

Notas Científicas

Análise da castanha do cajueiro por tomografia de ressonância magnética

João Rodrigues de Paiva⁽¹⁾, Clovis Isberto Biscegli⁽²⁾ e Antônio Calixto Lima⁽¹⁾

⁽¹⁾Embrapa Agroindústria Tropical, Caixa Postal 3761, CEP 60511-110 Fortaleza, CE. E-mail: paiva@cnpat.embrapa.br, calixto@cnpat.embrapa.br

⁽²⁾Embrapa Instrumentação Agropecuária, Caixa Postal 741, CEP 13560-970 São Carlos, SP. E-mail: clovis@cnpdia.embrapa.br

Resumo – O objetivo deste trabalho foi avaliar a técnica de tomografia de ressonância magnética na análise de castanhas de cajueiro, em relação ao método tradicional, visando sua aplicação na seleção de clones. Amostras de castanhas de 40 clones de cajueiro comum, colhidas na safra de 2002, foram analisadas por ambos os métodos. Pelo método tradicional, a maioria dos clones apresentou altos e médios valores dos indicadores industriais massa de castanha, massa de amêndoa e rendimento industrial e baixos índices de quebra das amêndoas. Pela tomografia, a maioria dos clones apresentou castanhas com espaços vazios entre a amêndoa e o endocarpo, que podem proteger a amêndoa durante a decorticação. Os resultados dos dois métodos foram complementares, e a tomografia, além de alternativa promissora na avaliação da qualidade de castanha, pode subsidiar outras áreas de pesquisa relacionadas ao estudo da castanha.

Termos para indexação: *Anacardium occidentale*, seleção, clone, análise de imagens.

Cashew nut analysis by magnetic resonance tomography

Abstract – The objective of this work was to evaluate the technique of magnetic resonance tomography for cashew nut analysis, compared to the traditional method of clone selection. Samples of cashew nut from 40 clones harvested in 2002 were analyzed using both methods. Using traditional method most of clones showed high and medium values of the industrial indicators nut and seed mass and industrial yield and low values of seed breakage. By magnetic resonance tomography majority of clones showed cashew nuts with empty spaces between the nut and the endocarp, which can protect the seed during decortication. The results for the two methods were complementary and the tomography, besides being a promising option for the quality evaluation of cashew nut, can give support to other researches related to cashew nut study.

Index terms: *Anacardium occidentale*, selection, clones, image analysis.

Na área de melhoramento genético, as atuais demandas da cajucultura estão voltadas para a seleção de plantas com porte baixo, que facilitem a colheita manual. Outras características desejáveis nesse tipo de cultura são pedúnculos facilmente destacáveis, com coloração, sabor, textura, consistência e teor de taninos adequados às preferências do consumidor; as castanhas devem ter tamanho e massa adequados às exigências do mercado, maior período de conservação e rendimento industrial acima de 23%. As amêndoas devem ser de fácil despêliculagem, coloração e massa dentro dos padrões internacionais, e resistentes à formação de “bandas” (Barros et al., 2002).

Em relação à qualidade da amêndoa, a seleção, normalmente, é feita numa fase mais avançada da pesquisa, considerando o número reduzido de clones potenciais e a oferta de maior quantidade de material para análise. Nesta fase, a análise das castanhas pelo método tradicional, que é destrutivo, requer amostra acima de 3 kg e preparação especial na obtenção dos indicadores tecnológicos do beneficiamento.

A tomografia por ressonância magnética constitui um método não-invasivo, seguro e capaz de fornecer informações do estado químico e físico dos materiais, bem como do estado fisiológico e das condições de metabolismo em sistemas biológicos, sem qualquer extração ou

destruição da amostra (Bottomley, 1982; Clark et al., 1997; Araújo et al., 2002).

O objetivo deste trabalho foi avaliar a técnica de tomografia de ressonância magnética na análise de castanhas de cajueiro, em relação ao método tradicional, visando sua aplicação na seleção de clones.

Em um experimento com 40 clones de cajueiro comum instalado em área de produtor, na safra de 2002, foram coletadas amostras com aproximadamente 3 kg de castanhas (fruto verdadeiro) para análise de parâmetros industriais, na fábrica-escola da Embrapa Agroindústria Tropical, localizada no Município de Pacajus, CE. Subamostras com duas castanhas por clone foram enviadas para a Embrapa Instrumentação Agropecuária, em São Carlos, SP, e uma castanha por clone foi usada para análise em tomógrafo de ressonância magnética operando na frequência de 85,53 MHz.

A maioria dos clones produziu castanhas com pequeno espaço vazio entre os cotilédones e entre a amêndoa e o endocarpo (Tabela 1). Muitas vezes essa característica não se constitui um defeito, já que castanhas grandes podem ser mais facilmente decorticadas quando há pequenos espaços entre o cotilédone e o endocarpo. As imagens obtidas por meio da tomografia de ressonância magnética permitem a análise das castanhas e a identificação de amêndoas com defeitos (Figura 1).

A maioria dos clones apresentou valores altos e médios dos indicadores industriais massa de castanhas, massa de amêndoas e rendimento industrial, pelo método tradicional (Tabela 2). A maioria das castanhas (95%) apresentou amêndoas com altos valores de massa (mais de 2,17 g). Apesar de os clones produzirem apenas castanhas grandes (em torno de 14,80 g) e médias (em tor-

no de 9,70 g), o que normalmente reduz o rendimento industrial, 60% foram classificados como clones de alto rendimento (superior a 23%), 32,5% como de médio rendimento (entre 20% e 23%) e apenas 7,5% dos clones se posicionaram na faixa de baixo rendimento industrial (inferior a 20%). A predominância de clones com alto rendimento industrial é explicada pelo elevado valor de massa das amêndoas em relação à massa das castanhas da maioria dos clones analisados.

A análise do indicador tecnológico “quebra das amêndoas” dividiu os clones em 65% na classe de baixo índice de amêndoas quebradas (menos que 10%), e 27,5% na classe de alto índice de amêndoas quebradas (mais de 18%) (Tabela 2). A quebra das amêndoas é um importante parâmetro industrial, porque, além de aumen-

Tabela 1. Avaliação tecnológica da castanha de clones de cajueiro comum, pelo método da tomografia de ressonância magnética.

Diagnóstico	Clones com sintomas (%)
Grande espaço vazio entre os cotilédones e pequeno espaço vazio entre a amêndoa e o endocarpo	20,0
Pequeno espaço vazio entre os cotilédones e entre a amêndoa e o endocarpo	27,5
Defeitos visíveis na amêndoa, e grande espaço vazio entre os cotilédones e entre a amêndoa e o endocarpo	17,5
Cotilédones com extremidade separadas	10,0
Amêndoa sem defeito	25,0

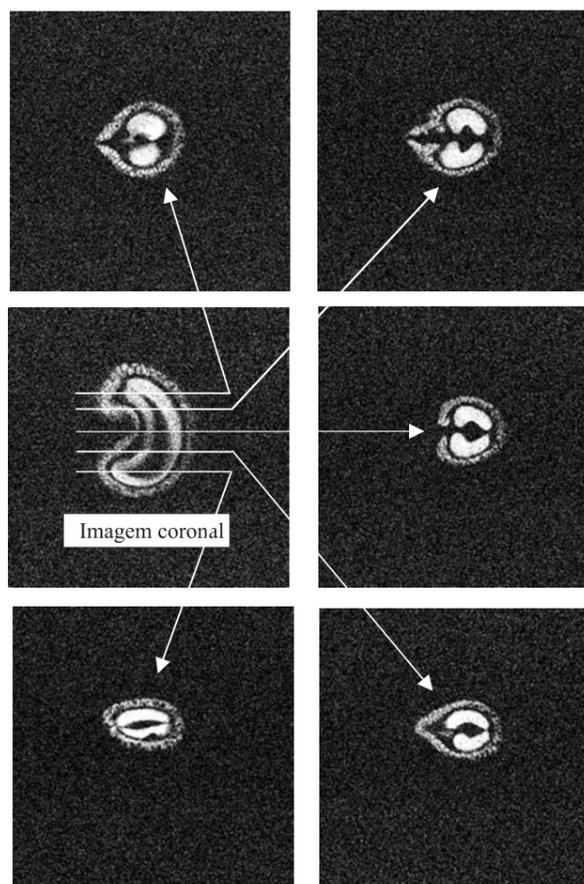


Figura 1. Imagem coronal e de cinco cortes transversais da castanha do clone de cajueiro comum LN 31 obtidas em tomógrafo de ressonância magnética.

tar os custos de produção, interfere na receita da comercialização, mediante redução do preço do produto. O índice de quebra das amêndoas está bastante relacionado ao sistema de beneficiamento utilizado, se mecanizado (40%–45%) ou semimecanizado (20%–25%) (Paiva et al., 2000). Além disso, depende da habilidade do operador da máquina de decorticação, da manutenção da máquina e navalhas e do tipo de autoclavagem das castanhas (Garruti & Cordeiro, 1993). Dependente também das características da matéria-prima, a exemplo do tamanho e geometria (formato) das castanhas e amêndoas, espaço entre a casca e a amêndoa, forma (abertura) e nível de aderência dos cotilédones (Paiva et al., 1995).

Considerando-se a relação entre a massa de bandas/amêndoas quebradas (>67%, 33%–67% e <33%, respectivamente como alta, média e baixa), 34% dos clones apresentaram baixa relação bandas/amêndoas quebradas (Tabela 2). Esta variável é determinada pela forma de clivagem das amêndoas, gerando bandas, em que seus cotilédones apenas se separam, mas permanecem íntegros, ou batoques, em que as amêndoas se partem transversalmente. Do ponto de vista industrial, não existe muita diferença entre estes dois tipos de clivagem, uma vez que o preço dos produtos gerados têm similar valor comercial. Entretanto, o conhecimento dessa proporção é importante na seleção de clones, tendo em vista que os genótipos com alta relação bandas/amêndoas quebradas devem ser preteridos, por causa da má formação, fraca aderência ou soldadura dos cotilédones.

Pelas características do diagnóstico da tomografia, não é possível compará-las com as da análise pelo mé-

Tabela 2. Frequência (%) de 40 clones de cajueiro comum, de acordo com os valores obtidos para os indicadores tecnológicos da castanha pelo método tradicional⁽¹⁾.

Indicador tecnológico	Valor do indicador		
	Alto	Médio	Baixo
Massa das castanhas	52,5	47,5	-
Massa das amêndoas	95,0	5,0	-
Rendimento industrial	60,0	32,5	7,5
Índice de quebra das amêndoas	27,5	7,5	65,0
Relação bandas/amêndoas quebradas	26,0	40,0	34,0
Índice de amêndoas sadias	20	20	60

⁽¹⁾Valores de referência, conforme Paiva et al. (2003).

todo tradicional. Contudo, essas análises podem ser complementares na seleção de clones, considerando as dificuldades do método tradicional de mensurar os espaços vazios, principalmente aqueles entre os cotilédones.

A classificação da maioria (65%) dos clones avaliados pelo método tradicional com baixos índices de quebra das amêndoas (Tabela 2), pode ser atribuída aos espaços vazios entre a casca e os cotilédones, observados na ressonância magnética em 65% dos clones (Tabela 1), uma vez que a navalha da máquina de decorticação, ao penetrar na casca, não atinge tão facilmente os cotilédones, porque o espaço vazio entre os cotilédones e o endocarpo protege as amêndoas da quebra (Araújo et al., 2002).

Embora tamanho e massa da castanha e da amêndoa sejam indicadores tecnológicos muito importantes do ponto de vista industrial, a forma ou geometria e a sanidade também influem na avaliação da qualidade da castanha. Em relação ao melhoramento genético do cajueiro, o emprego da técnica da tomografia permitindo a visualização dos espaços vazios entre os cotilédones e entre a amêndoa e o endocarpo, pode estimar o potencial de um novo clone quanto à facilidade de corte, à percentagem de amêndoas avariadas e sadias, ao rendimento industrial e à capacidade de flutuar em água.

A análise dos dois métodos indica resultados que se complementam, e a tomografia por ressonância magnética, além de alternativa promissora na avaliação da qualidade de castanha, principalmente na seleção de novos clones de cajueiro, pode também subsidiar outras áreas de pesquisa relacionadas ao estudo da castanha.

Referências

- ARAÚJO, M.C. de; BISCEGLI, C.I.; JORGE, L.A. de C.; FERRAZ, A.C. de O.; HONÓRIO, S.L. Diagnóstico dos efeitos de tratamento térmico na castanha de caju através de tomografia de ressonância magnética. In: FRUTAL 2002 SEMANA INTERNACIONAL DA FRUTICULTURA, FLORICULTURA E AGROINDÚSTRIA, 9.; SIMPÓSIO DE INOVAÇÕES TECNOLÓGICAS E GERENCIAIS, 2., 2002, Fortaleza. [Anais.]. Fortaleza: Embrapa-CNPAT; Instituto Frutal; Banco do Nordeste; Sebrae-CE, 2002. 5p. Seção simpósio/trabalhos científicos. 1 CD-ROM.
- BARROS, L. de M.; PAIVA, J.R. de; CAVALCANTI, J.J.V.; ARAUJO, J.P.P. de. Cajueiro. In: BRUCKER, C.H. **Melhoramento de fruteiras tropicais**. Viçosa: UFV, 2002. p.160-176.

BOTTOMLEY, P.A. NMR imaging techniques and applications: a review. **Review of Scientific Instruments**, v.53, p.1319-1337, 1982.

CLARK, C.J.; HOCKINGS, P.D.; JOYCE, D.C.; MAZUCCO, R.A. Application of magnetic resonance imaging to pre and post-harvest studies of fruit and vegetables. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, n.11, p.1-21, 1997.

GARRUTI, D. dos S.; CORDEIRO, E.R. **Características biométricas e indicadores tecnológicos da castanha de quatro clones de cajueiro anão precoce**. Fortaleza: Embrapa-CNPAT, 1993. 4p.

PAIVA, F.F. de A.; LEITE, L.A. de S.; PESSOA, P.F.A. de P.; SOUZA NETO, J. de; SÁ, F.T. de; SILVA NETO, R.M. da; FERNANDES, A.R. Processamento de castanha de caju. In: SILVA, C.A.B. da; FERNANDES, A.R. (Ed.). **Projetos de empreendimentos agroindustriais**: produtos de origem vegetal. Viçosa: Ed. da UFV, 2003. v.2, p.171-214.

PAIVA, F.F. de A.; SILVA NETO, R.M.; PESSOA, P.F.A. de P. **Minifábrica de processamento de castanha de caju**. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2000. 22p. (Circular Técnica, 7).

Recebido em 8 de agosto de 2003 e aprovado em 6 de julho de 2004