. Todas as determinações foram realizadas em triplicatas, sendo reportados seus valores médios e desvios padrões.

**Morfologia microscópica .** A observação do formato dos grânulos de amido foi feita a partir da farinha da polpa dos rizomas de inhame, em microscópio eletrônico de varredura, Marca LEO, Modelo 1430VP. A amostra em pó foi colocada sobre uma superfície de alumínio e coberta com ouro. Um potencial de aceleração de 15 kV foi utilizado. O tamanho dos grânulos foi determinado pela escala de medida da fotografia eletrônica.

## Desenho experimental e análise estatística.

O desenho experimental utilizado foi inteiramente casualizado, com seis tratamentos (variedades) e três repetições. Cada unidade experimental esteve conformada por 2 Kg de cada variedade de inhame. Os resultados obtidos para a composição físico-química foram submetidos à análise de variância, teste F e as médias comparadas pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ). Para análise dos dados utilizou-se o programa Statistical Analysis System, versão 9.1, licenciado para a Universidade Federal de Viçosa, Minas Gerais, 2009.

## RESULTADOS

### Composição físico-química das variedades de inhame

O resultado da composição físico-química das variedades de inhame estudadas encontra-se na tabela 1. Exceto para lipídeos, foi observada diferença significativa ( $p < 0,05$ ) para quase todas as frações analisadas entre todas as matérias-primas analisadas.

Dentre os valores de umidade, nota-se um maior valor para Flórida. Do ponto de vista industrial e de conservação pós-colheita, há interesse em variedades com alta concentração de matéria-seca, o que está relacionado positivamente com maior rendimento e conservação. Altos teores de umidade favorecem os danos mecânicos nas etapas de produção, manipulação e armazenamento; além de rápida deterioração, exigindo, portanto, um rápido beneficiamento pós-colheita e, ou armazenamento adequado (refrigeração). Conforme afirmam Heredia Zárate *et al.* [3] deve ser dada atenção especial ao período de armazenamento, de maneira a prevenir perdas de qualidade causada por brotamento dos rizomas.

Quanto aos teores de proteína, novamente a variedade Flórida se destacou, seguido da variedade Caramujo. Todas as variedades apresentaram baixíssimo conteúdo de lipídios (entre 0,25 e 0,45 %), não sendo constatada diferença entre as mesmas, evidenciando contribuição insignificante na composição química dos rizomas.

**Tabela 1.** Composição físico-química de seis variedades de inhame (*D. alata*)

Variedade de inhame	Componentes (% em base seca)					
	Umidade	Cinzas	Proteína	Lipídeos	Fibra bruta	Carboidratos
Caramujo	72,1 ± 1,23b	2,76 ± 0,04ab	5,55 ± 0,09b	0,27 ± 0,02a	1,43 ± 0,09c	90,0 ± 0,20bc
Flórida	76,8 ± 0,04a	3,08 ± 0,05a	6,35 ± 0,04a	0,30 ± 0,07a	2,69 ± 0,03a	87,6 ± 0,11d
Mimoso	68,3 ± 0,51c	2,29 ± 0,08c	4,81 ± 0,09c	0,25 ± 0,07a	1,96 ± 0,06b	90,7 ± 0,10 <sup>a</sup>
Pezão	68,9 ± 0,85c	2,61 ± 0,05bc	4,31 ± 0,17d	0,29 ± 0,04a	2,59 ± 0,13a	90,2 ± 0,20a
Roxo	71,8 ± 0,04b	2,53 ± 0,29bc	5,06 ± 0,05c	0,33 ± 0,19a	2,73 ± 0,05a	89,3 ± 0,44c
São Tomé	70,9 ± 1,41bc	2,51 ± 0,13bc	4,13 ± 0,25d	0,45 ± 0,02a	1,63 ± 0,05c	91,3 ± 0,31ab

<sup>1</sup> Médias seguidas pela mesma letra, nas colunas, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Na composição físico-química dos rizomas, o teor de carboidratos como componente majoritário variou de 87,6 a 91,3 %, sendo a variedade Flórida, aquela que apresentou menor valor, em comparação às demais variedades. Portanto, a variedade Flórida, uma das variedades mais cultivadas no estado de São Paulo, se destacou com maiores valores quanto às demais características e foi a pior em termos de carboidratos. Com base na proporção de carboidratos, são consideradas boas fontes de energia. Os resultados (Tabela 1) indicaram que a variedade Flórida apresentou maior valor nutritivo, podendo ser utilizado na alimentação humana e animal.

De um modo geral, a composição físico-química de todas as variedades de inhame estudadas, encontra-se próxima ao verificado por Rincón *et al.* [20] que estudaram a composição química em base seca (g%) de rizóforos da família Dioscoraceae, reportando variações de 70,2 a 77,0 para umidade; 0,26 a 0,47 para lipídeos; 4,55 a 7,40 para proteína; 1,95 a 2,21 para fibra bruta; 2,54 a 4,14 para cinzas e 86,9 a 90,2 para carboidratos. Resultados semelhantes foram também obtidos por Alvis *et al.* [21] ao estudarem a composição química de quatro variedades de inhames (*D. alata*), Equatoriano, Bolañero, Pico de Botella e Diamante 22.

Leonel e Cereda [4] caracterizaram algumas tuberosas amiláceas, inclusive inhame (*Dioscorea* sp.), e reportaram 75,3 % de umidade. Em base úmida, os resultados de fibras, proteína, cinzas e lipídeos foram, respectivamente, 0,77 %, 0,13 %, 1,12 % e 0,12 %.

Cereda *et al.* [14] consideram que a maioria dos tubérculos e rizomas, como o inhame, geralmente apresentam reduzidos teores de proteínas, lipídeos,

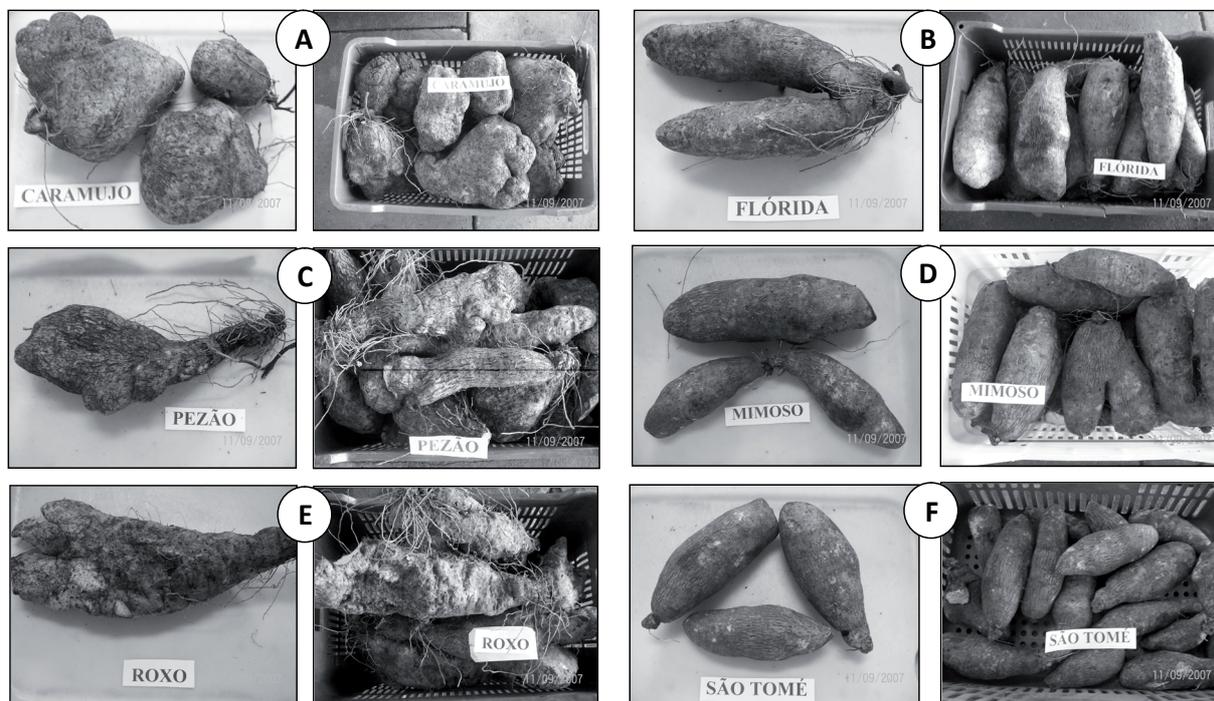
cinzas e fibras, sendo considerado alimento energético devido ao teor de carboidratos totais, predominantemente presente na forma de amido.

As condições climáticas durante o desenvolvimento da cultura e período de colheita podem influenciar a qualidade das tuberosas e do amido. Em mandioca, a influência desses fatores decorre dos processos fisiológicos de crescimento, acúmulo e mobilização de substâncias nas raízes da planta, que irão interferir na composição das diversas variedades [22]. Como se pode observar pelos resultados encontrados no presente estudo existe variação entre as variedades. Sendo estas, cultivadas em mesmo local e época e recebendo os mesmos tratamentos culturais, as diferenças quanto à composição físico-química, podem ser explicadas pelo material genético, e sua interação com o ambiente.

## Propriedades morfológicas

### Características externas dos rizomas

Nenhuma das variedades estudadas apresentou injúrias físicas ou deteriorativas que impedissem sua utilização para fins de processamento. As variedades de *D. alata* podem ser observadas na figura 1. As variedades Flórida, Mimoso e São Tomé foram aquelas que apresentaram forma e tamanho mais regulares, sendo o oposto observado para as variedades Caramujo, Pezão e Roxo, dificultando assim o processamento industrial destes tubérculos. A desuniformidade das raízes inviabiliza o uso de descascadores industriais desta matéria prima, geralmente realizado por abrasão. Desta forma, sugere-se que esta etapa seja realizada manualmente ou quimicamente, empregando-se solução de hidróxido de sódio (lixívia) a quente.

**Figura 1.** Rizóforos de las seis variedades de inhame *D. alata*: Caramujo (A), Flórida (B), Pezão (C), Mimoso (D), Roxo (E) e São Tomé (F)

### Morfología microscópica

A análise de imagem em microscópio eletrônico de varredura mostrou grânulos de amido de tamanhos diferenciados, estrutura lisa, sem fissuras, de formatos ovais, circulares e achatados, com alguns grânulos alongados, além da presença de outros componentes, como fibra e matriz protéica (Figura 2). Tais observações são semelhantes às reportadas por outros autores [12, 13, 23, 24], que encontraram para *D. alata* a forma elipsóide e ovóide.

O diâmetro médio dos grânulos de amido variou de 19 (variedade Roxo) a 27  $\mu\text{m}$  (variedade Pezão). Estes valores encontram-se dentro da faixa de 20-140  $\mu\text{m}$  [25], 18-48  $\mu\text{m}$  [12] e 5 a 50  $\mu\text{m}$  [26], reportados em literatura para *D. alata*. Brunnschweiler *et al.* [27] encontraram o tamanho de grânulo para variedade Flórida entre 13 e 52  $\mu\text{m}$ , o qual é concordante com o resultado mostrado na figura 2-B.

O tamanho dos grânulos de amido verificado na variedade Roxo neste estudo foi semelhante àquele obtido por Daiúto e Cereda [28] e Hurtado *et al.* [23]

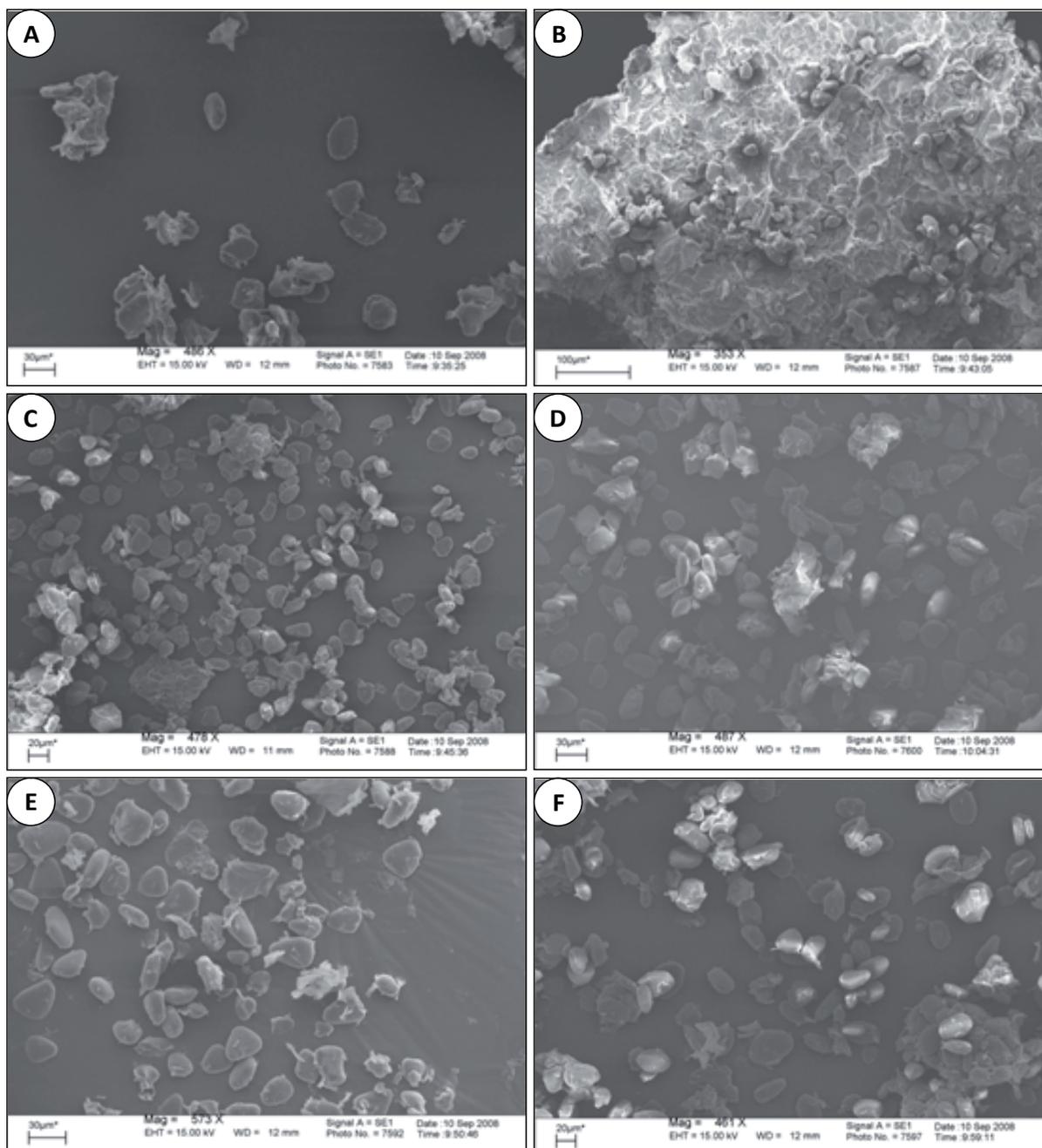
que registraram valores de 13 a 18  $\mu\text{m}$ . Por outro lado, Jayakody *et al.* [29] reportaram tamanhos variando de 30-50  $\mu\text{m}$ ,

superiores ao encontrados neste trabalho para todas as variedades analisadas.

Todavia, conforme afirmam Cereda *et al.* [14], estes valores são aproximados, pela dificuldade de se medir o tamanho de grânulo amiláceo por microscopia, devido sua irregularidade e diversidade de formas. Portanto, observou-se que os amidos de inhame das diferentes espécies de *Dioscorea* diferem na forma e tamanho como observado no presente estudo.

As propriedades funcionais do amido, responsáveis por características específicas de alguns alimentos podem ser, em parte, explicadas, pelas variações no tamanho de seus grânulos e sua distribuição no mesmo [30]. O tamanho do grânulo afeta a composição do amido, as propriedades de pasta e gelatinização, características de panificação, cristalinidade e poder de inchamento. No entanto, alguns resultados são ainda conflitantes e necessitam mais estudos [31].

**Figura 2.** Fotomicrografias de farinha de inhame (*D. alata*). A: 'Caramujo' (24 $\mu$ m); B: 'Flórida' (26 $\mu$ m); C: 'Mimoso' (24  $\mu$ m); D: 'Pezão' (27  $\mu$ m), E: 'Roxo' (19  $\mu$ m) e F: 'São Tomé' (23  $\mu$ m). Entre parênteses os tamanhos médios encontrados para cada variedade.



As propriedades físicas e químicas do amido variam de acordo com a fonte botânica, fatores ecológicos e agrônômicos, o que determina diretamente em sua finalidade de utilização [32]. Sua funcionalidade influencia propriedades como textura, volume, consistência, umidade e vida de prateleira de diversos alimentos [33].

Por outro lado, deve-se considerar que uma maior homogeneidade de tamanho dos grânulos amiláceos depende das condições de processamento/isolamento e das técnicas de determinação de tamanho utilizados. Um bom método de isolamento previne perdas de grânulos pequenos, enquanto uma boa técnica de

determinação de tamanho de partícula permite usar um tamanho de amostra mais representativo e medir todas as partículas da amostra [33].

Comparado às outras fontes, o amido de inhame apresenta similaridade com o amido de leguminosas, como lentilha (10 a 25  $\mu\text{m}$ ) [34] e feijão (11,8 a 26,7  $\mu\text{m}$ ) [35], e com outras tuberosas, como de mandioca-salsa (3-30  $\mu\text{m}$ ) [36]. As variedades Flórida e Pezão mostraram tamanhos similares aos de biri (25 a 50  $\mu\text{m}$ ) [37]. No entanto, o tamanho dos grânulos de amido de *D. esculenta* (3 a 10  $\mu\text{m}$ ) [36] e taioba de 2 a 5  $\mu\text{m}$  [14], são notadamente menores do que os encontrados nesta pesquisa.

A avaliação das características morfológicas (macro e microscópica) e caracterização da composição físico-química dos rizóforos das variedades de inhame (*Dioscorea alata*) são importantes pelo fato de orientar a exploração do cultivo dessas variedades de acordo com a exigência do destinatário ou consumidor, quer seja para consumo in natura ou para processamento industrial.

## CONCLUSÕES

A avaliação das características físicas por meio de inspeção visual mostrou que os rizóforos das variedades Caramujo, Pezão e Roxo apresentaram formas irregulares, dificultando o processamento industrial. Nenhuma das variedades estudadas apresentou injúrias físicas ou deteriorativas que impedissem sua utilização para fins de processamento. Exceto para o teor de lipídeos, as variedades exibiram variações quanto à composição química, indicando a necessidade de estudos visando adequar à exploração das variedades comerciais para aplicações específicas. A variedade Flórida destacou-se das demais apresentando teores mais elevados de umidade, cinzas e proteína, todavia menor teor de carboidratos, aparentando ser a mais indicada para o aproveitamento na alimentação humana e animal. Todas as variedades estudadas apresentaram semelhança quanto à forma dos grânulos de amido, porém com diferentes tamanhos. Os amidos nativos de inhame das variedades estudadas apresentaram diâmetros médios variando de 19 a 27  $\mu\text{m}$ , sendo menor para a variedade Roxo e maior para a Pezão.

## RECOMENDAÇÕES

Estes resultados reforçam a necessidade de estudos para identificação do potencial de aplicação industrial das variedades de inhame disponíveis, conhecimento do valor nutricional e elucidação das propriedades funcionais dos rizóforos bem como a otimização de tecnologias de processamento visando o fortalecimento de toda a cadeia produtiva.

## AGRADECIMENTOS

Aos Departamentos de Tecnologia de Alimentos, de Fitotecnia e ao Núcleo de Microscopia e Micro Análise da Universidade Federal de Viçosa, Viçosa-Minas Gerais, pelo apoio na realização do presente trabalho.

## REFERÊNCIAS

- [1] Heredia Zárate, N., Vieira, M. e Minuzzi, A. Produção de cará (*Dioscorea* sp) em diferentes densidades de plantio. Ciên. Agrotec., 24(2), 2000, p.387-391.
- [2] Bressan, E. Diversidade isoenzimática e morfológica de inhame (*Dioscorea* spp.) coletados em roças de agricultura tradicional do Vale do Ribeira – S.P. [Tese Mestrado em Ecologia de Agroecossistemas]. Piracicaba (Brasil): Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, 2005.
- [3] Heredia Zárate, N., Vieira, M. e Minuzzi, A. Brotação de seis tipos de mudas dos clones de inhame roxo e mimoso. Ciênc. Agrotec., 26(4), 2002, p.699-704.
- [4] Leonel, M. e Cereda, M. Caracterização físico-química de algumas tuberosas amiláceas. Ciência e Tecnologia de Alimentos, 22(1), 2002, p.65-69.
- [5] Huang, C., Chen, W. e Wang, C. 2007. Comparison of Taiwan paddy- and upland-cultivated taro (*Colocasia esculenta* L.) cultivars for nutritive values. Food Chemistry 102(1): 250-256.
- [6] FAO. Food and agriculture organization of the United Nations. [online]. Disponible: <http://faostat.fao.org/faostat>. [citado 27 Junho 2010].
- [6a] FAO. Agriculture data, Food and agriculture organization of the United Nations. [online]. Disponible: <http://apps.fao.org/colletions>. [citado 27 Junho 2010].

- [7] Liporacci, J., Mali, S. e Grossmann, M. Efeito do método de extração na composição química e nas propriedades funcionais do amido de inhame (*Dioscorea alata*). Semina: Ciências Agrárias, 26(3), 2005, p.345-352.
- [8] Monteiro, D. Situação atual e perspectivas do inhame no Estado de São Paulo. In: CARMO, C.A.S. do. Inhame e taro: sistema de produção familiar. Vitória: Incaper, 2002, p.85-92.
- [9] Santos, E. 2002. Manejo da cultura do inhame. In: CARMO, C. A. S. do. Inhame e taro: sistema de produção familiar. Vitória: Incaper, 2002, p.253- 279.
- [10] Durango, A., Soares, N. e Andrade, N. Extração e caracterização do amido de inhame e desenvolvimento de filmes comestíveis antimicrobianos. Temas Agrários, 14(2):, 2009, p.1-18.
- [11] Puiatti, M., Queiroga, R., Aquino, L. e Pereira, F. Composição mineral e protéica e produção de massa em oito acessos de inhame cultivados em Viçosa. Horticultura Brasileira (Suplemento CD-Rom) 22(2), 2004.
- [12] Leonel, M., Oliveira, M. e Duarte Filho, J. Espécies tuberosas tropicais como matérias-primas. Revista Raízes e Amidos Tropicais, 1, 2005, p.49-68.
- [13] Cereda, M. Importância das tuberosas tropicais. Série: Culturas de tuberosas amiláceas latino americanas. São Paulo (Brasil): Fundação Cargill, 2(1), 2003, p.13-25.
- [14] Cereda, M., Franco, C., Daiuto, E., Demiate, I., Carvalho, L., Leonel, M., Vilpoux, O. e Sarmento, S. Caracterização de matérias-primas amiláceas, Série: Agricultura: tuberosas amiláceas latino americanas, São Paulo (Brasil): Fundação Cargill 1(5), 2001, p.88- 100.
- [15] Matsuguma, L. Caracterização do amido de mandioca-salsa (*Arracaia xanthorrhiza*) nativo e modificado por oxidação. [Tese Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos]. Ponta Grossa (Brasil): Universidade Estadual de Ponta Grossa, 2006.
- [16] Franco, C. M. L.; Daiuto, E. R.; Demiate, I. M.; Carvalho, L. J. C. B.; Leonel, M.; Cereda, M. P.; Vilpoux, O. F.; Sarmento, S. B. S. Propriedades Gerais do Amido. In: Série Culturas de Tuberosas Amiláceas Latinoamericanas. São Paulo (Brasil): Fundação Cargill, v. 1, 2001, 224 p
- [17] Moon, M. H. e Giddings, C. J. 1993. Rapid separation and measurement of particle size distribution of starch granules by sedimentation/steric field flow fractionation. Journal of Food Science, 58(5), 1993, p.1166-1171.
- [18] AOAC (Association OF Official Analytical Chemistry). Official methods of analysis of AOAC international. Virginia. 16<sup>th</sup> ed. 1996.
- [19] AOAC (Association OF Official Analytical Chemistry). AOAC. Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemist. Volumes I and II. K. Herlich (ed.). AOAC International. Minneapolis, MN. 1995.
- [20] Rincon, A., Araujo de Vizcarrondo, C., Carrillo de Padilla, F. e Martín, E. Evaluación del posible uso tecnológico de algunos tubérculos de las Dioscoreas: ñame congo (*Dioscorea bulbifera*) e mapuey (*Dioscorea trifida*). Archivos Latinoamericanos de Nutrición, 50(3), 2000, p.286-290.
- [21] Alvis, A., Vélez, C. e Rada-Mendoza, M. Composición de Ñames Frescos Cultivados en Colombia y Sometidos a Freído por Inmersión. Información Tecnológica, 19(1), 2008, p.3-10.
- [22] Feniman, C. M. Caracterização de raízes de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) dos cultivares 576-70 quanto à cocção, composição química e propriedades do amido em duas épocas de colheita [Tese Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos]. Piracicaba (Brasil): Escola Superior de agricultura Luiz de Queiroz, 2004.
- [23] Hurtado, J., Ortiz, R., Rodríguez, G. e Dufour, D. Procesamiento de la arracacha (*Arracacha xanthorrhiza*): Estudio de la factibilidad técnica y económica para la producción de almidón y harina y sus propiedades fisicoquímicas. Seminario Técnico sobre Raíces y Tubérculos autóctonos. Ibagué (Colombia), 1997, p. 27-29.
- [24] Leonel, M. Análise da forma e tamanho de grânulos de amidos de diferentes fontes botânicas. Ciência e Tecnologia de Alimentos, 27(3), 2007, p. 579-588.
- [25] Moorthy, S. Physicochemical and functional properties of tropical tuber starches. Starch/ Stärke, 54, 2002, p. 559-592.
- [26] Shujun, W., Jinglin, Y., Wenyuan, G., Jiping, P. e Jiugao, Y. The effect of acid hydrolysis on morphological and crystalline properties of rhizome *Dioscorea* starch. Food Hydrocolloids, 21(7), 2007, p. 1217-1222.
- [27] Brunnschweiler, J., Luethi, D., Escher, F. e Conde-Petit, B. Isolation and characterization of yam starch (*Dioscorea alata* and *Dioscorea*

- cayenensis-rotundata*) from the Ivory Coast in comparison to other tuber starches. *Starch/Stärke*, 47, 2004, p. 298-306.
- [28] Daiúto, E. e Cereda, M. Extração de amido de inhame (*Dioscorea* sp). In: CEREDA, M. P., VILPOUX, O. F. Série: Culturas de tuberosas amiláceas latino americanas. São Paulo (Brasil): Fundação Cargill, 3(8), 2003, p. 176 -90.
- [29] Jayakody, L., Hoover, R., Liu, Q. e Donner, E. Studies on tuber starches. II. Molecular structure, composition and physicochemical properties of yam (*Dioscorea* sp.) starches grown in Sri Lanka. *Carbohydrate Polymers*, 69(1), 2007, p. 148-163.
- [30] Peterson, D. G. e Fulcher, R. G. Variation in Minnesota HRS wheats: starch granule size distribution. *Food Research International*, 34(4), 2001, p. 357-363.
- [31] Ando, H., Tang, H., Watanabe, K. e Mitsunaga, T. Some physicochemical properties of large, medium and small granule starches in fractions of wheat grain. *Food Science Technology Research*, 8(1), 2002, p. 24-27.
- [32] Adebowale, K. O., Olu-Owolabi, B. I., Olayinka, O. O. e Lawal, O. S. Effect of heat moisture treatment and annealing on physicochemical properties of red sorghum starch. *African Journal of Biotechnology*, 4(9), 2005, p. 928-933.
- [33] Raeker, M.O., Gaines, C.S., Finney, P.L., Donelson, T. Granule size distribution and chemical composition of starches from 12 soft wheat cultivars. *Cereal Chemistry*, 75(5), 1998, p. 721-728.
- [34] Ratnayake, W., Hoover, R., Shahidi, F., Pereira, C. e Jane, J. Composition, molecular structure, and physicochemical properties of starches from four field pea (*Pisum sativum* L) cultivars. *Food Chemistry*, 74(2), 2001, p. 189-202.
- [35] Salgado, S., Guerra, N., Andrade, S. e Livera, A. Caracterização físico-química do grânulo do amido de feijão caupi. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, 25(3), 2005, p. 525-530.
- [36] Vieira, F. Efeito do tratamento com calor e baixa umidade sobre características físicas e funcionais dos amidos de mandioquinha-salsa (*Arracacia xanthorrhiza*), de batata-doce (*Ipomoea batatas*) e de gengibre (*Zingiber officinale*) [Tese Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos]. Piracicaba (Brasil): Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", 2004.
- [37] Leonel, M., Sarmiento, S., Cereda, M. e Guerreiro, L. Extração e caracterização do amido de biri (*Canna edulis*). *Brazilian Journal of Food Technology*, 5, 2001, p. 27-32.