

O Brasil destaca-se como o terceiro maior produtor mundial de abacaxi, com produção estimada em 1,46 milhões de toneladas no ano de 2002. Os Estados que mais se destacam nesta cultura são: Minas Gerais, Pará, Paraíba e Pernambuco, com quase 60% da produção nacional (IBGE, 1998). A produção de abacaxi vem ao longo dos últimos quatro anos apresentando valores muito próximos. Praticamente não houve aumento na produção de abacaxi, mesmo com um aumento de cerca de 6% na área plantada.

No entanto, grande parte da produção brasileira destina-se ao mercado interno, para consumo de frutos *in natura* (cerca de 60 a 65% da produção). O Ministério da Indústria, do Comércio e do Turismo, Secretaria de Comércio Exterior, em publicação recente, divulgou índices decrescentes na exportação de frutos de abacaxi desde 1995. Tal fato indica perda de competitividade frente a importantes países tradicionalmente exportadores (Brasil, 2002).

O abacaxizeiro (*Ananas comosus* (L.) Merr.) é uma planta terrestre aparentemente possui caule chamado de talo ou haste, de pequeno porte, medindo em torno de 1,20m de altura. Suas raízes são pouco desenvolvidas e as folhas, dispostas espiralmente e agrupadas na base formando uma roseta, são longas e duras, lineares em forma de calha e têm suas margens aculeadas. Flores pequenas, de coloração rósea a roxo-purpúrea, surgem aglomeradas em uma haste, formando a inflorescência que se desenvolverá originando o fruto composto do abacaxi, pela coalescência de frutos individuais do tipo baga (Rezende & Kluge, 1998).

O estágio de maturação no qual o fruto é colhido é fundamental para a sua vida útil, bem como em relação ao seu potencial de armazenamento. A caracterização do ponto de colheita é muito importante, uma vez que se esta for realizada precocemente, ou seja, antes do produto ter completado seu desenvolvimento fisiológico, o processo de amadurecimento é comprometido. Da mesma forma, a colheita realizada com o produto supermaduro terá como consequência o aumento de perdas (Botrel & Abreu, 1994).

## Uso de Diferentes Fibras de Micro-Extração em Fase Sólida para Identificação de Compostos Voláteis em Abacaxi Cultivar Smooth Cayenne

Antonio Gomes Soares<sup>1</sup>  
Luis Carlos Trugo<sup>2</sup>  
Neide Botrel Gonçalves<sup>3</sup>  
Sérgio Agostinho Cenci<sup>4</sup>  
Marcos José de Oliveira Fonseca<sup>5</sup>

De perfume forte e sabor variado, ora dulcíssimo, ora bastante ácido, o abacaxi possui polpa refrescante e cheia de caldo. Tais virtudes o recomendam como fruta que se presta à produção de compotas, doces cristalizados, geléias, sucos, sorvetes, cremes, gelatinas e pudins. Existem inúmeras transformações bioquímicas que ocorrem no abacaxi durante o armazenamento em baixas temperaturas. Essas transformações se tornam evidentes e influenciam na qualidade e na comercialização final do fruto (Rocha, 1982).

A nutrição mineral no cultivo dos frutos assume papel importante e relevante, pois o adubo é o insumo que mais contribui para o aumento da produção e produtividade. Entretanto, não é somente a quantidade de frutos produzida que interessa, mas também a qualidade do produto colhido (Corrêa & Fernandes, 1989). O potássio é o nutriente que, geralmente, tem maior influência na qualidade dos frutos. Entretanto, o mais importante é que as plantas tenham nutrição equilibrada, pois todos os macros e micronutrientes assumem papéis relevantes nos processos bioquímicos e fisiológicos dos vegetais (Malavolta et al., 1974).

Existem indicações de que o aumento do nível de potássio na planta proporciona melhor sabor e aroma

<sup>1</sup> Quím., D.Sc., Pesquisador da Embrapa Agroindústria de Alimentos, Av. das Américas, 29501, Guaratiba, CEP 23020-470, Rio de Janeiro, RJ. E-mail: [agomes@ctaa.embrapa.br](mailto:agomes@ctaa.embrapa.br)

<sup>2</sup> Quím., Ph.D., Professor da Universidade Federal do Rio de Janeiro, Laboratório de Bioquímica e Nutrição de Alimentos. (In memoriam).

<sup>3</sup> Eng. Agrôn., D.Sc., Pesquisadora da Embrapa Hortaliças, Km 09 da BR-060 Rod. Brasília/Anápolis, CEP: 70359-970. E-mail: [nbotrel@cnph.embrapa.br](mailto:nbotrel@cnph.embrapa.br)

<sup>4</sup> Eng. Agrôn., D.Sc., Pesquisador da Embrapa Agroindústria de Alimentos. E-mail: [cenci@ctaa.embrapa.br](mailto:cenci@ctaa.embrapa.br)

<sup>5</sup> Eng. Agrôn., D.Sc., Pesquisador da Embrapa Agroindústria de Alimentos. E-mail: [mfonseca@ctaa.embrapa.br](mailto:mfonseca@ctaa.embrapa.br)

dos frutos, além de aumentar o diâmetro do pedúnculo. Além disso, o potássio eleva também o teor de ácido ascórbico que reduz as quinonas produzidas pela oxidação enzimática, convertendo-se em ácido de-hidroascórbico e atuando como inibidor da atividade da enzima polifenoloxidase, responsável pelo escurecimento interno da polpa (Teisson, 1972 e Teisson et al., 1979).

O aroma é uma das características mais apreciadas em frutos. As substâncias voláteis são as principais componentes do aroma. Estas substâncias são produzidas através de processos metabólicos durante o amadurecimento no campo, na pós-colheita do fruto e até mesmo no armazenamento do mesmo (Rizzolo et al., 1992).

Inúmeros trabalhos, em diferentes frutos, foram realizados para identificar as substâncias voláteis e estudar os efeitos do processamento sobre o aroma dos frutos (Robertson, et al., 1995; Koulibaly et al., 1992; Ueda et al., 1992; Young et al., 1992). O padrão de mudanças nos componentes do aroma, tanto em quantidade como tipo, durante toda a vida útil do fruto, desde a formação, maturação até a senescência ainda é pouco conhecido. Do mesmo modo, também não se conhece completamente, como cada componente é formado e metabolizado. O amadurecimento dos frutos envolve uma série de complexas reações bioquímicas, tais como hidrólise de amido, transformações da clorofila, produção de carotenóides, antocianinas e fenólicos e a formação das substâncias voláteis. Todas essas reações são importantes para as características finais do fruto maduro e na formação do sabor e aroma específicos de cada fruto (Speirs & Brady, 1991).

Os constituintes do aroma de abacaxi vêm sendo estudados com a identificação de mais de 140 substâncias voláteis (Van Straten & Maarse, 1983; Berger et al., 1983, 1985; Takeoka, et al., 1991). Wu et al., (1991) estudaram os constituintes do aroma de abacaxi e identificaram várias substâncias que compõe o aroma do fruto. Estudos realizados por Takeoka et al. (1989) verificaram o aparecimento de vários espectros de massa desconhecidos contendo compostos sulfurados. Mais tarde, Takeoka et al., (1991) identificaram alguns destes compostos sulfurados e Umano et al., 1992 estudando os constituintes voláteis de abacaxis verdes e maduros provenientes dos mercados locais das Filipinas, identificaram 144 compostos nos frutos verdes e 127 compostos nos frutos maduros. Do total de constituintes identificados 80% foram constituídos por ésteres, tanto para os frutos verdes quanto os maduros.

Diversos métodos são usados nas análises de identificação de compostos voláteis. Os mais usados

para extração e pré-concentração são: técnicas de "Headspace" (Macku & Jennings, 1987), extração líquido-líquido (Kok et al., 1987) e destilação e extração simultâneas (Blanch et al., 1991). Os métodos que utilizam solventes possuem diversos problemas como contaminação da amostra, perda de analitos durante o processo de concentração, maior quantidade de tempo para análise, além dos problemas relacionados à interação entre o solvente e a amostra. Entretanto, a técnica de extração por "Headspace" é mais simples, menos dispendiosa, mais rápida e mais específica, além de não haver problemas de interação entre solvente e a amostra (Shirey, 1994).

Em frutos, a escolha do método é crucial para uma boa resposta analítica. A análise pode se tornar difícil de ser executada e com resultados pouco confiáveis se o método escolhido for inadequado. Neste caso a escolha de uma técnica rápida e simples para extração e pré-concentração das substâncias voláteis do fruto é de grande importância. Uma técnica que vêm sendo muito empregada é a de Micro Extração em Fase Sólida (Solid-Phase Micro-extraction – SPME) (Arthur & Pawliszyn, 1990).

SPME é uma técnica que não utiliza solvente, é rápida e versátil e pode ser usada para extração de compostos orgânicos. Consiste numa fibra de sílica fundida, coberta por uma fase estacionária polimérica que tanto pode ser usada em amostras líquidas como pastosas. Esta técnica envolve dois processos: adsorção dos analitos, provenientes da amostra, pela fibra que é a fase estacionária; desorção térmica dos analitos, adsorvidos pela fibra, através da temperatura alta do injetor do cromatógrafo gasoso. Este método vêm sendo utilizado por inúmeros autores para análise de substâncias voláteis em alimentos (Hawthorne et al., 1992; Pelusio et al., 1995; Yang & Peppard, 1994).

O objetivo deste trabalho foi avaliar três tipos de fibras de SPME para identificar compostos voláteis em abacaxi (*Ananas comosus* L.) variedade Smooth Cayenne e verificar qual destas fibras apresenta melhores resultados.

## Materiais e Métodos

Foi utilizada a técnica de Micro Extração em Fase Sólida (SPME) para análises de compostos voláteis. Cerca de 35g de amostra de polpa de abacaxi contendo de 30% p/p de cloreto de sódio foram colocadas em tubo de amostra com septo de silicone e tampa rosqueável. O tubo contendo a amostra foi colocado em banho de ultra-som por cerca de 15 minutos. Em seguida, a amostra foi agitada mecanicamente, à temperatura ambiente, por cerca de 30 minutos. A seguir faz-se a inserção da seringa contendo a fibra no interior do tubo. A fibra fica

exposta pelos 30 minutos, da agitação mecânica, ao headspace para adsorção dos compostos voláteis.

As fibras para micro extração em fase sólida utilizadas foram: Carboxen – Polidimetilsiloxano (CAR-PDMS) de 75µm; Polidimetilsiloxano (PDMS) de 100µm; e Poliacrilato (PA) de 85µm. Todas as fibras utilizadas foram previamente condicionadas de acordo com as condições estabelecidas pelo fabricante (SUPELCO Bellefonte, PA, USA).

A identificação dos tempos de retenção das substâncias voláteis foi realizada pelo cromatógrafo Shimadzu – Modelo GC – 17A com detector de ionização de chama e coluna capilar apolar de sílica fundida (LM1 – 100% de polidimetilsiloxano) com 50 x 0,25mm de diâmetro interno e filme de 0,5µm de espessura, acoplado a um integrador Shimadzu, Modelo C-R7A plus. As condições do cromatógrafo gasoso foram as seguintes: injetor no modo splitless; detector de ionização de chama; gás de arraste – hélio; velocidade linear de arraste de 45cm.s<sup>-1</sup>; temperatura do detector - 250°C; temperatura do injetor – 200°C; temperatura inicial – 40°C mantida por 5 minutos; taxa de aumento de temperatura – 4°C.min<sup>-1</sup>; temperatura final da coluna – 240°C mantida por 5 minutos; atenuação – 4; área mínima de 5000; tempo de exposição da fibra no injetor – 2 minutos; tempo total de análise 60 minutos.

Os índices de retenção foram calculados com base nos tempos de retenção de uma série homóloga de n-alcanos (C<sub>6</sub>-C<sub>25</sub>). Para identificação dos compostos foram usados os seguintes métodos: padrão externo para identificação do tempo de retenção e do espectro de massas; índice de retenção de compostos conhecidos e identificados em colunas de mesma polaridade comparando-se com os índices de retenção

dos compostos da amostra e comparando-se com os espectros de massas da biblioteca do software existente no equipamento para comparação com o espectro dos compostos da amostra.

A análise de massas foi realizada utilizando um espectômetro de massas Shimadzu GCMS – Modelo QP5050 acoplado ao cromatógrafo gasoso da Shimadzu – Modelo GC – 17A, usando coluna capilar apolar de sílica fundida (LM1 – 100% de polidimetilsiloxano). As condições cromatográficas foram às mesmas anteriormente citadas. A identificação dos compostos foi realizada utilizando a biblioteca do GC – MS Shimadzu GCMS – Modelo QP5050, índices de retenção e comparação com padrões externos.

## Resultados

Foram identificados 22 compostos com fibra CAR-PDMS e 12 compostos com as fibras PDMS e PA (Tabela 1). Observou-se também que utilizando a fibra PA não conseguiu-se, no espectro de massas, identificar a maioria dos compostos voláteis mais complexos. Os resultados apresentados estão de acordo com aqueles encontrados por Umano et al. (1992).

Dentre os compostos encontrados, o acetato de etila é considerado como o composto que mais caracteriza o aroma de abacaxi fresco. Entretanto, Takeoka et al. (1991) verificaram que, além do acetato de etila, o metil 2-metil butanoato, o etil hexanoato e o metil butanoato também são compostos que caracterizam o aroma de abacaxi fresco. Dentre estes quatro compostos, dois deles (metil 2-metil butanoato e metil butanoato) não foram identificados com a extração realizada pela fibra PA.

Tabela 1. Compostos Voláteis Identificados no Abacaxi Smooth Cayenne.

Composto	CAR-PDMS	PA
Acetato de metila <sup>1</sup>	x	x
Acetato de etila <sup>1,2</sup>	x	x
Acetato de propila <sup>1,2</sup>	x	x
Acetil metil carbíol <sup>1,2</sup>	x	x
Butanoato de metila <sup>2,3</sup>	x	x
3-metil butanol <sup>2,3</sup>	x	-
2-metil butanoato de metila <sup>2,3</sup>	x	x
1-hexanol <sup>1,2</sup>	x	-
Malonato de dimetila <sup>2,3</sup>	x	-
Ácido hexanóico <sup>1,2</sup>	x	-
Hexanoato de etila <sup>2,3</sup>	x	x
3-acetoxi butanoato de metila <sup>3</sup>	x	x
2,5 dimetil hidroxi furanona <sup>2,3</sup>	x	-
Metil 3-(metiltio) propanoato <sup>3</sup>	x	x
Etil 3-(metiltio) propanoato <sup>3</sup>	x	x
Metil 3-acetoxi hexanoato <sup>3</sup>	x	x
Metil 4-acetoxi hexanoato <sup>3</sup>	x	x
Metil 5-acetoxi hexanoato <sup>3</sup>	x	-
Etil 3-acetoxi hexanoato <sup>3</sup>	x	-
Etil 5-acetoxi hexanoato <sup>3</sup>	x	-
Metil 3-acetoxi octanoato <sup>3</sup>	x	-
Metil 5-acetoxi octanoato <sup>3</sup>	x	-

<sup>1</sup> - Identificado por padrão; <sup>2</sup> - Identificado pelo índice de retenção;

<sup>3</sup> - Identificado pelo massas

Engel et al. (1989) demonstraram que a concentração dos derivados hidroxí e acetoxi de ésteres ácidos, aumenta durante o processo de amadurecimento. Isto pode ser confirmado uma vez que os frutos analisados estavam num estágio de maturação mais avançado para este experimento. Ohta et al. (1987) indicaram que o acetil metil carbinol é o principal composto volátil do suco industrializado de abacaxi. Como o abacaxi para a industrialização é colhido mais maduro, isto confirma mais uma vez o estágio mais avançado de maturação dos frutos analisados.

De acordo com Dahlen et al. (2001), o 2,5 dimetil hidroxí furanona é um importante composto para o aroma de abacaxi e morango e sua biossíntese tem como precursor a frutose. A presença dos compostos metil 3 (metiltio) e etil 3 (metiltio) propanoato pode estar relacionado com a metionina. A explicação está na reação de Stickland (Stickland, 1934). Esta reação envolve a metionina e outro aminoácido formando o ácido 3 metiltio propanóico, que é o composto precursor dos ésteres.

A comparação da eficiência relativa de extração entre as fibras SPME foi realizada em relação às áreas de compostos identificados e a área total. Sendo assim a eficiência relativa da extração ( $N_x$ ) foi definida como:

$$N_x = 100 \frac{\sum A_x}{\sum A_{CAR-PDMS}}$$

Onde  $\sum A_x$  é o somatório das áreas dos picos identificados no cromatograma de íons totais na amostra analisada com fibra x e o  $\sum A_{CAR-PDMS}$  corresponde ao somatório das áreas, obtido com a fibra CAR-PDMS.

A extração dos compostos voláteis do fruto do abacaxizeiro foi consideravelmente mais eficiente com a fibra CAR-PDMS, uma vez que os compostos extraídos e identificados obtiveram uma eficiência relativa maior que para as outras fibras (Fig. 1).

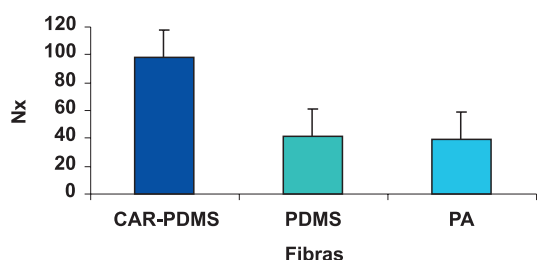


Fig. 1. Eficiência relativa da extração dos compostos pelas diferentes fibras SPME.

## Conclusões

A microextração em fase sólida (SPME) provou ser uma ferramenta útil para extração de compostos voláteis em abacaxi, onde foram identificados até 22 compostos.

A fibra CAR-PDMS foi a que apresentou maior eficiência na extração e identificação dos compostos voláteis do abacaxi.

## Referências Bibliográficas

ARTHUR, C. L.; PAWLISZYN, J. Solid-phase microextraction with thermal desorption using fused silica optical fibers. **Analytical Chemistry**, Washington, DC, v. 62, p. 2145 – 2148, 1990.

BERGER, R. G.; DRAWERT, F.; NITZ, S. Sesquiterpene hydrocarbons in pineapple fruit. **Journal Agriculture and Food Chemistry**, Washington, DC, v. 31, p. 1237 – 1239, 1983.

BERGER, R. G.; DRAWERT, F.; KOLLMANNBERGER, H.; NITZ, S.; SCHRAUFSTETTER, B. Novel volatiles in pineapple fruit and their sensory properties. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Washington, DC, v. 33, p. 232 – 235, 1985.

BLANCH, G. P.; REGLERO, G.; HERRAIZ, M.; TABERA, J. A comparison of different extraction methods for the volatile components of grape juice. **Journal of Chromatography Science**, Niles, v. 29, p. 11–15, 1991.

BOTREL, N.; ABREU, C. M. P. de. Colheita, cuidados e fisiologia pós-colheita do abacaxi. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 17, n. 179, p. 33 – 40, 1994.

BRASIL. Ministério da Indústria, do Comércio e do Turismo. **Abacaxi (ananas) frescos ou secos**. Brasília, 2002. 10 p.

CORRÊA, L. de S.; FERNANDES, F. M. Importância da adubação na qualidade de frutas tropicais. In: SIMPÓSIO SOBRE ADUBAÇÃO E QUALIDADE DOS PRODUTOS AGRÍCOLAS, 1, Ilha Solteira. **Anais...Ilha Solteira: UNESP/ANDA/POTAFOS**, 1989. p. 1 – 22. (Palestra, 11).

DAHLEN, T.; HAUCK, T.; WEIN, M.; SCHWAB, W. 2,5-Dimethyl-4-hydroxy-3(2H)-furanone as a secondary metabolite from D-fructose-1,6-diphosphate metabolism by *Zygosaccharomyces rouxii*. **Journal of Bioscience and Bioengineering**, Osaka, v. 91, n. 4, p. 352 – 358.

ENGEL, K. H.; HEIDLAS, J.; ALBRECHT, W. Biosynthesis of chiral flavor and aroma compounds in plants and microorganisms. In: TERANISHI, R.; BUTTERY, R. G.; SHADINI, S. F. (Ed.). **Flavor chemistry: trends and developments**. Washington, DC: American Chemical Society, 1989. p. 8 – 22. (ACS. Symposium Series, 388).

- HAWTHORNE, S.; MILLER, D.; PAWLISZYN, J.; ARTHUR, C. Solventless determination of caffeine in beverages using solid-phase microextraction with fused silica fibers. **Journal of Chromatography**, Amsterdam, v. 603, p. 185 – 191, 1992.
- IBGE. **Levantamento sistemático da produção agrícola**. Rio de Janeiro, 2000. v. 11, 185 p.
- KOK, M. F.; YONG, F. M.; LIM, G. Rapid extraction method for reproducible analysis of aroma volatiles. **Journal of Agriculture and Food Chemistry**, Washington, D.C., v.35, p. 779 – 781, 1987.
- KOULIBALY, A.; SAKHO, M.; CROUZET, J. Variability of free and bound volatile terpenic compounds in mango. **Lebensmittel Wissenschaft Und-Technologie**, Zurich, v. 25, p. 374 – 379, 1992.
- MACKU, C.; JENNINGS, W. G. Production of volatiles by ripening bananas. **Journal of Agriculture and Food Chemistry**, Washington, DC, v. 35, p. 845 – 848, 1987.
- MALAVOLTA, E. ; HAAG, H. P. ; MELLO, F. A. F. ; BRASIL SOBRINHO, M. O. C. **Nutrição mineral e adubação de plantas cultivadas**. São Paulo: Livraria Pioneira Editora, 1974. 752p.
- OHTA, H.; KINJO, S.; OSAJIMA, Y. Glass capillary gas chromatographic analysis of volatile compounds of canned Phillipine pineapple juice. **Journal Chromatography**, Amsterdam, v. 409, p. 409 – 412, 1987.
- PELUSIO, F.; NILSSON, T.; MONTANARELLA, L.; TILIO, R.; LARSEN, B.; FACCHETTI, S.; MADSEN, J. Headspace solid-phase microextraction analysis of volatile organic sulfur compounds in black and white truffle aroma. **Journal of Agriculture and Food Chemistry**, Washington, DC, v. 43, p. 2138 – 2143, 1995.
- REZENDE, G. O.; KLUGE, R. A. Abacaxizeiro. In: CASTRO, P. R. C.; KLUGE, R. A. **Ecofisiologia de fruteira tropicais: abacaxizeiro, maracujazeiro, mangueira, bananeira, cacauzeiro**. São Paulo: Nobel, 1998, p.12-31
- RIZZOLO, A.; POLESELLO, A.; POLESELLO, S. Use of headspace capillary GC to study the development of volatile compounds in fresh fruits. **Journal of High Resolution Chromatography**, Weinheim, v. 15, p. 472 – 477, 1992.
- ROBERTSON, G. W.; GRIFFITHS, D. W.; WOODFORD, J. A. T.; BIRCH, A. N. E. Changes in the chemical composition of volatiles released by the flowers and fruits of the red raspberry (*rubus idaeus*) cultivar glen prosen. **Phytochemistry**, Elmsford, v. 38, p. 1175 – 1179, 1995.
- ROCHA, J. L. Colheita e fisiologia pós-colheita de abacaxi. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE ABACAXICULTURA, 1., Jaboticabal, 1982. **Anais...** Jaboticabal: FCAV-UNESP, 1982. p. 279 – 300.
- SHIREY, R. E. Rapid analysis of environmental samples using solid-phase microextraction (SPME) and narrow bore capillary columns. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON CAPILLARY CHROMATOGRAPHY, 16., 1994, Riva del Garcia, Italy. **Proceedings...** Riva del Garcia, 1994. p. 27 – 30.
- SPEIRS, J. ; BRADY, C. J. Modification of gene expression in ripening fruit. **Australian Journal of Plant Physiology**, Victoria, v. 18, p. 519 – 532, 1991.
- STICKLAND, L. H. Studies in the metabolism of the Strict Anaerobes (Genus Clostridium). I. the chemical reactions by which Cl. sporogenes obtains its energy. **Biochemichal Journal**, Essex, v. 28, p. 1746 – 1759, 1934.
- TAKEOKA, G.; BUTTERY, R. G.; FLATH, R. A.; TERANISHI, R.; WHEELER, E. L.; WIECZOREK, R. L.; GUENTERT, M. Volatile constituents of pineapple (*Ananas comosus* [L.] Merry). In: TERANISHI, R.; BUTTERY, R. G.; SHADINI, S. F. (Ed.). **Flavor chemistry: trends and developments**. Washington, DC: American Chemical Society, 1989. p. 223-237. (A.C.S. Symposium Series 388).
- TAKEOKA, G.; BUTTERY, R.G.; TERANISHI, R.; FLATH, R.A.; GUNTERT, M. Identification of additional pineapple volatiles. **Journal of Agriculture and Food Chemistry**, Washington, DC, v. 39, p. 1848 – 1851, 1991.
- TEISSON, C. Studies on internal browning of pineapple fruits. **Fruits**, Paris, v. 27, n. 9, p. 603 –612, 1972.
- TEISSON, C.; COMBRES, J. C.; MARTIN, P. P. & MARCHAL; J. Internal browning of pineapples fruits. **Fruits**, Paris, v. 34, n. 4, p. 245 –261, 1979.
- UEDA, Y.; TSUDA, A.; BAI, J. H.; FUJISHITA, N. CHANCHIN, K. Characteristic pattern of aroma ester formation from banana, melon and strawberry with reference to the substrate specificity of ester synthetase and alcohol contents in pulp. **Journal of the Japanese Society of Food Science and Technology**, Tokyo, v. 39, p. 183 – 187, 1992.

UMANO, K. ; HAGI, Y. ; NAKAHARA, K. SHOJI, A. ; SHIBAMOTO, T. Volatile constituents of green and ripened pineapple (*Ananas comosus* L. Merr.). **Journal of Agriculture and Food Chemistry**, Washington, D.C., v. 40, p. 599 – 603, 1992.

VAN STRATEN, S. ; MAARSE, H. **Volatile compounds in food**: qualitative data. 5th ed. Zeist: TNO - Division for Nutrition and Food Research, 1983. 253 p.

WU, P. ; KUO, M. C. ; HARTMAN, T. G. ; ROSEN, R. T. ; HO, C. T. Free and glycosidically bound aroma compounds in pineapple (*Ananas comosus* L. Merr.). **Journal of Agriculture and Food Chemistry**, Washington, D.C., v. 39, p. 170 – 172, 1991.

YANG, X. ; PEPPARD, T. Solid-phase microextraction for flavor analysis. **Journal of Agriculture and Food Chemistry**, Washington, D.C., v. 42, p. 1925 – 1930, 1994.

YOUNG, H.; PEREA, C. O.; PATERSON, V. J. Identification of E-hex-3-enal as an important contributor to the off-flavour aroma in kiwifruit juice. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 58, p. 519 – 522, 1992.

## Comunicado Técnico, 77

Ministério da Agricultura,  
Pecuária e Abastecimento

Exemplares desta edição podem ser adquiridos na:  
**Embrapa Agroindústria de Alimentos**  
**Endereço:** Av. das Américas, 29.501 - Guaratiba  
23020-470 - Rio de Janeiro - RJ  
**Fone:** (0XX21) 2410-9500  
**Fax:** (0XX21) 2410-1090 / 2410-9513  
**Home Page:** <http://www.ctaa.embrapa.br>  
**E-mail:** [sac@ctaa.embrapa.br](mailto:sac@ctaa.embrapa.br)

1ª edição  
1ª impressão (2005): versão on-line

## Comitê de publicações

**Presidente:** Regina Isabel Nogueira  
**Membros:** Maria da Graça Fichel do Nascimento,  
Maria Ruth Martins Leão, Neide Botrel Gonçalves,  
Ronaldo Luiz de O. Godoy, Virginia Martins da Matta

## Expediente

**Supervisor editorial:** Maria Ruth Martins Leão  
**Revisão de texto:** Comitê de Publicações  
**Editoração eletrônica:** André Luis do N. Gomes  
André Guimarães de Souza