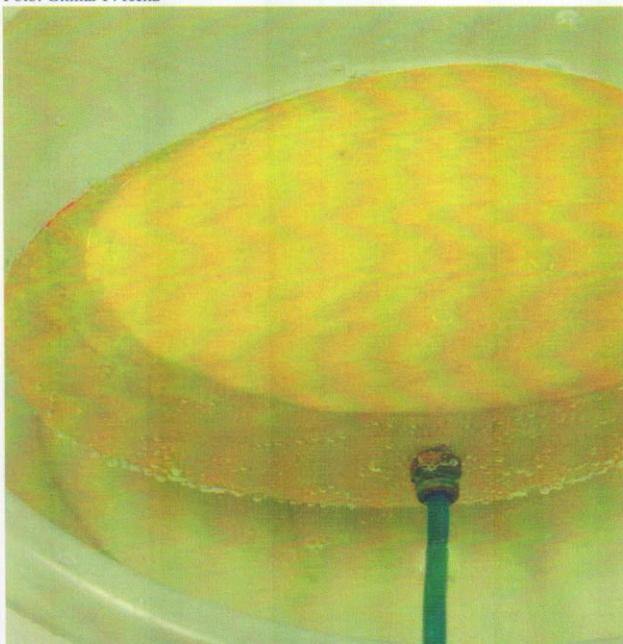


Foto: Gilmar P. Henz



### Métodos de amostragem da atmosfera interna de frutas e hortaliças

*Adonai Gimenez Calbo<sup>1</sup>  
Celso Luiz Moretti<sup>2</sup>  
Gilmar Paulo Henz<sup>3</sup>*

Há diversos métodos para amostrar a atmosfera interna de frutas e hortaliças. Um método que é pouco invasivo e que possibilita amostragens repetidas ao longo do tempo no mesmo órgão é o da câmara externa, ou método de Devaux. Por ser um método que não causa ferimentos ao fruto, a técnica da câmara externa de Devaux possibilita amostragens periódicas, para acompanhar, por exemplo, o amadurecimento de frutos.

Um outro método mais simples e mais popular, porém muito mais invasivo, é a extração em passos de 0,1 ml a cada 10 ou 15 minutos com uma seringa

mantida inserida no órgão até a tomada do volume total necessário (SMITH, 1965), por exemplo, 0,5 ml. Geralmente, o volume gasoso de um órgão vegetal é relativamente pequeno. Por exemplo, um fruto de maçã de 100 g pode ter cerca de 20 ml de volume gasoso intercelular, a batata-doce pode ter 6 ml de ar em 100 g da raiz tuberosa, e a batata pode ter apenas 0,50 ml de ar em 100 gramas do tubérculo. Assim, para que durante a extração não se remova ar dissolvido na solução das células ou ar da atmosfera ambiente, deve-se fazer a amostragem de forma lenta e paulatina, isto é, insere-se a agulha e puxa-se cerca de 0,1 ml de ar a cada 10 minutos. Adicionalmente, logo

<sup>1</sup> Eng. Agr., PhD., Embrapa Instrumentação Agropecuária, São Carlos-SP. *E-mail:* adonai@cnpdia.embrapa.br

<sup>2</sup> Eng. Agr., DSc., Embrapa Hortaliças, Brasília-DF. *E-mail:* moretti@cnph.embrapa.br

<sup>3</sup> Eng. Agr., DSc., Embrapa Hortaliças, Brasília-DF. *E-mail:* gilmar@cnph.embrapa.br

após a inserção da agulha no órgão, os volumes gasosos costumam permanecer temporariamente bloqueados pela impregnação com a solução das células rompidas.

A remoção de amostras gasosas de órgãos com lóculos e cavidades como o tomate, a abóbora ou o melão com seringa, por outro lado, tende a ser muito mais fácil, visto que o mencionado cuidado de remoção em passos não é necessário.

Para o método da câmara externa, uma câmara de pequeno volume, como por exemplo 5 ml, é acoplada hermeticamente contra a superfície do órgão com resina ou massa plástica de calafetar macia. A concentração de aromas,  $\text{CO}_2$ ,  $\text{O}_2$  e etileno no volume de ar da câmara externa equilibra-se dinamicamente com a concentração destes mesmos gases na atmosfera interna do órgão, por

Foto: Gilmar P. Henz

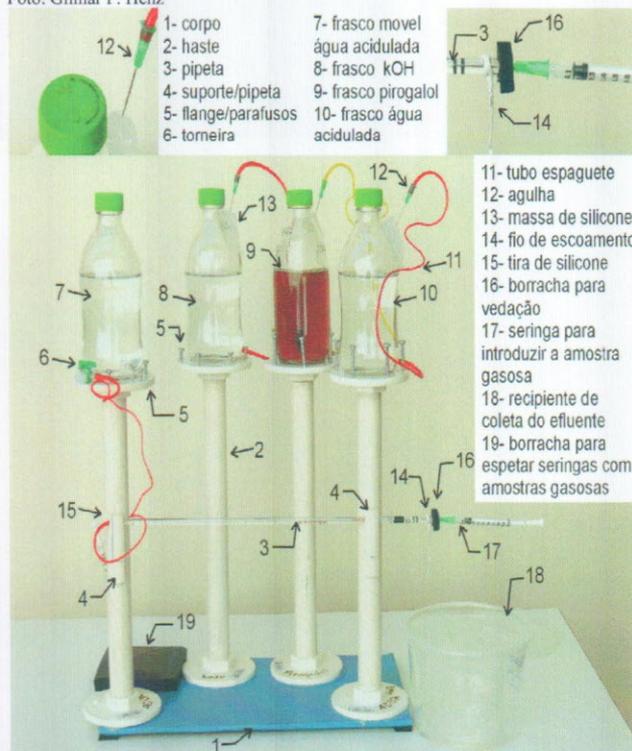


Fig. 1. Esquema básico e partes do equipamento 'Facili'.

difusão após um necessário tempo de equilíbrio (NERY e CALBO, 1994). Assim, pequenas amostras de ar coletadas da câmara externa passam a representar amostras da concentração do composto na atmosfera interna do fruto. As medições de concentração podem ser efetuadas por cromatografia gasosa ou por meio do aparelho 'Facili' (Figura 1) (CALBO, 1997; CALBO, 2007; CALBO *et al.*, 2007).

### Como evidenciar os principais sítios de trocas gasosas em frutas e hortaliças

A técnica do borbulhamento talvez seja a forma mais simples para evidenciar os locais onde ocorrem as principais trocas gasosas em frutas e hortaliças. Para isto introduz-se um pequeno fluxo de ar comprimido, de uma fonte com suficiente pressão, no interior do órgão, mediante a inserção de um tubo rijo no centro do fruto. A seguir, o fruto é imerso em uma cuba de água para se verificar em quais locais na superfície do fruto ou outro órgão ocorre borbulhamento. Este método, evidentemente, é mais fácil de ser aplicado em órgãos com cavidade como os frutos de melão (Figura 2) ou a abóbora,

Foto: Gilmar P. Henz

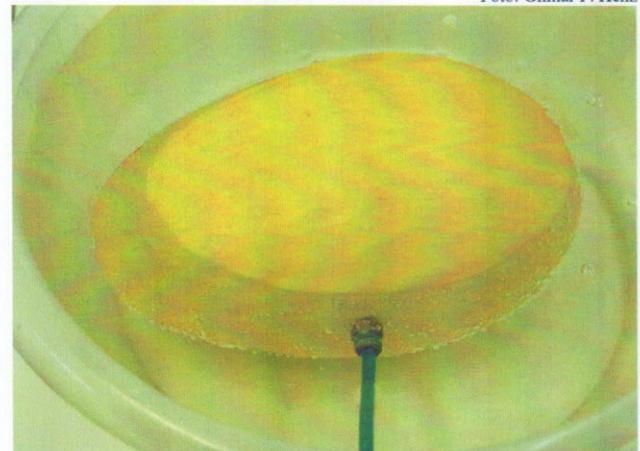


Fig. 2. Borbulhamento de ar comprimido através de aberturas (lenticelas) de um fruto de melão imerso em água.

porém é uma técnica que pode ser utilizada com eficiência em muitos outros produtos, como por exemplo, a pêra, o tomate e a maçã.

Os ensaios de borbulhamento podem ser efetuados aplicando-se cortes tangenciais e longitudinais para verificar assimetrias e variações de permeabilidade ao ar na polpa de frutos e outros órgãos. Nestes testes se evidencia que a casca é uma importante barreira à passagem do ar comprimido.

### Como se mede a composição da atmosfera interna de frutas e hortaliças

A composição da atmosfera interna em geral é medida em cromatógrafo a gás. Alternativamente, pode ser medida com um instrumento muito simples denominado de 'Facili' (CALBO, 1997; CALBO, 2007; CALBO *et al.*, 2007). No cromatógrafo a gás usualmente se injeta 1,0 ml de amostra. No entanto, para medição de atmosfera interna é comum se fazer injeções menores com volume da ordem de 0,1 ml.

### Como fazer a leitura da atmosfera interna no 'Facili'

Os volumes de gás que são medidos no 'Facili' (Figura 1) são da ordem de 0,1 ml. O 'Facili' é um equipamento antigo e representa uma atualização do aparelho de Bonnier & Mangin, descrito por Thoday (1913). A medição das porcentagens de CO<sub>2</sub> e O<sub>2</sub> neste instrumento são efetuadas por diferença de três medições:

- (1) primeiro: uma medição do volume de ar introduzido na pipeta;
- (2) segundo: o volume de ar na pipeta após a remoção do CO<sub>2</sub>, o que é

feito introduzindo-se algumas vezes uma solução de KOH na pipeta; e, finalmente,

- (3) uma leitura da amostra gasosa sem oxigênio após se introduzir uma solução de pirogalol em meio alcalino para a absorção do O<sub>2</sub>.

Por ter sensibilidade da ordem de 0,5% de CO<sub>2</sub> ou de O<sub>2</sub>, o 'Facili' deve ser utilizado apenas para estudos de atmosfera interna de frutas e hortaliças e para estudos de concentrações em atmosferas modificadas e controladas. Devido a sua baixa sensibilidade, o 'Facili' não deve ser utilizado para medir respiração diretamente.

### Referências Bibliográficas

- CALBO, A.G. 'Facili': uma adaptação eudimétrica para medição de componentes gasosos de microamostras da atmosfera interna de tecidos vegetais. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FISILOGIA VEGETAL, 6., 1997, Belém. **Resumos...** Belém: SBFV, 1997. p.218.
- CALBO, A.G. 'Facili': uma adaptação eudimétrica para medir CO<sub>2</sub> e O<sub>2</sub> de microamostras de atmosferas modificadas e controladas. Disponível em: [http://www.cnph.embrapa.br/laborato/pos\\_colheita/faciliti.htm](http://www.cnph.embrapa.br/laborato/pos_colheita/faciliti.htm) Acesso em: 12 nov. 2007.
- CALBO, A.G.; MORETTI, C.L.; HENZ, G.P. Uso do equipamento 'Facili' para medições da atmosfera interna de frutas e hortaliças. Brasília: Embrapa Hortaliças, 2007. 7p. (Embrapa Hortaliças. Comunicado Técnico, 48).
- NERY, A.A.; CALBO, A.G. Adapting constant-volume manometry for studying

gas exchange by bulky plant organs, **Journal of the American Society for Horticultural Sciences**, v.119, n.6, p.1222-1229, 1994.

SMITH, W.H. A new method for the determination of the composition of the atmosphere of flesh plant organ. **Annals of Botany**, v.11, p.363-361, 1965.



Ministério da  
Agricultura, Pecuária  
e Abastecimento



**Comunicado  
Técnico, 51**

Exemplares desta edição podem ser adquiridos na:  
Embrapa Hortaliças  
BR 060 km 9 Rod. Brasília-Anápolis  
C. Postal 218, 70359-970 - Brasília-DF

www.cnph.embrapa.br  
Telefone: (61) 3385-9009  
Fax: (61) 3385-9042  
E-mail: sac.hortalicas@embrapa.br

1ª edição  
1ª impressão (2006): 500 exemplares

**Comitê de  
Publicações:**

Presidente: Gilmar P. Henz  
Secretária-Executiva: Fabiana S. Spada  
Editor Técnico: Flávia A. de Alcântara  
Supervisor Editorial: Sieglinde Brune  
Membros: Alice Maria Quezado Duval  
Edson Guiducci Filho  
Milza M. Lana

**Expediente**

Normatização Bibliográfica: Rosane M. Parmagnani  
Fotos: Gilmar P. Henz  
Editoração eletrônica: José Miguel dos Santos