

# REVISTA CERES

Janeiro e Fevereiro de 1995

VOL. XLII

Nº 239

Viçosa - Minas Gerais

UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA

## DETERMINAÇÃO DE FORMA E TAMANHO DA BATATA-BAROA (*Arracachia xanthorriza*)<sup>1</sup>

Satie Kimura<sup>2</sup>  
Ricardo Ayub<sup>3</sup>

### 1. INTRODUÇÃO

Tamanho e forma são propriedades específicas de cada objeto e, portanto, imprescindíveis na sua descrição. Em produtos agrícolas, o conhecimento satisfatório da forma e do tamanho permite o dimensionamento correto de equipamentos de colheita, pré-processamento (pré-limpeza, transportadores, secadores), sistemas de armazenagem e acondicionamento (embalagens). Em comparação com os grãos, poucos são os trabalhos, desta natureza, desenvolvidos para produtos hortifrutícolas. Nestes evidencia-se a grande importância da determinação de área superficial em estudos sobre perda da umidade, da massa específica e do coeficiente de arrasto em sistemas de transporte por via úmida, da forma e das dimensões axiais em padrões de classificação. Em geral, os produtos mais pesquisados são aqueles de maior importância, principalmente nos países mais tecnificados, como maçã, cenoura, beterraba e batata. Por ser uma hortaliça muito peculiar a apenas algumas regiões da América do Sul, a literatura sobre batata-baroa (mandioquinha,

<sup>1</sup> Aceito para publicação em 12.03.1992.

<sup>2</sup> Rua Frei Valério Kirch, 796 - Jardim Nazareth. 15054-070 São José do Rio Preto, SP.

<sup>3</sup> Universidade Estadual de Ponta Grossa, Departamento de Fitotecnia, Cx. Postal 992. 84010-330, Ponta Grossa, PR.

mandioquinha-salsa ou batata-fiúsa) é carente de informações que auxiliam o desenvolvimento de tecnologias de manuseio pós-colheita para o produto. Esta carência é mais sentida no Estado de Minas Gerais, tradicionalmente consumidor da raiz.

No Brasil, a legislação do Ministério da Agricultura pertinente à classificação da batata estipula o comprimento ou o diâmetro como parâmetros básicos. Estes padrões não são totalmente satisfatórios na prática, porque as raízes da batata-baroa são muito susceptíveis à deformação, em função das características físicas do solo. Além disso, nos padrões não se especifica qual o diâmetro deve ser avaliado. Na prática, a classificação baseia-se no número de raízes que podem ser parelhadas na boca da caixa tipo K. Também a inexistência de parâmetros estimativos da área superficial da batata-baroa tem dificultado o dimensionamento correto de técnicas de conservação da raiz durante a comercialização, como o uso de embalagens plásticas, temperatura etc.

De acordo com MOHSENIN (2), a determinação das propriedades físicas, como forma, tamanho, área superficial, volume, massa específica e porosidade, é dificultada pela heterogeneidade entre indivíduos e entre uma mesma espécie, a qual pode levar a erros consideráveis.

Dentre as características físicas, o volume e a área superficial são os mais difíceis de serem determinados, principalmente quando o produto apresenta peculiaridades em sua película externa como reentrâncias, calos, rugosidade, pêlos etc. Para frutas, Baten e Mfarshall, citados por MOHSENIN (2), propuseram a retirada e posterior medição da área relativa à casca do produto, como método para determinação da área superficial. Por ser um processo destrutivo, os valores da área superficial descascada foram comparados com a área calculada de uma elipsóide, área de secções transversas, áreas da secção axial e longitudinal, diâmetro transverso, diâmetro axial ou longitudinal e peso do fruto. De acordo com os autores, a área das secções transversas, o diâmetro transverso e o peso foram os parâmetros que melhor correlacionaram-se com a área superficial do fruto. FRECHETTE e ZAHARADNIK (2), empregando este mesmo método em seus estudos sobre a transferência de calor transiente em maçãs, concluíram que pelas relações lineares simples a área superficial pode ser estimada a partir do peso da fruta. O mesmo método foi empregado por VILLA (3) em seu trabalho sobre a perda de umidade por convecção de produtos hortícolas durante a armazenagem.

WRATTEN e POOLE (4) desenvolveram um método para determinação da área superficial em arroz, no qual o produto é subdividido em cinco partes (três elipses e dois cones).

APELAND e BAUGEROD (1) definiram uma equação que prevê o

percentual de perda de peso em cenouras em função da forma, diâmetro maior, peso e comprimento da raiz. Com base nesta equação, os autores recomendam que mesmo à temperatura de 0°C a cenoura deve ser armazenada sob umidade relativa de 98 a 100%.

Isto posto, o presente trabalho teve como objetivo a determinação de algumas propriedades físicas da batata-baroa com vista a definição de padrões de classificação mais aplicáveis e estudos sobre perda de peso e uso de pré-embalagem.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

Deste trabalho fizeram parte três ensaios.

### 2.1. *Ensaio I*

Foram empregadas três amostras de 20 raízes, definidas visualmente pelo tamanho em pequenas, médias e grandes. Para cada raiz foram determinados o diâmetro maior, os diâmetros das extremidades (topo e ponta), o comprimento, o peso e o volume deslocado.

Com os resultados, foram avaliadas a propriedade física dimensional de maior uniformidade e a forma geométrica mais próxima da raiz.

### 2.2. *Ensaio II*

Neste ensaio empregou-se uma amostra única de 29 raízes de tamanhos diversos. Para cada raiz inteira foram determinados as áreas projetadas, as dimensões características e o peso. Posteriormente, cada raiz foi seccionada em três partes, cuja forma foi aproximada de um cilindro, cone ou tronco de cone. Para cada parte foram determinados as dimensões características, o volume deslocado, o volume teórico e a área superficial teórica. As duas últimas propriedades foram calculadas com base na forma geométrica aproximada.

Na determinação do comprimento da raiz, empregou-se, além do paquímetro, um fio flexível que permitiu acompanhar o contorno de raízes irregulares.

### 2.3. *Ensaio III*

Neste ensaio, empregou-se uma amostra única de sete raízes de tamanhos diversos, seguindo-se o mesmo procedimento do Ensaio II. A

diferença com o Ensaio II foi na forma de seccionamento. Desta feita, as raízes foram divididas em tantas partes quanto fossem necessárias para melhor aproximação de figuras geométricas conhecidas. Também foi introduzido o processo de descascamento para determinação da área superficial da raiz.

Com o objetivo de averiguar a possibilidade de uso das áreas projetadas para estimar a área superficial, foram empregadas as equações 1, 2 e 3, que correlacionam com a área superficial e com as áreas projetadas para um cilindro, um cone e um tronco de cone respectivamente.

$$A_{sci} = \frac{(A_{p1} + A_{p2}) \cdot 2}{1,27} + 2 \cdot A_{p3} \quad \text{Eq. 1}$$

$$A_{sco} = \frac{(A_{p1} + A_{p2}) \cdot H + R}{1,27 \cdot H} + A_{p3} \quad \text{Eq. 2}$$

$$A_{stc} = \frac{(A_{p1} + A_{p2}) \cdot H + (R - r)}{1,27 \cdot H} + 1,5 A_{p3} \quad \text{Eq. 3}$$

em que  $A_{p1}$ ,  $A_{p2}$  e  $A_{p3}$  correspondem às duas áreas projetadas lateralmente e à área projetada transversalmente, respectivamente;  $H$  é o comprimento da raiz; e  $R$  e  $r$  são os raios maior e menor, respectivamente.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os Quadros 1, 2 e 3 apresentam os resultados do Ensaio I. Os Quadros 4 e 5 mostram os resultados do Ensaio II e o Quadro 6, os resultados do Ensaio III.

De acordo com os Quadros 1 e 4, a propriedade relativa à dimensão característica da batata-baroa que apresenta maior uniformidade é o diâmetro maior. Este parâmetro coincide com o usado na classificação comercial, com a diferença que, no último, está embutido porque a quantidade de raízes que pode ser parelhada na boca da caixa tipo K depende do diâmetro maior.

No Quadro 1 observa-se também que a separação visual dos

tamanhos não foi satisfatória, principalmente para os tamanhos pequeno e médio. Em estudos sobre efeito do tamanho na perda de peso da batata-baroa, variação significativa foi obtida em amostras separadas, de acordo com o peso (até 80 g, 140 g e acima de 140 g para os tamanhos pequeno, médio e grande) (dados não-apresentados).

**QUADRO 1 - Médias e coeficiente de variação para as dimensões características, peso e volume deslocados das raízes pequenas, médias e grandes**

Propriedades físicas	Tamanho					
	Pequeno		Médio		Grande	
	Média	CV (%)	Média	CV (%)	Média	CV (%)
Diâmetro do topo (mm)	22,9b	29,87	25,23ab	27,11	28,60a	23,92
Diâmetro da ponta (mm)	12,0b	58,08	18,83ab	37,00	19,05a	36,59
Diâmetro maior (mm)	35,58b	14,81	37,05b	14,22	46,83a	11,25
Comprimento (mm)	121,18b	17,38	130,53ab	16,13	142,60a	14,77
Peso (g)	74,74b	42,20	88,99b	24,16	163,99a	19,23
Volume deslocado (ml)	65,31b	42,77	78,20b	35,72	143,94a	19,40

a e b = Indicadores de diferença entre médias, pelo teste de Tukey, a 5%.

A razão P/C foi escolhida para estimar a área superficial das raízes. Entretanto, como pode ser observado no Quadro 2, a correlação obtida foi muito baixa. Também não foram satisfatórias as correlações entre o volume real e o volume calculado por aproximação a uma figura geométrica conhecida, à exceção das raízes de tamanho grande.

**QUADRO 2 - Análise de regressão entre a razão P/C (peso/comprimento) e o volume deslocado**

Amostra	Regressão	r
Pequena	$y = 49,14 x + 26,76$	0,6561
Média	$y = 61,95 x + 34,13$	0,5776
Grande	$y = 103,15 x + 23,87$	0,6561
Total	$y = 120,10 x - 4,09$	0,8100

O método de seccionamento das raízes em um número definido de partes, empregado no Ensaio II, não foi satisfatório como indica a correlação entre o volume real e volume calculado, a partir das figuras geométricas aproximadas (Quadro 5). Este método é tanto mais sensível quanto maior for a semelhança das secções a figuras geométricas

conhecidas (Quadro 6).

Pelos Quadros 3 e 5 observa-se que é muito difícil a aproximação da forma da raiz de batata-baroa inteira a uma figura geométrica conhecida, em grande parte em virtude da desuniformidade no sentido longitudinal, ou seja, muitas raízes apresentam-se sinuosas em seu comprimento.

**QUADRO 3 - Análise de regressão para o volume deslocado e o volume calculado a partir de aproximação a cilindro, cone e tronco de cone**

Figura geométrica	Tamanho		
	Pequeno	Médio	Grande
Cilindro - regressão	$0,70x + 27,32$	$-0,26x + 94,02$	$0,84x + 48,37$
r	0,4624	-	0,7744
Cone - regressão	$0,65x + 39,10$	$0,59x + 46,07$	$1,56x + 15,47$
r	0,3136	0,1600	0,8649
Tronco de cone - regressão	$0,52x + 27,93$	$0,42x + 45,7$	$0,77x + 30,38$
r	0,4761	0,3364	0,8649

**QUADRO 4 - Média e coeficiente de variação de algumas propriedades físicas da amostra do Ensaio II**

Propriedade	Média	Cv (%)
Diâmetro maior (mm)	36,70	9,26
Diâmetro do topo (mm)	21,00	30,00
Diâmetro da ponta (mm)	8,30	46,99
Comprimento 1 (mm)	136,00	15,59
Comprimento 2 (mm)	150,50	15,02
Peso (g)	93,21	23,09

1 e 2 - Medido com paquímetro e fio flexível, respectivamente.

Considerando-se a área superficial real da raiz como a área determinada pelo método de descascamento, observa-se, pelo Quadro 6, que a projeção de áreas, o volume e, ou, o peso podem ser empregados

QUADRO 5 - Análise de regressão para área, volume e a razão P/C do Ensaio II

Variáveis	Regressão	r
Volume seccionado 1 x vol. deslocado	$0,76x + 26,59$	0,7569
Área seccionada 1 x área projetada	$0,47x + 20,53$	0,6561
Área seccionada 1 x razão P/C	$0,26x + 18,84$	0,0900
Vol.desloc. x vol. cilindro	$0,70x + 1,84$	0,5476
Vol.desloc. x vol. cone	$0,47x + 14,43$	0,7921
Vol.desloc. x vol. tronco de cone	$0,87x + 13,13$	0,5929

1 - Área ou volume calculado, a partir das figuras geométricas aproximadas a cada secção.

2 - Volume referente à figura geométrica aproximada à raiz inteira.

QUADRO 6 - Análise de regressão para o Ensaio III

Variáveis (Y ; X)	Regressão	r
Área projetada, formato cilíndrico		
Área descascada	$- 1,06x - 9,06$	0,9604
Área projetada, formato cônico		
Área descascada	$0,59x - 3,44$	0,8649
Área projetada, formato tronco de cone		
Área descascada	$0,65x - 8,36$	0,9409
Área descascada		
Área calculada, seccionamento	$-6,33x + 1,12$	0,8649
Volume deslocado		
Volume calculado, seccionamento	$1,84x + 1,04$	0,8464
Volume deslocado		
Área descascada	$1,06x - 37,13$	0,9669

para estimar a área superficial. Dentre estas três propriedades, o peso é a mais facilmente determinável.

A massa específica do produto variou de 1,12 a 1,15 g/cm nos Ensaio I e III e foi em torno de 1,20 g/cm no Ensaio II.

Tendo uma massa específica superior à da água observou-se que o método citado por MOHSENIN (2), para determinação do volume deslocado gravimetricamente, é falho para a batata-baroa. O mesmo só é factível, empregando-se soluções de massa específica igual ou superior ao do produto analisado.

#### 4. CONCLUSÕES

A propriedade relativa à dimensão característica das raízes de batata-baroa mais uniforme é o diâmetro maior, que valida o sistema de classificação praticado, mas não-oficializado.

A massa específica da batata-baroa variou de 1,12 a 1,20 g/cm. O valor médio mais provável é de 1,15 g/cm.

A área superficial das raízes de batata-baroa pode ser estimada por métodos não-destrutivos, como área projetada, volume e peso. Destes, o último é o mais factível

O uso do peso como estimador da área superficial da raiz deve ser testado nos estudos sobre o efeito do tamanho na perda de peso, bem como em modelos matemáticos que permitam determinar a perda de peso de raízes de batata-baroa submetidas a condições distintas de conservação.

#### 5. SUMMARY

(DETERMINATION OF FORM AND SIZE OF "BATATA-BAROA"  
(*Arracachia xanthorrhiza*))

"Batata-baroa" also named "mandioquinha", "mandioquinha-salsa" ou "batata-fiuza", is a peculiar root that grows only in some regions of South America. Literature about it is rare, specially on post-harvest care.

This research had as its objective to determine some of the physical properties of "batata-baroa". The results suggested that the main diameter is the most uniform product classificatory criterior. Its specific mass ranged from 1.12 to 1.20 g/cm<sup>3</sup>. The paper weight of the projected areas was the best system to estimate its surface area by a nondestructive method.

#### 6. AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal de Viçosa, na pessoa do prof. Fernando Finger, pela cessão do produto para análise, e à servidora Francisca Maria da Silva Teixeira, do CENTREINAR, pela grande dedicação a este trabalho.



## 7. LITERATURA CITADA

1. APELAND, J. & BAUGEROD, H. Factors affecting weight loss in carrots. *Acta Horticulturae*, 20: 92-97, 1971.
2. MOHSENIN, N. N. *Physical properties of plant and animal materials*. N. York, Gordon and Breach, 1970. 742p.
3. VILLA, L. G. *Single particle convective moisture losses from horticultural products in storage*. East Lansing, Michigan State University, 1973. 227p. (Ph. D. thesis).
4. WRATTEN, F. T. & POOLE, W. D. *Physical and thermal properties of rough rice*. St. Joseph, Michigan, ASAE, 1968. 218p. (Paper no. 68809).