

SPID 30705

B N

Tecnologia

# Ressonância magnética permite investigar atributos dos frutos

Clovis Isberto Biscegli\*



ACERVO CEAGESP

*Figo Roxo de Valinhos: técnicas rápidas e não-destrutivas garantem propriedades físicas na pós-colheita*

Alcançar uma produção de qualidade, capaz de atender ao crescente consumo de produtos frescos, em mercados cada vez exigentes, tem sido o grande desafio da fruticultura brasileira. Os impactos mecânicos aos quais as frutas são submetidas durante as operações de manejo da colheita e da pós-colheita são responsáveis por perdas significativas, que vão da produção à distribuição e comercialização. A aparência externa é também um atributo de qualidade das frutas, sendo o principal fator de rejeição por parte do consumidor. Frutos murchos, amassados, e sem as cores que os caracterizam, aparentando serem de baixa qualidade, acabam sobrando nas prateleiras.

A busca por qualidade requer técnicas seguras, rápidas e não-destrutivas para garantir as propriedades físicas dos frutos na pós-colheita. Um método não-destrutivo de avaliação das diversas formas de injúrias às quais as frutas e hortaliças são em geral submetidas pode ser primordial ao controle de qualidade, que é determinante no preço dos produtos. A tomografia por ressonância magnética (Torm) foi pioneiramente utilizada na medicina como uma técnica revolucionária e não invasiva de diagnóstico por imagem, apresentando também enorme potencial para uso nas pesquisas agropecuárias. Tem sido utilizada mais recentemente para a investigação e o monitoramento da qualidade e dos danos causados na pós-colheita, permitindo a visualização sem destruição dos atributos no interior dos frutos, normalmente não detectados por técnicas convencionais.

A imagem tomográfica mostra basicamente a distribuição espacial dos átomos de hidrogênio, no ambiente químico da fatia analisada, sendo que, no caso das frutas, são predominantemente detectados os átomos de hidrogênio presentes na água e nos açúcares. A concentração e mobilidade da água e dos açúcares nas frutas são frequentemente associadas a muitos outros fatores de qualidade, como danos mecânicos, rachaduras da casca, podridão, vazios, infestação por moscas-das-frutas e danos causados por refrigeração. Esse método não-destrutivo de avaliação pode indicar o controle de qualidade, pois está correlacionado com o processo de amadurecimento da maioria das frutas (Cho et al., 1991).

Considerando-se que os parâmetros da ressonância magnética da água dependem das arquiteturas celulares das frutas, as mudanças que afetam suas estruturas e, portanto a qualidade, podem ser detectadas por meio da Torm (Biscegli e Crestana, 1996; Biscegli et al., 2000). A presença de núcleos com "momento magnético" é condição

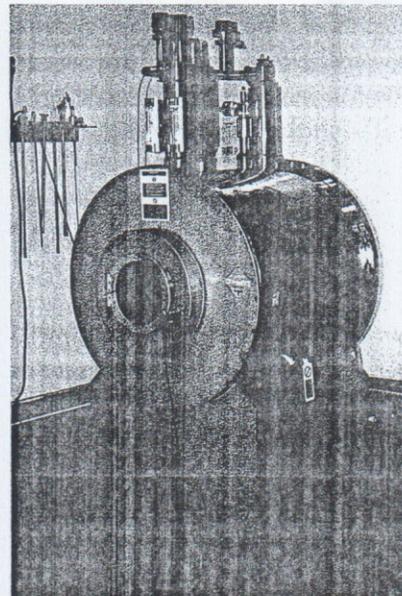
fundamental para se analisar materiais por meio da Torm. No caso das frutas, o núcleo mais indicado é o do hidrogênio (1H) que, devido à sua abundância, resulta em alto valor na relação sinal/ruído. Conseqüentemente, permite a obtenção de imagens em tempos curtos.

Estudos preliminares realizados com a Torm a indicam como uma poderosa ferramenta na obtenção de informações sobre as estruturas internas das frutas inteiras, relacionado-as à qualidade, na medida que permitem a identificação de injúrias mecânicas, regiões desidratadas, danos por larvas, amolecimento interno e estádios de maturação. Um exemplo de estudo foi realizado com o tomógrafo de ressonância magnética Varian Inova de 2 Tesla (Figura 1) instalado na Embrapa Instrumentação Agropecuária, em São Carlos, SP. Os frutos foram inseridos em uma bobina de radiofrequência do tipo "gaiola", com diâmetro interno de 14 cm, operando na frequência de 85,53 MHz e as imagens geradas em matrizes de 256 x 256 pixels, em 256 tons de cinza, em fatias com 2 mm de espessura. As imagens bidimensionais permitiram análises em relação à forma, localização e textura dos graus de cinza, que indicam as situações de água mais móvel (livre) ou mais ligada aos tecidos sadios.

Para demonstrar o potencial da Torm e a eficácia desse método, foram apresentados os efeitos de injúrias mecânicas em goiabas da cultivar Paluma, (Mattiuz, et al. 2002), submetidas a injúrias mecânicas por impacto, compressão e cortes. As áreas lesionadas foram imediatamente demarcadas e, em seguida, os frutos foram tomografados. As áreas mais claras nos tomogramas (assinaladas por setas) indicam as condições de água móvel (livre), causadas por injúrias de natureza mecânica.

Outra aplicação interessante visou a avaliar o uso da Torm como método não-destrutivo de monitoramento dos efeitos das injúrias mecânicas em figos do tipo Roxo de Valinhos. O figo Roxo

FIGURA 1 | MAGNETO SUPERCONDUTOR DE TOMÓGRAFO VARIAN



de Valinhos é perecível, notadamente quando amadurece em épocas chuvosas e quentes. Dessa forma, deve ser colhido logo ao atingir o ponto de maturação, também designado "de vez". Qualquer manuseio que provoque dano mecânico ou estresse nos tecidos vegetais contribui para a manifestação de doenças após a colheita, que podem ocorrer por via direta pelas aberturas naturais (ostíolo e pedúnculo), pelos ferimentos ou pelo efeito do estresse. No beneficiamento atual, ocorrem excessivas solicitações mecânicas que contribuem para um reduzido tempo útil (máximo de três dias), comprometendo as oportunidades de comercialização, aumentando perdas e gerando resíduos.

Um melhor conhecimento das respostas dos tecidos às solicitações mecânicas pode apontar soluções tecnológicas mais adequadas. Figos íntegros foram selecionados, identificados e tomogra-

fados. Seguiu-se a aplicação de impacto na região equatorial dos frutos. A região diametralmente oposta à de aplicação do impacto foi protegida, para que não sofresse dano. As áreas lesionadas dos frutos foram imediatamente demarcadas, seguindo-se a obtenção de nova série de imagens tomográficas. As imagens tomográficas dos frutos injuriados e não-injuriados evidenciam que a perda de massa implicou diminuição da espessura da polpa, compreendida entre a película e a região ocupada pelos frutos verdadeiros. Observou-se ainda nas áreas mais claras (correspondentes aos frutos verdadeiros), o aumento da água livre nos tecidos.

Outros estudos foram realizados com o uso da Torm, visando a ampliar o horizonte de aplicação desse importante e inovador método não-destrutivo na pós-colheita. Esses trabalhos, já desenvolvidos e publicados, permitiram

avaliar a presença do colapso interno de mangas, o limiar do surgimento da mancha marrom em maçãs (devido à refrigeração), os efeitos do tratamento térmico na castanha de caju, o amaciamento de melões submetidos a diferentes tratamentos na pós-colheita e os efeitos da refrigeração causando "farinosidade" em pêssegos e ameixas. A Torm é portanto uma ferramenta eficaz na detecção de injúrias internas nos frutos, pois o estresse físico causado pelos impactos produz um colapso nos lóculos internos, levando à perda da integridade celular e à conseqüente liquefação dos tecidos placentários. Foi possível constatar que o uso dessa técnica moderna, avançada e inovadora pode dar grande contribuição à avaliação e controle de qualidade de frutas na pós-colheita. ☉

*\*Clovis Isberto Biscegli é pesquisador da Embrapa Instrumentação Agropecuária, São Carlos (clovis@cnpdia.embrapa.br).*

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BISCEGLI, C. I.; CRESTANA, S. *Uso de um novo método para avaliação não-destrutiva do interior de frutas*. São Carlos: Embrapa-CNPDIA, 1996. 16 p. (EMBRAPA-CNPDIA. Circular Técnica, 5).
- BISCEGLI, C. I.; FRANCO, R. W. de A.; TANNUS, A.; COLNAGO, L. A. Use of magnetic resonance and spectroscopy in tropical fruits: challenges and opportunities. In: CRUVINEL, P. E.; COLNAGO, L. A. (Eds.) *Advances in agricultural tomography*. São Carlos, SP: Embrapa Agricultural Instrumentation, 2000. p. 77-78. ou et al.
- CHO, S. I.; BELLON, V.; EADS, T. M.; STROSHINE, R. L.; KRUTZ, G. W. Sugar content measurement in fruit tissue using water peak suppression in high resolution IH magnetic resonance. *Journal of Food Science*. v. 56, n. 4, p. 1.091-1.094, 1991. ou et al.
- MATTIUZ, B. H.; BISCEGLI, C. I.; DURIGAN, J. F. Aplicações da tomografia de ressonância magnética nuclear como método não-destrutivo para avaliar os efeitos de injúrias mecânicas em goiabas "Paluma" e "Pedro Sato". *Revista Brasileira de Fruticultura*, v. 24, n. 3, p. 641-643, 2002.

REVISTA Desde 1943 contribuindo para o avanço das ciências agrárias

# SCIENTIA AGRICOLA

Indexada na mais conceituada base de dados científicos internacional, a Web of Science/ Current Contents, do ISI

## ASSINATURA

Assinatura anual: R\$ 80,00

Exemplar avulso: R\$ 30,00

## PERIODICIDADE

Seis números por ano

## CUSTO PARA PUBLICAÇÃO

Se o 1º autor ou o autor correspondente for assinante:

• R\$ 18,00 por página impressa no formato final, até 6 páginas

• R\$ 60,00 por página adicional

Se o 1º autor e/ou autor correspondente não for assinante:

• R\$ 36,00 por página impressa no formato final, até 6 páginas

• R\$ 120,00 por página adicional

## COMO ASSINAR

1. Depósito em conta bancária:

Fundação de Estudos Agrários Luiz de Queiroz

• Banespa (033) | Agência 0041 | Conta 13.50077-2 ou

• Banco do Brasil | Agência 3149-6 | Conta 4008-8

2. Enviar para o endereço abaixo o comprovante de depósito (Via Fax ou Carta) juntamente com os dados pessoais: nome, instituição, endereço completo, telefone, e-mail

## USP ESALQ / SCIENTIA AGRICOLA

Comissão de Publicações

Av. Pádua Dias, 11 • CP 9 • 13418-900

Piracicaba - SP • Brasil • Tel/Fax: (19) 3429-4201

e-mail: scientia@esalq.usp.br

www.esalq.usp.br/scientia • www.scielo.br/sa