

Características Botânicas das Principais Anonáceas e Aspectos Fisiológicos de Maturação



**Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Embrapa Agroindústria Tropical
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento**

Documentos 106

Características Botânicas das Principais Anonáceas e Aspectos Fisiológicos de Maturação

José Luiz Mosca

Carlos Eliardo Barros Cavalcante

Tatiana Mourão Dantas

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

Embrapa Agroindústria Tropical

Rua Dra. Sara Mesquita 2270, Pici

CEP 60511-110 Fortaleza, CE

Caixa Postal 3761

Fone: (85) 3299-1800

Fax: (85) 3299-1803

Home page: www.cnpat.embrapa.br

E-mail: negocios@cnpat.embrapa.br

Comitê de Publicações da Embrapa Agroindústria Tropical

Presidente: *Francisco Marto Pinto Viana*

Secretário-Executivo: *Marco Aurélio da Rocha Melo*

Membros: *Janice Ribeiro Lima, Andréia Hansen Oster, Antonio Teixeira Cavalcanti Júnior, José Jaime Vasconcelos Cavalcanti, Afrânio Arley Teles Montenegro, Ebenézer de Oliveira Silva.*

Supervisor editorial: *Marco Aurélio da Rocha Melo*

Revisor de texto: *José Ubiraci Alves*

Normalização bibliográfica: *Ana Fátima Costa Pinto*

Fotos da capa: *Maria Auxiliadora Coêlho de Lima, Tatiana*

Mourão Dantas, José Luiz Mosca

Editoração eletrônica: *Arilo Nobre de Oliveira*

1ª edição

1ª impressão (2007): 200 exemplares

Todos os direitos reservados

A reprodução não-autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação dos direitos autorais (Lei no 9.610).

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Embrapa Agroindústria Tropical**

Mosca, José Luiz.

Características botânicas das principais anonáceas e aspectos fisiológicos de maturação / José Luiz Mosca, Carlos Eliardo Barros Cavalcante, Tatiana Mourão Dantas. – Fortaleza : Embrapa Agroindústria Tropical, 2006.

28 p. (Embrapa Agroindústria Tropical. Documentos, 106).

ISSN 1677-1915

1. Anonácea. I. Barros, Carlos Eliardo. II. Dantas, Tatiana Mourão. III. Título. IV. Série.

CDD 634.41

© Embrapa 2006

Autores

José Luiz Mosca

Engenheiro agrônomo, Dr. em Fisiologia Pós-Colheita,
pesquisador da Embrapa Agroindústria Tropical,
Fortaleza, CE, mosca@cnpat.embrapa.br

Carlos Eliardo Barros Cavalcante

Aluno de Graduação de Engenharia de Alimentos,
Universidade Federal do Ceará - UFC

Tatiana Mourão Dantas

Aluna de Mestrado em Tecnologia de Alimentos,
Universidade Federal do Ceará - UFC

Apresentação

As anonáceas representam um grupo de frutos com uma demanda crescente, tanto no mercado interno como no externo. O acompanhamento dessa demanda e das exigências do consumidor deve ser sistemático, e é essencial que em toda a cadeia produtiva sejam adotadas as práticas recomendadas de colheita, pós-colheita, transporte e distribuição, contribuindo para melhorar a qualidade e a competitividade dessas frutas.

A alta perecibilidade dos frutos das anonáceas e o seu curto período de conservação pós-colheita exigem um adequado conhecimento dos aspectos relacionados ao desenvolvimento dos frutos e dos processos fisiológicos e bioquímicos da maturação. Nesse sentido, este trabalho fornece informações importantes para o entendimento desses processos, possibilitando, assim, a proposição de estratégias e tecnologias que reduzam a velocidade das transformações bioquímicas, sem prejuízo da qualidade, minimizando as perdas pós-colheita.

Lucas Antonio de Sousa Leite

Chefe-Geral da Embrapa Agroindústria Tropical

Sumário

Introdução	9
Família Annonaceae	10
Aspectos Gerais	10
Graviola (<i>A. muricata</i> L.)	11
Cherimóia (<i>A. cherimola</i> Mill.)	13
Ata, Pinha, Fruta-do-Conde (<i>A. squamosa</i> L.)	13
Atemóia (<i>A. cherimola</i> Mill x <i>A. squamosa</i> L.)	15
Processos Fisiológicos de Maturação	17
Respiração	18
Amido	19
Açúcares	19
Sólidos Solúveis Totais	20
Acidez Total Titulável	21
Perda de Massa	22
Textura	22
Peroxidase	24
Referências	26

Características Botânicas das Principais Anonáceas e Aspectos Fisiológicos de Maturação

José Luiz Mosca

Carlos Eliardo Barros Cavalcante

Tatiana Mourão Dantas

Introdução

A família Annonaceae compreende grande número de gêneros e espécies, a maioria nativa das regiões tropicais ou subtropicais. Muitas dessas espécies têm interesse como frutíferas comerciais, sendo cultivadas em vários países.

Dentre as espécies de anonáceas que produzem frutos comestíveis, as mais conhecidas e de maior importância econômica são: graviola (*A. muricata* L.); pinha, ata ou fruta-do-conde (*A. squamosa* L.); cherimólia (*A. cherimolia* Mill.) e atemóia (híbrido de *A. cherimolia* x *A. squamosa*). Essas quatro anonáceas produzem frutos bastante aromáticos, de sabor agradável, açucarado e ligeiramente ácido. No entanto, os frutos apresentam limitações à distribuição para mercados distantes, devido a seu amadurecimento muito rápido, que os torna muito macios, difíceis de serem manuseados sem danos, e de conservação extremamente reduzida.

O amadurecimento de frutos é um processo fisiológico complexo que promove transformações em cor, sabor, aroma e textura, até alcançar o estado comestível. Em frutos maduros, após a colheita, a respiração torna-se o principal processo fisiológico, uma vez que o fruto não depende mais da absorção de água e minerais efetuada pelas raízes, da condução de

nutrientes pelo sistema vascular, nem da atividade fotossintética da planta mãe.

Devido à alta perecibilidade, os frutos de anonáceas apresentam problemas em sua conservação pós-colheita, ocasionados por alterações metabólicas nos tecidos durante o amadurecimento, as quais, mesmo não podendo ser visualizadas, podem ser detectadas através de diversas análises.

Família Annonaceae

Aspectos Gerais

A família Annonaceae descreve mais de 40 gêneros, dos quais apenas três, *Annona*, *Rollinia* e *Duguetia*, produzem frutos comestíveis. Bailey, citado por Crane & Campbell (1990), afirmou que a família contém 46 gêneros e de 500 a 600 espécies de árvores e arbustos, todos originários de regiões tropicais da Ásia, África e América.

Na família Annonaceae, três gêneros são importantes: *Annona*, *Rollinia* e *Albernonoa*. No gênero *Rollinia*, tem-se *Rollinia silvatica* (araticum-do-mato), *Rollinia mucosa* (biribá), *Rollinia escaibida* (araticum ou quaresma) e no gênero *Albernonoa*, *Albernonoa purpuracea* (marolo) e a *Albernonoa lanceolata* (pindaíba) (Manica, 1994).

No gênero *Annona*, as principais espécies cultivadas nas regiões tropicais são: a *Annona squamosa* L., conhecida no Brasil como fruta-do-conde, ata ou pinha, a *Annona muricata* L., popularmente chamada de graviola e a *Annona reticulata* L., denominada de fruta-da-condessa. Para as regiões subtropicais, a espécie *Annona cherimola* Mill. (cherimólia) e seu híbrido *Annona cherimola* Mill. x *Annona squamosa* L. (atemóia) são frutíferas de importância, mas de distribuição ainda restrita.

No Brasil, apenas as espécies do gênero *Annona* são cultivadas comercialmente, sendo as mais importantes a graviola, para indústria de suco e polpa, e a fruta-do-conde, a cherimólia, a atemóia e a fruta-da-condessa, para consumo in natura.

Graviola (*Annona muricata* L.)

A graviola é citada como originária da América Tropical, mais especificamente da América Central e Vales Peruanos, e daí distribuída para todas as regiões tropicais do mundo (Manica, 1997).

Segundo Manica (1997), a gravioleira (Fig. 1) é uma árvore de pequeno porte, com altura de 3,5 a 8 m, copa pequena, de ramificação assimétrica e de folhagem compacta. As folhas são inteiras, ovadas, oblongas ou elípticas, coriáceas, duras, de pecíolos curtos, de cor verde-escura-brilhante na página superior e verde-amarelada na página inferior, medindo de 5 a 18 cm de comprimento por 2 a 7 cm de largura, quando adultas.

As flores no estágio de “capulho” têm um formato subgloboso ou piramidal, são hermafroditas, de cor verde-escura quando em crescimento e verde-clara quando próximas da antese, distribuídas em pedúnculos curtos axilares ou diretamente do tronco, solitárias ou agrupadas de 2 a 4 flores, originadas de raminhos curtos dos ramos de plantas velhas que, após a fecundação, formam cachos de frutos.

Foto : Maria Auxiliadora Coelho de Lima



Fig. 1. Gravioleira (*Annona muricata*).

O fruto (Fig. 2) é uma baga composta, frutos múltiplos ou sincarpo, carnosos, o maior do gênero *Annona*, medindo de 16,2 a 30,1 cm de comprimento por 11,3 a 21,2 cm de largura, com peso de 1 kg até 10 kg, de forma elipsoidal ou ovóide. Os carpelos aparecem separados por um sulco fino e, na maioria das cultivares, apresentam no centro um pseudo-espinho curvo para baixo; eles são carnosos, curtos e moles, entretanto, registram-se, também, frutos quase lisos.

Foto : Maria Auxiliadora Coelho de Lima



Fig. 2. Graviola (*Annona muricata* L.).

O fruto tem polpa branca, sucosa e ligeiramente ácida, muito aromática, de sabor agradável e alto conteúdo de vitamina A e de vitamina C. As sementes, acima de 95 por fruto, são ovóides e aplainadas, medindo entre 15 e 20 mm de comprimento, pesando entre 0,57 g e 0,61 g, tendo a testa dura e cor marrom-escuro-brilhante.

O desenvolvimento do fruto é do tipo sigmoidal duplo, apresentando três fases características. Na primeira, o fruto apresenta um rápido crescimento inicial, seguida de uma fase estacionária, enquanto a fase final é aquela em que o fruto atinge a maturidade e o tamanho definitivo. Na Região Nordeste, estudos têm demonstrado que o fruto atinge maturidade fisiológica, aproximadamente, aos 90 dias após o início do período quiescente (Lima, 2002).

Lima (2002), estudando frutos de gravioleira do tipo “Crioula”, encontrou valores de 17,6 °Brix e 1,05% de acidez total titulável, em frutos maduros.

Cherimóia (*Annona cherimola* Mill.)

A cherimóia, espécie maternal do híbrido atemóia, ocorre espontaneamente nas Regiões Andinas do Chile, Peru, Bolívia, Equador e em locais de clima ameno.

O desenvolvimento do fruto se caracteriza como sendo uma curva sigmoidal dupla, podendo este crescimento contínuo ser dividido em três fases. Gardiazabal & Rosenberg (1993), estudando o crescimento de fruto de cherimóia no Chile, verificaram que a primeira fase se caracteriza por alta taxa de crescimento, ocorrendo nos primeiros 71 a 102 dias após a polinização, e que, na maioria das variedades estudadas, sua ocorrência foi de 116 dias. A segunda fase, onde o crescimento é reduzido, transcorre entre 102 e 217 dias, e na terceira e última fase, ocorre rápido crescimento, abrangendo períodos de 217 a 282 dias após a polinização, quando eles atingem o máximo desenvolvimento.

Os frutos, além das formas variadas, podem apresentar-se com peso variando de 250 gramas a 600 gramas, com pequeno número de sementes (21 a 41 por fruto) e com 54% a 71% de polpa, cujos teores de sólidos solúveis totais apresentam variação de 15 °Brix a 30 °Brix (Manica, 1997).

Ata, Pinha ou Fruta-do-Conde (*Annona squamosa* L.)

A ata, pinha ou fruta-do-conde, espécie paternal da atemóia, é originária das terras baixas da América Central, tendo sido levada do México e introduzida no Oriente e nas Filipinas.

A ateira (Fig. 3) é considerada uma árvore baixa, com 4 a 6 metros de altura e muito ramificada. As folhas apresentam lâminas oblongo-elípticas, de ápice obtuso ou acuminado e medindo de 5 a 15 cm de comprimento por 2 a 6 cm de largura, com coloração verde-brilhante na página superior e verde-azulada na página inferior.

Foto: Tatiana Mourão Dantas



Fig. 3. Ateira (*Annona squamosa*).

Segundo Vithanage (1984), a ateira apresenta flores pendentes, com os pistilos ocupando o centro do receptáculo cônico, enquanto as anteras se localizam na periferia. Essas flores apresentam dicogamia protogínica.

O fruto (Fig. 4) é um sincarpo arredondado, ovóide, esférico ou cordiforme, com 5 a 10 cm de diâmetro, sendo formado por carpelos muito proeminentes na maioria das cultivares, cobertos externamente por uma saliência achatada em forma de tubérculos regularmente expostos. A polpa é branca, doce e aromática, recobrendo um grande número de sementes.

Foto: Tatiana Mourão Dantas



Fig. 4. Ata, pinha ou fruta-do-conde (*Annona squamosa* L.).

O desenvolvimento do fruto é do tipo sigmoidal, onde o crescimento apresenta dois picos, o primeiro entre 45 e 60 dias após a antese e o outro, entre 90 e 105 dias (Pal & Kumar, 1995).

Frutos analisados por Maia et al. (1986) apresentaram 54% de polpa, 39% de casca e 7% de sementes. Rego et al. (1989), analisando a polpa de frutos maduros, encontraram os seguintes valores de 5,24 °Brix, pH 4,3 e 0,88% acidez total titulável.

Atemóia (*Annona cherimola* Mill. x *Annona squamosa* L.)

A atemóia é um híbrido de cherimóia com fruta-do-conde (ata, pinha), obtido no início do século em cruzamentos feitos na Flórida, EUA (Donadio, 1992), e repetidos mais tarde em outros países, com o objetivo de obter híbridos que reunissem as características de adaptação ao clima tropical da ata ao de subtropical da cherimóia.

A atemóia é, na prática, o resultado do melhoramento por hibridação entre a cherimóia e a fruta-do-conde. Ela apresenta como principais características a sua adaptação climática intermediária a dos pais, bem como a qualidade da cherimóia e a rusticidade e facilidade de produção da fruta-do-conde (ata, pinha). Essa adaptação climática intermediária traduz-se numa relevante vantagem, pois, com isso, a atemóia pode ser cultivada tanto nos trópicos como nos subtrópicos.

A planta apresenta porte pequeno a médio, chegando ao máximo de 10 m; altura esta intermediária a dos pais, sendo, no entanto, mais vigorosa que a fruta-do-conde (ata, pinha). Geralmente, a copa é aberta, com ramos longos. As folhas são elípticas, ovaladas ou lanceoladas, medindo de 10 a 20 cm de comprimento e 4 a 8 cm de largura. As flores medem de 3 a 4 cm, com três pétalas amarelo-esverdeadas, simples ou em pencas de 2 a 3, localizadas nas axilas das folhas de ramos com um ano de idade ou nos brotos novos (Manica, 1994).

O fruto (Fig. 5) é típico da família, composto de carpelos agregados, de forma variável, cônico, cordiforme, liso ou com protuberâncias. Pesam de

200 g a 450 g, amadurecem de 4 meses a 6 meses do florescimento, são esverdeados e chegam ao amarelo-pálido, na maturação. A polpa é branca, doce e de consistência média entre a cherimóia e a fruta-do-conde. Em geral, contém menor número de sementes que ambas (Manica, 1994).



Fig. 5. Atemóia (*Annona cherimola* Mill. x *Annona squamosa* L.).

São conhecidas cerca de 15 cultivares de atemóia, das quais algumas foram introduzidas no Brasil. As cultivares mais conhecidas são Gefner, Page, African Pride, Bradley, IAC - A, PR - 2, PR - 3, Bernitski, Hete, Island Gem, Kabri, Malali, Malamud, Mammoth e Sterner.

Das cultivares mais promissoras disponíveis atualmente, a Gefner atende à maioria dos requisitos exigidos; a baixa relação polpa/semente que ela apresenta é suplantada por outras características, como a produtividade e o vigor das plantas, tamanho e aspecto bem definidos de seus frutos e o sabor e aroma de sua polpa.

Mosca (2002), estudando atemóias da variedade Gefner, encontrou valores de 24,9 °Brix e 0,35% de ácido cítrico em frutos maduros.

Processos Fisiológicos de Maturação

O amadurecimento de frutos é um processo fisiológico extremamente complexo, que promove transformações na cor, no sabor, no aroma e na textura, até alcançar o estado comestível. Essas trocas podem coincidir com os primeiros estádios da senescência.

O etileno é o hormônio mais ativo da planta e é conhecido por sua benéfica atuação como iniciador e uniformizador no processo de amadurecimento de frutos. Como efeitos negativos, citam-se a antecipação da senescência e a aceleração do envelhecimento dos tecidos.

O climatério ou pico climatérico pode ser definido como o período durante o qual uma série de mudanças bioquímicas é iniciada por produção autocatalítica do etileno, marcando a transição entre o desenvolvimento à senescência do fruto, envolvendo um aumento na atividade respiratória e na condução ao amadurecimento (Chitarra & Chitarra, 1990).

O relacionamento entre o amadurecimento e o pico climatérico é aceito de forma generalizada. Em muitos frutos, o pico climatérico coincide com o estado de qualidade ótima para consumo, sendo a cherimóia um caso típico.

Bruinsma & Paull (1984), em estudos sobre respiração em pós-colheita de graviola mantida a 20 °C, observaram aumento na produção de etileno logo após o pico climatérico, sugerindo que o aumento da taxa de respiração pode depender do incremento da produção de etileno.

Kosiyachinda & Young (1975), estudando a relação entre a produção do etileno e a iniciação do climatérico em cherimóia, variedade Chaffey, armazenada a 20 °C, encontraram que a concentração de etileno interna foi menor que 0,05 ppm até a metade do primeiro pico respiratório; afirmaram, ainda, que o início e a elevação da respiração e o amadurecimento da variedade estudada não são estimulados por concentrações tão baixas, como 50 ppb (0,05 ppm).

Respiração

Após a colheita do fruto, a respiração torna-se o seu principal processo fisiológico, uma vez que ele não depende mais da absorção de água e minerais efetuada pelas raízes, nem da condução de nutrientes pelo sistema vascular, nem da atividade fotossintética da planta mãe. Portanto, após a colheita, os frutos têm vida independente e utilizam suas próprias reservas de substratos, acumulados durante o seu crescimento e a sua maturação, com a conseqüente depressão progressiva das reservas de matéria seca acumulada. As atividades não são apenas catabólicas, sendo que alguns órgãos vegetais utilizam a energia liberada pela respiração para continuar a síntese de pigmentos, enzimas e outros materiais de estrutura molecular elaborada (Chitarra & Chitarra, 1990).

Na década de 60, Biale, com base no comportamento respiratório dos frutos, os classificou em duas categorias - climatéricos e não climatéricos, sendo que o padrão climatérico dos frutos de anonáceas foi descrito por Biale & Barcus (1970). Posteriormente, Kosiyachinda & Young (1975) demonstraram que a curva de respiração para cherimóia, cv. Chaffey, apresentou dois picos de produção de CO_2 e alcançou o ponto de amadurecimento (estado comestível) próximo ao segundo pico.

Em estudos posteriores, Broughton & Tan (1979) confirmaram a forma irregular da curva de respiração em pós-colheita nos frutos da ateira (*A. squamosa* L.).

Bruinsma & Paull (1984), estudando o processo respiratório em pós-colheita de graviola (*A. muricata* L.), estabeleceram dois picos, sendo o primeiro associado ao efeito da colheita e o segundo, ao amadurecimento.

Em estudos comparativos sobre fisiologia em pós-colheita de diferentes anonáceas, Brown et al. (1988) encontraram que os padrões respiratórios e as alterações de firmeza em cherimóia e atemóia são de forma similares aos estabelecidos anteriormente por Kosiyachinda & Young (1975). Em frutos da ateira (*A. squamosa* L.), os padrões respiratórios e de textura apresentaram-se, substancialmente diferentes, enquanto a curva respiratória exibiu um único pico de CO_2 coincidente com o amadurecimento.

Amido

A mudança mais marcante na composição química das frutas anonáceas durante o amadurecimento é a diminuição no conteúdo de amido e o aumento de açúcares, em forma progressiva.

O amido é o material de reserva energética nos vegetais. A transformação qualitativa mais marcante que ocorre na maturação de frutos é a decomposição de carboidratos, notadamente a conversão de amido em açúcares solúveis. Essa transformação tem efeito no sabor e na textura dos frutos (Chitarra & Chitarra, 1990).

Alguns frutos jovens contêm grande quantidade de amido e apresentam decréscimo acentuado com a maturação.

Paull et al. (1983), em estudos sobre as mudanças na composição química da graviola (*A. muricata* L.) durante a maturação, observaram diminuição na concentração de amido e, concomitantemente, aumento dos açúcares solúveis. A sacarose alcançou concentração igual a quatro vezes a inicial e depois declinou rapidamente. Glicose e frutose apresentaram aumento moderado e constante.

Açúcares

Os frutos climatéricos apresentam consideráveis mudanças no conteúdo de açúcares totais, que aumentam não só durante o período de sua maturação na árvore, como também durante o período entre a colheita e o ponto de amadurecimento para ser comestível. Há predominância de sacarose sobre os açúcares redutores (glicose + frutose), sendo maior a concentração deste açúcar, nas últimas semanas de maturação.

A elevação no teor de açúcares se deve à maturação do fruto, que também ocasiona decréscimo na acidez e na adstringência, pela redução do teor de ácidos e fenólicos e pelo aumento nas características do aroma, devido à emissão de compostos voláteis. Contudo, teores mais elevados de açúcares permanecem por curtos períodos, decrescendo após armazenamento prolongado (Chitarra & Chitarra, 1990).

Teores de açúcares durante o amadurecimento em cherimóia (*A. cherimola* L.) cv. Campa foram estudados por Plaza (1986), que registrou aumento considerável de açúcares redutores e sólidos solúveis nos frutos armazenados a 5 °C.

Sólidos Solúveis Totais

Os teores de sólidos solúveis totais (SST) têm sido utilizados como índice de maturidade para alguns frutos (Chitarra & Chitarra, 1990). Na atemóia, em condições brasileiras, podem-se encontrar teores de SST variando de 4 °Brix a 27 °Brix.

A chuva ou uso de irrigação excessiva, na maioria das vezes, reduz o teor de SST do fruto, pela diluição do suco celular, como acontece em alguns plantios comerciais, onde o teor de SST atinge valores muito baixos na época das chuvas.

Durante a maturação, ocorre aumento nos teores de SST e de açúcares. Esse acréscimo é atribuído, principalmente, à hidrólise do amido acumulado durante o crescimento do fruto na planta, transformando-se em açúcares solúveis totais (AST), sendo o teor de sacarose quatro vezes o valor inicial. A glicose e a frutose não apresentam o mesmo comportamento, ocorrendo aumento apenas moderado e constante (Paull et al., 1983).

Índices observados na evolução da maturação são utilizados como medidas de firmeza, e a relação entre SST e acidez total titulável (ATT), como critério usual e objetivo para a maioria dos frutos.

O aumento da relação SST/ ATT, durante o amadurecimento, pode afetar a doçura e o flavor dos frutos, mas essa relação não é indicativo de sabor ou flavor. Frutos com baixo teor de SST e baixa ATT podem apresentar relação elevada e, no entanto, serem insípidos.

Cabe ressaltar que os índices de colheita estabelecidos não são adequados para as anonáceas, principalmente a atemóia. Os índices utilizados baseiam-se na mudança de coloração da casca e nas modificações na forma dos carpelos dos frutos.

Mosca (1997b), trabalhando com identificação do ponto de colheita em graviola (*A. muricata* L.), coletou frutos em três estádios de maturação, “de vez”, maturo fisiologicamente e maduro e os manteve a 24,5 °C e 70% UR, então, observou acréscimo de 7 °Brix a 9 °Brix, até 16 °Brix a 18 °Brix, durante o amadurecimento. Mosca (1997 a), trabalhando com ata (*A. squamosa* L.), no pólo irrigado de Petrolina, PE, acompanhou seu desenvolvimento na planta, até os frutos atingirem o ponto de colheita na 14^a semana (98 dias), e notou que apresentavam teor de SST de 3,5 °Brix. Após esse período, os frutos foram colhidos e armazenados por sete dias a 24,5 °C e 75% de UR e observou que teores de SST atingiram valores médios de 27,6 °Brix.

Martinez et al. (1997), trabalhando com cherimóia cv Concha Lisa, armazenada a 6 +/- 1 °C, durante 48 dias, observaram aumento progressivo no teor de SST. Os frutos iniciaram sua evolução com teor de 9,3 °Brix, até atingir 18 °Brix no 42º dia. Este incremento no fruto foi devido, principalmente, à frutose, à glicose e à sacarose, produtos da hidrólise do amido.

Acidez Total Titulável

Os ácidos orgânicos estão entre os constituintes que sofrem maiores trocas no amadurecimento. Comprovou-se que existe grande variabilidade no comportamento, tanto no sentido quantitativo como qualitativo.

Em anonáceas, parece existir uma tendência clara com respeito ao aumento da acidez total titulável (ATT) em relação à maturação. Plaza (1986) encontrou que, em cherimóia (*A. cherimola* Mill.) conservada a 9 °C, o conteúdo de acidez aumentava, consideravelmente, e que esta evolução foi mais ressaltada na cv Fino de Jete, em relação à cv. Campa.

Em graviola (*A. muricata* L.), Paull et al. (1983) determinaram, durante a maturação, os níveis de ácidos málico, cítrico e oxálico e encontraram que o ácido málico era predominante e aumentava sete vezes em relação ao valor inicial, sugerindo, dessa forma, ser o maior contribuinte para o sabor ácido do fruto.

Mosca (1997a) e Mosca (1997b), trabalhando com ata (*A. squamosa* L.), e graviola (*A. muricata* L.), respectivamente, expressaram os valores para graviola em ácido málico e para ata em ácido cítrico.

Perda de Massa Fresca

O teor de umidade da maioria dos frutos está acima de 90%. A transpiração é um processo fisiológico que continua acontecendo na fase pós-colheita, em maior ou menor intensidade, dependendo das condições ambientais.

A perda de massa fresca é maior durante as primeiras horas ou primeiros dias de armazenamento, quando o produto ainda está sendo refrigerado. Quanto mais longo for o período de resfriamento do produto, maior será sua perda de água. As perdas entre 3% e 6% são suficientes para causar redução na qualidade de muitos produtos, enquanto que outros, mesmo perdendo 10% ou mais ainda podem ser comercializados.

Martinez et al. (1997), em trabalho com cherimóia (*A. cherimola* L.) cv. Concha Lisa, armazenada a 6 +/- 1 °C durante 48 dias, observaram que nos primeiros 21 dias de armazenamento a perda de umidade foi mínima, enquanto nos 42 dias de armazenamento a perda foi de 63%, afetando a qualidade organoléptica do fruto. Segundo Zúñiga (1977), a perda de peso por transpiração com níveis maiores que 4% pode provocar diminuição da qualidade.

Textura

A textura é um dos atributos de qualidade de maior importância comercial em frutos, podendo ser avaliada por métodos subjetivos, através da compressão do produto com o polegar ou com o auxílio de instrumentos, tais como penetrômetro e texturômetro.

Durante o desenvolvimento, os frutos passam por diferentes estádios fisiológicos. Ocorrem sucessivas divisões e crescimento celular, seguidos da pré-maturação, maturação, amadurecimento e senescência (Chitarra & Chitarra, 1990).

O tecido comestível da polpa dos frutos é composto de células e a permeabilidade da plasmalema e a quantidade de espaços intercelular contribuem para o amaciamento dos tecidos, o que se considera como a primeira indicação da maturação.

A textura de produtos vegetais esta relacionada com a turgidez, coesividade, forma das células, presença de tecidos suporte e composição da planta e, ainda, depende do grau de transformações que essas células podem sofrer durante o amadurecimento, em especial as alterações nas substâncias pécticas.

Peleg (1979), em revisão sobre textura em frutos tropicais afirmou que, tendo em conta as características particulares dos frutos de anonáceas, grande parte deles apresenta dificuldades de determinação da textura por métodos instrumentais. Por outro, as medidas localizadas, como, por exemplo, a penetração, podem apresentar grande variabilidade devido à orientação dos segmentos do fruto e à presença de sementes próximas à superfície.

Martinez et al. (1997), trabalhando com cherimóia cv. Concha Lisa armazenada a 6 ± 1 °C durante 48 dias, observaram que até os 28 dias de armazenamento, ocorreu decréscimo gradual da resistência da polpa à pressão, variando de 12 kg a 8,3 kg, para, posteriormente, decrescer ainda mais, como resposta a uma maior atividade metabólica do fruto. O valor de 4,8 kg, obtido no 42º dia de armazenamento não correspondeu aos valores de consumo (1,5 kg), devido, provavelmente, a desordens fisiológicas que provocam processo de lignificação, promovendo, assim, uma maior resistência.

George et al. (1984), trabalhando com sete cultivares de atemóia, verificaram que para a variável textura, utilizando-se uma escala hedônica, onde 1 é reprovado ("dislike") e 9 aprovado ("highly acceptable"), as cultivares Hillary White, Martin e Marrochygold apresentaram a maior nota (8), enquanto Pink 's Mammoth, African Pride e Palethor Pe receberam nota 7, sendo a cv. Gefner a única que obteve nota 5.

Peroxidase

Muitas mudanças metabólicas que ocorrem nos tecidos dos frutos são atribuídas à atividade de enzimas, entre as quais a peroxidase.

Maturação e senescência, geralmente, ocorrem após a parada do crescimento e inclui uma série de processos de desorganização celular. Associado com a desintegração da membrana celular e com a hidrólise dos polissacarídeos da parede celular há aumento da respiração. Uma generalização plausível da senescência é que ela corresponde a um estado de oxidação dos tecidos, os quais podem estar na forma de acúmulo de peróxidos ou no aumento da atividade da lipoxigenase, resultando em lipídios hidroperóxidos. Este aumento de peróxidos e de radicais livres é, aparentemente, relacionado com aumento da atividade da peroxidase na senescência.

As peroxidases têm sido implicadas em vários processos bioquímicos e fisiológicos, tais como biogênese de etileno, balanço hormonal, integridade da membrana e controle respiratório, sendo, dessa forma, importante fator no controle da maturação e senescência de frutos. Sua atividade parece aumentar durante a maturação de diversos frutos, como ocorre na manga.

Assim, pode-se pensar que a peroxidase está relacionada com o climatério respiratório, pois estudos fisiológicos mostram paralelismo entre essas enzimas e a produção de etileno pelos vegetais.

As PODs são hemiproteínas, as quais, na presença de H_2O_2 , catalizam a oxidação de substratos como fenóis, aminas e certos compostos heterocíclicos como o ácido ascórbico (Dilley, 1970). Sua presença em vegetais tem sido relacionada à biogênese de etileno (Matto & Modi, 1969; Clemente & Pastore, 1998), balanço hormonal (Gortnen & Kent, 1988; Clemente & Pastore, 1998), com a integridade da membrana (Dilley, 1970), e com a degradação de clorofila e senescência de plantas (Walker, 1964; Clemente & Pastore, 1998)

Polifenol-oxidase (PPO) e peroxidase (POD) estão relacionadas com o metabolismo de produtos de reação ante o dano celular e de adaptação a fatores externos como salinidade, seca, temperatura e pH.

Devido à alta perecibilidade, o fruto apresenta problemas de conservação pós-colheita causados por fatores externos e internos. Acredita-se que a oxidação fenólica, induzida pela peroxidase, seja responsável pela deterioração do flavor, da cor, da textura, e da qualidade nutricional e funcional dos alimentos.

O comando dos processos da atividade da peroxidase é um componente muito importante na conservação pós-colheita de frutos, pelo fato de a enzima ter ação relacionada ao escurecimento, participando de várias reações oxidativas.

Durante a maturação dos frutos, os cloroplastos e a membrana dos tilacóides se desorganizam, levando à degradação da clorofila, tendo como efeito principal a perda de cor verde, processo este que não está claro mas, provavelmente, pode ser devido a uma série de fatores, entre eles, cita-se a ação da enzima peroxidase.

Lima (2002), trabalhando com maturação pós-colheita de graviolas tipo "Crioula" observou que os frutos mostraram aumento inicial na atividade da peroxidase, seguido de uma queda acentuada até o quarto dia de armazenamento após a colheita. No final do armazenamento, a atividade da peroxidase voltou a aumentar, embora se mantivesse abaixo da inicial.

Lima et al. (2000), relatam que frutos de ata (*A. Squamosa* L.) tratados com cera (citrosol) e cálcio (cloreto de cálcio 3% / 30 minutos), armazenados por dez dias sob refrigeração, apresentaram uma taxa de atividade específica de peroxidase mais baixa (0,000170 mmol de H_2O_2 / mg de proteína) em relação aos frutos não tratados, e recomendaram a atividade da enzima como parâmetro de conservação pós-colheita de ata.

Referências

BIALE, J. B.; BARCUS, D. E. Respiratory patterns tropical fruits of the Amazon basin. **Tropical Science**, v. 12., n. 2, p. 93-105, 1970.

BROWN, B. I.; WONG, L. S.; GEORGE, A. P.; NISSEN, R. J. Comparative studies on postharvest physiology of fruit from different species of *Annona* (Custard apple). **Journal of Horticulture and Science**, v. 63, n. 3, p. 521-8, 1988.

BRUINSNA, J.; PAULL, R. E. Respiration during postharvest development of soursop fruit, *Annona muricata* L. **Plant Physiology**, v. 76, p. 131-8, 1984.

CAMPBELL, C. W.; PHILLIPS, R. L. **The atemoya**. Gainesville: University of Florida/IFAS Cooperative Extension Service, 1994. 3 p.

CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. **Armazenamento, pós-colheita de frutos e hortaliças: fisiologia e manuseio**. Lavras: ESAL/FAEPE, 1990. 293 p.

CLEMENTE, E.; PASTORE, G. M. Peroxidase and polyphenoloxidase, the importance for food technology. **Boletim da SBCTA**, v. 32, n.2, p. 167-71, 1998.

CRANE, J. H.; CAMPBELL, C. W. Origin and distribution of tropical and subtropical fruits. In: NAGY, S. SHAW, P. E.; WARDOWSKI, W. F. **Fruits of tropical and subtropical origin: composition, properties and uses**. Florida: Science Source, 1990. p. 11-20.

DILLEY, D. R. Encimes. In: HÚLME, A. C. **The biochemistry of fruits and their products**. London: Academic Press, 1970. v.1., p. 179-207.

DONADIO, L. C. Frutas tropicais exóticas In: DONADIO, L. C.; MARTINS, A. B. G.; VALENTE, J. P. **Fruticultura tropical**. Jaboticabal: FUNEP, 1992. p. 191-216.

GARDIAZABAL, F.; RSENBERG, G. M. El cultivo del chirimoyo. Valparaíso: **Universidad Católica de Valparaíso**, 1993. 145 p.

GEORGE, A. P. Annonaceae In: **Tropical tree fruits for Australia**. Brisbane: Queensland Department of Primary Industries, 1984. cap. 4, p. 35-41.

GORTNER, W. A.; KENT, M. S. The coenzyme requirement and enzyme inhibitions of pineapple inodole acetic and oxidase. **Journal Biological Chemistry**, v. 233, n. 2., p. 731-35, 1988.

KOSIYACHINDA, S.; YOUNG, R. E. Ethylene production in relation to the initiation of respiratory climateric in fruit. **Plant e Cell Physiology**, v. 16, p. 595-602, 1975.

LEÓN, J. **Botanica de los cultivos tropicales**. San José: IICA. 1987. p. 425-431.

LIMA, C. L. C. **Uso de ceras e do cálcio, associado ou não, na conservação pós-colheita de frutos de pinheira (*Annona squamosa* L.), armazenada ao ambiente ou sob refrigeração**, 2000. 118p. Tese (Doutorado). UNESP, Botucatu.

LIMA, M. A. C. **Alterações bioquímicas e fisiológicas durante a maturação e o armazenamento de graviola sob refrigeração associada a 1-metilciclopropeno e cera**. 2002. 208 p. Tese (Doutorado). UFC, Fortaleza.

MAIA, G. A., MESQUITA, F. J. A., BARBOSA, M. A. T., FIGUEREDO, R. W. Características físicas e químicas da ata. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. Brasília, v. 21, n. 10, p. 1073-1076, 1986.

MANICA, I. Taxonomia ou sistemática, morfologia e anatomia. In: MANICA, I. **Fruticultura** : cultivo das annonaceas. Porto Alegre: EVANGRAF, 1994. p. 3-11.

MANICA, I. Taxonomia, morfologia e anatomia. In: SÃO JOSÉ, A. R.; SOUZA, I. V. B.; MORAIS, O. M.; REBOUÇAS, T. N. H. **Anonáceas: produção e mercado**. Vitória da Conquista: UESB, 1997. p. 20-35.

MARTINEZ, P. U.; COSCORROZA, J. A. O.; MAC-LEAN H. Identificación y caracterización de desordenes fisiológicas en cherimoyas (*Annona cherimola* Mill.) cv. Concha Lisa en refrigeración. In: CONGRESO INTERNACIONAL DE ANONÁCEAS, 1977, Chapingo, México. **Memorias...** Chapingo: Universidad Outoma de Chapingo, 1997. p. 315-322.

MATTOO, A. K. Biochemical aspects of ripening and chilling injury in mango fruit. **Fruit**, v. 1, p. 11, 1969.

MATTOO, A. K.; MODI, V. V. Ethylene and ripening of mangoes. **Plant Physiology**, Washington, v.44, n.1, p. 308-10, 1969.

MOSCA, J. L. **Desenvolvimento, Maturação e armazenamento de Atemóia (*Annona cherimólia* Mill x *Annona squamosa* L.) cv. Gefnar, 2002.** 157 p. Tese (Doutorado). - UNESP, Botucatu,

MOSCA, J. L.; ALVES, R. E.; FILGUEIRAS, H. A. C.; OLIVEIRA, J. F.. Determination of harvest index for soursop (*Annona muricata* L.). In: CONGRESO INTERNACIONAL DE ANONÁCEAS, 1977, Chapingo, México. **Memorias...** Chapingo: Universidad Outoma de Chapingo, 1997 b. p. 315-322.

MOSCA, J. L.; ASSIS DE, J. S.; ALVES, R. E.; FILGUEIRAS, H. A. C.; BATISTA, A. F. Physical, physico-chemical and chemical changes during growth and maturation of sugar apple. (*Annona squamosa* L.). In: CONGRESO INTERNACIONAL DE ANONÁCEAS, 1977, Chapingo, México. **Memorias...** Chapingo: Universidad Outoma de Chapingo, 1997a. p. 315-322.

PAL, D. K.; KUMAR, P. S. Change in the physico-chemical and biochemical composition of custard apple (*Annona squamosa* L.) Fruit during growth development and ripening. **Journal Horticulture Science**, v. 70, n. 4, p. 569-72, 1995.

PAULL, R. E.; DEPUTY, J.; CHEN, N. J. Changes in organic acids, sugars and headspace volatiles during fruit ripening of soursop (*Annona muricata* L.). **Journal of the American Society for horticultural Science**, v. 108, n. 6, p.931-4, 1983.

PELEG, M. Evaluation by instrumental methods of the textural properties of some tropical fruits. **Journal of Texture Studies**, v. 10, n. 45-65, 1979.

PLAZA, J. L. de la. Influencia de la dosificación del absorbedor químico de etileno green keeper, en la conservación de cherimya por el frío. **Fruticultura Profesional Barcelona**, v. 23, p. 69-79, 1986.

REGO, F. A. O.; ALVES, R. E.; LIMA, E. D. P. A.; SILVA, H.; SILVA, A. Q. Caracterização física e química de diferentes frutos da família Annonaceae. In: CONGRESSO BRASILEIRO FRUTICULTURA, 10., 1989, Fortaleza: **Resumos...** Fortaleza: Sociedade Brasileira de Fruticultura, 1989. p. 493-7.

VITHANAGE, H. I. M. Pollen-stigma interactions: development and cytochemistry of stigma papillae and their secretions in *Annona squamosa* L. (Annonaceae). **Annals of Botany**, 54, p. 153-167, 1984.

WALKER, G. C. Color determination frozen French beans (*Phaseolus vulgaris* L.) **Journal of food Science**, Oxford. v. 29, n. 4, p. 383-88, 1964.

ZÚÑIGA, G. **Segundo sinposio sobre manejo, calidad y fisiología de post cosecha de frutas.** San Felipe: Universidad de Chile. Chile, 1977. (Publicaciones misceláneas agrícolas 12).

Embrapa

Agroindústria Tropical

Ministério da Agricultura,
Pecuária e Abastecimento

