

LORENA MOREIRA CARVALHO LEMOS

**CONTROLE DO AMADURECIMENTO E DE ANTRACNOSE
NA PÓS-COLHEITA DA MANGA ‘UBÁ’**

Tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia, para obtenção do título de *Doctor Scientiae*.

VIÇOSA
MINAS GERAIS – BRASIL
2014

**Ficha catalográfica preparada pela Biblioteca Central da Universidade
Federal de Viçosa - Câmpus Viçosa**

T

Lemos, Lorena Moreira Carvalho, 1985-
L544c Controle do amadurecimento e de antracnose na
2014 pós-colheita da manga 'Ubá' / Lorena Moreira Carvalho Lemos.
– Viçosa, MG, 2014.
xii,133f. : il. (algumas color.) ; 29 cm.

Orientador: Luiz Carlos Chamhum Salomão.
Tese (doutorado) - Universidade Federal de Viçosa.
Referências bibliográficas: f.116-127.

1. Manga. 2. Frutas - Amadurecimento. 3. Frutas -
Conservação. 4. Frutas - Efeito do etileno. 5. Antracnose.
I. Universidade Federal de Viçosa. Departamento de Fitotecnia.
Programa de Pós-graduação em Fitotecnia. II. Título.

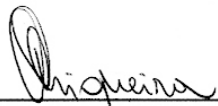
CDD 22. ed. 634.44

LORENA MOREIRA CARVALHO LEMOS

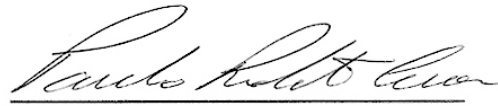
**CONTROLE DO AMADURECIMENTO E DE ANTRACNOSE
NA PÓS-COLHEITA DA MANGA 'UBÁ'**

Tese apresentada à Universidade Federal
de Viçosa, como parte das exigências do
Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia,
para obtenção do título de *Doctor Scientiae*.

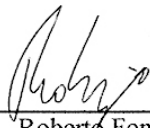
APROVADA: 26 de setembro de 2014.



Prof. Dalmo Lopes de Siqueira
(Coorientador)



Prof. Paulo Roberto Cecon
(Coorientador)



Roberto Fontes Araújo



Lúcio Mauro da Silva Guimarães



Prof. Luiz Carlos Chamhum Salomão
(Orientador)

“O SENHOR te guardará de todo mal; guardará a tua alma.
O SENHOR guardará a tua saída e a tua entrada, desde agora e para sempre”.

Salmo 121:7-8

Ao maior de todos os Doutores, Deus.

À minha querida e inesquecível mãe, Maria de Lourdes (*in memoriam*).

Ao meu carinhoso pai, Sálvio.

Ao meu amado esposo, João Paulo.

Ao meu pequeno príncipe, João Davi.

Dedico.

AGRADECIMENTOS

A Deus, que me sustentou e me encorajou para continuar a lutar até o fim.

Ao meu amado esposo João Paulo, um presente de Deus, que sempre me deu força, carinho e muito amor durante essa etapa.

A minha mãe Maria de Lourdes (*in memoriam*), pelo exemplo de força e coragem, pelo amor e cuidado, por acreditar que mesmo sem ela eu iria conseguir. Por não me deixar desistir diante de tanta dor.

Ao meu pai Sálvio, que, mesmo distante, esteve sempre comigo, me apoiando, me dando amor e torcendo pelos meus sonhos.

Ao meu filho João Davi, uma benção de Deus, que chegou e só trouxe muita alegria e carinho. Amor incondicional!

Aos meus irmãos Anna Júlia e Rafael, pelo apoio e carinho.

Ao meu orientador Professor Luiz Carlos Chamhum Salomão, que foi como um pai para mim, sempre paciente, prestativo e muito atencioso. Obrigada pelo exemplo de profissional, por tantos ensinamentos e por me apoiar no momento em que mais precisava. Obrigada por tudo!

Ao Professor Dalmo Lopes de Siqueira, pela atenção, pela amizade e pelas sugestões no decorrer do curso.

Ao Professor Paulo Roberto Cecon, pela amizade, pelos ensinamentos estatísticos e pela disponibilidade em me atender todas as vezes que foi necessário, até mesmo à distância.

Ao Professor Olinto Liparini Pereira, pela atenção e por disponibilizar seu laboratório e uns dos seus orientados para contribuir com parte deste trabalho.

Aos doutores Roberto Fontes Araújo e Lúcio Mauro da Silva Guimarães, por terem aceitado o convite para participar da minha banca e por terem contribuído com importantes sugestões ao trabalho.

À Universidade Federal de Viçosa, em especial ao Departamento de Fitotecnia, pela oportunidade de realização do Curso.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pela concessão da bolsa de estudo.

Aos colegas que se tornaram amigos e sempre me ajudaram: César, Leila, João Alisson, Saulo, Néia, Paulo Henrique, Bárbara, Danielle e Tiago. Muito Obrigada!

À Juliana (Juca), pela ajuda nos trabalhos, pela amizade e pelos bons momentos, que tornaram essa caminhada mais leve e repleta de alegria.

À Telma, pela amizade e pelo convívio durante todo esse período viçosense.

Ao Robson, pelo apoio, pela amizade e pela ajuda indispensável no final deste trabalho.

Ao Alexandre, do laboratório de fitopatologia, pela ajuda e paciência no trabalho realizado com os fungos.

Aos funcionários do Setor de Fruticultura: Sabino, Romário, Cláudia, Hugo e Carla, pela ajuda nos trabalhos e pelo bom convívio.

Aos amigos do grupo de convivência da Igreja Presbiteriana de Viçosa, que foram anjos enviados por Deus para alegrar a minha vida em Viçosa.

A todos que, direta ou indiretamente, contribuíram, cada um à sua maneira, para a concretização deste trabalho.

BIOGRAFIA

LORENA MOREIRA CARVALHO LEMOS, filha de Sálvio Carvalho da Silva e Maria de Lourdes Moreira Carvalho, nasceu na cidade de Guanambi, Bahia, em 19 de dezembro de 1985.

Em agosto de 2003, ingressou na Universidade Estadual de Montes Claros (UNIMONTES), graduando-se em Engenharia Agrônômica em julho de 2008.

Nesse mesmo mês e ano, ingressou no Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia, em nível de Mestrado, da Universidade Federal de Viçosa (UFV), em Viçosa, MG, onde atuou na área de Fruticultura, na linha de pesquisa em Fisiologia e Manejo Pós-Colheita de Produtos Agrícolas, submetendo-se à defesa de dissertação em 9 de julho de 2010.

Em agosto de 2010, ingressou no Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia, em nível de Doutorado, da Universidade Federal de Viçosa, em Viçosa, MG, submetendo-se à defesa de tese em 26 de setembro de 2014.

SUMÁRIO

RESUMO	ix
ABSTRACT	xi
INTRODUÇÃO GERAL.....	1
Objetivos.....	6
 CAPÍTULO 1	
DESENVOLVIMENTO DA INFLORESCÊNCIA E DO FRUTO E ACÚMULO DE UNIDADES DE CALOR EM MANGUEIRA ‘UBÁ’ CULTIVADA EM VISCONDE DO RIO BRANCO, MG	7
RESUMO	7
1. INTRODUÇÃO	9
2. MATERIAL E MÉTODOS.....	11
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	13
4. CONCLUSÕES	20
 CAPÍTULO 2	
DETERMINAÇÃO DO PONTO DE COLHEITA DA MANGA ‘UBÁ’	21
RESUMO	21
1. INTRODUÇÃO	23
2. MATERIAL E MÉTODOS.....	25
2.1. Análises.....	26
2.1.1. Massa fresca do fruto	26
2.1.2. Diâmetro transversal e diâmetro ventral do fruto	26
2.1.3. Comprimento ou diâmetro longitudinal do fruto	26
2.1.4. Parâmetros de cor da casca e da polpa	26

2.1.5. Firmeza da polpa.....	27
2.1.6. Sólidos solúveis	27
2.1.7. Acidez titulável	27
2.1.8. Relação sólidos solúveis/acidez titulável (<i>Ratio</i>)	27
2.1.9. Vitamina C.....	28
2.1.10. Carotenoides	28
2.1.11. Amido e Açúcares Solúveis.....	28
2.1.12. Produção de CO ₂	29
2.1.13. Análise dos dados.....	29
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	31
3.1. Comprimento, diâmetros transversal e ventral e massa fresca	31
3.2. Sólidos solúveis.....	31
3.3. Açúcares solúveis totais.....	32
3.4. Amido	33
3.5. Acidez titulável	35
3.6. <i>Ratio</i> (relação SS/AT).....	36
3.7. Carotenoides, cor da casca e cor da polpa	37
3.8. Vitamina C	45
3.9. Firmeza da polpa	46
3.10. Produção de CO ₂	47
4. CONCLUSÕES	49

CAPÍTULO 3

AMADURECIMENTO DE MANGAS ‘UBÁ’ EXPOSTAS A ETILENO E ACETILENO.....	50
RESUMO	50
1. INTRODUÇÃO.....	52
2. MATERIAL E MÉTODOS.....	55
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	57
4. CONCLUSÕES	76

CAPÍTULO 4

AMADURECIMENTO E CONSERVAÇÃO DE MANGAS ‘UBÁ’ SOB DIFERENTES TEMPERATURAS.....	77
RESUMO	77
1. INTRODUÇÃO.....	79
2. MATERIAL E MÉTODOS.....	81
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	83
3.1. Sólidos solúveis.....	83
3.2. Açúcares totais	84
3.3. Amido	85
3.4. Cor da casca e cor da polpa.....	86

3.5. Carotenoides.....	90
3.6. Acidez titulável	91
3.7. Vitamina C	92
3.8. Perda de massa	93
3.9. Firmeza da polpa	95
3.10. Produção de CO ₂	96
4. CONCLUSÕES	99

CAPÍTULO 5

CONTROLE DA ANTRACNOSE NA PÓS-COLHEITA DE MANGA 'UBÁ' COM O USO DE PRODUTOS ALTERNATIVOS	100
RESUMO	100
ABSTRACT	101
INTRODUÇÃO.....	102
MATERIAL E MÉTODOS	103
RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	105
CONCLUSÃO.....	108
AGRADECIMENTO.....	108
REFERÊNCIAS	108
 CONCLUSÕES GERAIS	 114
REFÊRENCIAS	116
ANEXOS	128

RESUMO

LEMOS, Lorena Moreira Carvalho, D.Sc., Universidade Federal de Viçosa, setembro de 2014. **Controle do amadurecimento e de antracnose na pós-colheita da manga ‘Ubá’**. Orientador: Luiz Carlos Chamhum Salomão. Coorientadores: Dalmo Lopes de Siqueira, Paulo Roberto Cecon e Olinto Liparini Pereira.

A mangueira (*Mangifera indica* L.) ‘Ubá’, bastante conhecida na região da Zona da Mata mineira, possui grande importância econômica e social para a região e excelentes características organolépticas. Contudo, os trabalhos de pesquisa com a manga ‘Ubá’ são ainda escassos, em todas as áreas do conhecimento. Com este trabalho, objetivou-se estudar o desenvolvimento natural das inflorescências e do fruto; determinar o número de unidades de calor necessário para o completo desenvolvimento do fruto, o ponto ideal de colheita do fruto, o melhor tempo de exposição ao etileno exógeno e ao acetileno visando à indução do amadurecimento e a temperatura ideal de amadurecimento; e avaliar o efeito de produtos alternativos aos agrotóxicos convencionais no controle da antracnose (*Colletrotrichum gloeosporioides*) na pós-colheita do fruto. Para atingir esses objetivos, foram conduzidos cinco experimentos a partir de julho de 2010. O período da antese até o completo amadurecimento foi de 161 dias, com acúmulo de 2.629 unidades de calor. As inflorescências apresentaram, em média, 77,21 flores hermafroditas e 1.557,15 masculinas. Frutos colhidos a partir da 17^a semana após a antese completaram o amadurecimento de forma aceitável, mas a melhor qualidade foi obtida com frutos colhidos a partir da 19^a semana depois da antese. Frutos expostos ao etileno e ao acetileno por períodos de 12 ou 24 horas completaram

seu amadurecimento de forma satisfatória em cerca de nove dias. Entretanto, o período de exposição de 48 horas fez com que os frutos adquirissem características indesejáveis do ponto de vista nutricional e comercial. Em temperaturas de 19 e 22 °C, o amadurecimento da manga ‘Ubá’ ocorre de forma mais rápida, porém há perda de qualidade e os frutos são mais sensíveis a podridões. A 16 °C, o amadurecimento ocorre de forma mais lenta e os frutos apresentam melhor qualidade para comercialização e consumo. Produtos alternativos, como óleo de amêndoa de macaúba com LPI (leite em pó integral) ou com Tween (agente dispersante), retardam a incidência e são mais eficientes em conter a colonização do fungo causador da antracnose em manga ‘Ubá’.

ABSTRACT

LEMOS, Lorena Moreira Carvalho, D.Sc., Universidade Federal de Viçosa, September , 2014. **Control of ripening and postharvest anthracnose in ‘Ubá’ mangoes.** Adviser: Luiz Carlos Chamhum Salomão. Co-Advisers: Dalmo Lopes de Siqueira, Paulo Roberto Cecon and Olinto Liparini Pereira.

The mango tree (*Mangifera indica* L.) ‘Ubá’, well known in the Zona da Mata region, has great economic and social importance for the region and excellent organoleptic characteristics. However, research studies on ‘Ubá’ mangoes are still scarce in all areas of knowledge. This work aimed to study natural flowering and fruit development; determine the number of heat units required for full fruit development, optimal harvest time, best exposure time to ethylene and acetylene for induction of ripening, and optimal ripening temperature. Another objective was to evaluate the effect of alternatives to conventional pesticides on the control of anthracnose (*Colletotrichum gloeosporioides*) at post-harvest. To achieve these goals, five experiments were conducted starting in July 2010. The period from anthesis to full ripening was 161 days, with accumulation of 2,629 heat units. On average, the inflorescences showed 77.21 hermaphrodite and 1557.15 male flowers. Fruit whose harvest started on the 17th week after anthesis ripened adequately, but fruits had the best quality when picked on the 19th week after anthesis or later. Fruits exposed to ethylene and acetylene for periods of 12 or 24 hours ripened satisfactorily in about nine days. However, the 48 hour exposure period caused the fruits to acquire undesired characteristics from a nutritional and commercial point of view. At 19 and 22 °C, ‘Ubá’ mangoes ripen more

quickly; however, there is loss of quality and the fruits are more sensitive to rots. At 16 °C, ripening is slower and the fruits have better quality for commercialization and consumption. Alternative products, such as macaúba almond oil with WMP (whole milk powder) or Tween (dispersing agent), delay the incidence and refrain the colonization of the fungus that causes anthracnose in 'Uba' mangoes more effectively.

INTRODUÇÃO GERAL

O cultivo da mangueira (*Mangifera indica* L.) no Brasil ocupa área ao redor de 73 mil hectares, e sua produção no ano de 2012 foi de 1.175.735 toneladas (FAO, 2014). Nesse mesmo ano, a manga foi a segunda fruta mais exportada pelo Brasil, com cerca de 127.000 toneladas. O Estado de Minas Gerais é o quarto maior produtor do País, produzindo cerca de 123.000 toneladas em uma área de 7.489 hectares (IBGE, 2014).

A mangueira é uma espécie de clima tropical, originária do sul da Ásia, tendo-se disseminado por vários países climaticamente favoráveis ao seu desenvolvimento. É uma fruta bastante apreciada pelo seu aroma e excelente sabor, como evidencia o contínuo aumento do seu cultivo comercial (IBGE, 2013).

Em quase todas as regiões brasileiras a mangueira é cultivada, havendo potencial de expansão tanto da área cultivada quanto da produtividade. Em Minas Gerais, especificamente na Zona da Mata mineira, destaca-se o cultivar Ubá, que é encontrado crescendo espontaneamente em praticamente todos os municípios da região. Os frutos desse cultivar são utilizados principalmente no processamento industrial, mas têm grande aceitação para o consumo *in natura*.

Benevides et al. (2008), em trabalho realizado na Zona da Mata mineira para determinar a qualidade da manga ‘Ubá’ destinada ao processamento industrial, concluíram que a polpa apresentou valores de pH, sólidos solúveis, acidez titulável, relação sólidos solúveis/acidez e açúcares totais dentro dos padrões exigidos pela

legislação, que são 3,3 a 4,5; 14 a 20 °Brix; máximo de 0,80 ácido cítrico/100 g polpa; *ratio* de 17,5 a 40; e 14 a 17 g/100 g de MF, respectivamente (BRASIL, 2000).

Apesar disso, as pesquisas realizadas com esse cultivar ainda são poucas e as tecnologias desenvolvidas e aplicadas a outros cultivares não se adaptam às peculiaridades da manga 'Ubá'. Isso vem limitando a expansão da cultura, pois a produtividade média é baixa (cerca de 5 a 7 t/ha), em razão de a maioria dos pomares ser formada por pés-francos, conduzidos com baixa tecnologia de produção e colheita, e as perdas são elevadas, devido à alta incidência de podridões, à carência de um pacote tecnológico para o manejo pós-colheita da fruta e até mesmo à inexistência de clones agronomicamente superiores desse cultivar.

A manga é um fruto climatérico e, durante a maturação, está sujeita a uma série de alterações físicas, químicas e fisiológicas, geralmente associadas ao aumento respiratório e à produção autocatalítica de etileno (BIALE; YOUNG, 1981). Entre essas alterações, há modificações na firmeza da polpa, nos teores de açúcares, na síntese de etileno, na respiração, na coloração da casca e da polpa, no teor de ácidos orgânicos e na perda de massa (MORAES et al., 2000).

As mudanças físicas e químicas que ocorrem nos frutos durante o amadurecimento podem afetar sua qualidade e conservação. No entanto, um único padrão de amadurecimento não pode ser aplicado a todas as espécies, devido ao envolvimento de diferentes rotas na produção de pigmentos e de componentes de sabor e aroma e à variação de mecanismos de síntese e degradação no processo de amaciamento (ABELES et al., 1997). O conhecimento dessas alterações é essencial para produtos específicos, visando ao estabelecimento de tecnologias adequadas de manuseio e tratamentos pós-colheita.

A qualidade do fruto maduro é influenciada por muitos fatores, dos quais o estágio de desenvolvimento no momento da colheita é um aspecto considerável (SUBRAMANYAM et al., 1975). Quando os frutos são colhidos prematuramente, não amadurecem, mas desidratam e murcham. Quanto mais imaturo o fruto, maior a sensibilidade à baixa temperatura e maior a perda de água por transpiração. Por sua vez, uma colheita tardia reduz a vida útil e torna o fruto mais sensível a danos mecânicos e ao ataque de microrganismos (ALVES et al., 2002).

Assim, o estágio de maturação adequado da manga no momento da colheita deve ser tal que permita a evolução do processo de amadurecimento até que se desenvolvam todas as características correspondentes ao cultivar em uso (BRAZ et al., 2008).

Existem vários critérios que são utilizados na determinação da maturidade de frutos, baseados na aparência (diâmetro, formato e cor) e na composição química (sólidos solúveis e acidez titulável) do produto na época da colheita. Entretanto, esses índices podem variar consideravelmente, dependendo do local de cultivo, dos cultivares e das condições climáticas do ano de crescimento (BIALE; YOUNG, 1964).

Especificamente para a manga, várias características têm sido sugeridas para determinar a maturidade, com base nos aspectos externos e físicos e na composição química à época da colheita. Quando se corta o pedúnculo e observa-se que a ejeção de seiva se atenua, e esta não só é mais viscosa como seca rapidamente, pode-se dizer que o fruto atingiu a maturidade fisiológica. Com relação ao aspecto externo e de acordo com o cultivar, podem-se considerar como indicadores da maturidade da fruta: a coloração da casca, pois sua tonalidade verde-oliva passa a verde-claro brilhante, livre da cerosidade da pruína; o aspecto das lenticelas, que se fecham com a maturidade da fruta; a forma do ápice, mais cheio e arredondado; e a forma do bico, que começa a aparecer em alguns cultivares (BLEINROTH, 1994).

Segundo Warrington et al. (1999), o número de dias desde a floração até o desenvolvimento pleno do fruto também é um dos índices utilizados na determinação do ponto de colheita. Contudo, a variação em função das condições climáticas é um problema para esse tipo de método.

Uma metodologia bastante utilizada, em diversas regiões, para se estimar o tempo necessário entre o florescimento e a maturação do fruto são as unidades térmicas ou graus-dia (GD) ou exigência térmica da cultura, que representam o acúmulo diário de energia, acima da condição mínima exigida e abaixo da máxima tolerada pela planta (SOUZA et al., 2009). Na prática, usam-se as temperaturas médias diárias para o somatório dos GD, o que fornece a soma térmica anual (MONTENEGRO, 1980). O número de graus-dia é um método mais preciso para detectar o ponto de colheita, pois apresenta menores variações ambientais que o número de dias da antese à colheita.

O período de maturação da manga ‘Ubá’ geralmente é de novembro a janeiro (MANICA, 1996). Entretanto, os frutos apresentam desuniformidade na maturação dentro de uma mesma planta (MORAES, 1988) e, por esse motivo, é necessária a colheita escalonada.

Com o objetivo de acelerar e uniformizar o amadurecimento e/ou melhorar o padrão de qualidade, frutos fisiologicamente maduros de diversas espécies e cultivares têm sido submetidos a tratamentos com etileno ou seus análogos, tanto em nível

experimental como comercial (BRAZ et al., 2008). O etileno (C_2H_4) é um hormônio vegetal atuante em fases diversas, como crescimento, desenvolvimento e senescência, e, principalmente, no amadurecimento de frutas climatéricas. Já está bem estabelecido o envolvimento do etileno na degradação da clorofila, na biossíntese de carotenoides e de antocianinas, porém não está bem esclarecido seu papel regulador (AGUILA et al., 2011).

O efeito do etileno produzido naturalmente pelas plantas pode ser substituído pelo suprimento exógeno para iniciar a respiração climatérica e desencadear o amadurecimento (NOGUEIRA et al., 2007), já que ambos induzem o processo de autocatálise da síntese desse hormônio pelos frutos (SANTOS et al., 2005). O etileno antecipa significativamente o tempo requerido para o pico climatérico (STEFFENS et al., 2006), sobretudo quando aplicado antes dessa fase (FIORAVANÇO et al., 2007). Frutas climatéricas, como a manga, respondem prontamente a esse tratamento (KULKARNI; HAMILTON, 1996).

As respostas à aplicação do etileno exógeno nos frutos são similares às promovidas pelo etileno endógeno (McGLASSON; PRATT 1964), as quais são dependentes do estágio de desenvolvimento e da concentração utilizada (LIU, 1976a), ou seja, a sensibilidade dos tecidos de um fruto ao etileno está associada à idade fisiológica (LIU, 1976b) e, portanto, seu conhecimento é importante para o estabelecimento do período de armazenamento (MARRIOTT et al., 1979).

Moraes (1988), testando a sensibilidade da manga ‘Ubá’ ao etileno exógeno, para diferentes estádios do desenvolvimento, verificou que, a partir da 15ª semana após a floração, os frutos já se encontravam aptos a iniciar sua maturação aparentemente normal, independentemente da aplicação do etileno.

Ao avaliar a resposta quanto à liberação de etileno em diferentes períodos de maturação de manga ‘Kensington Pride’, Kulkarni e Hamilton (1996) afirmaram que, diante dos resultados encontrados, o etileno não pode ser usado para melhorar a qualidade de frutos imaturos.

A antecipação do amadurecimento de frutos também pode ser feita com acetileno, um análogo do etileno gerado a partir da queima do carbureto de cálcio (CaC_2) que vem sendo utilizado por pequenos e médios produtores rurais como alternativa ao etileno gasoso (ZEITSCHRIFTEN, 2009).

Vários estudos com o etileno e seus análogos também são realizados visando à melhoria da cor da casca de mangas e de diversos outros frutos, porém, frequentemente,

resultam no aparecimento de manchas indesejáveis. Os principais fatores que afetam essa resposta indesejável são o cultivar, a dosagem do produto e as condições de tratamento (YAH et al., 1998). No entanto, junto com as mudanças na cor da casca, o tratamento com etileno pode também produzir alterações indesejáveis em alguns dos componentes da polpa e afetar a sua aceitação (BHUVA et al., 1978; SADHU; CHATTOPADHYAY, 1989).

O controle de temperatura de amadurecimento da manga é de grande importância, pois, no decorrer desse processo, várias reações químicas liberam calor, o que provoca aquecimento do ambiente e, em consequência, as frutas perdem qualidade, por não apresentarem a cor típica da fruta madura, e sim uma tonalidade geralmente escura e sem brilho, com amaciamento excessivo da polpa e com sabor desagradável, muito ácido (MEDINA et al., 1981).

No Brasil, Medina et al. (1981) recomendam o amadurecimento da manga à temperatura de 22 a 24 °C. Entretanto, Silva (2009) conseguiu ótima qualidade da manga ‘Ubá’ trabalhando com a temperatura de amadurecimento de 18 °C. Na Austrália, utilizam-se 10 ppm de etileno, à temperatura de 18 a 22 °C e umidade relativa de 85 a 95%, por um período de um a três dias (MARQUES et al., 2007).

Na pós-colheita, várias doenças atacam a manga, provocando perdas significativas. Entre elas, a antracnose, causada por *Colletotrichum gloeosporioides* Penz, é a mais expressiva (JUNQUEIRA et al., 2002). Os sintomas caracterizam-se inicialmente por áreas de formato mais ou menos circular e de coloração escura, surgindo nas frutas manchas circulares de coloração marrom, que aumentam de tamanho e tornam-se deprimidas. Normalmente, essas lesões podem coalescer, formando grandes manchas de formato irregular (PICCININ et al., 2005).

Para o controle dessa doença, o tratamento químico é o método mais utilizado. No entanto, a preocupação mundial com relação à poluição ambiental e aos riscos à saúde promovidos pelos agrotóxicos, somada à resistência de patógenos a fungicidas, tem levado ao aumento das pesquisas envolvendo o uso de agentes alternativos para controle de doenças de pós-colheita (CIA et al., 2007). Os métodos alternativos podem minimizar ou substituir o uso de produtos químicos, o que vem ao encontro da preocupação mundial em relação ao meio ambiente e à segurança do alimento.

Inúmeros trabalhos mostram a eficiência de extratos e óleos essenciais obtidos a partir de diversas espécies botânicas no controle de fitopatógenos por meio da inibição do crescimento micelial, indução da lise e evacuação do citoplasma (FIORI et al., 2000)

ou indução de resistência no hospedeiro. A inibição do crescimento fúngico através do uso de óleos essenciais envolve também alterações na composição da parede celular, bem como destruição da membrana plasmática e desorganização da estrutura mitocondrial (KISHORE; PANDE, 2007).

Produtos como nim (*Azadiractha indica*) (MOSSINI; KEMMELMEIER, 2005), pimenta-longa (*Piper hispidinervum*) (NASCIMENTO et al., 2008), cravo-da-índia (*Caryophyllus aromaticus*) (ROZWALKA et al., 2008), alho (*Allium sativum*) (SOUZA et al., 2007), quitosana (BAUTISTA-BAÑOS et al., 2006) e biomassa cítrica (ABREU et al., 2008) têm sido testados com sucesso no controle de várias podridões em plantas.

Especificamente para a mangueira ‘Ubá’, há carência de informações científicas a respeito de respostas quanto à suscetibilidade dos frutos ao etileno exógeno em diferentes estádios do desenvolvimento, dos efeitos de temperatura de amadurecimento, do tempo de exposição ao etileno e também do controle da antracnose com o uso de produtos alternativos. A fim de responder à falta dessas informações, propõe-se estudar os efeitos desses fatores no amadurecimento e na qualidade dos frutos após a maturação.

Objetivos

Os objetivos gerais dos experimentos foram determinar as condições ótimas de amadurecimento e avaliar a eficácia de produtos alternativos aos agrotóxicos convencionais no controle da antracnose na pós-colheita da manga ‘Ubá’.

- Objetivos específicos:

- Determinar o número de graus-dia ou unidades de calor necessário para o completo desenvolvimento da manga ‘Ubá’.
- Avaliar os efeitos da aplicação do etileno exógeno sobre o amadurecimento da manga ‘Ubá’ colhida em vários estádios de desenvolvimento.
- Determinar a temperatura ideal de amadurecimento da manga ‘Ubá’ tratada com etileno.
- Verificar o efeito de diferentes tempos de exposição ao etileno exógeno ou ao acetileno sobre o amadurecimento da manga ‘Ubá’.
- Avaliar o efeito de produtos alternativos aos agrotóxicos convencionais no controle da antracnose na pós-colheita da manga ‘Ubá’.

CAPÍTULO 1

DESENVOLVIMENTO DA INFLORESCÊNCIA E DO FRUTO E ACÚMULO DE UNIDADES DE CALOR EM MANGUEIRA ‘UBÁ’ CULTIVADA EM VISCONDE DO RIO BRANCO, MG

RESUMO

Há pouca informação na literatura científica sobre florescimento e frutificação da mangueira ‘Ubá’. Essa informação permite conhecer a proporção de flores hermafroditas na inflorescência, a percentagem de fixação e as fases de desenvolvimento do fruto. Neste trabalho, foi feita uma avaliação descritiva do desenvolvimento da inflorescência e do fruto da mangueira ‘Ubá’ (*Mangifera indica* L.), além da determinação do número de unidades de calor necessário para o completo desenvolvimento do fruto. De cinco mangueiras, foram selecionados 30 ramos que se apresentavam no estágio de intumescimento da gema terminal. Com o auxílio de uma câmara fotográfica e um paquímetro, avaliou-se semanalmente o desenvolvimento da panícula até o ponto de colheita do fruto, bem como foram medidos os diâmetros transversais e longitudinais dos frutos. Com o auxílio de um datalogger, registraram-se as temperaturas ambientes durante o desenvolvimento dos frutos, a fim de estimar o número de unidades de calor necessárias para o completo desenvolvimento deles. Também, procedeu-se à contagem e à identificação do número de flores masculinas e hermafroditas das panículas. O ciclo de desenvolvimento da manga ‘Ubá’, desde o início do intumescimento da gema apical até a colheita comercial do fruto, teve duração de 168 dias em 2011 e 154 dias em 2012. O número de flores perfeitas e a percentagem de fixação dos frutos na inflorescência no ano de 2011 foram de 32,3 e 0,066%, respectivamente; e em 2012, de 122,1 e 0,099%, respectivamente. Houve acúmulo de 3.173 unidades de calor a partir do intumescimento da gema floral até o completo desenvolvimento da manga ‘Ubá’.

Palavras-chave: unidades de calor, antese, fases fenológicas.

CHAPTER 1

INFLORESCENCE AND FRUIT DEVELOPMENT AND HEAT UNIT ACCUMULATION IN 'UBÁ' MANGO TREES GROWN IN VISCONDE DO RIO BRANCO, MG

ABSTRACT

There is little information in the scientific literature on flowering and fruiting of 'Ubá' mango trees. This information fosters knowledge of the proportion of hermaphrodite flowers in inflorescence, fruit set percentage and development stages of the fruit. The present study made a descriptive assessment of the inflorescence and fruit development of the 'Ubá' mango tree (*Mangifera indica* L.), and determined the required number of heat units for full fruit development. Thirty branches whose terminal buds were swollen were selected from five mango trees. With the aid of a camera and a caliper, panicle development was evaluated weekly until fruit harvest time; in addition, the longitudinal and transverse diameters of the fruits were measured. A datalogger was used to record ambient temperatures during fruit development in order to estimate the number of heat units required to complete their development. Also, male and hermaphrodite flowers of the panicles were identified and counted. The development cycle of 'Ubá' mango from the beginning of apical bud swelling to commercial harvest of the fruit lasted 168 days in 2011 and 154 days in 2012. The number of perfect flowers and the percentage of fruit set in the inflorescence in 2011 were 32.3 and 0.066%, respectively; and 122.1 and 0.099% in 2012, respectively. 3,173 heat units were accumulated from flower bud swelling to full development of 'Ubá' mangoes.

Keywords: heat units, anthesis, phenological phases.

1. INTRODUÇÃO

O crescimento da mangueira (*Mangifera indica* L.) ocorre em fluxos vegetativos, e sua paralisação é necessária para que haja iniciação da floração e, posteriormente, frutificação e desenvolvimento dos frutos.

A mangueira possui inflorescências do tipo panícula, que se desenvolvem, sob condições normais, a partir de gemas terminais de ramos maduros, possuindo flores hermafroditas e masculinas. As flores iniciam a antese antes mesmo que as panículas atinjam o comprimento total, e a maior incidência de abertura das flores ocorre entre 9 e 11 horas da manhã, embora ocorra certa variação, dependendo das condições climáticas (PINTO; FERREIRA, 1999).

A época de maturação dos frutos, segundo Albuquerque et al. (2002), varia entre as diversas regiões produtoras, de acordo com as condições climáticas e o tempo decorrido entre o desenvolvimento da inflorescência e a maturidade fisiológica, que é, em geral, de 100 a 150 dias. Entretanto, em regiões mais quentes, esse período pode ser menor.

De acordo com Castro Neto e Reinhardt (2003), o tempo médio para a manga completar seu desenvolvimento e atingir a maturação é de 90 dias. Contudo, esse período é influenciado pelo cultivar, pelas condições climáticas onde a planta é cultivada, pelo número de folhas alimentando o fruto e pelas práticas culturais impostas à planta.

Os graus-dia (GD) ou unidades térmicas, ou ainda graus de calor, são parâmetros apropriados para determinar, em diversas regiões, o tempo necessário entre o florescimento e a maturação dos frutos (SOUZA, 2001). Os GD podem ser determinados somando-se todas as horas diárias em que as plantas estão em atividade vegetativa. Na prática, usam-se as temperaturas médias diárias para o somatório dos GD, o que fornece a soma térmica anual (MONTENEGRO, 1980). O número de graus-dia sofre menores variações ambientais que o número de dias da antese à colheita, sendo um método mais preciso para detectar o ponto de colheita.

Para a manga ‘Ubá’, cultivada na região de Visconde do Rio Branco, MG, Silva (2009) observou que, para atingir o ponto de colheita comercial (18 semanas após a antese - SAA), foram necessárias 1.565,5 unidades de calor (UC). Já para a manga ‘Tommy Atkins’ cultivada na região de Petrolina, Lucena (2006) observou que, para atingir o ponto de colheita comercial (16 SAA), são necessárias 1.939,7 UC. Esse

paralelo sugere que, em igualdade de condições ambientais, a manga 'Ubá' é mais precoce que a manga 'Tommy Atkins' quanto ao acúmulo de UC.

Diante do exposto e da falta de informações na literatura científica que descrevam as peculiaridades das fases do florescimento e frutificação da mangueira 'Ubá', propôs-se caracterizar o desenvolvimento natural das inflorescências e dos frutos e determinar o número de graus-dia necessário para o completo desenvolvimento do fruto.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi conduzido na Fazenda Experimental da Sementeira, em Visconde do Rio Branco, MG (21°00'37" S, 42°50'26" O e altitude de 352 m), pertencente à Universidade Federal de Viçosa, em mangueiras com cerca de 35 anos de idade, nas safras de 2011/2012 e 2012/2013. Foram selecionadas cinco plantas aleatoriamente e, de cada uma, identificados, com fitas coloridas, seis ramos que se apresentavam no estágio de intumescimento da gema terminal. De cada ramo foi avaliado semanalmente o desenvolvimento da panícula e dos frutos, até o completo desenvolvimento destes. As avaliações ocorreram por meio de registros fotográficos e de medições dos diâmetros longitudinais e transversais dos frutos ainda na planta.

As fotografias foram obtidas com câmera digital Sony Cyber-shot 14.1 MP. Os diâmetros transversais e longitudinais foram obtidos com o auxílio de um paquímetro digital.

Para determinação do somatório das unidades de calor (graus-dia) a partir do intumescimento das gemas até o desenvolvimento completo dos frutos, foram registrados dados de temperaturas da área experimental, de duas em duas horas, por meio de um datalogger AZ modelo 8829, instalado próximo ao pomar. As determinações de unidades de calor (UC) foram feitas na safra de 2013/2014, de acordo com Chitarra e Chitarra (2005), em que:

$$UC = \sum_{\text{Antese}}^{\text{Amadurecimento}} [(T_{\text{máx}} + T_{\text{mín}})/2] - T_{\text{base}}$$

sendo:

UC = unidades de calor, °C;

$T_{\text{máx}}$ = temperatura máxima do ar, °C;

$T_{\text{mín}}$ = temperatura mínima do ar, °C; e

T_{base} = temperatura mínima de crescimento.

A temperatura-base ou mínima de crescimento da mangueira encontrada na literatura é 10 °C, dada como a temperatura abaixo da qual há paralisação do crescimento da planta (CHAUDHRI, 1976; MEDINA et al., 1981; SILVA, 1996; LUCENA, 2006).

As médias das temperaturas mínimas, médias e máximas durante o período de desenvolvimento dos frutos da safra 2013/2014 encontram-se na Figura 1.

Paralelamente, foram coletadas 10 panículas no estágio de máxima abertura floral; destas, foi feita a contagem do número de flores hermafroditas e masculinas, com o auxílio de uma lupa de 10 aumentos.

Os resultados foram analisados por meio de estatística descritiva.

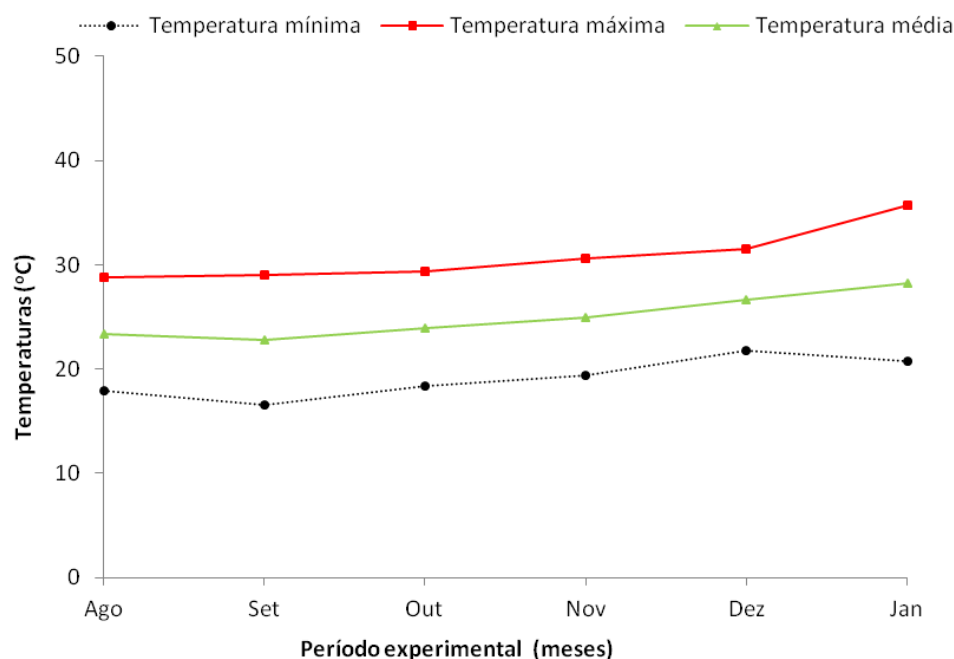


Figura 1 - Médias observadas das temperaturas mínimas, médias e máximas mensais durante o desenvolvimento da manga 'Ubá', de agosto de 2013 a janeiro de 2014.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Figura 2, fotografias das panículas e dos frutos em desenvolvimento permitem a avaliação visual e descritiva desses órgãos.

De acordo com Kavati (1989), o florescimento da mangueira pode ser dividido em quatro fases: fase de intumescimento da gema apical (estádio 1), fase de alongamento da panícula (estádio 2), fase de crescimento da panícula e de florescimento (estádio 3) e fase de frutificação (estádio 4). Para a mangueira ‘Ubá’ desenvolvida no ano de 2011, o início do intumescimento da gema floral ocorreu em 6 de julho de 2011. Observou-se que os estádios 1 e 2 tiveram duração de duas (14 dias) e três (21 dias) semanas, respectivamente. O estágio 3, quando as ramificações laterais da panícula se expandem e as flores se abrem, durou duas semanas (14 dias), e o estágio 4 teve duração de 17 semanas (119 dias). Esses valores diferem um pouco dos observados para a manga ‘Palmer’, em que Carvalho et al. (2009) observaram, para os estádios 1, 2, 3 e 4, a duração de 1, 3, 2 e 4 semanas, respectivamente. Entretanto, os autores avaliaram os frutos apenas até a fase de chumbinho.

No ano de 2012, também foram observadas duas (14 dias) e três (21 dias) semanas para a fase de intumescimento da gema apical e a fase de alongamento da panícula, respectivamente. A fase de crescimento da panícula e de florescimento (estádio 3) também durou duas semanas (14 dias), como no ano anterior. Por fim, o estágio 4, que é a fase de frutificação, abrangeu 15 semanas (105 dias), período menor que o requerido para o desenvolvimento do fruto no ano de 2011.

Segundo Simão (1971), o período de desenvolvimento da panícula varia de 35 a 42 dias, e as primeiras flores só se abrem a partir de 21 dias do início do desenvolvimento da inflorescência. Resultados semelhantes foram observados por Lucena et al. (2007), que relataram serem necessários 25 dias para o início da abertura das flores. No entanto, para a manga ‘Ubá’, no ano de 2011, foi necessário um período de seis semanas (42 dias) para a abertura das primeiras flores, conforme pode ser visto na Figura 2, e no ano de 2012, um período de cinco semanas (35 dias).

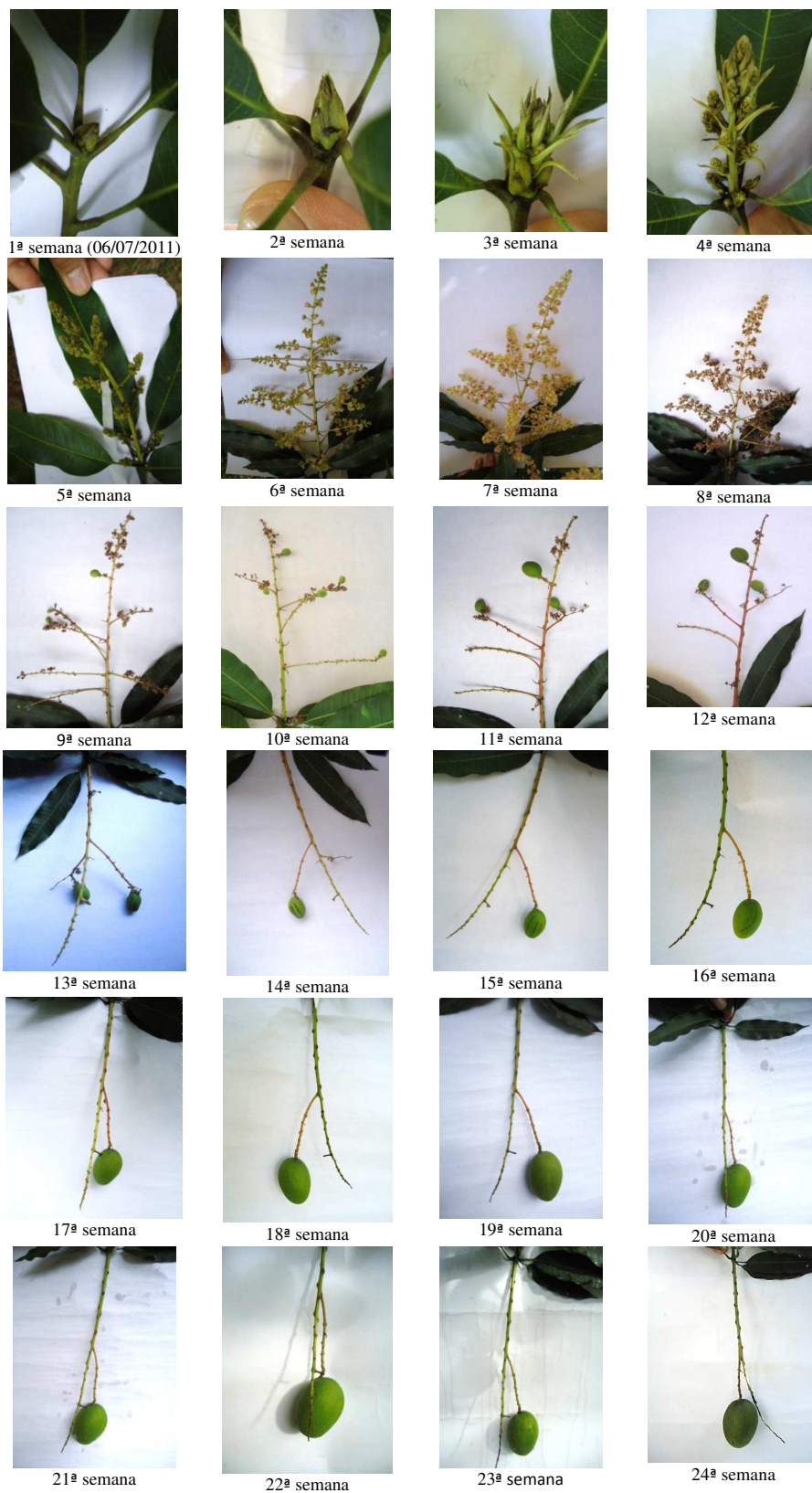


Figura 2 - Fotografias da inflorescência e da manga 'Ubá' no intumescimento da gema floral e nas semanas subsequentes, em Visconde do Rio Branco, MG, na safra de 2011/2012.

Observou-se, na panícula, a ocorrência de $32,3 \pm 19,3$ (1,68%) flores hermafroditas e $1.936,0 \pm 397,2$ (98,32%) flores masculinas no ano de 2011. Em 2012, notou-se aumento na proporção de flores hermafroditas, sendo $122,12 \pm 55,10$ (9,39%), enquanto que as flores masculinas foram $1.178,3 \pm 320,6$ (90,6%). Na Índia, estudos indicam que a porcentagem de flores perfeitas pode variar de 0,74% a 68% (DONADIO; FERREIRA, 2002). Segundo Lima Filho et al. (2002), o número de flores perfeitas em mangueira muda de ano para ano e, dependendo do cultivar e da localização da panícula na planta, pode variar de 2 a 75%.

De acordo com Popenoe (1927), 2 ou 3% das flores na panícula são perfeitas em alguns cultivares, porém em outros esse número chega a 60 e até 70%. No entanto, não há correlação entre a porcentagem de flores perfeitas e a produtividade da mangueira (POPENOE, 1971), pois, mesmo em condições favoráveis, a proporção de frutos para flores perfeitas é de 1: 1600.

A porcentagem de fixação de frutos nas inflorescências em 2011 foi de 0,066%, e o ápice do florescimento ocorreu na 7ª semana após o início do intumescimento da gema (Figura 2). Nesse ano, foram necessárias 24 semanas para o completo desenvolvimento do fruto; a partir da 18ª semana após a antese (SAA), o tamanho do fruto já se apresentava estável (Figura 3A).

Em 2012, a porcentagem de fixação de frutos nas inflorescências foi 0,099%, e na 6ª semana após o início do intumescimento da gema ocorreu o auge do florescimento. O desenvolvimento total do fruto foi concluído em 22 semanas, e já na 15ª semana após o intumescimento da gema floral os diâmetros longitudinais e transversais estabilizaram-se (Figura 3B).

Silva (2009), trabalhando com curva de crescimento de manga 'Ubá', verificou que os frutos aumentaram de tamanho até 12 SAA, quando se avaliou o comprimento, e até 13 SAA, quando se considerou o diâmetro transversal; após esses períodos essas características praticamente se mantiveram constantes.

Em outras espécies, como umbu-cajazeira, que também possui inflorescências do tipo panícula com flores masculinas e hermafroditas, há ligeira predominância de flores masculinas, sendo 45 a 49% de flores hermafroditas, porém apresentam maior porcentagem de vingamento e desenvolvimento do fruto em relação à mangueira, com cerca de 14 a 21% (CRUZ et al., 2009). Em cajueiro comum, Barros et al. (2002), estudando sua biologia floral, registraram cerca de 173,8 flores por panícula, das quais 7,9% eram hermafroditas, e observaram que a porcentagem de frutos formados no período de colheita foi de 9,9%.

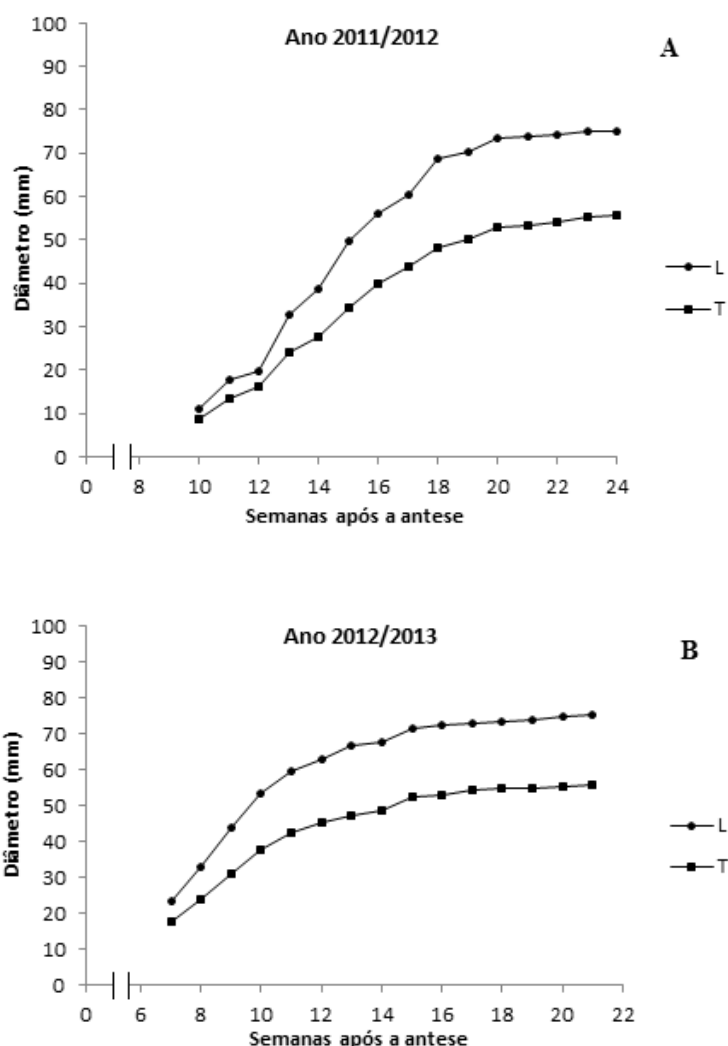


Figura 3 - Valores médios dos diâmetros longitudinais (L) e transversais (T) da manga ‘Ubá’, em Visconde do Rio Branco, MG, nas safras de 2011/2012 e 2012/2013.

Segundo Simão et al. (1996), no estudo da frutificação da mangueira, a fixação e a queda dos frutos adquirem importância fundamental, uma vez que determinam a colheita final.

Os valores de graus-dias acumulados até o fim da frutificação em manga ‘Ubá’ encontram-se na Tabela 1. Observa-se que o número de unidades de calor acumulado até a queda natural dos frutos das árvores foi de 3.173 °C aos 203 dias após o intumescimento da gemas (DAI). Considerando apenas a partir da antese, foram acumulados 2.630 °C até a queda natural dos frutos das árvores. Por outro lado, da antese até os frutos atingirem o ponto de colheita comercial decorreram 17 semanas e acumularam-se 1.897 °C.

Tabela 1 - Valores de unidades de calor acumuladas a partir do intumescimento da gema floral até o completo desenvolvimento da manga ‘Ubá’ em Visconde do Rio Branco, MG, na safra de 2013/2014

Fases	DAI ¹	SAI ²	SAA ³	Unidades de calor acumuladas (°C)
Intumescimento da gema floral	7	1		95
	14	2		182
Crescimento e alongamento da panícula	21	3		276
	28	4		378
	35	5		477
	42	6		543
Abertura floral e queda das flores	49	7	1	623
	56	8	2	714
Fruto no estágio chumbinho	63	9	3	828
	70	10	4	935
Fruto no estágio bola de gude	77	11	5	1.029
	84	12	6	1.138
	91	13	7	1.250
	98	14	8	1.348
	105	15	9	1.464
Fruto no estágio ovo	112	16	10	1.587
	119	17	11	1.689
	126	18	12	1.804
	133	19	13	1.932
	140	20	14	2.061
	147	21	15	2.188
Fruto no ponto de colheita comercial	154	22	16	2.310
	161	23	17	2.440
	168	24	18	2.573
	175	25	19	2.699
	182	26	20	2.818
Fruto maduro até a abscisão	189	27	21	2.942
	196	28	22	3.065
	203	29	23	3.173

¹ Dias após o início do intumescimento da gema floral. ² Semanas após o início do intumescimento da gema floral. ³ Semanas após a antese.

Para o mesmo cultivar, também cultivado na Fazenda Experimental da Sementeira, Silva (2009) observou que, na 17ª semana após a antese, o somatório das unidades de calor foi de apenas 1.459 °C. Essa diferença pode ser explicada por prováveis ocorrências de doenças ou deficiências nutricionais, variações na temperatura e até mesmo pela quantidade de chuva ocorrida em cada ano, que podem acelerar ou retardar o desenvolvimento do fruto.

Na Tabela 2 são apresentados os valores de graus-dias acumulados em cada fase do desenvolvimento da manga ‘Ubá’, na safra de 2013/2014. O número de unidades de

calor necessário para formar a panícula foi de 543 °C (seis semanas a partir do início do intumescimento da panícula). Em seguida, da abertura floral (antese) até a fase inicial do crescimento dos frutos (estádio de chumbinho), o número acumulado de unidades de calor foi de 392 °C (1ª a 4ª SAA); do final do estágio chumbinho até os frutos atingirem o tamanho de bola de gude foram necessários mais 529 °C (5ª a 9ª SAA). Daí até o final do estágio de ovo foram necessários 846 °C (10ª a 16ª SAA) e mais 632 °C para atingir o estágio de fruto maduro (ponto de colheita comercial – 17ª a 21ª SAA). Finalmente, o período de queda dos frutos maduros da árvore consumiu mais 231 °C (22ª a 23ª SAA).

Tabela 2 - Valores de unidades de calor a partir do início do intumescimento da gema floral até a abscisão da manga ‘Ubá’, em Visconde do Rio Branco, MG, na safra de 2013/2014

Fases Fenológicas	GD ³ (°C)	GDA ⁴ (°C)	Fases Fenológicas	GD ³ (°C)	GDA ⁴ (°C)
Intumescimento da panícula ¹	182	182	Abertura floral e Queda das flores ²	170	170
Início do crescimento da panícula ¹	195	378	Frutos (Estádio chumbinho) ²	221	391
Alongamento da panícula ¹	165	543	Frutos (Estádio bola de gude) ²	528	920
			Frutos (Estádio ovo) ²	846	1.767
			Fruto maduro (ponto de colheita comercial) ²	632	2.399
			Amadurecimento até a abscisão ²	231	2.629

¹ A partir do início do intumescimento da gema floral. ² A partir da antese. ³ Graus-dias. ⁴ Graus-dias acumulados.

Notam-se variações em algumas das fases de acordo com o ano de avaliação (Figura 2 e Tabelas 1 e 2), que provavelmente se devem às variações de temperatura e de incidência de chuvas entre os anos.

Mosqueda-Vázquez e Ireta-Ojeda (1993) encontraram 434,7 unidades de calor para o desenvolvimento da inflorescência de manga ‘Manila’, porém trabalharam com uma temperatura-base (T_{base}) de 12 °C.

Para a manga ‘Tommy Atkins’, cultivada em Petrolina, observou-se que, aos 112 DAA, com temperatura-base de 10 °C, o somatório das unidades de calor foi de 1.939,7 UC necessários para o ponto de colheita comercial desse cultivar (LUCENA, 2006).

O conhecimento das fases de desenvolvimento da inflorescência e do fruto da mangueira 'Ubá' e do número de graus-dias é de grande importância para outros estudos e se faz necessário para o produtor, por exemplo, determinar o momento certo da aplicação de defensivos, da adubação, do planejamento da cultura, da colheita, entre outros.

4. CONCLUSÕES

O período de desenvolvimento da manga ‘Ubá’, desde a antese até a colheita do fruto, no município de Visconde do Rio Branco, acompanhados por dois anos consecutivos, durou de 154 a 168 dias (22 a 24 semanas).

A inflorescência da mangueira ‘Ubá’ apresentou de 90,6 a 98,32% de flores masculinas e 1,68 a 9,39% de flores hermafroditas. No entanto, a porcentagem de vingamento dos frutos não ultrapassou 0,1%.

O número de unidades de calor acumulado da antese até o início da queda natural da manga ‘Ubá’ foi de 2.629.

CAPÍTULO 2

DETERMINAÇÃO DO PONTO DE COLHEITA DA MANGA ‘UBÁ’

RESUMO

A colheita da manga ‘Ubá’ inicia-se geralmente na segunda quinzena de novembro. Entretanto, os frutos das primeiras colheitas apresentam baixo teor de sólidos solúveis e elevada acidez, além da coloração da polpa amarelo-clara. Com este trabalho, objetivou-se determinar o ponto de colheita ideal da manga ‘Ubá’. Frutos de mangueira ‘Ubá’ foram colhidos no Pomar Experimental da UFV, em Visconde do Rio Branco, MG. Foram selecionadas 15 plantas, de onde foram coletadas amostras de frutos, quinzenalmente, a partir da 15^a até a 21^a semana após a antese (SAA). Os frutos foram colhidos de 19 de dezembro de 2012 a 30 de janeiro de 2013. Depois de selecionados e higienizados, eles foram tratados com etileno gasoso, na concentração de 200 mL/m³ de câmara, durante 24 horas de exposição. Em seguida, foram armazenados à temperatura de 19 °C e analisados nos tempos de 0, 1, 2, 4, 6, 8, 10 e 12 dias. Frutos com melhor qualidade foram obtidos quando colhidos na 19^a SAA, no oitavo dia após a colheita, apresentando cor da casca e da polpa mais amarela e uniforme, teor de sólidos solúveis máximo de 19,7 °Brix e teor de açúcares totais de 17,32%. No entanto, os frutos colhidos a partir da 17^a SAA e tratados com etileno exógeno já atingem os padrões comerciais mínimos exigidos.

Palavras-chave: etileno, semanas após a antese, amadurecimento.

CHAPTER 2

DETERMINING HARVEST TIME FOR 'UBÁ' MANGOES

ABSTRACT

The harvest of 'Ubá' mango usually begins in the second half of November. However, the fruits of the first harvests have low content of soluble solids and high acidity, and the pulp has a light yellow color. This study aimed to determine the optimal harvest time for 'Ubá' mangoes. 'Ubá' mangoes were harvested at the Experimental Orchard of UFV in Visconde do Rio Branco, Minas Gerais, Brazil. Fruit samples were collected every two weeks from 15 selected plants, from the 15th week to the 21st week after anthesis (WAA). The fruits were harvested from 19 December 2012 to 30 January 2013. After the fruits had been selected and cleaned, they were treated with ethylene gas in a ripening chamber at a concentration of 200 mL/m³ for 24 hours. They were then stored at 19 °C and analyzed at times 0, 1, 2, 4, 6, 8, 10 and 12 days. Fruits had the best quality when harvested on the 19th WAA, on the eighth day after harvest; their skin and pulp were more yellowish and uniform, and they had maximum soluble solid content of 19.7 ° Brix and total sugar content of 17.32%. However, fruits whose harvest started on the 17th WAA, and treated with exogenous ethylene, already meet the minimum required commercial standards.

Keywords: ethylene, weeks after flowering, ripening.

1. INTRODUÇÃO

Em Minas Gerais, a mangueira ‘Ubá’ (*Mangifera indica* L.) é encontrada crescendo espontaneamente em praticamente todos os municípios da Zona da Mata. Os frutos desse cultivar são utilizados principalmente para processamento industrial, mas têm grande aceitação para o consumo *in natura*.

A manga é um fruto climatérico, geralmente colhida no estágio verde maduro, e amadurece durante o processo de transporte, armazenamento e comercialização (SHAHBAZ et al., 2009). No entanto, existe variação nos fatores pré e pós-colheita que afetam a qualidade e contribuem para o fornecimento de lotes heterogêneos de manga quanto a tamanho do fruto, qualidade sensorial, teor de nutrientes, vitaminas e minerais e período de vida pós-colheita (NUNES et al., 2007).

Segundo Kays (1991), a avaliação do padrão de desenvolvimento de um fruto a partir do florescimento auxilia no estabelecimento de índices de maturidade e colheita. Desses índices, vários são utilizados durante o desenvolvimento, com base na aparência (formato, diâmetro e cor) e na composição química (sólidos solúveis e acidez titulável) (BIALE; YOUNG, 1964).

As diferentes fases do desenvolvimento dos frutos são caracterizadas por alterações na estrutura, fisiologia e bioquímica das células, que culminam com a maturação, senescência e, finalmente, morte dos tecidos. O amadurecimento é caracterizado pelo amaciamento da polpa, por alterações na cor da casca e da polpa, pela redução da adstringência e pelo desenvolvimento do aroma e sabor dos frutos (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

Na manga, a identificação da maturidade é baseada, principalmente, na observação da rugosidade e brilho da casca, do enchimento ou formação de “ombro” na região do pedúnculo, da firmeza da polpa e da cor, tanto da casca quanto da polpa. Contudo, esses elementos são passíveis de erro e não têm sido usados com sucesso em alguns cultivares (SUBEDI et al., 2007).

A manga ‘Ubá’, especificamente, é colhida com casca verde, porém, fisiologicamente madura, ou seja, na fase pré-climatérica. Se colhida antes dessa fase, a manga não atinge qualidade de consumo satisfatória. Assim, a discriminação entre a fruta fisiologicamente madura e a imatura na colheita e a medição da qualidade na colheita da manga verde é muito importante do ponto de vista do mercado (SARANWONG et al., 2004).

Moraes et al. (2000) analisaram a manga ‘Ubá’ quanto às alterações físicas e químicas a partir da 15ª semana após a antese até o completo amadurecimento. Concluíram que, a partir da 15ª semana após a antese, a manga ‘Ubá’ já possui capacidade para maturação aparentemente normal, ou seja, já atingiu a maturidade fisiológica.

Silva (2009), também, estudando o desenvolvimento da manga ‘Ubá’, afirmou que na 17ª SAA a maturidade fisiológica foi atingida, pois frutos colhidos com essa idade e deixados para amadurecer em temperatura ambiente completaram o amadurecimento e adquiriram características organolépticas satisfatórias para comercialização e consumo.

Considerando que a composição química da manga varia com as condições de cultivo, o cultivar e o estágio de maturação, além de outros fatores (CARDELLO; CARDELLO, 1998), o amplo conhecimento da evolução da maturação dessa fruta, nas condições regionais de cultivo, permite definir com maior segurança o ponto de colheita que potencializa a vida útil e permite o adequado manejo pós-colheita, ao mesmo tempo em que assegura a aparência, o sabor e o valor nutricional desejado pelos consumidores.

A diminuição das perdas pós-colheita, a fase mais adequada de colheita dos frutos (maturidade) e as condições ótimas de amadurecimento para ter a melhor qualidade e vida útil mais longa não foram plenamente estabelecidas para frutos de manga ‘Ubá’. Assim, este estudo foi realizado para avaliar, com base nas características físicas e químicas, os melhores estádios de maturidade para colheita dos frutos, que garantam melhor qualidade para o consumo *in natura* e comercialização.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Os frutos foram colhidos na Fazenda Experimental da Sementeira, pertencente à Universidade Federal de Viçosa e localizada no município de Visconde do Rio Branco, MG, situado em 21° 00' 37" S, 42° 50' 26" O e a uma altitude de 352 m em relação ao nível do mar; o clima é do tipo Cwa, segundo classificação de Köppen.

Foram utilizadas mangueiras 'Ubá' com cerca de 35 anos de idade. De uma coleção de 60 plantas, foram selecionadas 15 para a condução do experimento.

Para determinação do ponto de colheita, das 15 mangueiras previamente selecionadas, foram coletadas amostras de frutos na 15ª semana após a antese (SAA) (acúmulo de 1.645 unidades de calor após a antese - UC), na 17ª SAA (acúmulo de 1.897 UC), na 19ª SAA (acúmulo de 2.156 UC) e na 21ª SAA (acúmulo de 2.399 UC), no período de 19 de dezembro de 2012 a 30 de janeiro de 2013. Considerou-se a data da antese quando as panículas apresentavam mais de 90% das flores abertas.

Os frutos foram transportados para o Laboratório de Análise de Frutas, em Viçosa, onde foi efetuada a seleção e padronização quanto ao tamanho, lavagem em solução aquosa de detergente (2 mL/L) e tratamento com fungicida Prochloraz (Sportak 450 CE, Hoechst Schering AgrEvo UK Ltd. - Inglaterra) na dose de 49,5 g/100 L de água por cinco minutos e secagem ao ar.

Após a secagem, os frutos foram submetidos ao tratamento com etileno gasoso na concentração de 200 mL/m³ de câmara dentro de caixas plásticas de 32,25 L, recobertas com filme de polietileno de baixa densidade (89 cm de altura x 59 cm de largura e 30 µm de espessura). O tratamento ocorreu em câmara fria a 19 °C durante 24 h de exposição (SILVA, 2009). Posteriormente, os frutos foram armazenados à temperatura de 19 °C e analisados nos tempos de 0, 1, 2, 4, 6, 8, 10 e 12 dias após a colheita.

O experimento foi disposto em esquema de parcelas subdivididas, tendo nas parcelas os pontos de colheita (quatro níveis: 15ª, 17ª, 19ª e 21ª semanas após a antese) e nas subparcelas os dias de avaliação (oito níveis), no delineamento inteiramente casualizado. Foram utilizadas quatro repetições de quatro frutos cada, que foram analisados quanto a diâmetro longitudinal (comprimento), transversal e ventral, massa fresca, produção de CO₂, cor da casca e da polpa, firmeza da polpa, acidez titulável, vitamina C e teores de sólidos solúveis totais, de carotenoides totais, de amido e de açúcares solúveis.

2.1. Análises

2.1.1. Massa fresca do fruto

Foi determinada com o auxílio de uma balança eletrônica de precisão de 0,1 g.

2.1.2. Diâmetro transversal e diâmetro ventral do fruto

Foram determinados com o auxílio de um paquímetro, e os resultados, expressos em mm (Figura 1).

2.1.3. Comprimento ou diâmetro longitudinal do fruto

Foi determinado com o auxílio de um paquímetro e os resultados expressos em mm (Figura 1).

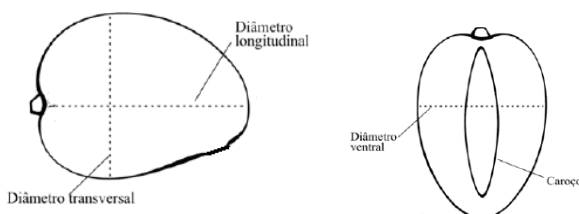


Figura 1 - Ilustração dos diâmetros longitudinal, ventral e transversal de manga 'Ubá'.

2.1.4. Parâmetros de cor da casca e da polpa

A cor da casca foi medida na região central em lados opostos do fruto, e a cor da polpa foi avaliada na região central em um dos lados do fruto, do qual foi retirada uma porção da casca e da polpa, de modo que a leitura fosse feita próximo ao caroço. Para essas análises, utilizou-se o colorímetro Konica Minolta modelo CR 10, que forneceu os valores de L^* , a^* , b^* , C e h° . O coeficiente L (luminosidade) varia de 0 (preto) a 100 (branco); o a^* varia do verde (-60) ao vermelho (+60); o b^* vai do azul (-60) ao amarelo (+60). O C (croma saturação ou intensidade da cor) é calculado pela equação: $C = (a^2 + b^2)^{1/2}$ e representa a hipotenusa do triângulo obtido pela junção dos pontos (0,0), (a^* , b^*) e (a^* , 0). O h° (ângulo Hue) é o ângulo entre a hipotenusa e 0° no eixo a^* e é calculado por: $h^\circ = \text{tg}^{-1}(b^*/a^*)$ e, para interpretação apropriada, o h° varia de 0 a 360° , sendo 0° – vermelho, 90° – amarelo, 180° – verde e 270° – azul (McGuire, 1992).

2.1.5. Firmeza da polpa

Foi retirada uma porção da casca na região mediana dos frutos sem que ocorresse compressão ou esmagamento da polpa. A seguir, a polpa foi submetida a uma força, até que o tecido não apresentasse mais resistência. A força foi aplicada por meio da ponteira (12 mm de diâmetro) de um penetrômetro digital SHIMPO modelo DFS 100. Os resultados foram dados pela média da força aplicada aos quatro frutos da parcela, sendo uma penetração por fruto, e expressos em Newton (N).

2.1.6. Sólidos solúveis

Os sólidos solúveis da polpa foram determinados fazendo-se duas leituras de cada amostra em refratômetro portátil, Atago modelo N1, com leitura na faixa de 0 a 32 °Brix, após homogeneização de alíquotas da polpa de quatro frutos. As amostras da polpa de cada fruto foram maceradas em cadinhos de porcelana. O macerado foi envolto em algodão e comprimido manualmente, para que o suco fosse extraído. Os dados foram expressos em °Brix.

2.1.7. Acidez titulável

Foram retiradas amostras compostas da polpa dos frutos, com massa aproximada de 5,0 g. As amostras foram trituradas em homogeneizador de tecidos tipo Politron, juntamente com 50 mL de água destilada. Posteriormente, foram transferidas para erlenmeyers, completando-se o volume para 100 mL, com água destilada. Foram adicionadas a esse extrato três gotas de indicador fenolftaleína 1%, procedendo-se às titulações, sob agitação, com solução de NaOH 0,1 N, previamente padronizada com biftalato de potássio. Os resultados foram expressos em g de ácido cítrico por 100 g de polpa.

2.1.8. Relação sólidos solúveis/acidez titulável (Ratio)

Foi obtida através do quociente sólidos solúveis/acidez titulável.

2.1.9. Vitamina C

Foi determinada por titulação com reagente de Tillman [2,6 diclorofenolindofenol (sal sódico) a 0,1%] (AOAC, 1997), em amostras compostas da polpa de quatro frutos. Os resultados foram expressos em mg de ácido ascórbico/ 100 g de massa fresca da polpa.

2.1.10. Carotenoides

Amostras compostas da polpa dos frutos foram retiradas e armazenadas em congelador a -80°C até o momento da determinação. Amostras com massa de aproximadamente 2,0 g foram trituradas em cadinhos de porcelana com areia esterilizada, 10 mg de CaCO_3 (para manutenção do pH) e acetona 80% gelada, sendo o extrato cetônico filtrado em papel-filtro até a completa extração dos pigmentos e o volume completado para 25 mL. As absorbâncias foram lidas em espectrofotômetro nos comprimentos de onda de 470, 646,8 e 663,2 nm e os níveis de carotenoides, determinados segundo as equações de Lichtenthaler (1987). Os resultados foram expressos em mg/100 g de massa fresca da polpa.

$$\text{Clorofila a (C}_a\text{)} = 12,25A_{663,2} - 2,79A_{646,8}$$

$$\text{Clorofila b (C}_b\text{)} = 21,50A_{646,8} - 5,10A_{663,2}$$

$$\text{Carotenoides (C}_c\text{)} = [1000A_{470} - (1,82C_a + 85,02C_b)] / 198$$

2.1.11. Amido e Açúcares Solúveis

Para determinação de amido e açúcares solúveis, amostras de 500 mg da polpa foram maceradas em cadinho com etanol 80% a quente e centrifugadas a 2.000 g por dez minutos. O precipitado foi novamente extraído e centrifugado por mais três vezes, e os sobrenadantes combinados tiveram seus volumes completados para 25 mL. Dez mililitros dos sobrenadantes combinados foram evaporados completamente, em evaporador rotativo a vácuo, a aproximadamente 45°C , e o resíduo, ressuspensionado em 5 mL de água destilada, foi armazenado em congelador, a -20°C , até o momento das análises. Desse extrato foram tomadas alíquotas para determinação dos açúcares solúveis, por reação com antrona (HOGDE; HOFREITER, 1962). O resíduo das extrações alcoólicas foi tratado com água e ácido perclórico 52% na proporção de 1:1,3

e centrifugado a 2.000 g, por dez minutos, por três vezes, permitindo-se tempos de reação, anteriores à centrifugação, de 20, 30 e 20 minutos, para as três extrações, respectivamente. Os sobrenadantes assim obtidos foram combinados, completando-se o volume para 50 mL com água destilada, e utilizados para quantificação de amido, pelo método de McReady et al. (1950), modificado por Patel (1970).

2.1.12. Produção de CO₂

A produção de CO₂ pelos frutos foi determinada por cromatografia gasosa. Para isso, quatro frutos foram acondicionados em frascos de vidro herméticos com volume de 1.600 mL. Sessenta minutos após o fechamento dos frascos, alíquotas de 1,0 mL de sua atmosfera foram retiradas com seringa e injetadas em cromatógrafo a gás GOW MAC, série 550, com detector de condutividade térmica, equipado com coluna de alumínio preenchida com Porapak Q.

As condições de trabalho foram: fluxo de 40 mL por minuto de gás hélio, que foi o gás de arraste; corrente elétrica de 150 mA; temperaturas da coluna, do detector e do injetor de 50, 70 e 80 °C, respectivamente; e temperatura ambiente de 20 a 23 °C.

A quantificação de CO₂ foi feita por meio de comparação entre os picos produzidos pela amostra, no cromatograma, e os produzidos pela injeção de uma alíquota padrão composta de 5,96% mol de CO₂ por mol de mistura CO₂ + N₂. Os resultados foram expressos em mg de CO₂/kg/h.

2.1.13. Análise dos dados

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e de regressão. Para explicar fisiologicamente o amadurecimento dos frutos, para algumas características utilizaram-se modelos de regressões LRP (Linear Response Plateau), modelo descontínuo, no qual se ajusta uma equação linear e um platô para descrever o fenômeno.

As curvas de ajuste sigmoidal foram ajustadas conforme o modelo:

$$Y_i = \frac{a}{1 + \text{EXP}(b - cx)} + e_i$$

em que:

a, b, c = parâmetros de ajuste; e

e_i = erro.

Os pontos críticos mínimo ($PC_{\min}$) e máximo ($PC_{\max}$) foram determinados por cálculos matemáticos:

$$PC_{\min} = \frac{b - 2}{c} \qquad PC_{\max} = \frac{b + 2}{c}$$

O $PC_{\min}$ indica o momento na curva de acúmulo em que se iniciam ganhos expressivos no componente analisado. Já o $PC_{\max}$ indica o momento em que o acúmulo dos componentes começa a se estabilizar.

Para as características em que foram ajustados os modelos raiz quadrada, cúbica e quadrática, foram calculados os pontos de máximo ou mínimo, de acordo com o ajuste.

O programa estatístico utilizado foi o Sistema de Análises Estatísticas e Genéticas da Universidade Federal de Viçosa, versão 9.1 (SAEG, 2007).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. Comprimento, diâmetros transversal e ventral e massa fresca

As médias das medidas de comprimento do fruto foram de 76,06, 76,04, 76,73 e 73,50 mm para a 15^a, 17^a, 19^a e 21^a SAA, respectivamente. O diâmetro transversal do fruto foi crescente até a 19^a SAA, partindo de 54,84 mm na 15^a, 55,61 mm na 17^a até 56,08 mm na 19^a SAA. Na 21^a SAA, os frutos estavam com 56,06 mm de diâmetro transversal.

Observaram-se valores crescentes da média do diâmetro ventral do fruto da 15^a SAA até a 21^a SAA. Os frutos colhidos estavam com 50,69, 51,86, 53,08 e 53,43 mm na 15^a, 17^a, 19^a e 21^a SAA, respectivamente.

A massa fresca dos frutos colhidos em cada semana foi de 110,8, 130,27, 138,55 e 129,0 g para 15^a, 17^a, 19^a e 21^a SAA, respectivamente. Nota-se que os frutos mais pesados foram encontrados na 17^a e 19^a SAA, e na 21^a SAA já se observava diminuição dessa massa fresca, associada provavelmente à redução do conteúdo de água do fruto.

3.2. Sólidos solúveis

Os frutos colhidos na 15^a semana após a antese (SAA) apresentaram valores crescentes durante todo o período de avaliação, porém foram os que obtiveram os menores teores de sólidos solúveis (SS), 12,2° Brix, quando comparados com os frutos colhidos na 17^a, 19^a e 21^a SAA (Figura 1).

Esse comportamento foi notado por Moraes et al. (2002). Ao avaliarem o melhor estágio de maturação para a colheita de mangas ‘Tommy Atkins’, eles observaram que os frutos colhidos nos estágio 1 (82 dias após antese) foram os que apresentaram menor teor de SS.

Na 17^a SAA, o teor máximo de sólidos solúveis encontrado nos frutos foi de 14,4 °Brix, enquanto na 19^a e na 21^a SAA os valores máximos estimados foram de 19,7 e 19,2 °Brix, respectivamente (Figura 1). No entanto, a partir do oitavo dia de avaliação, no qual esses valores foram observados, notou-se diminuição nos teores de SS nos frutos, o que pode sinalizar o início das reações degradativas devido a um amadurecimento excessivo, caracterizando a senescência dos tecidos.

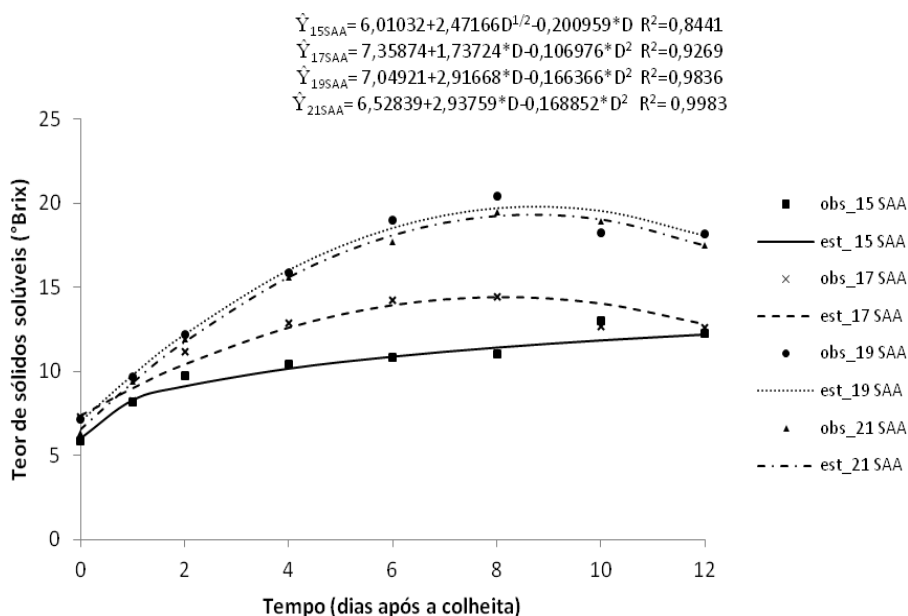


Figura 1 - Teores de sólidos solúveis da polpa da manga ‘Ubá’ colhida em vários estádios de desenvolvimento (15^a, 17^a, 19^a e 21^a semanas após a antese), em função do tempo de armazenamento.

Nesse período em que se observou aumento nos SS, houve consequentemente aumento no teor de açúcares (Figura 2) e, paralelamente, queda nos teores de amido e de acidez titulável (Figuras 3 e 4). Isso foi resultado da conversão de carboidratos complexos em açúcares simples, durante o armazenamento. Essa conversão é considerada o processo mais importante do amadurecimento de manga (KITUR et al., 2001).

Os resultados encontrados neste experimento corroboram os encontrados em manga cv. Dashehari por Jha et al. (2006), os quais observaram que o teor de SS dos frutos aumentou devido ao amadurecimento até 19,73 °Brix, mas, ao final do período de armazenamento, diminuiu ligeiramente.

3.3. Açúcares solúveis totais

Com o avanço do período de colheita, verificou-se aumento do teor de açúcares solúveis totais no fruto (Figura 2) ocasionado pelo desenvolvimento natural da maturação e pela degradação do amido (Figura 3).

Conforme observado para os teores de sólidos solúveis (Figura 1), o teor de açúcares solúveis foi maior nos frutos colhidos na 19^a e na 21^a SAA, com máximos de 17,32 e 16,09 g/100 g de MF, respectivamente, do que nos frutos colhidos na 15^a e

17^a SAA, que apresentaram valores máximos de 9,83 e 12,64 g/100g de MF, respectivamente. Entre os pontos de colheita analisados, destacam-se os frutos colhidos na 19^a SAA, que ao final do período de avaliação se encontravam com os maiores teores de açúcares solúveis.

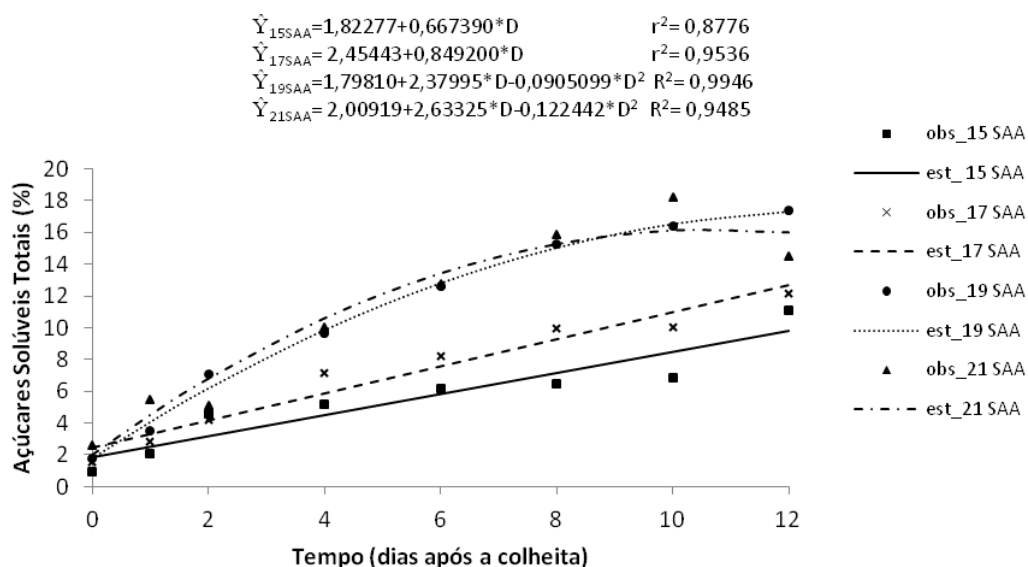


Figura 2 - Teores de açúcares solúveis da polpa da manga ‘Ubá’ colhida em vários estádios de desenvolvimento (15^a, 17^a, 19^a e 21^a semanas após a antese), em função do tempo de armazenamento.

Segundo Campestre et al. (2002), durante o processo de maturação, as conversões bioquímicas de amido em açúcar e a perda de ácido orgânico por meio de oxidação são responsáveis pelo aumento dos açúcares solúveis. Por conseguinte, a alta qualidade encontrada nos frutos colhidos na 19^a SAA foi atribuída ao fato de que o fruto permaneceu por mais tempo na árvore e, portanto, acumulou maior quantidade de amido para a conversão de açúcares e reduziu a acidez no momento da colheita.

3.4. Amido

A variável teor de amido, assim como a variável firmeza, foi ajustada segundo um modelo descontínuo LRP (Linear Response Plateau).

De acordo com a Figura 3, pode-se visualizar que, do quarto dia em diante para os frutos colhidos na 15^a SAA, os valores de amido se estabilizaram em 0,2034%. Resultado semelhante foi observado para os frutos colhidos 17^a SAA, cujos valores se

estabilizaram em 0,3969% de amido a partir de 3,6 dias. Na 19^a e na 21^a SAA, os teores de amido nos frutos tenderam a uma constante após 6,7 e 6,4 dias de armazenamento, com valores de 0,6361% e 0,6821%, respectivamente.

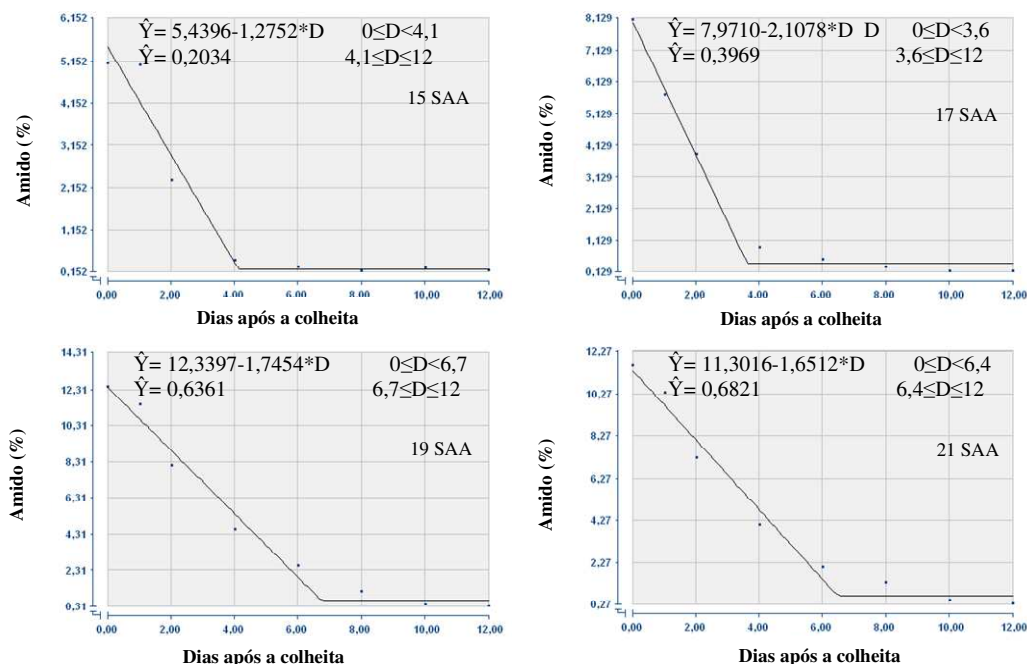


Figura 3 - Teor de amido da polpa da manga ‘Ubá’ colhida em vários estádios de desenvolvimento (15^a, 17^a, 19^a e 21^a semanas após a antese), em função do tempo de armazenamento.

Trabalhando com manga ‘Tommy Atkins’ durante a permanência desta na planta, Lakshminarayana et al. (1970) observaram que o acúmulo de amido é a principal atividade nos tecidos da polpa, cujo teor aumenta de 1,5% após o vingamento para até 13% quando atinge o completo desenvolvimento. No entanto, após a colheita, esse amido é totalmente hidrolisado e ocorre síntese de açúcares solúveis em até oito dias. Entretanto, esses valores podem variar com o cultivar, o período da colheita, o local e as condições de cultivo (LUCENA, 2006).

Observa-se que, na 19^a e na 21^a SAA, em que os frutos permaneceram por mais tempo na planta e, portanto, recebendo mais nutrientes e radiação solar, o teor de amido encontrado no dia da colheita foi maior. Isso resultou em maiores teores de açúcares solúveis, como mostra a Figura 2. Com o amadurecimento, ocorre hidrólise de polissacarídeos, incluindo o amido, o que resulta no aumento da concentração de açúcares solúveis, levando a um maior teor de sólidos solúveis (SILVA, 2009).

3.5. Acidez titulável

Em todos os estádios de colheita avaliados, observou-se queda nos valores de acidez titulável dos frutos, ajustando-se a modelos quadráticos (Figura 4).

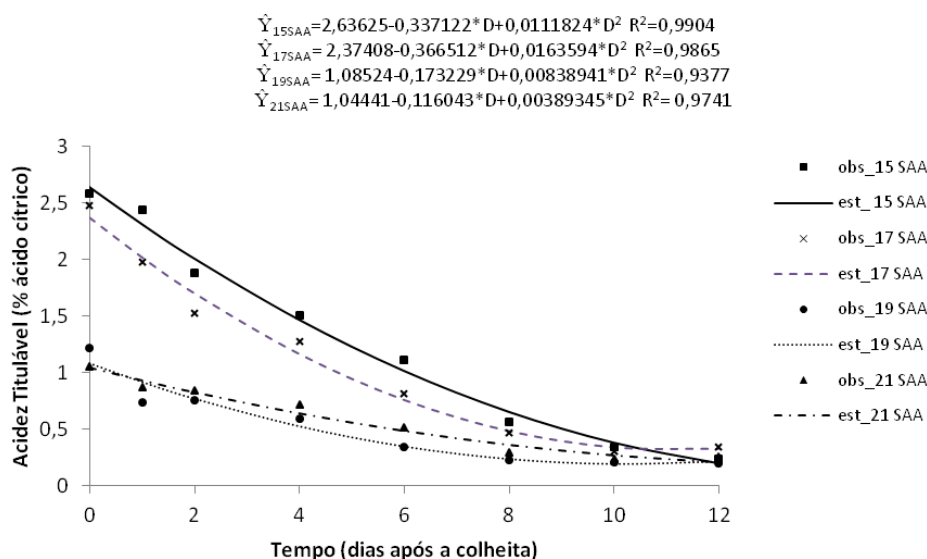


Figura 4 - Acidez titulável da polpa (% ácido cítrico) da manga ‘Ubá’ colhida em vários estádios de desenvolvimento (15^a, 17^a, 19^a e 21^a semanas após a antese), em função do tempo de armazenamento.

Os maiores teores iniciais de acidez titulável foram encontrados nos frutos colhidos na 15^a SAA, nos quais foram observados valores de 2,63% de ácido cítrico. Segundo Palaniswamy et al. (1974), o decréscimo do ácido contido em grande quantidade em mangas imaturas dá-se de modo muito lento, podendo ocorrer prejuízos no momento da colheita, já que em alguns casos o fruto se apresenta completamente amarelado, porém ainda com polpa ácida.

Nas colheitas subsequentes, os valores iniciais da acidez titulável encontrados nos frutos foram menores, sendo 2,37%, 1,08% e 1,04% de ácido cítrico para a 17^a, 19^a e 21^a SAA, respectivamente, ou seja, quanto mais tardiamente foram colhidos os frutos, menor foi a acidez encontrada no momento da colheita, o que evidencia que a acidez reduz-se ao longo do período de desenvolvimento do fruto na planta.

Ao final do período de armazenamento, observou-se que os frutos colhidos nos diferentes estádios de maturação alcançaram valores de acidez titulável bem próximos um do outro, sendo: 0,20%, 0,33%, 0,21% e 0,21% de ácido cítrico para a 15^a, 17^a, 19^a e 21^a SAA, respectivamente.

Segundo Baloch e Bibi (2012), a redução da acidez é atribuída à conversão dos ácidos em açúcares e sua posterior utilização no processo metabólico da fruta. Esses mesmos autores, trabalhando com os cultivares de manga Langra e Samar Bahisht Chaunsa, notaram que a acidez foi menor nos frutos colhidos aos 110 dias após sua fixação do que naqueles colhidos aos 80 e 95 dias.

3.6. *Ratio* (relação SS/AT)

A relação SS/AT é mais representativa que a medição isolada de açúcares ou da acidez, pois essa relação, além de dar uma boa ideia do equilíbrio entre esses dois componentes, indica o sabor dos frutos (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

Para manga, segundo Brasil (2000), o teor de SS varia de 14 a 20 °Brix, e o teor máximo de AT é de 0,8% de ácido cítrico, resultando numa relação SS/AT de 17,5 a 40.

Como consequência do aumento nos SS e da redução na AT durante o desenvolvimento do fruto, a relação SS/AT aumentou ao longo dos dias de armazenamento para todos os estádios de colheita avaliados (Figura 5).

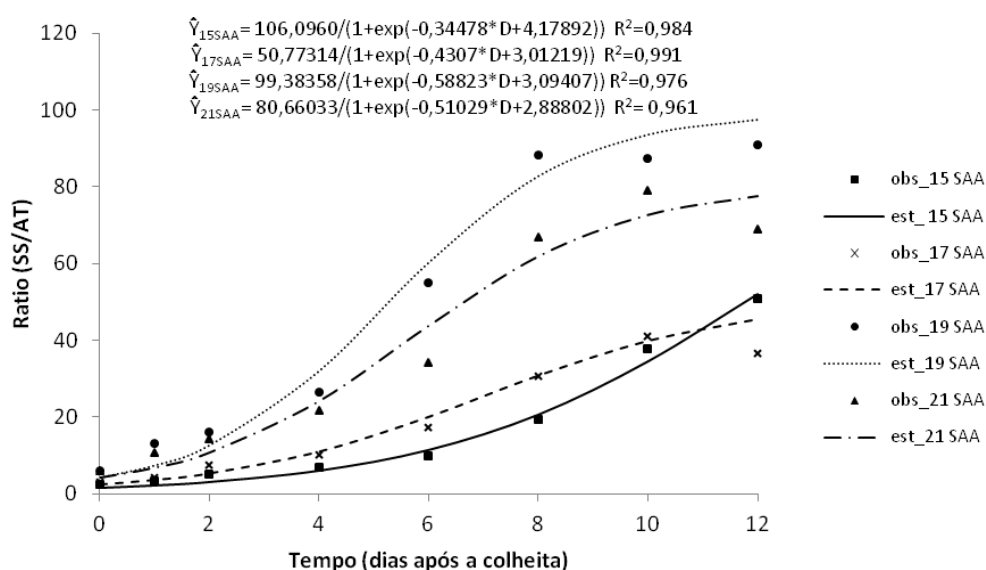


Figura 5 - Relação sólidos solúveis/ácidez titulável (*ratio*) da manga ‘Ubá’ colhida em vários estádios de desenvolvimento (15^a, 17^a, 19^a e 21^a semanas após a antese), em função do tempo de armazenamento.

Para os frutos colhidos na 19^a SAA, verificou-se incremento acentuado do *ratio* logo a partir de 1,9 dia de armazenamento, tendendo a uma estabilização aos 8,7 dias.

Para a 17^a e a 21^a SAA, a tendência de estabilização ocorreu a partir de 11,6 e 9,6 dias após o início do armazenamento. As mudanças a partir destes dias foram pouco representativas, uma vez que as duas variáveis envolvidas na relação tiveram pequenas alterações (Figuras 1 e 4).

O mesmo não foi verificado para os frutos colhidos na 15^a SAA, que apresentaram valores crescentes de *ratio* até o final das avaliações. Esse comportamento pode ser explicado pelo crescente aumento nos teores de sólidos solúveis (Figura 1) observado nesses frutos.

A maior relação encontrada foi para os frutos colhidos na 19^a e na 21^a SAA, apresentando *ratio* de 97,5 e 77,6, respectivamente, ao final dos 12 dias de armazenamento. Na 17^a e na 15^a SAA, a relação foi de 45,5 e 51,9, respectivamente.

Silva (2009), trabalhando com manga ‘Ubá’, encontrou em frutos colhidos na 23^a SAA *ratio* de 42,63. As diferenças entre os valores encontrados por esse autor e os deste experimento podem ser atribuídas à maior porcentagem de ácido cítrico (0,83%) encontrada nos frutos.

Para a manga cv. Tommy Atkins nos estádios 2, 3 e 4, Lucena et al. (2000) observaram, respectivamente, as seguintes relações SS/AT: 9,20, 16,98 e 20,28.

3.7. Carotenoides, cor da casca e cor da polpa

Os teores de carotenoides na polpa dos frutos colhidos nos diferentes estádios de desenvolvimento apresentaram acréscimos significativos (Figura 6). Ao longo do período de avaliação, observou-se que os frutos colhidos na 15^a SAA, apesar de iniciarem com valores mais baixos, foram os que obtiveram maiores acréscimos nos teores de carotenoides, registrando-se no 12^o dia de avaliação teores de 1,8 mg/100 g de polpa de fruto.

Na 17^a, 19^a e 21^a SAA, ao final do período de avaliação, os teores máximos de carotenoides encontrados nos frutos foram de 1,41, 1,54 e 1,55 mg/100 g de polpa, respectivamente. Esses resultados indicam não haver diferença nos frutos colhidos na 19^a ou na 21^a SAA.

Os resultados observados para os frutos colhidos na 21^a SAA confirmam os encontrados por Silva (2009), que, trabalhando com curva de crescimento da manga ‘Ubá’ coletada no mesmo local, observou valores de carotenoides totais da polpa de frutos colhidos na 21^a SAA de aproximadamente 1,6 mg/100 g.

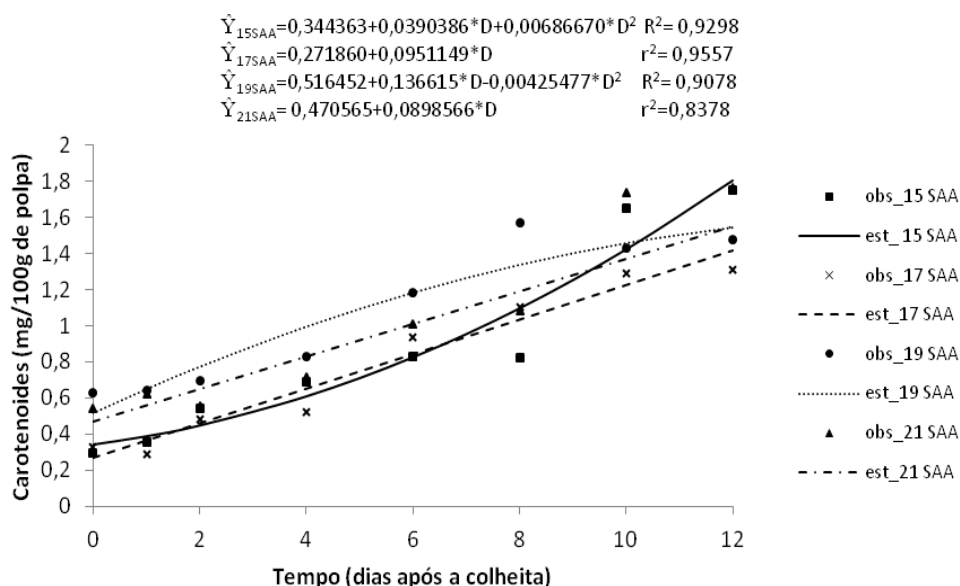


Figura 6 - Teores de carotenoides da polpa (mg/100 g da polpa) da manga ‘Ubá’ colhida em vários estádios de desenvolvimento (15^a, 17^a, 19^a e 21^a semanas após a antese), em função do tempo de armazenamento.

Mangels et al. (1993) ressaltam que os níveis desses pigmentos podem ser influenciados pela estação do ano, pela localização geográfica, pelas condições de colheita, além de outros fatores. Além disso, de acordo com Larriegaudiere et al. (1996), as mudanças na coloração em frutos são afetadas pela ação do etileno e pela idade do fruto na hora da colheita (AGAR et al., 1999), estando, muitas vezes, associadas à produção de etileno pelos frutos (PEREIRA et al., 2008).

A mudança de cor da casca foi bem pronunciada para os frutos colhidos em todos os estádios de desenvolvimento avaliados (Figuras 7 e 8). Nesses frutos houve a variação gradual da cor da casca de verde para amarelo intenso durante o período de armazenamento. Observou-se que, no oitavo dia de armazenamento, esses mesmos frutos já estavam com a casca amarelada, com valores de h° de 97,9, 93,3, 86,9 e 90,9 para a 15^a, 17^a, 19^a e 21^a SAA, respectivamente. Na Figura 8, é possível observar claramente a evolução da mudança na coloração da casca durante o armazenamento.

O menor valor final de h° foi observado nos frutos colhidos na 19^a SAA, passando de 114 para 73,4 (Figura 7). Simultaneamente, a polpa apresentou maior concentração de sólidos solúveis (Figura 1) e redução acentuada da acidez titulável (Figura 4) e da firmeza (Figura 12), caracterizando essa como a melhor época de colheita. No entanto, frutos colhidos a partir da 17^a SAA também apresentaram amadurecimento satisfatório sem prejuízo final na qualidade pós-colheita do fruto e

atingindo os padrões mínimos exigidos pelas indústrias, que são de 14 a 20 °Brix, máximo de 0,80 de ácido cítrico/100 g polpa e 17 g/100 g de MF de açúcares totais (BRASIL, 2000).

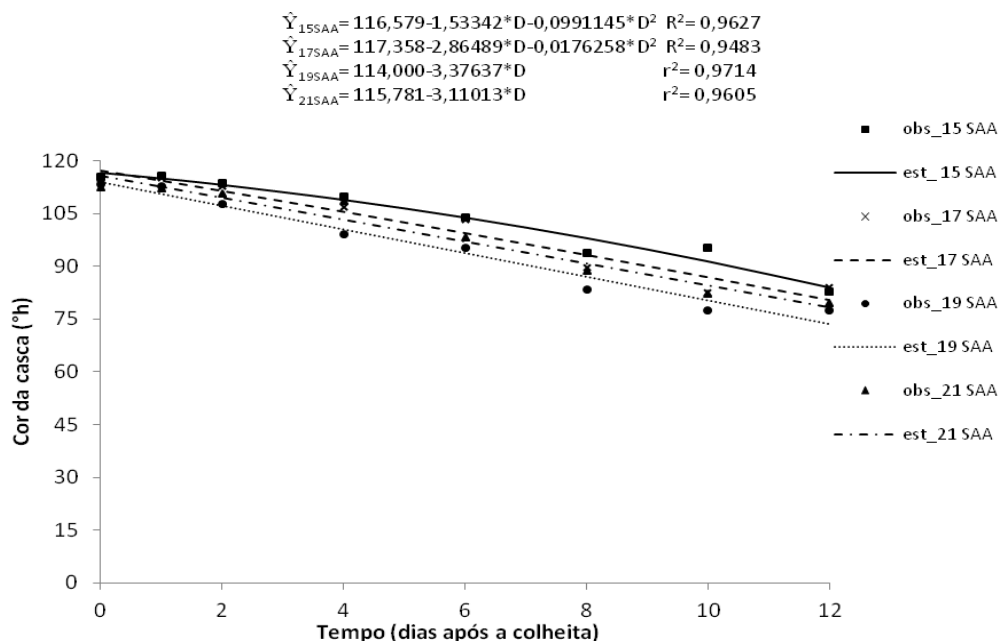
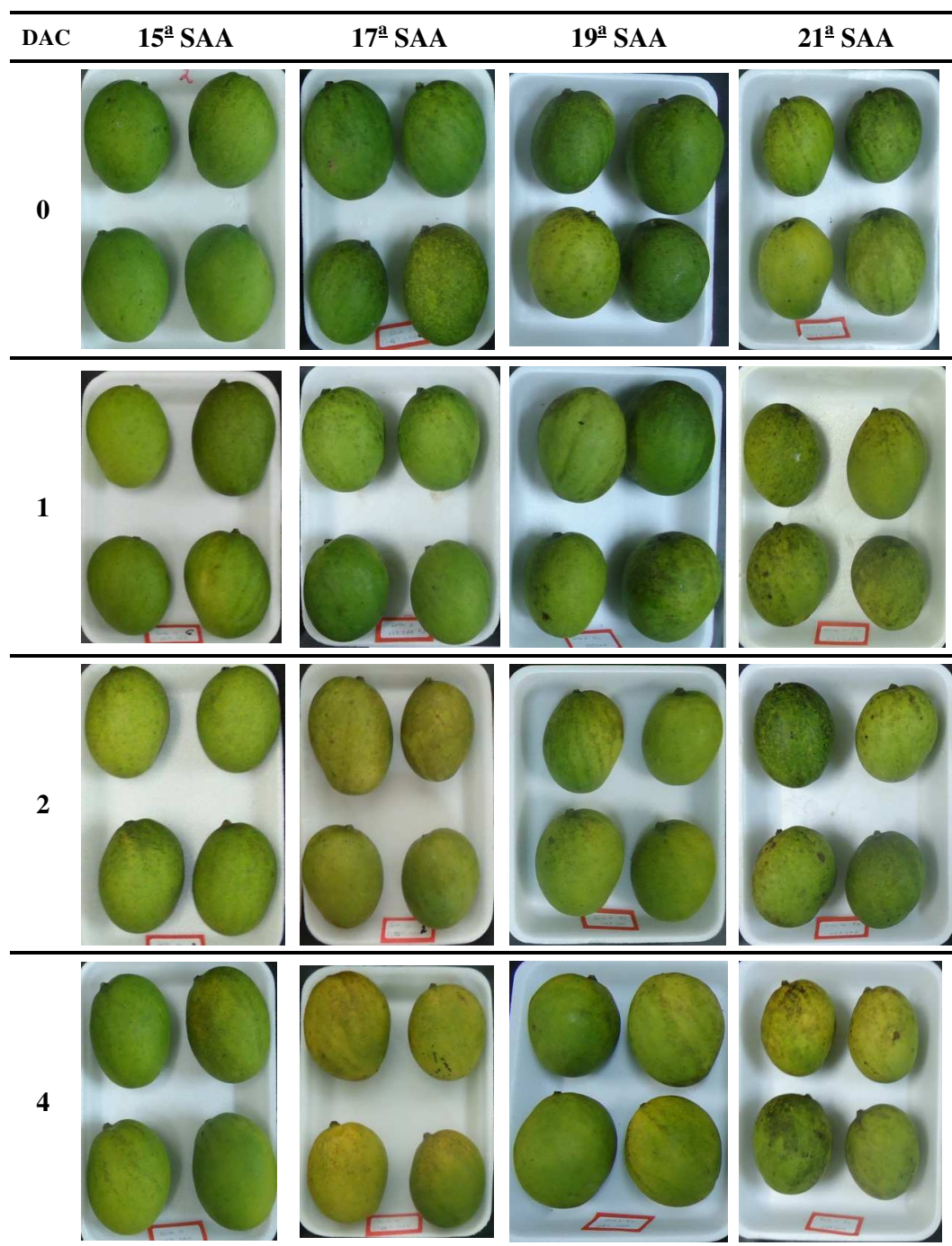


Figura 7 - Ângulo Hue da casca da manga ‘Ubá’ colhida em vários estádios de desenvolvimento (15^a, 17^a, 19^a e 21^a semanas após a antese), em função do tempo de armazenamento.

Em frutos colhidos na 18^a SAA e tratados com etileno a 200 mL/m³, mesma concentração utilizada neste experimento, Silva (2009) também observou mudança de coloração da casca de forma lenta, notando um tom amarelo na casca a partir de 12 dias de armazenamento, com valor de h° de 85,24.

A alteração da cor amarelada da polpa na região central próxima ao endocarpo para a cor alaranjada ocorreu de forma gradual para todos os frutos colhidos nos diferentes estádios de desenvolvimento, ou seja, em todas as épocas de colheita, os frutos alcançaram coloração semelhante ao final do período de armazenamento (Figura 9). No entanto, destaca-se que frutos colhidos mais tardiamente apresentaram cor inicial mais amarela, o que pode ser visto tanto na coloração da casca (Figura 8) quanto na coloração da polpa (Figura 10) e, concomitantemente, no teor de carotenoides da polpa (Figura 6).



Continua...

Figura 8 - Imagem ilustrativa da coloração da casca da manga 'Ubá' nos estádios de desenvolvimento avaliados (15ª, 17ª, 19ª e 21ª semanas após a antese) e nos dias após a colheita (DAC).

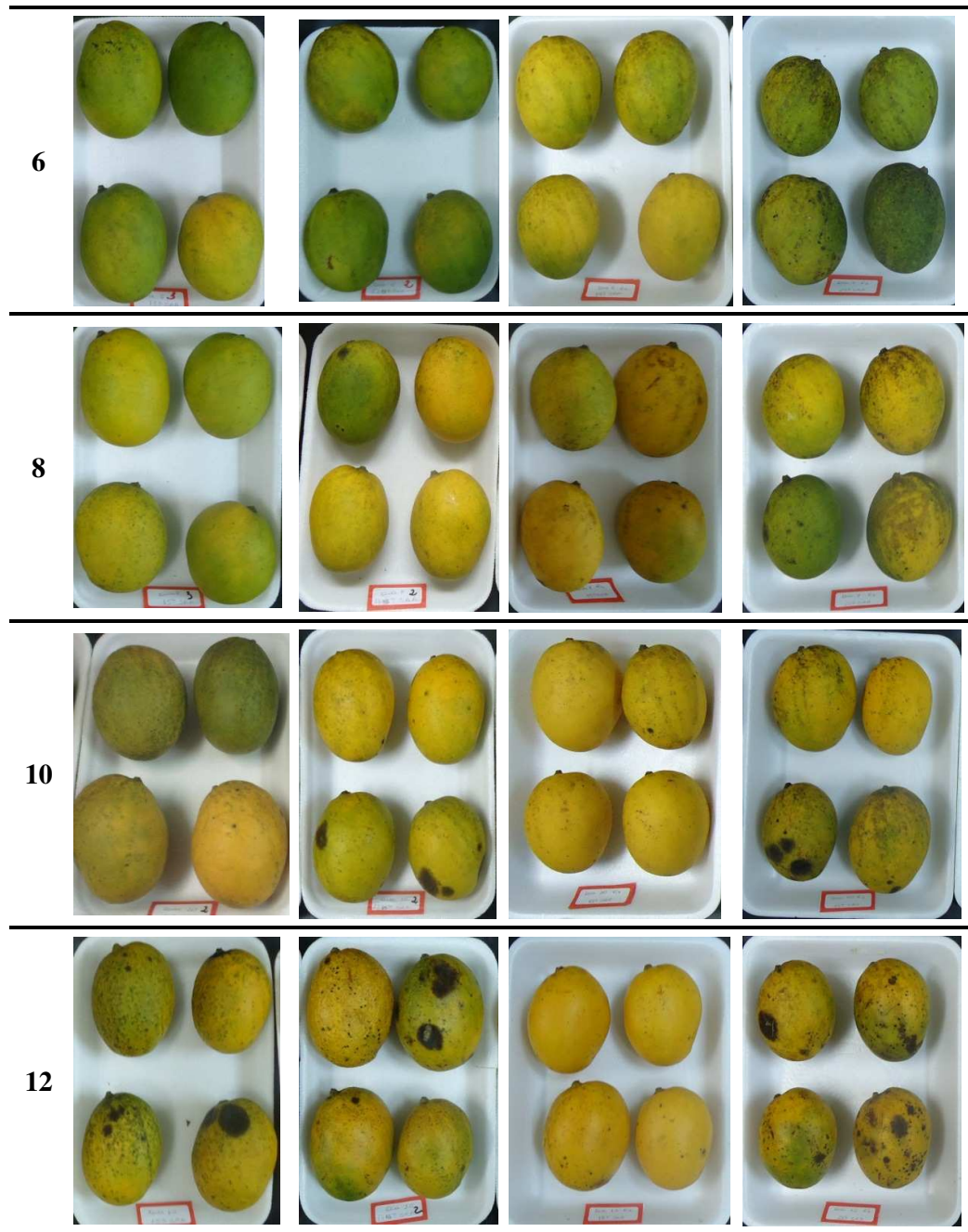


Figura 8, Cont.

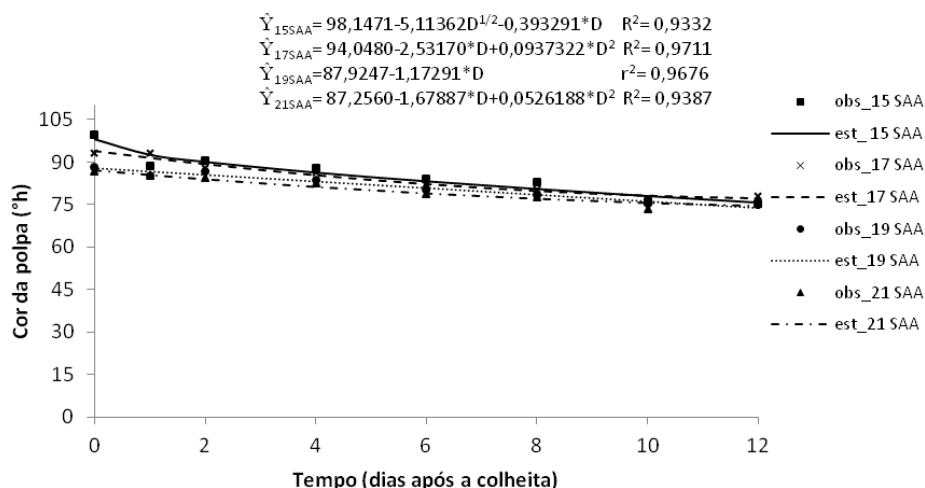
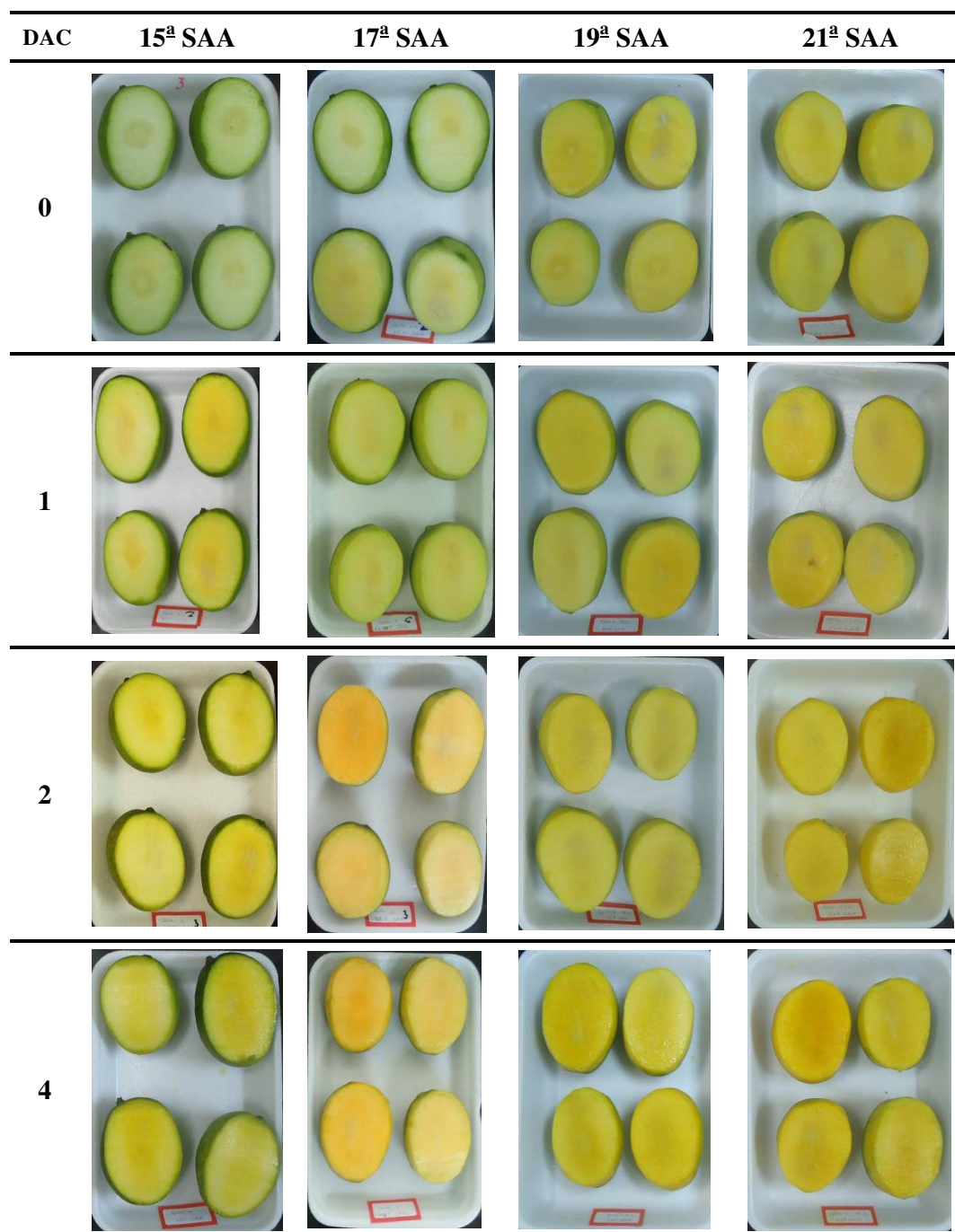


Figura 9 - Ângulo Hue da polpa da manga ‘Ubá’ colhida em vários estádios de desenvolvimento (15^a, 17^a, 19^a e 21^a semanas após a antese), em função do tempo de armazenamento.

Subedi et al. (2007) recomendaram a coloração da polpa como o melhor índice de maturação para os cultivares Kesington Pride, Calypso, R2E2 e Celebration. Apesar de reconhecer que essa avaliação, assim como a de compostos químicos relacionados ao sabor, é destrutiva, o uso da cor da polpa como índice de colheita é um bom indicativo de maturação e é feito por amostragem. Visivelmente, na Figura 10, nota-se que na colheita a partir da 17^a SAA já se observa no dia 0 um tom amarelado na polpa próximo ao endocarpo, enquanto na 15^a SAA a polpa está branca.



Continua...

Figura 10 - Imagem ilustrativa da coloração da polpa da manga 'Ubá' nos estádios de desenvolvimento avaliados (15ª, 17ª, 19ª e 21ª semanas após a antese) e nos dias após a colheita (DAC).

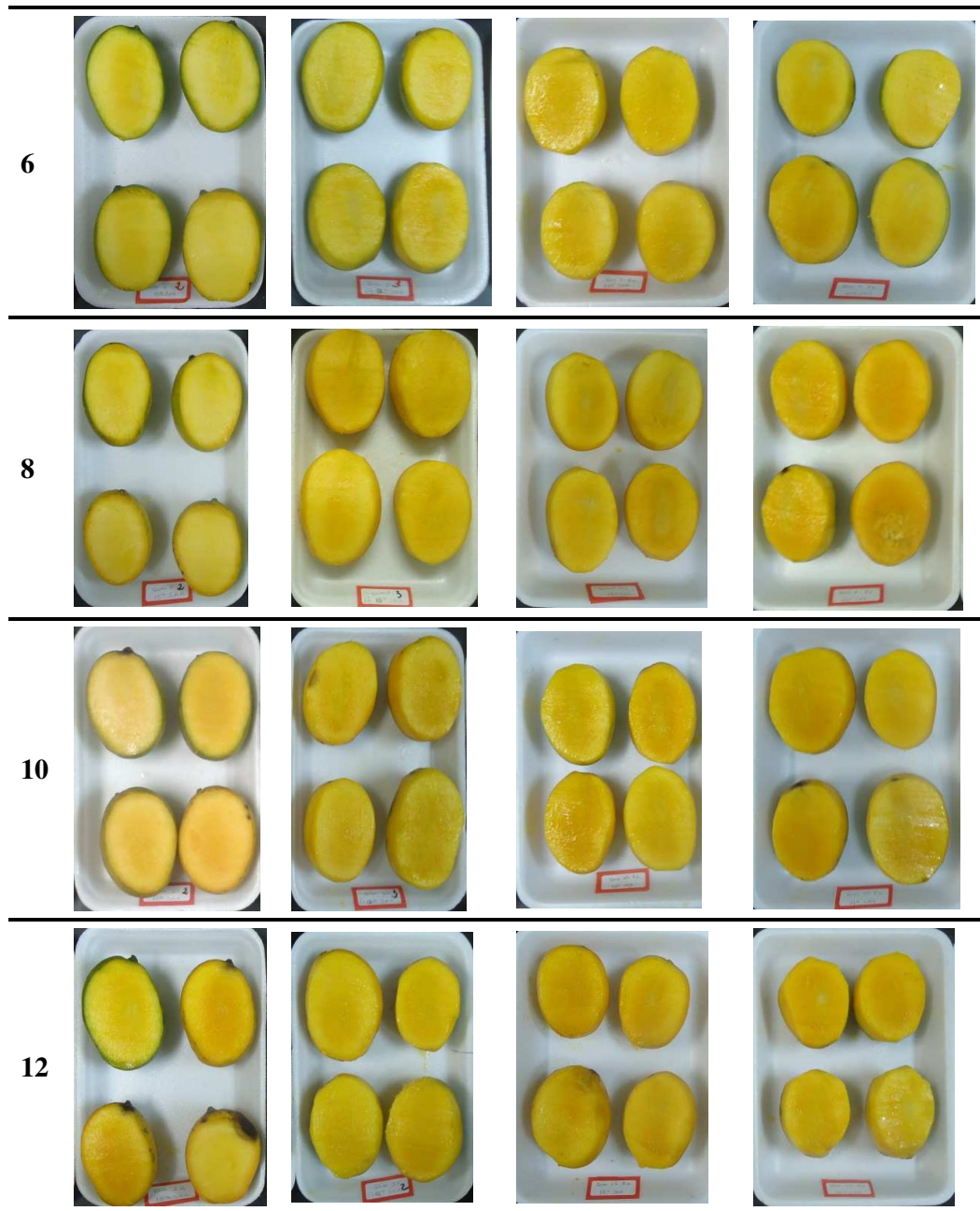


Figura 10, cont...

3.8. Vitamina C

Os teores de vitamina C encontrados nos frutos decresceram segundo modelo quadrático ao longo dos dias de avaliação após a aplicação do etileno para os estádios de desenvolvimento de 15^a, 17^a e 19^a SAA. Na 21^a SAA, os valores mostraram comportamento linear (Figura 11).

Observa-se queda muito acentuada do início até o final do período de avaliação, em todos os estádios de colheita dos frutos avaliados, o que é indesejável quanto à qualidade nutritiva desses frutos. Além disso, foi possível observar que na 15^a e na 17^a SAA, os valores de vitamina C nesses frutos apresentaram-se inicialmente maiores (120,68 e 130,98 mg/100 g de polpa) em relação aos valores encontrados nos frutos colhidos na 19^a e na 21^a SAA, que foram consideravelmente menores (100,03 e 97,97 mg/100 g de polpa). Isso mostra que a queda da vitamina C é uma característica intrínseca do fruto e ocorre ao longo do seu desenvolvimento na planta, tanto quanto após a colheita.

Notou-se que os frutos colhidos na 17^a e na 21^a SAA tiveram redução da vitamina C mais gradual ao longo dos dias de avaliação, porém, no 12^a dia, finalizaram com os menores valores de vitamina C. Por sua vez, os frutos colhidos na 15^a e na 19^a SAA foram os que ao final do experimento permaneceram com maior teor de vitamina C (32,28 e 29,66 mg/100 g de polpa).

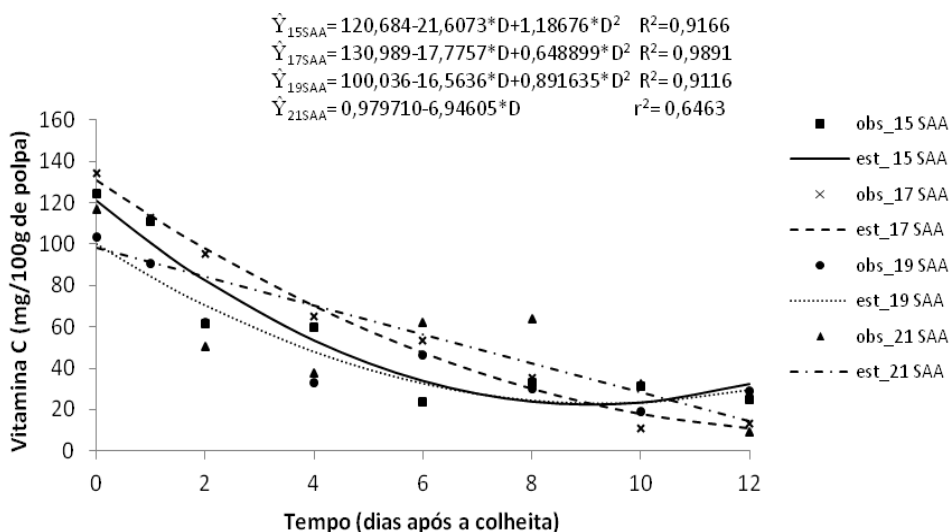


Figura 11 - Teores de Vitamina C da polpa (mg/100 g da polpa) da manga 'Ubá' colhida em vários estádios de desenvolvimento (15^a, 17^a, 19^a e 21^a semanas após a antese), em função do tempo de armazenamento.

Esses valores estão próximos aos encontrados por Silva (2009), que, ao trabalhar com manga ‘Ubá’ colhida na 18^a SAA e armazenada por 15 dias após o tratamento com etileno na concentração de 200 mg/m³, obteve valores em torno de 40 mg/100 g de ácido ascórbico.

Segundo Franco (2003), a manga ‘Comum’ madura possui 43 mg vitamina C/100 g da massa fresca da polpa; por outro lado, Wills et al. (1998) afirmam que ela possui 30 mg/100 g da massa fresca da polpa; e Salunke e Desai (1984), em ‘Keitt’, encontraram apenas 13,9 mg/100 g da massa fresca da polpa. As diferenças entre os teores encontrados por esses autores e os deste experimento podem ser atribuídas a localização dos plantios, em climas e regiões distintas, diferentes tratamentos culturais, tipos de solos, cultivares e uso ou não de irrigação.

Lima et al. (2009) mencionam que a importância comercial do teor de ácido ascórbico se deve ao fato de que, juntamente com o conteúdo de carotenoides na polpa, ele é um dos principais fatores que conferem apelo nutricional à manga.

3.9. Firmeza da polpa

O amaciamento dos tecidos é uma das principais transformações no amadurecimento de frutos carnosos, tendo influência acentuada tanto na qualidade como no período de conservação, e está relacionado diretamente com os componentes químicos das paredes celulares (KAYS, 1991).

Percebeu-se que, na 15^a SAA, a partir de 2,2 dias de armazenamento os frutos já se encontravam macios, apresentando valores de firmeza de 4,1 N. Para os frutos colhidos na 17^a, 19^a e 21^a SAA, já com 1,3, 1,5 e 1,7 dias de armazenamento, respectivamente, foram encontrados os valores mínimos de firmeza de 4,98 N, 4,8 N e 6,31 N (Figura 12).

Essa redução rápida possivelmente se deve à aplicação de etileno (200 mL/m³) que foi utilizado para uniformização e indução do amadurecimento dos frutos. Esse comportamento corrobora os resultados encontrados por Silva (2009), com mangas ‘Ubá’ tratadas com etileno. Esse autor percebeu queda da firmeza entre o dia zero e o primeiro dia após o armazenamento, de 64% em relação ao valor inicial, ao passo que para frutos não tratados a queda foi de apenas 26%.

Esses resultados, assim como a alteração da cor da polpa (Figura 10), a queda na acidez titulável (Figura 4) e a elevação da relação SS/AT (Figura 5), mostram que os

frutos colhidos a partir da 15^a semana após a antese já estão aptos a amadurecer, porém a qualidade aceitável só é atingida se a colheita ocorrer a partir da 17^a semana após a antese.

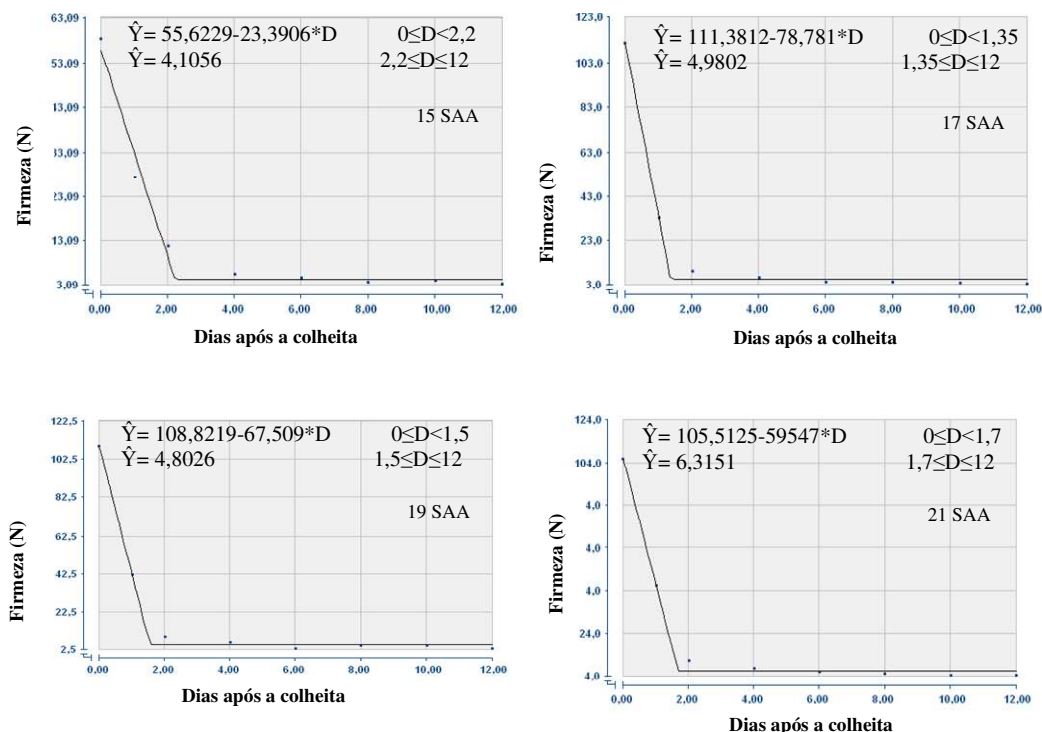


Figura 12 - Firmeza da polpa da manga ‘Ubá’ colhida em vários estádios de desenvolvimento (15^a, 17^a, 19^a e 21^a semanas após a antese), em função do tempo de armazenamento.

3.10. Produção de CO₂

O pico respiratório ocorreu aos 4, 1, 6 e 1 dias após a aplicação do etileno e armazenamento para os estádios de desenvolvimento 15^a, 17^a, 19^a e 21^a SAA, respectivamente (Figura 13). Os maiores picos foram notados para os frutos colhidos na 15^a, com 293,79 mg CO₂.kg⁻¹.h⁻¹, e na 21^a SAA, com 206,56 mg CO₂.kg⁻¹.h⁻¹.

Observou-se que o início do climatério, em mangas colhidas na 19^a SAA, também foi marcado pelo aumento na concentração de sólidos solúveis (Figura 1) e redução acentuada da acidez titulável (Figura 4). Além disso, foi possível perceber simultaneamente o início da intensa degradação de clorofila da casca, indicado pela queda do valor de h^o (Figura 7) e pela síntese de pigmentos carotenoides (Figura 6), responsáveis pela cor amarela da polpa.

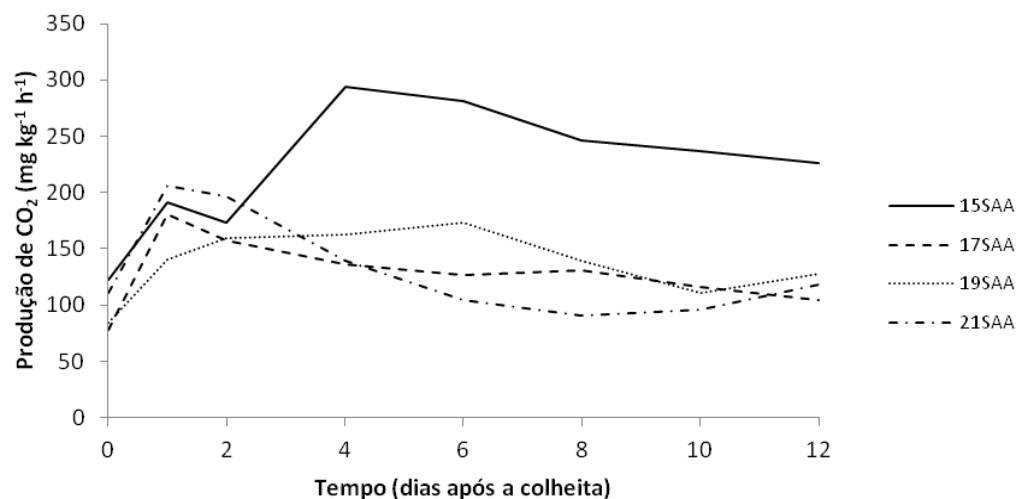


Figura 13 - Produção de CO₂ (mg. kg⁻¹. h⁻¹) da manga ‘Ubá’ colhida em vários estádios de desenvolvimento (15^a, 17^a, 19^a e 21^a semanas após a antese), em função do tempo de armazenamento.

O pico de respiração, designado como máximo climatérico, foi seguido por um período de declínio na atividade, designado como estágio pós-climatérico, de acordo com descrição de Kays (1991).

4. CONCLUSÕES

Mangas ‘Ubá’ colhidas a partir da 17^a semana após a antese e tratadas com etileno exógeno apresentam boas características organolépticas e atingem o padrão mínimo para comercialização. No entanto, frutos com melhor qualidade são obtidos quando colhidos a partir da 19^a semana após a antese (2.156 UC).

A partir do oitavo dia de armazenamento, os frutos colhidos na 19^a semana após a antese já se encontravam totalmente maduros, apresentando as melhores características físicas, químicas e visuais para o consumo *in natura*.

CAPÍTULO 3

AMADURECIMENTO DE MANGAS ‘UBÁ’ EXPOSTAS A ETILENO E ACETILENO

RESUMO

Foram avaliados os efeitos de diferentes tempos de exposição ao etileno exógeno ou ao acetileno no amadurecimento da manga ‘Ubá’ (*Mangifera indica* L.). Mangas fisiologicamente maduras, mas com as cascas verdes, e com massa média de 133,7 g foram colhidas em pomar da Fazenda Experimental da Sementeira, localizada em Visconde do Rio Branco, MG, pertencente à Universidade Federal de Viçosa. Metade dos frutos foi tratada com carbureto de cálcio (CaC_2) na concentração de 80 g/m^3 de câmara, e a outra metade, com etileno gasoso na concentração de 200 mL/m^3 de câmara. Os frutos foram expostos aos produtos por 0, 12, 24 ou 48 h, na temperatura de 19°C . Em seguida, foram armazenados à mesma temperatura e analisados durante 15 dias. Ao final do período de armazenamento de 15 dias, os frutos tratados com carbureto de cálcio apresentaram maior perda de massa fresca que os tratados com etileno. Em relação à cor da casca e da polpa, medidas pelo ângulo Hue, em todos os tratamentos atingiu-se a coloração amarelada e alaranjada, respectivamente, no 15º dia de avaliação. Nos frutos expostos ao acetileno e etileno, a firmeza teve acentuada queda durante todo o período de armazenamento. Os frutos expostos por 48 horas ao acetileno apresentaram maior acidez (0,35% de ácido cítrico), e os expostos por 48 horas ao etileno, o menor teor de vitamina C (61,5 mg/100 g), no 15º dia de avaliação. Frutos expostos ao etileno e ao acetileno por períodos de 12 ou 24 horas completaram o amadurecimento de forma satisfatória em cerca de nove dias – tempo suficiente para a comercialização.

Palavras-chave: tempo de exposição, regulador de amadurecimento, armazenamento.

CHAPTER 3

RIPENING OF 'UBÁ' MANGOES EXPOSED TO ETHYLENE AND ACETYLENE

ABSTRACT

This study evaluated the effects of different exposure times to ethylene or acetylene on ripening of 'Ubá' mango (*Mangifera indica* L.). Physiologically mature mangoes with green skin and mean weight of 133.7 g were harvested in orchards of the Sementeira Experimental Farm of the Federal University of Viçosa, located in Visconde do Rio Branco, MG. Half of the fruits were treated in a ripening chamber with calcium carbide (CaC_2) at a concentration of 80 g/m^3 while the other half was treated with ethylene gas at a concentration of 200 mL/m^3 . The fruits were exposed to the products for 0, 12, 24 or 48 h at 19°C . Then, they were stored at the same temperature and analyzed for 15 days. At the end of 15-day storage period, the fruits treated with calcium carbide showed greater loss of fresh weight than those treated with ethylene. The skin and pulp were respectively yellowish and orange in all treatments, as measured by the Hue angle, on the 15th day of evaluation. In fruits exposed to acetylene and ethylene, firmness decreased sharply, while the soluble solids increased throughout the storage period. The fruits exposed to acetylene for 48 hours had higher acidity (0.35% citric acid) while those exposed to ethylene for 48 hours had the lowest level of vitamin C (61.5 mg/100 g) on the 15th day of evaluation. Fruits exposed to ethylene and acetylene for periods of 12 or 24 hours ripened satisfactorily in about nine days - which is enough time for commercialization.

Keywords: exposure time, ripening regulator, storage.

1. INTRODUÇÃO

A mangueira (*Mangifera indica* L.) é uma espécie de clima tropical, originária do sul da Ásia, tendo-se disseminado por vários países climaticamente favoráveis ao seu desenvolvimento. No Brasil, a manga é bastante apreciada pelo seu aroma e excelente sabor, como evidencia o contínuo aumento do consumo do fruto *in natura* ou processado na forma de diversos produtos, como sucos, compotas, doces, etc., normalmente disponibilizados no mercado.

Em Minas Gerais, especificamente na Zona da Mata mineira, destaca-se o cultivar Ubá, cujas plantas crescem espontaneamente em praticamente todos os municípios da região. Os frutos desse cultivar são utilizados principalmente no processamento industrial, mas têm também grande aceitação para o consumo *in natura* (ROCHA et al., 2011).

Para Berniz (1984), a manga ‘Ubá’, no que diz respeito ao processamento industrial, é a melhor para a elaboração de néctar, devido ao seu bom rendimento em polpa, consistência firme, elevado teor de açúcares, baixa acidez total e, principalmente, pela preferência na avaliação sensorial. Por isso, seu cultivo extrapolou os limites regionais e expandiu-se para outros estados, como Rio de Janeiro, Espírito Santo e Bahia.

O período de maturação da manga ‘Ubá’ geralmente é de novembro a janeiro (MANICA, 1996); entretanto, os frutos apresentam desuniformidade na maturação dentro de uma mesma planta (MORAES, 1988) e, por esse motivo, requerem colheita escalonada. Como objetivo de acelerar e uniformizar o amadurecimento e, ou, melhorar o padrão de qualidade, frutos fisiologicamente maduros de diversas espécies e cultivares têm sido submetidos a tratamentos com etileno ou seus análogos, tanto em nível experimental como comercial (BRAZ et al., 2008).

A manga é um fruto climatérico e, durante a maturação, está sujeita a uma série de alterações físicas, químicas e fisiológicas, geralmente associadas ao aumento respiratório e à produção autocatalítica de etileno (BIALE; YOUNG, 1981). Entre essas alterações, há modificações na firmeza da polpa, nos teores de açúcares, na síntese de etileno, na respiração, na coloração da casca e da polpa, no teor de ácidos orgânicos e na perda de massa (MORAES et al., 2000).

O etileno é o hormônio natural da maturação que atua nas células vegetais, iniciando e acelerando reações químicas e fisiológicas inerentes a esse processo

(McGLASSON, 1985). Esse hormônio reduz significativamente o tempo requerido para o pico climatérico (STEFFENS et al., 2006), principalmente quando aplicado antes dessa fase (FIORAVANÇO et al., 2007). O efeito do etileno produzido naturalmente pelas plantas pode ser substituído pelo suprimento exógeno para iniciar a respiração climatérica e desencadear o amadurecimento (NOGUEIRA et al., 2007), já que ambos induzem o processo de autocatálise da síntese desse hormônio pelos frutos (SANTOS et al., 2005).

Comercialmente, é bastante difundido o uso do etileno gasoso na indução do amadurecimento ou climatização de frutos, o qual é adquirido na forma de gás comprimido, em mistura com nitrogênio (SILVA et al., 2009a). A climatização também pode ser feita com acetileno, um análogo do etileno gerado a partir da queima do carbureto de cálcio (CaC_2) e que vem sendo utilizado por pequenos e médios produtores rurais como alternativa ao etileno gasoso (ZEITSCHRIFTEN, 2009).

Zeitschriften (2009) avaliou os efeitos da climatização em mangas ‘Nam Dokmai’, ‘Kaew’ e ‘Chok Anan’ com carbureto de cálcio na dose de 10 g kg^{-1} de frutos durante 18 horas de exposição em câmaras de alvenaria e ethephon na dose de 200 mg L^{-1} de água por três minutos. Após os tratamentos, os frutos foram armazenados a $24 \pm 2^\circ\text{C}$ e $33 \pm 2^\circ\text{C}$ durante sete dias nas condições ambientes da Índia. Observou-se que o carbureto de cálcio e o ethephon anteciparam as mudanças e uniformizaram as características de cor da casca e da polpa, o teor de sólidos solúveis e a firmeza da polpa.

Mangas ‘Ubá’ tratadas com diferentes doses de etileno e carbureto de cálcio também tiveram o seu amadurecimento antecipado e uniformizado, sem comprometimento das suas características físicas, fisiológicas e bioquímicas (SILVA et al., 2012). Esses autores observaram que até as menores doses tanto de etileno (50 mL m^3) como de carbureto de cálcio (20 g m^3) foram suficientes para antecipar e uniformizar o amadurecimento dos frutos.

Vários estudos com o etileno e seus análogos são realizados para melhoria da cor da casca de mangas e diversos frutos, porém muitos tratamentos aplicados ocasionam o aparecimento de manchas indesejáveis na sua superfície. No entanto, junto com as mudanças na cor de casca, o tratamento com etileno também pode produzir alterações em alguns dos componentes da polpa e afetar a sua aceitação (BHUYA et al., 1978; SADHU; CHATTOPADHYAY, 1989).

A resposta dos frutos ao tratamento com etileno e seus análogos depende da sensibilidade do tecido, da concentração utilizada, da composição da atmosfera, do tempo de exposição, da temperatura e da sensibilidade da espécie ou cultivar. Especificamente para a mangueira ‘Ubá’, há carência de informações científicas a respeito da suscetibilidade dos frutos ao etileno exógeno em diferentes tempos de exposição. A fim de responder essas questões, objetivou-se com este trabalho comparar os efeitos de diferentes tempos de exposições ao etileno gasoso e ao carbureto de cálcio na antecipação e uniformização do amadurecimento na pós-colheita de manga ‘Ubá’.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Frutos de mangueira 'Ubá', na 19ª semana de desenvolvimento após a antese, foram colhidos no pomar da Fazenda Experimental da Sementeira, pertencente à Universidade Federal de Viçosa, localizada em Visconde do Rio Branco, MG (latitude de 21°00'37" S, longitude de 42°50'26" O e altitude de 352 m), e transportados para casa de embalagem, onde foram selecionados quanto a tamanho e aspecto geral, eliminando-se aqueles com defeitos físicos e ataque de pragas e doenças. Posteriormente, os frutos foram acondicionados em caixas plásticas e transportados para o Laboratório de Análise de Frutas do Setor de Fruticultura do Departamento de Fitotecnia da UFV, em Viçosa, MG.

No laboratório, foi efetuada nova seleção e padronização dos frutos, lavagem em solução aquosa de detergente neutro 2 mL/L, tratamento por imersão em fungicida Prochloraz (Sportak 450 CE, Hoechst Schering AgrEvo UK Ltd.-Inglaterra) na dose de 49,5 g/100 L de água por cinco minutos e secagem ao ar.

Em seguida, a metade dos frutos foi tratada com carbureto de cálcio (CaC_2) na dose de 80 g/m³ e a outra metade dos frutos foi tratada com etileno gasoso na concentração de 200 mL/m³ de câmara (SILVA, 2009), durante 0, 12, 24 e 48 horas de exposição, na temperatura de 19 °C. Nos frutos expostos aos produtos por 48 horas, depois de 24 horas, a câmara foi aberta por 30 min e, após, foi feita nova aplicação de etileno e carbureto de cálcio por mais 24 horas. O tratamento ocorreu de forma semelhante ao descrito no capítulo 2. Posteriormente, os frutos tratados com etileno e com o carbureto de cálcio foram armazenados em temperatura de 19 °C e analisados nos tempos de 0, 0,5, 1, 2, 3, 6, 9, 12 e 15 dias.

O experimento foi instalado no delineamento inteiramente casualizado com nove tratamentos (dias) e quatro repetições, sendo cada unidade experimental constituída por quatro frutos.

Os frutos foram avaliados quanto a produção de CO₂, coloração da casca e da polpa, firmeza da polpa, vitamina C, acidez titulável, teores de sólidos solúveis, de carotenoides totais, de amido e de açúcares solúveis da polpa, conforme descrito no capítulo 2. Além disso, foi avaliada a perda de massa fresca, em que os frutos foram pesados em balança eletrônica de precisão de 0,1 g e os resultados expressos em percentagem, considerando-se a diferença entre o peso inicial do fruto e aquele obtido em cada período de amostragem e o extravasamento de solutos, que é uma medida para

estimar a alteração da permeabilidade da membrana em resposta a estresses ambientais, crescimento, desenvolvimento e variação genotípica (WHITLOW et al., 1992).

A análise de extravasamento de solutos foi feita de acordo com metodologia descrita por Serek et al. (1995), com modificações. Foi retirada uma porção da casca na região mediana dos frutos, sem que ocorresse ferimento da polpa, e, em seguida, retirou-se um cilindro de polpa por fruto (1,14 cm de diâmetro por 1,0 cm de altura), com o auxílio de um furador metálico de rolhas, totalizando quatro cilindros por amostra. Os cilindros foram lavados em água destilada e secos superficialmente com papel absorvente. A seguir, passaram por um período de repouso de duas horas em tubos de ensaio contendo 15 mL de água destilada em banho-maria a 25 °C. Terminado o tempo de repouso, foi medida a condutividade elétrica da água. Posteriormente, os tubos de ensaio contendo os cilindros de polpa foram autoclavados (121 °C a 1,5 atm) por 30 min e a condutividade elétrica foi medida novamente. Os resultados foram expressos como a razão entre a primeira e a segunda medição, multiplicado por 100.

Os dados obtidos foram analisados por meio de análise de regressão e, para algumas características, utilizaram-se modelos de regressão LRP (Linear Response Plateau); os programas estatísticos usados foram o Genes (Aplicativo computacional na área de Genética e Estatística Experimental) (CRUZ, 2013) e o Sistema de Análises Estatísticas e Genéticas da Universidade Federal de Viçosa, versão 9.1 (SAEG, 2007).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Em frutos tratados com carbureto de cálcio, os picos respiratórios ocorreram aos 2, 3, 1 e 2 dias de armazenamento para os tempos de exposição de 0, 12, 24 e 48 horas, respectivamente (Figura 1A). Nos frutos tratados com etileno, os picos respiratórios foram registrados aos 1, 3, 1 e 3 dias de armazenamento para os tempos de exposição de 0, 12, 24 e 48 horas, respectivamente (Figura 1B).

O tempo de exposição de 24 horas, tanto ao etileno quanto ao carbureto de cálcio, foi o mais eficaz na antecipação do pico climatérico, que ocorreu logo no primeiro dia. No entanto, os maiores picos foram observados para frutos expostos por 48 horas ao carbureto de cálcio ($164,16 \text{ mg CO}_2 \text{ kg}^{-1} \text{ h}^{-1}$ no segundo dia) e por 12 horas ao etileno ($162,90 \text{ mg CO}_2 \text{ kg}^{-1} \text{ h}^{-1}$ no terceiro dia).

Esse resultado difere dos encontrados por Silva et al. (2012), que avaliaram diferentes doses de etileno e carbureto de cálcio para o amadurecimento de manga ‘Ubá’, e observaram que nas doses de 200 mL/m^3 de etileno e 80 g/m^3 de carbureto de cálcio, iguais às usadas no presente experimento, com tempo de exposição de 24 horas, o pico climatérico foi atingido no terceiro e no sexto dia de armazenamento, respectivamente. Possivelmente, houve maior eficácia na difusão dos produtos para o interior dos tecidos ou maior sensibilidade da manga a eles no presente experimento.

É possível observar, na Figura 1 e nas que se discutirão adiante, que as demais transformações que acompanham o amadurecimento e tornam o fruto apto ao consumo somente ocorreram na fase pós-climatérica.

A perda de massa foi crescente nos frutos de todos os tratamentos (Figura 2). Ao final do experimento, no 15º dia de armazenamento, observaram-se maiores perdas de massa fresca nos frutos expostos por 12 horas ao carbureto de cálcio (9,6%) (Figura 2A), por 12 horas ao etileno (6,8%) (Figura 2B) e nos frutos controle, com 9,2%. As menores perdas de massa fresca, 8,86% e 5,56%, ocorreram nos frutos expostos por 48 horas ao carbureto de cálcio e ao etileno no 15º dia de armazenamento, respectivamente.

No geral, entre todos os tratamentos, os frutos que foram tratados com carbureto de cálcio apresentaram maiores perdas no peso final do que aqueles tratados com etileno.

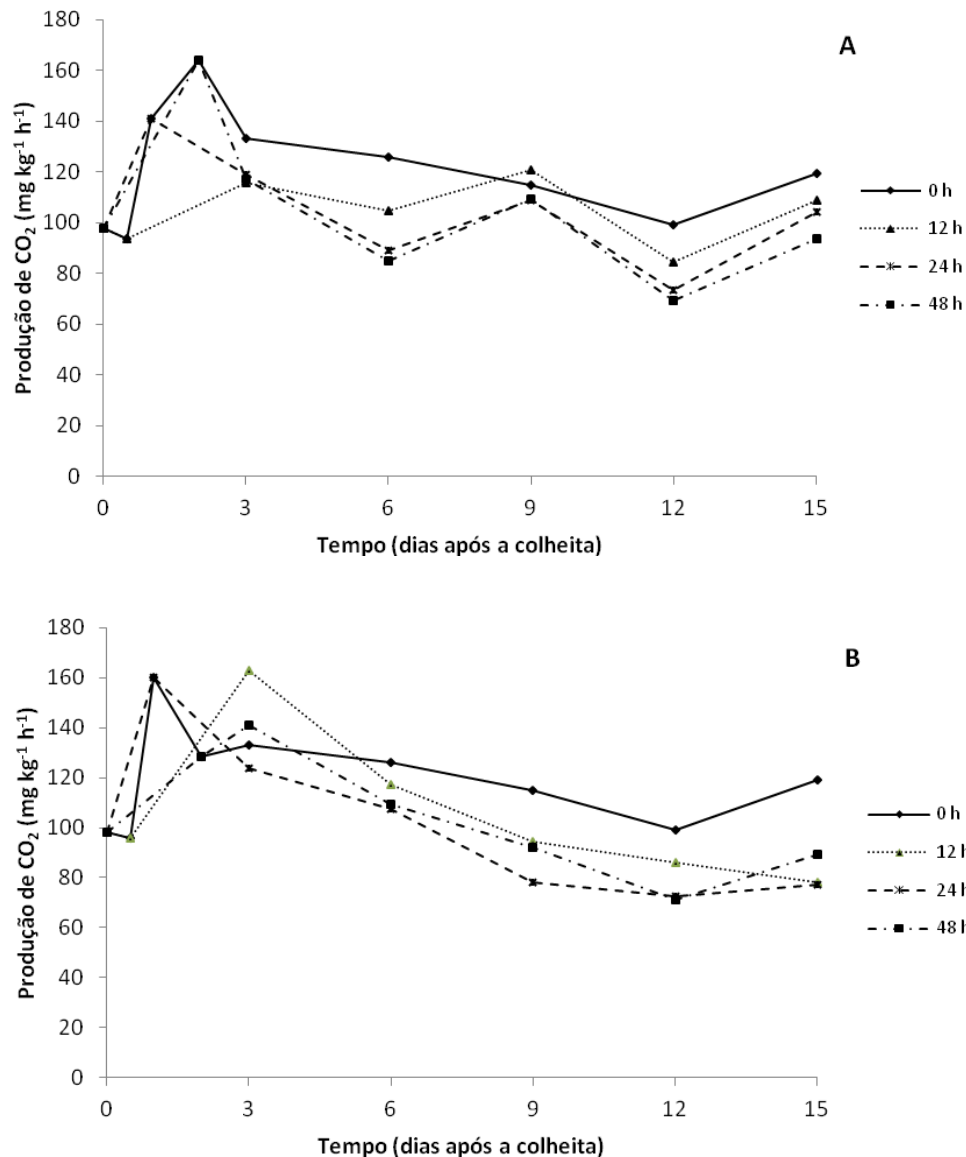


Figura 1 - Taxa respiratória de mangas ‘Ubá’ tratadas com carbureto de cálcio (A) e etileno (B) durante 0, 12, 24 e 48 horas, em função dos dias após a colheita.

Não se encontrou, na literatura consultada, referência ao limite de perda de massa tolerado para manga. Entretanto, segundo Kays (1991), produtos suculentos têm alto teor de umidade na colheita e mesmo a perda de uma pequena quantidade de água pode, em algumas espécies, causar efeitos negativos nas propriedades físicas, fisiológicas, patológicas, nutricionais, econômicas e estéticas do produto.

De acordo com Chitarra e Chitarra (2005), perdas de massa para produtos hortícolas da ordem de 3 a 6% são suficientes para causar marcante declínio na qualidade, mas alguns produtos são ainda comercializáveis com 10% de perda de umidade.

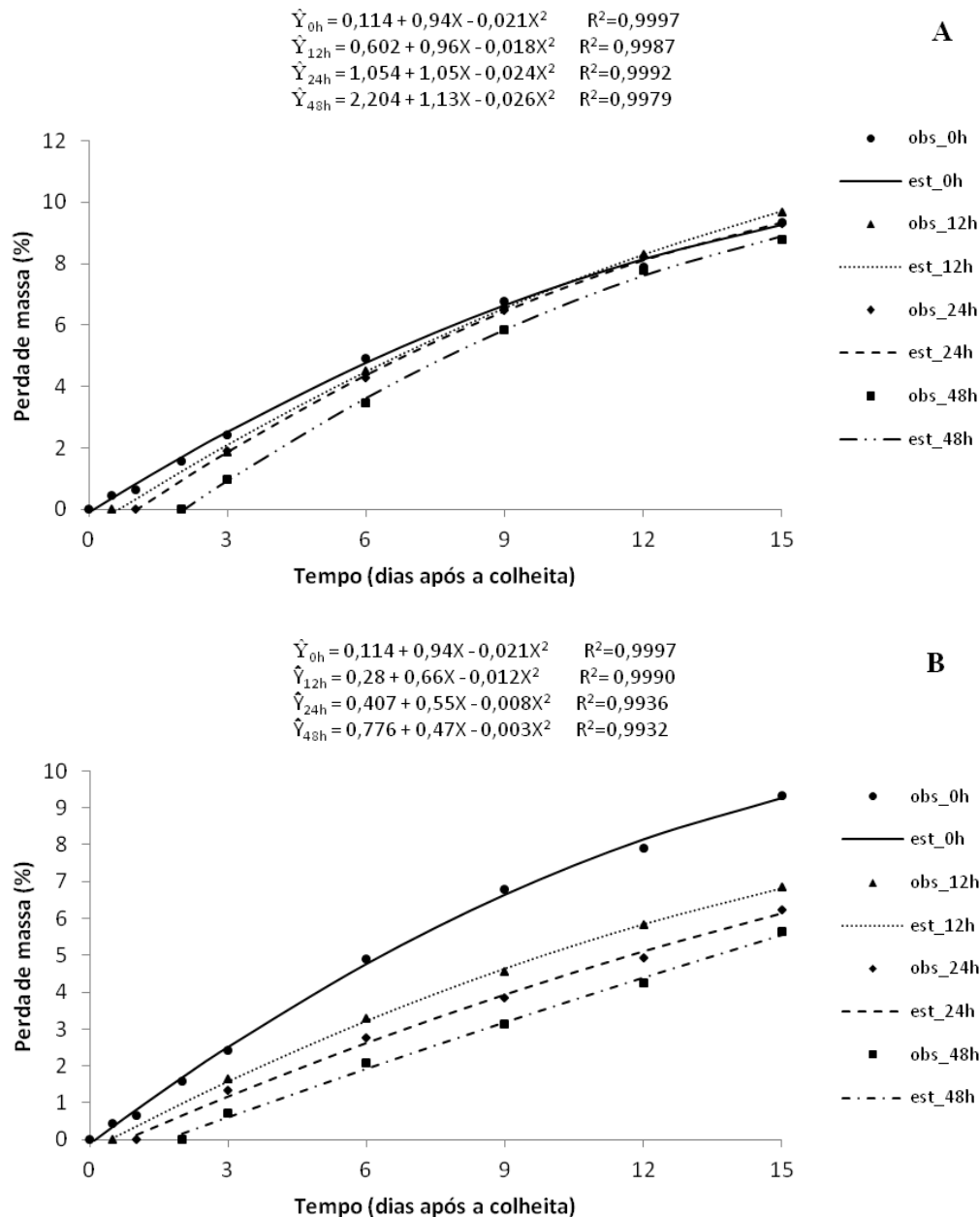


Figura 2 - Perda de massa fresca (%) de mangas ‘Ubá’ tratadas com carbureto de cálcio (A) e etileno (B) durante 0, 12, 24 e 48 horas, em função dos dias após a colheita.

Dados semelhantes foram observados por Kodawara et al. (2011), que, ao determinarem algumas respostas físicas e químicas associadas ao uso de etileno exógeno em manga ‘Tommy Atkins’, observaram que os frutos tratados com etileno por 24, 48, 72 e 96 horas tiveram maiores perdas de massa logo após a aplicação dos tratamentos e, após 7 dias, perceberam que houve aumento na perda de massa fresca, porém mais intensa no tratamento controle (sem etileno).

Houve maior extravasamento de eletrólitos para os frutos expostos ao carbureto de cálcio e ao etileno (Figura 3A, 3B) do que para os frutos controle, demonstrando que o carbureto de cálcio e o etileno causaram maior desorganização das membranas celulares e, conseqüentemente, maior antecipação do amadurecimento. Observa-se que, nos frutos tratados com carbureto de cálcio por 12, 24 e 48 horas (Figura 3A), a porcentagem de eletrólitos teve o valor máximo próximo ao quinto dia de armazenamento, e nos frutos tratados com etileno por 12, 24 e 48 horas (Figura 3B) o máximo de extravasamento de solutos foi encontrado nos dias 4,7, 8,3 e 5,6 dias de armazenamento, respectivamente.

O aumento no extravasamento de eletrólitos indica perda da permeabilidade seletiva das membranas celulares, em decorrência do processo natural de senescência. Essas mudanças são decorrentes da diminuição da fluidez dos lipídeos e alteração estrutural e da perda das proteínas de membrana durante a senescência (SEREK et al., 1995). Segundo Kader (1999), uma das transformações mais marcantes que ocorrem durante o amadurecimento e a senescência dos frutos é o extravasamento de solutos, que é diretamente proporcional ao grau de desenvolvimento dos frutos.

A firmeza da polpa apresentou queda acentuada para frutos expostos aos dois produtos testados (Figura 4A, 4B). Os valores obtidos para os frutos expostos, tanto ao carbureto quanto ao etileno, por 0, 24 e 48 horas ajustaram-se ao modelo descontínuo Linear Response Plateau, apresentando uma equação linear e um platô. Os valores obtidos para os frutos expostos por 12 horas ajustaram-se ao modelo raiz quadrática.

Registrou-se, para os tempos de exposição de 24 e 48 horas ao carbureto de cálcio, o completo amaciamento da polpa dos frutos a partir de 3,9 e 3,8 dias após a colheita, com valores mínimos de firmeza de 4,74 e 7,6, respectivamente. Para os frutos expostos por 12 horas, observou-se tendência à estabilização a partir de 11,3 dias após a colheita, com valores de firmeza iguais a 0,92 N (Figura 4A) e a firmeza dos frutos controle estabilizou-se aos 2,5 dias de armazenamento, com valores de 4,3 N.

O tempo necessário para os frutos expostos ao etileno por 24 e 48 horas ficarem macios foi de 2,3 e 2,5 dias após a colheita, com valores de firmeza de 5,36 e 5,72 N, respectivamente. Para os frutos expostos por 12 horas, observou-se que em 11,1 dias de armazenamento foram encontrados valores mínimos de firmeza de 1,43 N (Figura 4B). Notou-se que os frutos tratados com etileno tiveram o amaciamento da polpa mais rápido do que daqueles tratados com carbureto de cálcio.

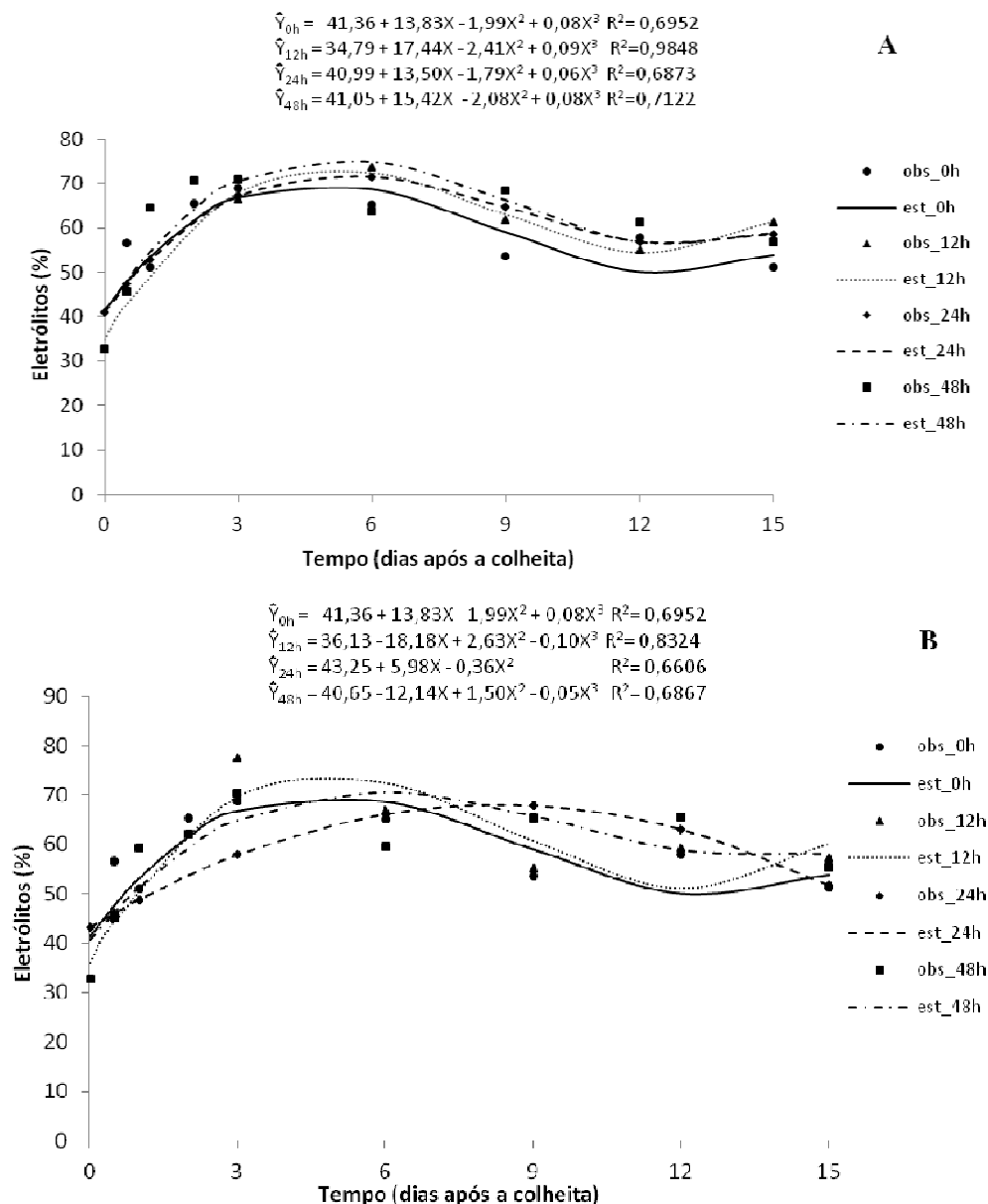


Figura 3 - Extravasamento de solutos celulares (%) da polpa de mangas ‘Ubá’ tratadas com carbureto de cálcio (A) e etileno (B) durante 0, 12, 24 e 48 horas, em função dos dias após a colheita.

Uma resposta rápida à aplicação de etileno também foi detectada por Braz et al. (2008), que concluíram que o produto foi prejudicial para a manga ‘Ubá’, pois provocou o amolecimento total dos frutos em apenas três dias após a colheita.

O amaciamento dos tecidos é uma das principais transformações no amadurecimento de frutos carnosos, tendo influência acentuada tanto na qualidade como no período de conservação, e está relacionado diretamente com os componentes químicos das paredes celulares (KAYS, 1991).

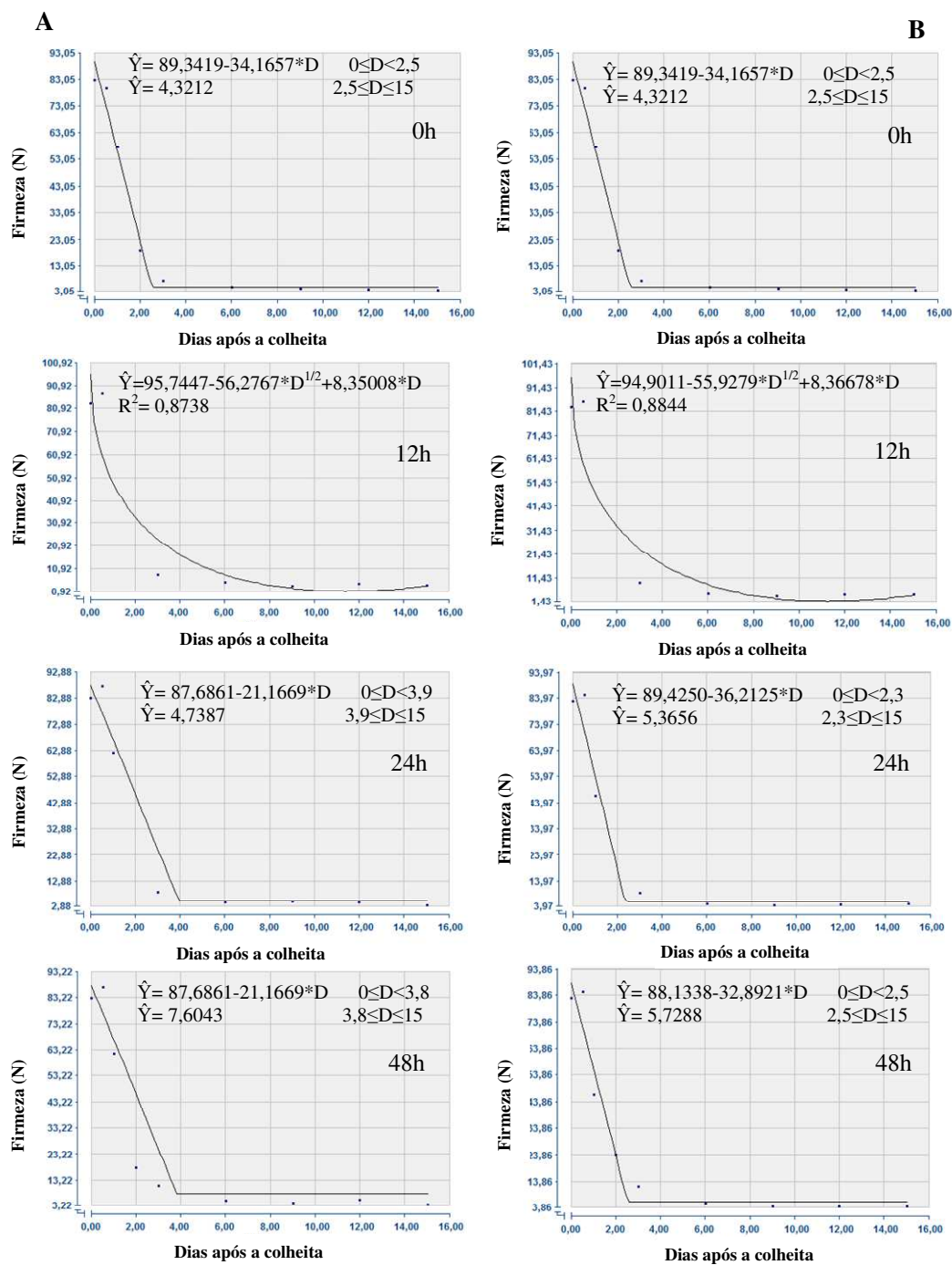


Figura 4 - Firmeza (N) da polpa de mangas ‘Ubá’ tratadas com carbureto de cálcio (A) e etileno (B) durante 0, 12, 24 e 48 horas, em função dos dias após a colheita.

De acordo com os relatos de Brady (1994), Picton et al. (1993) e Bonghi et al. (1996), em frutos climatéricos há grande número de genes ativados durante o amadurecimento, os quais são dependentes de etileno, como o da poligalacturonase, endo-1, 4- β -glucanase, sintase do ACC, oxidase do ACC, sintase do fitoeno e invertase. Estudos realizados com tomates transgênicos, contendo o gene antissenso para a enzima sintase do ACC, sugerem que o acúmulo de mRNA de poligalacturonase, principal enzima responsável pelo processo de perda de firmeza de frutos, é regulado pela presença de etileno (SITRIT; BENNETT, 1998).

Nos frutos tratados com carbureto de cálcio, o teor de sólidos solúveis (SS) foi crescente até o nono dia para 12 horas, décimo dia para 24 horas e 9,4 dias para 48 horas de exposição (Figura 5A). Quanto aos frutos expostos por 12 horas ao etileno, o teor máximo de SS foi encontrado no 14º dia, e para os expostos a 24 e 48 horas o maior valor de SS foi observado em 13,6 e 13,7 dias após a colheita (Figura 5B). Para os frutos controle, esse valor foi adquirido no décimo dia de avaliação.

Os valores máximos de 14,46 e 14,76 °Brix encontrados para os frutos tratados com etileno quando expostos por 12 e 24 horas, respectivamente, superam o mínimo exigido pela ANVISA (2013) para a fabricação de suco de manga, que é de 11°Brix.

Medlicott et al. (1990), avaliando o efeito do tempo de exposição ao etileno e ao acetileno na maturação de mangas ‘Ruby’ em temperatura ambiente, observaram que os frutos expostos por 24 horas ao acetileno e por 8 horas ao etileno foram os que obtiveram maiores teores de sólidos solúveis – por volta de 13,5 a 15 °Brix.

Os teores de açúcares solúveis apresentaram valores mais altos nos frutos que foram expostos ao carbureto de cálcio (Figura 6A) e ao etileno (Figura 6B), constituindo uma vantagem do uso desses produtos na indução do amadurecimento da manga ‘Ubá’.

Nos frutos tratados com etileno por 12 horas, foi encontrado o valor máximo de açúcares solúveis aos 13,5 dias após a colheita. Resultado semelhante ocorreu para os frutos expostos por 24 horas ao carbureto de cálcio: aos 11,6 dias após a colheita, observou-se o maior teor de açúcares solúveis. A exposição por 48 horas provocou comportamentos distintos, dependendo do produto avaliado; nos frutos tratados com carbureto de cálcio, após o 12º dia de armazenamento, houve ligeiro aumento, e para os tratados com etileno, houve redução.

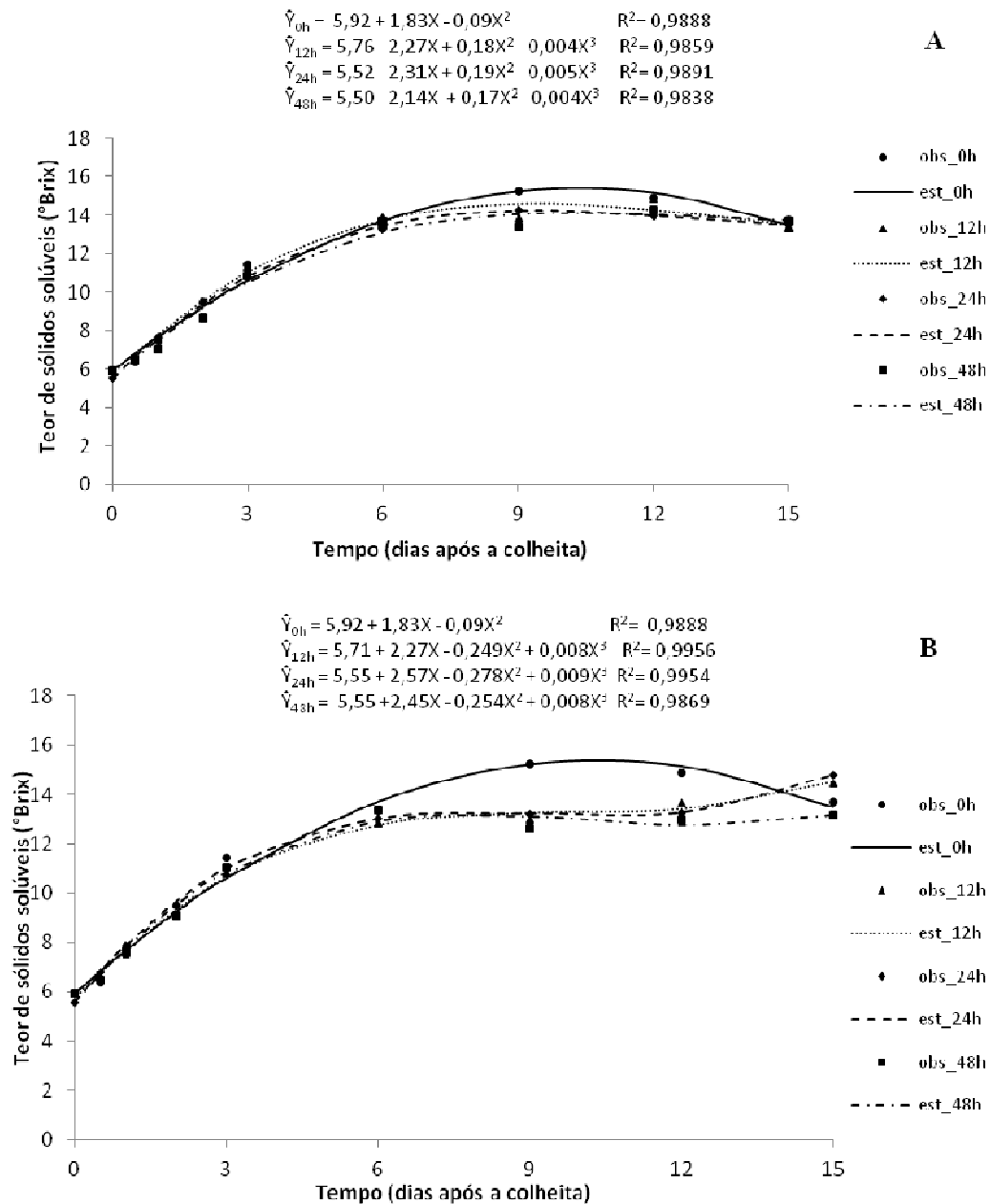


Figura 5 - Teor de sólidos solúveis (°Brix) da polpa de mangas ‘Ubá’ tratadas com carbureto de cálcio (A) e etileno (B) durante 0, 12, 24 e 48 horas, em função dos dias após a colheita.

Coneglian e Rodrigues (1993), estudando a ação do etileno no amadurecimento de frutos de manga, observaram, ao final das avaliações, que nas doses maiores de etileno em que os frutos foram mantidos houve redução nos níveis de açúcares, indicando que, de certa forma, o etileno contribui para essa queda.

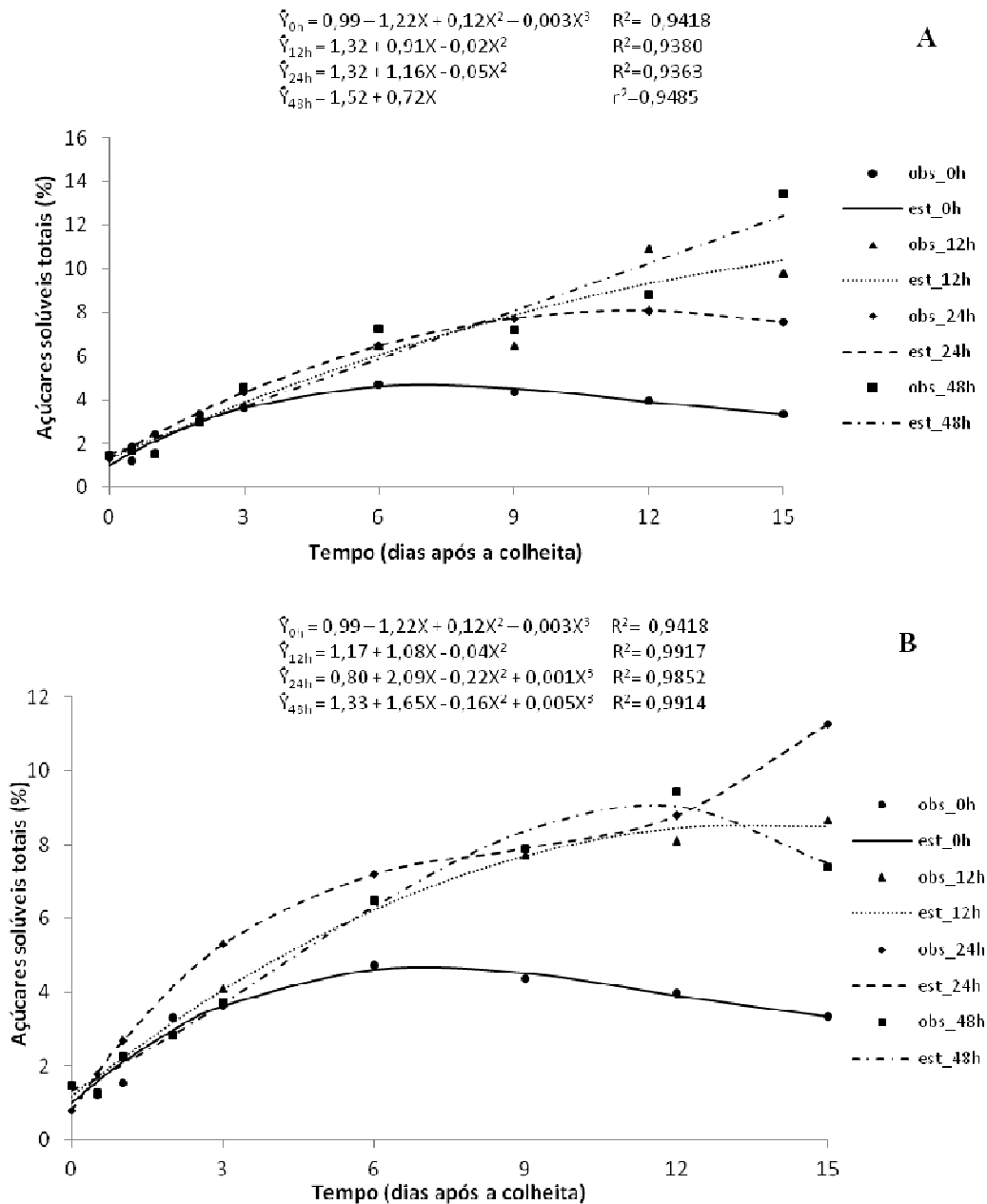


Figura 6 - Teores de açúcares solúveis (g/100 g de MF) da polpa de mangas ‘Ubá’ tratadas com carbureto de cálcio (A) e etileno (B) durante 0, 12, 24 e 48 horas, em função dos dias após a colheita.

Os valores referentes aos teores de amido dos frutos expostos, tanto ao carbureto quanto ao etileno, por 12, 24 e 48 horas, além dos frutos controle, ajustaram-se ao modelo descontínuo Linear Response Plateau, que apresenta uma equação linear e um platô para descrever o fenômeno.

O teor de amido decresceu abruptamente tanto para os frutos expostos ao carbureto de cálcio (Figura 7A) quanto para aqueles expostos ao etileno (Figura 7B), sendo essa queda mais expressiva nos frutos tratados com etileno.

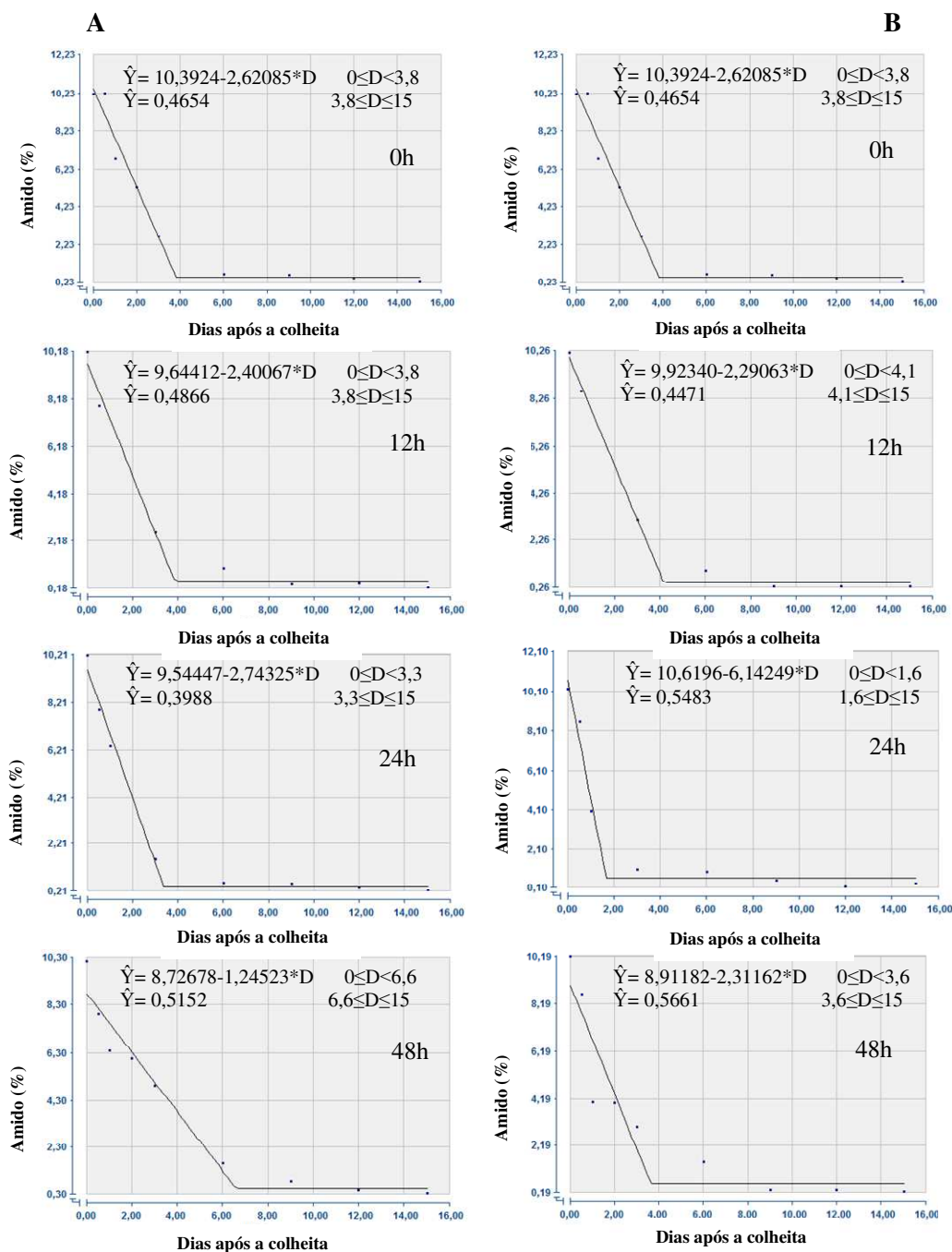


Figura 7 - Teor de amido (%) da polpa de mangas ‘Ubá’ tratadas com carbureto de cálcio (A) e etileno (B) durante 0, 12, 24 e 48 horas, em função dos dias após a colheita.

Percebeu-se que, para os frutos tratados com carbureto de cálcio por 12, 24 e 48 horas, a partir de 3,8, 3,3 e 6,6 dias de armazenamento, respectivamente, ocorreu estabilização dos teores de amido em 0,48, 0,39 e 0,51%. Para os frutos tratados com etileno, a hidrólise quase total do amido ocorreu em 4,1, 1,6 e 3,6 dias após a colheita nos frutos expostos por 12, 24 e 48 horas, respectivamente, apresentando valores mínimos de 0,44, 0,54 e 0,56%. Os frutos controle apresentaram, após 3,8 dias de armazenamento, valores mínimos de 0,46% de teor de amido.

Lakshminarayana et al. (1970) constataram a hidrólise quase total do amido oito dias após a colheita da manga. No entanto, esse processo depende do cultivar, da idade do fruto na colheita, da temperatura de armazenamento e do uso ou não de indutor de amadurecimento.

O amido é a principal reserva de carbono utilizada na síntese pós-colheita da sacarose (açúcar predominante na manga madura) (TANDON et al., 1983). Contudo, não existe consenso, pois Hubbard et al. (1991) e Castrillo et al. (1992), por exemplo, concluíram que o conteúdo de amido encontrado na manga recém-colhida era insuficiente para fornecer mais do que acréscimo de 7% no teor de açúcares da polpa durante o amadurecimento após a colheita.

A acidez titulável da polpa decresceu continuamente após a colheita, tanto para frutos tratados com carbureto de cálcio (Figura 8A) como para aqueles tratados com etileno (Figura 8B). Para frutos controle, observou-se redução mais gradual da acidez titulável, o que confirma a efetividade do etileno e/ou de seus análogos em antecipar e uniformizar o amadurecimento de manga.

Quanto aos frutos tratados com carbureto de cálcio, o teor mínimo de ácido cítrico foi encontrado no 12º dia, quando expostos por 24 horas, e no 13º dia após a colheita, quando expostos por 12 e 48 horas, respectivamente. Para os frutos tratados com etileno por 12 horas, o mínimo de ácido cítrico foi encontrado em 9,4 dias após a colheita, e, quando expostos por 24 e 48 horas, o menor valor de acidez ocorreu nos dias 11,5 e 11, respectivamente.

Esses resultados corroboram os de Del Aguila et al. (2012), que, avaliando o tempo de exposição (1,5, 2, 2,5 e 4 dias) ao etileno no amadurecimento de manga ‘Tommy Atkins’, verificaram que, em todos os tratamentos, houve redução no teor de acidez ao longo do período de armazenamento.

A redução nos teores de acidez ocorreu de forma semelhante para os dois produtos testados, o que confirma relatos feitos por Silva et al. (2009b), de que, após a

colheita e durante o armazenamento, a concentração dos ácidos orgânicos usualmente declina em decorrência de sua utilização como substrato na respiração ou da sua transformação em açúcares. Essas transformações têm papel importante nas características do sabor (acidez) e do aroma, uma vez que alguns compostos são voláteis.

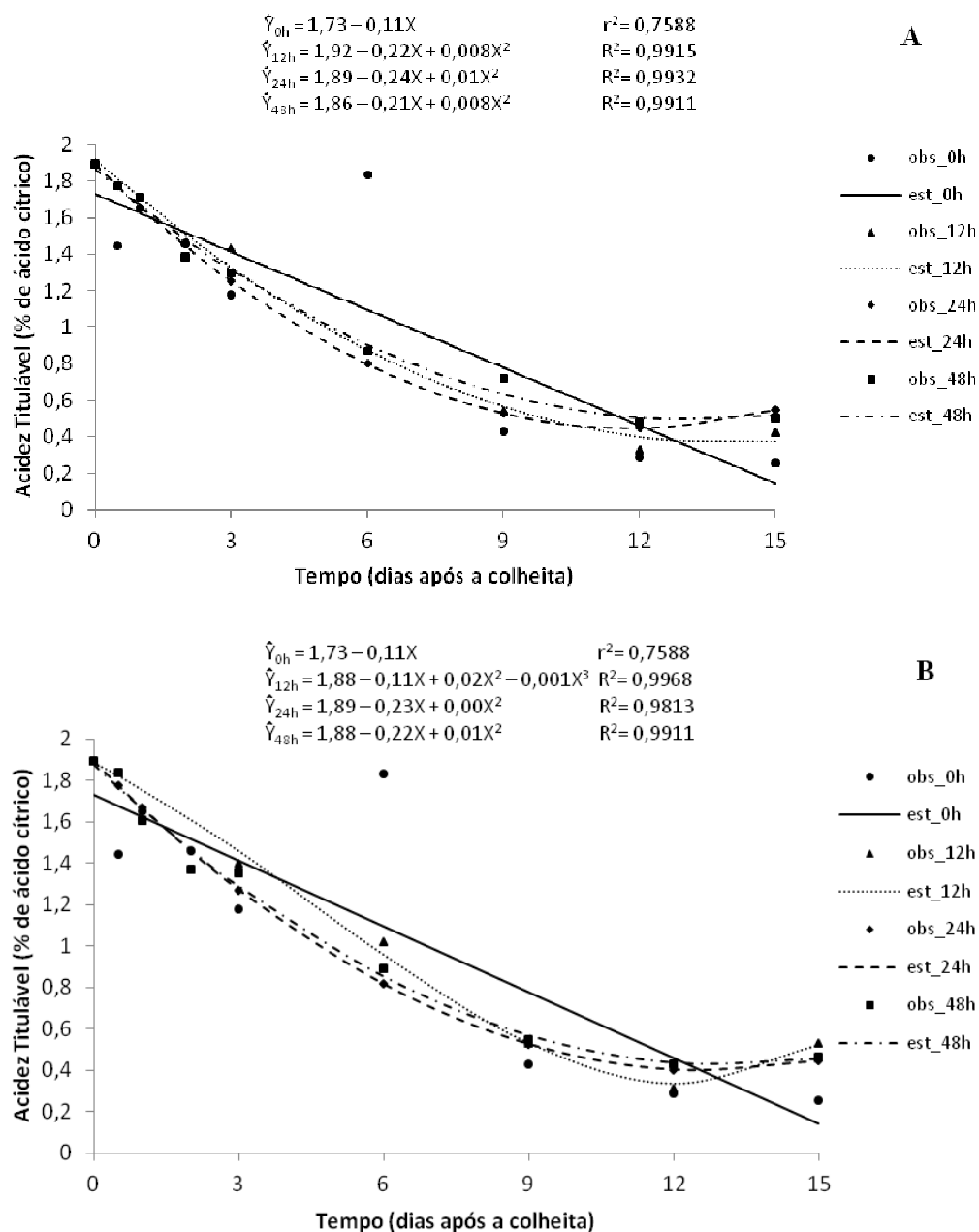


Figura 8 - Acidez titulável (% de ácido cítrico) da polpa de mangas ‘Ubá’ tratadas com carbureto de cálcio (A) e etileno (B) durante 0, 12, 24 e 48 horas, em função dos dias após a colheita.

Houve redução nos teores de vitamina C em todos os tratamentos de forma semelhante (Figura 9), porém os frutos do tratamento controle apresentaram maior teor no final do armazenamento (81,59 mg.100 g⁻¹ de polpa).

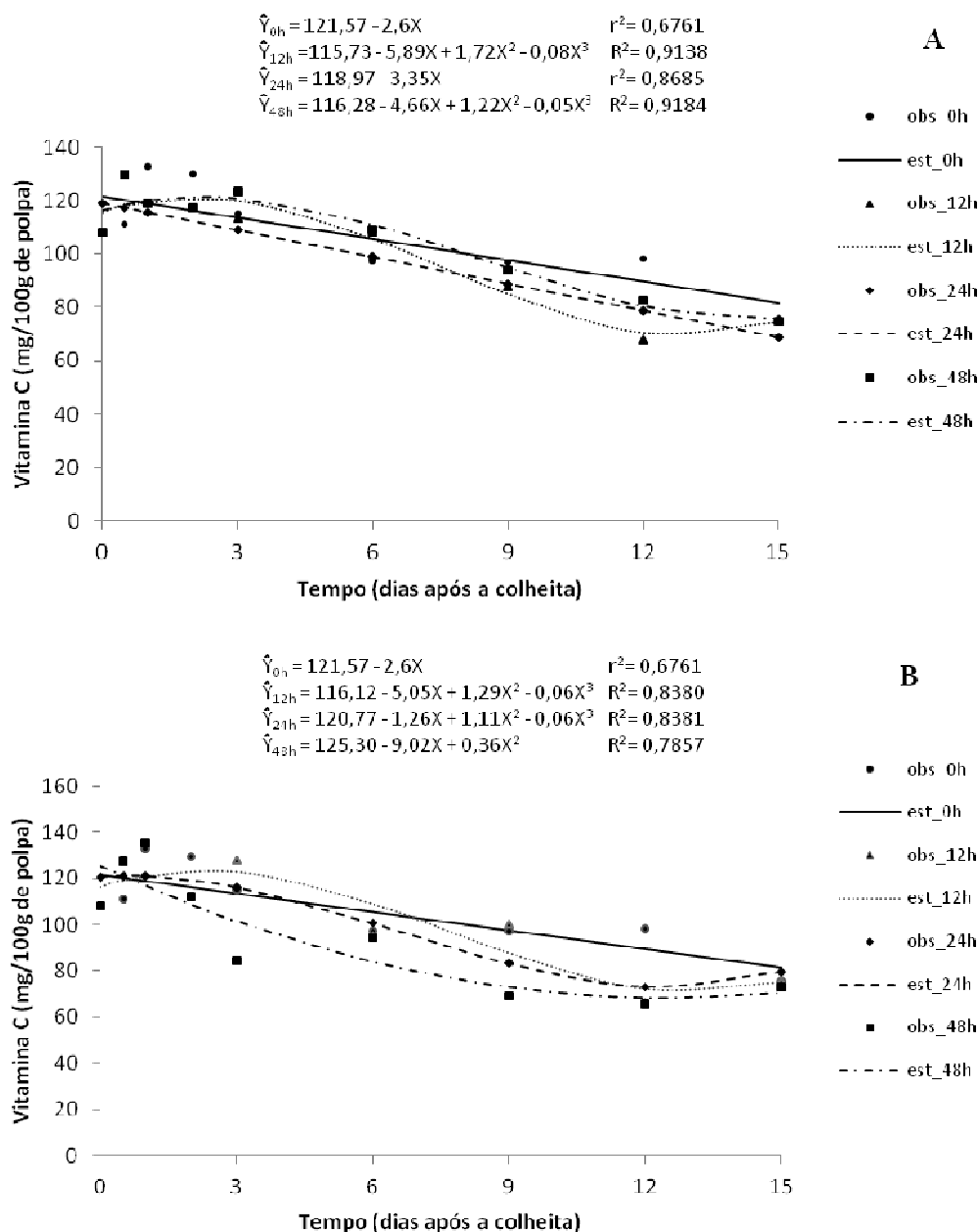


Figura 9 - Vitamina C (mg/100 g de matéria fresca) da polpa de mangas ‘Ubá’ tratadas com carbureto de cálcio (A) e etileno (B) durante 0, 12, 24 e 48 horas, em função dos dias após a colheita.

Observou-se, para frutos tratados com etileno, tendência de estabilização nos teores de vitamina C, em torno de 70 a 75 mg.100 g⁻¹, a partir do 12º dia após a colheita

(Figura 9B). Os valores de vitamina C nesses frutos foram maiores do que os observados por Silva et al. (2012), que também trabalharam com CaC_2 e com etileno no amadurecimento de manga 'Ubá' e encontraram, aos 15 dias de armazenamento, teor de vitamina C em torno de $40 \text{ mg} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$ de polpa, ao passo que, para frutos não tratados, o teor de vitamina C, no mesmo período de armazenamento, foi em torno de $70 \text{ mg} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$ de polpa.

Os teores de carotenoides nos frutos tratados com carbureto de cálcio e etileno, bem como nos não tratados, mostraram acréscimos significativos (Figura 10). No final do período de avaliação, os acréscimos foram inversamente proporcionais ao tempo de exposição aos produtos, ou seja, quanto maior o tempo de exposição, menor foi a síntese de carotenoides.

A concentração desses pigmentos nos frutos apresentou valores máximos aos 12,3, 9,5 e 11,6 dias para os frutos tratados com carbureto de cálcio por 12, 24 e 48 horas, respectivamente. Para os tratados com etileno, os valores máximos para os três tratamentos testados foram próximos aos 11 dias de armazenamento, e, no geral, os frutos controle mostraram concentração de carotenoides superior à dos demais.

Dados semelhantes foram encontrados por Silva (2009), onde os teores de carotenoides encontrados nos frutos do tratamento controle (sem aplicação de etileno e/ou carbureto de cálcio) estiveram entre os mais altos no final do período de avaliação.

Esses resultados estão de acordo com os valores de ângulo Hue encontrados na polpa da manga (Figura 11), em que os frutos sem o tratamento com etileno e/ou carbureto de cálcio apresentaram-se mais alaranjados, ou seja, com maior concentração de pigmentos.

Leliève et al. (1997) afirmaram que a síntese de carotenoides pode ser etileno-dependente ou independente, em função do tipo de pigmento, e, portanto, outras substâncias reguladoras podem interferir nesse mecanismo. Além disso, as mudanças na coloração dos frutos são afetadas pela idade dos frutos na hora da colheita (AGAR et al., 1999), sendo, muitas vezes, associadas à produção de etileno pelos frutos (ABDI et al., 1997; PEREIRA et al., 2008).

Segundo os valores de ângulo Hue, a intensificação da cor amarela na polpa ocorreu de forma gradual nos frutos tratados com carbureto de cálcio e etileno, tendendo à estabilização a partir do 11º dia após a colheita, com exceção dos frutos controle, que durante todo o período de avaliação apresentaram valores de h° decrescentes (Figura 11).

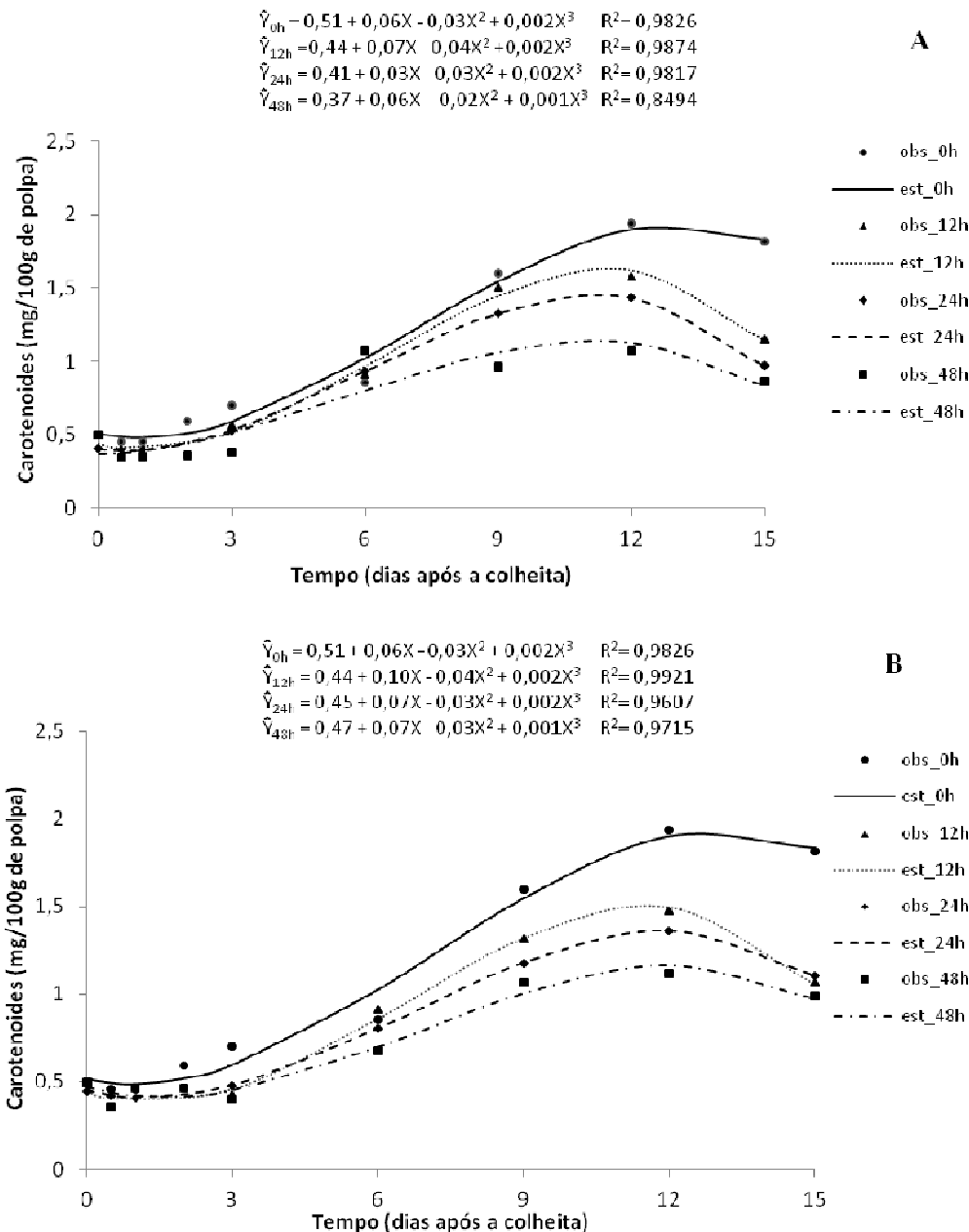


Figura 10 - Carotenoides (mg/100 g de massa fresca) da polpa de mangas ‘Ubá’ tratadas com carbureto de cálcio (A) e etileno (B) durante 0, 12, 24 e 48 horas, em função dos dias após a colheita.

Tanto nos frutos expostos ao carbureto de cálcio (Figura 11A) quanto naqueles expostos ao etileno (Figura 11B), os valores de h^0 foram superiores aos dos frutos controle, o que indica coloração mais alaranjada nestes últimos e corrobora os valores mais altos de carotenoides encontrados nos frutos controle (Figura 10).

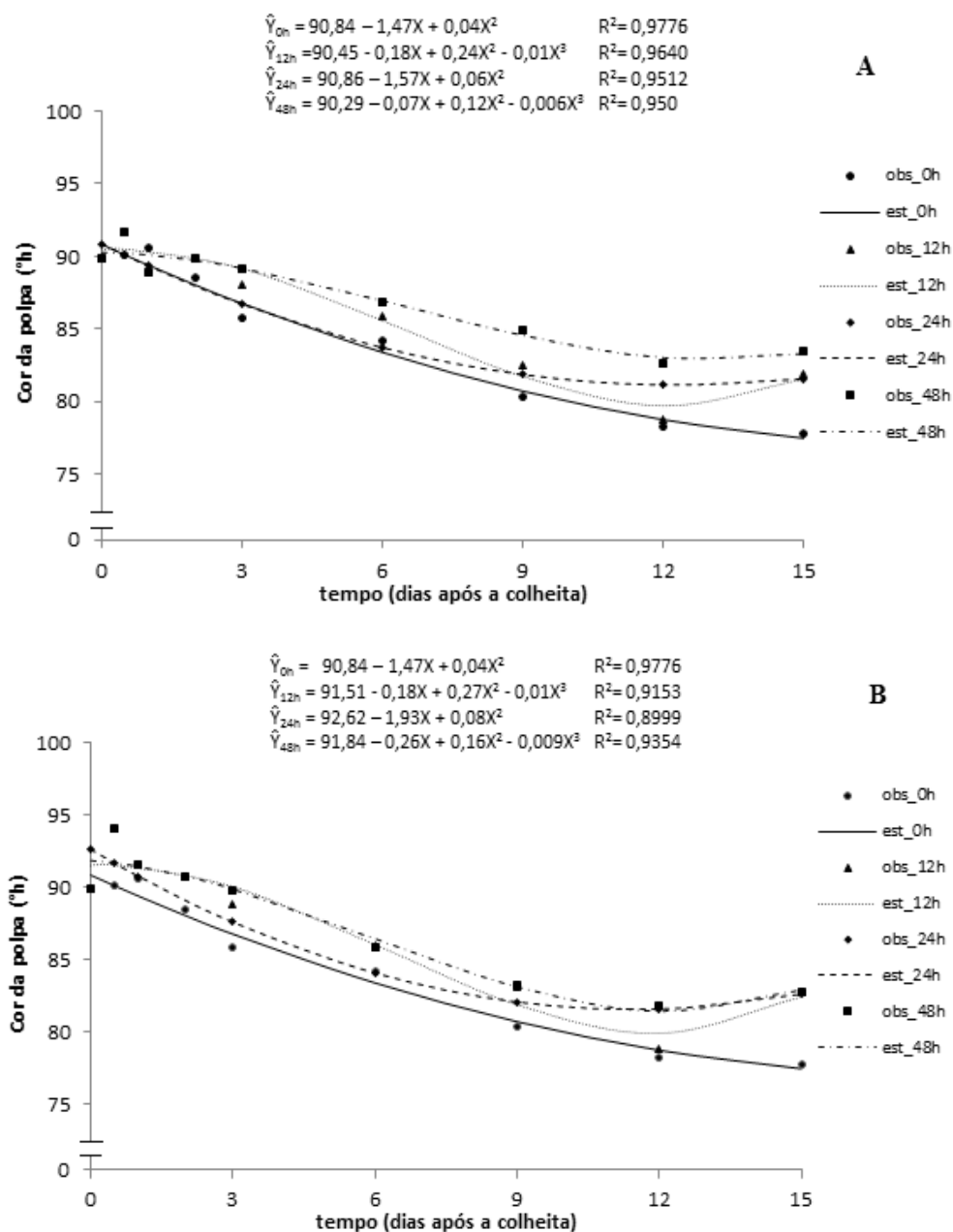


Figura 11 - Cor da polpa (ângulo Hue°) de mangas ‘Ubá’ tratadas com carbureto de cálcio (A) e etileno (B) durante 0, 12, 24 e 48 horas, em função dos dias após a colheita.

Entretanto, os frutos expostos por diferentes tempos ao carbureto de cálcio e ao etileno mostraram maior uniformidade na coloração da polpa, em relação aos frutos controle. No entanto, em todos os casos, a polpa atingiu a coloração alaranjada no final do período de armazenamento.

Em mangas ‘Ubá’ tratadas com carbureto de cálcio e com etileno sob diferentes concentrações, Silva (2009) também observou, nos frutos não tratados, menores valores de ângulo Hue da polpa, o que sugere que o etileno e o carbureto de cálcio podem estar retardando a síntese de pigmentos carotenoides na polpa.

A mudança de cor da casca foi bem pronunciada nos frutos de todos os tratamentos (Figura 12). Observou-se, a partir do 12º dia de armazenamento, tendência à estabilização nos frutos expostos por 12 e 24 horas, tanto os tratados com carbureto de cálcio quanto os tratados com etileno. Nos frutos expostos por 48 horas, mesmo depois do 12º dia de armazenamento, notou-se redução nos valores de ângulo Hue, chegando ao 15º dia com valores de h° de 92,32 e 88,31 para os frutos tratados com carbureto de cálcio (Figura 12A) e etileno (Figura 12B), respectivamente.

A mudança de cor da casca nos frutos controle mostrou evolução mais lenta quando comparada com a dos demais tratamentos, e, entre os frutos tratados, aqueles expostos por 48 horas tanto ao carbureto de cálcio quanto ao etileno foram os que, no final do período experimental, apresentaram menores valores de ângulo Hue. A queda mais acentuada nos valores de ângulo Hue nos frutos tratados, em relação aos não tratados, indica o potencial do carbureto de cálcio e do etileno em antecipar e uniformizar a coloração da casca em manga.

Em bananas ‘Prata’ expostas por diferentes tempos ao etileno, Álvares et al. (2003) também notaram que a redução da cor verde foi maior quanto maior o tempo de exposição ao etileno, sendo, aproximadamente, de 22-33% após 24 horas, 45-52% após 48 horas e 82-90% após 72 horas, quando comparada a da testemunha.

Zeitschriften (2009) também avaliou os efeitos da climatização em mangas ‘Nam Dokmai’, ‘Kaew’ e ‘Chok Anan’ com carbureto de cálcio na dose de 10 g kg⁻¹ de frutos e ethephon na dose de 200 mg L⁻¹ durante 18 horas de exposição em câmaras de alvenaria e, após os tratamentos, observou que o carbureto de cálcio e o ethephon anteciparam as mudanças e uniformizaram as características de cor da casca e da polpa, o teor de sólidos solúveis e a firmeza da polpa.

Embora o pico climatérico da respiração tenha ocorrido no máximo até o terceiro dia após a colheita, dependendo do tratamento (Figura 1), o completo amadurecimento só ocorreu por volta do nono dia de armazenamento, que foi caracterizado por intensa degradação de clorofila da casca e síntese de carotenoides (Figura 10A, B), indicado também pela queda do valor de h° (Figura 12A, B). Concomitantemente, a polpa apresentou aumento na concentração de sólidos solúveis

(Figura 5A, B) e redução da acidez titulável (Figura 8A, B) e da firmeza (Figura 4A, B), além da tendência à estabilização da concentração de ácido ascórbico (Figura 9A, B).

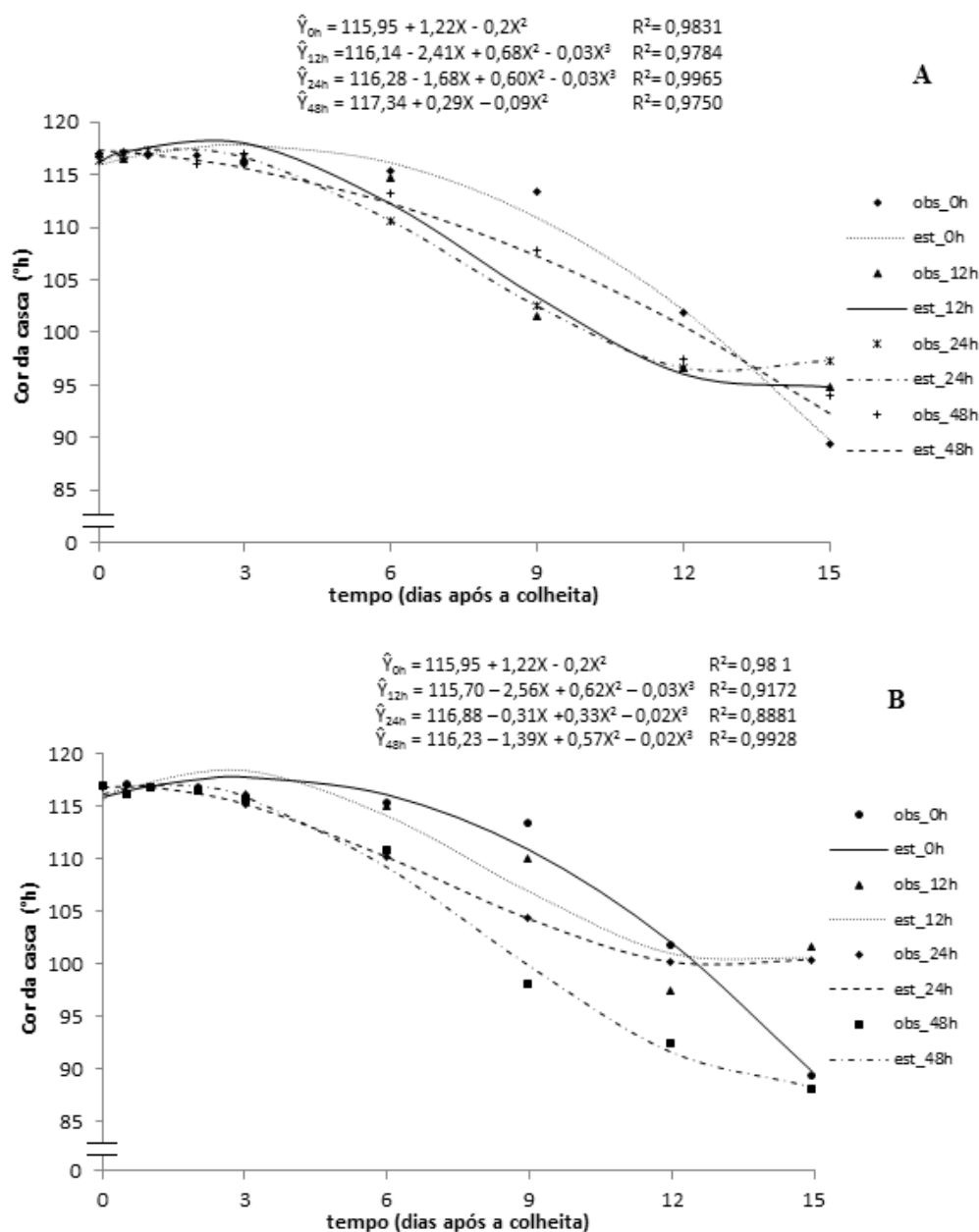


Figura 12 - Cor da casca (ângulo Hue°) de mangas ‘Ubá’ tratadas com carbureto de cálcio (A) e etileno (B) durante 0, 12, 24 e 48 horas, em função dos dias após a colheita.

Segundo Chitarra e Chitarra (2005), o climatério respiratório indica o final de um período de síntese ativa e manutenção dos processos metabólicos e do início da senescência do fruto. Entretanto, os resultados obtidos neste trabalho não confirmam

essa hipótese, pois, para os tempos de exposição ao carbureto de cálcio e ao etileno avaliados, o pico climatérico da respiração ocorreu entre o primeiro e o terceiro dia após a colheita, enquanto as características ideais de consumo só foram atingidas por volta do nono dia.

Foi possível observar que, nos frutos expostos tanto ao CaC_2 quanto ao etileno, a evolução de algumas características avaliadas ocorreu de forma semelhante à observada nos frutos controle, porém de forma antecipada e com taxas mais elevadas, confirmando a eficiência dos dois produtos em antecipar e uniformizar o amadurecimento da manga ‘Ubá’. Houve efeito para a produção de CO_2 (Figura 1A, B), perda de massa fresca (Figura 2A, B), acidez titulável (Figura 8A, B), carotenoides (Figura 10A, B), açúcares solúveis (Figura 6A, B). Todos os três tempos de exposição testados promoveram a antecipação do amadurecimento, sendo, no entanto, os tempos de exposição de 12 e 24 horas os que resultaram em frutos com melhores características químicas e visuais.

4. CONCLUSÕES

Mangas ‘Ubá’ expostas ao carbureto de cálcio ou ao etileno por períodos de 12 ou 24 horas completaram o amadurecimento de forma satisfatória em cerca de nove dias, tempo suficiente para a comercialização.

O tempo de exposição por 48 horas ao etileno e ao acetileno resultou em frutos com menores teores de sólidos solúveis, carotenoides e vitamina C, o que é indesejável dos pontos de vista nutricional e comercial.

CAPÍTULO 4

AMADURECIMENTO E CONSERVAÇÃO DE MANGAS ‘UBÁ’ SOB DIFERENTES TEMPERATURAS

RESUMO

Para determinar a temperatura ideal de amadurecimento de manga ‘Ubá’ (*Mangifera indica* L.) tratada com etileno, conduziu-se o presente trabalho. Mangas ‘Ubá’ fisiologicamente maduras, mas com as cascas verdes, foram colhidas em pomar da Fazenda Experimental da Sementeira, localizada em Visconde do Rio Branco, MG, pertencente à Universidade Federal de Viçosa. Depois de selecionados e higienizados, os frutos foram tratados com etileno gasoso na concentração de 200 mL/m³ de câmara, durante 24 horas de exposição, no interior de câmaras de refrigeração, nas temperaturas de 16, 19 e 22 °C. Após a exposição ao etileno, os frutos permaneceram nas câmaras sob as mesmas temperaturas até o completo amadurecimento. O experimento foi instalado segundo um esquema de parcelas subdivididas, tendo nas parcelas as temperaturas (16, 19 e 22 °C) e nas subparcelas os tempos de armazenamento (0, 1, 3, 6, 9, 12 e 15 dias), no delineamento inteiramente casualizado com quatro repetições e quatro frutos por unidade experimental. Quanto mais elevada a temperatura, mais rápido foi o aumento dos teores de sólidos solúveis e a queda dos teores de ácido cítrico e ácido ascórbico. Em frutos mantidos em temperatura de 16 °C, a mudança de coloração da casca e o amadurecimento ocorreram de forma mais lenta. Entretanto, estes frutos apresentaram os maiores teores de sólidos solúveis e açúcares totais ao final do período de avaliação. A temperatura ideal de climatização foi de 16 °C, com os frutos alcançando o amadurecimento completo em 12 dias. A 19 e 22 °C, os frutos encontram-se totalmente maduros em nove dias.

Palavras-chave: *Mangifera indica*, etileno, câmara de refrigeração.

CHAPTER 4

RIPENING AND STORAGE OF 'UBÁ' MANGOES AT DIFFERENT TEMPERATURES

ABSTRACT

The objective of the present study was to determine the optimal ripening temperature for 'Ubá' mangoes (*Mangifera indica* L.) treated with ethylene. Physiologically mature 'Ubá' mangoes with green skin were harvested in orchards of the Sementeira Experimental Farm of the Federal University of Viçosa, located in Visconde do Rio Branco, MG. After the fruits had been selected and cleaned, they were treated with ethylene gas at a concentration of 200 mL/m³ for 24 hours, inside cooling chambers at 16, 19 and 22 °C. After exposure to ethylene, the fruits remained in the chambers at the same temperature until complete ripeness. The experiment was conducted in a split-plot design: temperatures (16, 19, and 22 °C) in the plots and storage times (0, 1, 3, 6, 9, 12 and 15 days) in the subplots, in a completely randomized design with four replications and four fruits per experimental unit. The higher the temperature, the faster the increase in soluble solid content and the decrease in citric acid and ascorbic acid levels. For fruits kept at 16 °C, skin color change and ripening occurred more slowly. However, these fruits showed the highest contents of soluble solids and total sugars at the end of the evaluation period. The ideal cooling temperature was 16 °C, and the fruits reached full ripening within 12 days. At 19 and 22 °C, the fruits were fully ripe within nine days.

Keywords: *Mangifera indica*, ethylene, cooling chambers.

1. INTRODUÇÃO

A mangueira (*Mangifera indica* L.) ‘Ubá’ é bastante conhecida na região da Zona da Mata mineira devido às excelentes características dos frutos no que se refere a coloração, textura e sabor da polpa, razão pela qual é muito procurada para a produção de polpas e sucos. Entretanto, apresenta desuniformidade de aparência e de maturação, sendo também suscetível a antracnose, o que reduz bastante sua vida de prateleira, caso não sejam adotadas técnicas adequadas de manejo pós-colheita (RAMOS et al., 2010).

A manga é um fruto climatérico, altamente perecível, e completa seu processo de amadurecimento em poucos dias quando mantida em temperatura ambiente (BLEINROTH, 1996), exigindo, portanto, uma rápida comercialização. Essa alta perecibilidade dos frutos é o principal problema enfrentado pelos produtores na comercialização da fruta *in natura* e para indústrias (AZZOLINI, 2004).

A fruta sofre incremento na respiração e na produção de etileno quando exposta à aplicação exógena de etileno (SILVA et al., 2012). Esse hormônio reduz significativamente o tempo requerido para o pico climatérico (STEFFENS et al., 2006), principalmente quando aplicado antes dessa fase (FIORAVANÇO et al., 2007). O efeito do etileno produzido naturalmente pelas plantas pode ser substituído pelo suprimento exógeno para iniciar a respiração climatérica e desencadear o amadurecimento (NOGUEIRA et al., 2007), já que ambos induzem o processo de autocatálise da síntese desse hormônio pelos frutos (SANTOS et al., 2005).

É sabido que o emprego de refrigeração prolonga o período de conservação dos frutos, podendo reduzir os danos ocasionados pela respiração e pela transpiração, como perda de massa e mudança na aparência (PFAFFENBACHI et al., 2003). Assim, a baixa temperatura é uma forma eficaz de manter produtos hortícolas com alta qualidade pós-armazenamento.

A temperatura é, portanto, um fator ambiental muito importante não só do ponto de vista comercial, como também por retardar a senescência, uma vez que regula as taxas de todos os processos fisiológicos e bioquímicos associados a ela (RAB et al., 2012). A atividade metabólica das células deve ser suficiente para mantê-las vivas, de forma a preservar a qualidade comestível dos frutos durante o período de armazenamento (CHITARRA; CHITARRA 2005).

No entanto, a temperatura ideal de amadurecimento – aquela que potencialmente prolongue a conservação pós-colheita sem promover danos fisiológicos nos frutos – é

muito variável (NISHIBA; MURATA, 1996). Durante o armazenamento podem ocorrer alterações na aparência, sabor, textura e cor, que se refletem na qualidade nutritiva do produto *in natura*.

Segundo Medina et al. (1981), o controle de temperatura de amadurecimento da manga é de grande importância, pois, durante esse processo, várias reações químicas liberam calor, o que provoca aquecimento do ambiente; em consequência, as frutas perdem a sua qualidade, por não apresentarem a cor característica da fruta madura, e sim uma tonalidade geralmente escura, sem brilho, com perda de textura da polpa e com sabor desagradável, muito ácido.

De acordo com esses autores, a manga deve ser amadurecida à temperatura de 22 a 24 °C, que é a mais adequada para transformações da composição química da polpa e permite obter uma fruta com bom aroma e sabor. Entretanto, Silva (2009) conseguiu ótima qualidade da manga 'Ubá' trabalhando com a temperatura de amadurecimento de 18 °C.

O que se pode observar é que há divergências entre os autores quanto à temperatura ideal para o amadurecimento de mangas. Na Austrália, para o amadurecimento de mangas, utilizam-se 10 ppm de etileno em fluxo contínuo, à temperatura de 18 a 22 °C e umidade relativa de 85 a 95%, por um período de 1 a 3 dias (MARQUES et al., 2007). No Brasil, o etileno é utilizado na proporção de 2% do volume da câmara, à temperatura de 22 a 24 °C e umidade relativa de 85 a 95%, por um período de 3 a 4 dias (BLEINROTH, 1980). Segundo Matos (2000), a temperatura recomendada vai de 21 a 24 °C; já para Medlicott et al. (1986), a faixa de temperatura para o amadurecimento de manga com melhor qualidade varia de 19 a 24 °C.

Com base nesses fatos, e devido à necessidade de manter os atributos de qualidade do fruto, bem como ocasionar o mínimo de injúrias ou defeitos visuais, objetivou-se avaliar a influência da temperatura de climatização sobre o amadurecimento e conservação de mangas 'Ubá' tratadas com etileno.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Mangas ‘Ubá’ na 18ª semana após antese foram colhidas em pomar da Fazenda Experimental da Sementeira, pertencente à Universidade Federal de Viçosa, localizada em Visconde do Rio Branco, MG (latitude de 21°00’37” S, longitude de 42°50’26” O e altitude de 352 m), e transportadas para casa de embalagem, onde foram selecionadas quanto a tamanho e aspecto geral, eliminando-se aquelas com defeitos físicos e ataque de pragas e doenças. Posteriormente, os frutos foram acondicionados em caixas plásticas e transportados para o Laboratório de Análise de Frutas do Setor de Fruticultura do Departamento de Fitotecnia da UFV.

No laboratório, efetuou-se nova seleção e padronização dos frutos, lavagem em solução aquosa de detergente 2 mL/L, tratamento com fungicida Prochloraz (Sportak 450 CE, da empresa Hoechst Schering AgrEvo UK Ltd.-Inglaterra) na dose de 49,5 g/100 L de água por 5 minutos e secagem ao ar.

Em seguida, os frutos foram tratados com etileno gasoso na concentração de 200 mL/m³ de câmara (SILVA, 2009), durante 24 horas de exposição, em câmaras de refrigeração nas temperaturas de 16, 19 e 22 °C. O tratamento ocorreu de forma semelhante à descrita no capítulo 2.

Após o término de exposição ao etileno, os frutos foram retirados das embalagens plásticas usadas para o tratamento com etileno e armazenados em câmaras nas mesmas temperaturas em que se encontravam. As avaliações ocorreram nos tempos de 0, 1, 3, 6, 9, 12 e 15 dias após a colheita.

O experimento foi instalado usando o esquema de parcelas subdivididas, tendo nas parcelas as temperaturas (três níveis) e nas subparcelas os tempos de armazenamento (sete níveis), no delineamento inteiramente casualizado com quatro repetições e quatro frutos por unidade experimental.

Os frutos foram avaliados quanto a produção de CO₂, perda de massa fresca, coloração da casca e da polpa, firmeza da polpa, vitamina C, acidez titulável e teores de sólidos solúveis, de carotenoides totais, de amido e de açúcares solúveis da polpa, conforme descrito no capítulo 2.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e de regressão. Para explicar fisiologicamente o amadurecimento dos frutos, para algumas características utilizaram-se modelos de regressões LRP (Linear Response Plateau), modelo

descontínuo, no qual se ajusta uma equação linear e um platô para descrever o fenômeno.

O programa estatístico utilizado foi o Sistema de Análises Estatísticas e Genéticas da Universidade Federal de Viçosa, versão 9.1 (SAEG, 2007).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. Sólidos solúveis

Os teores de sólidos solúveis das mangas ‘Ubá’ mostraram valores crescentes, atingindo pontos de máximo (17,8 e 16,0 °Brix) para as temperaturas de 19 e 22 °C aos 9,8 e 7,9 dias após a colheita, respectivamente (Figura 1). A partir daí, observou-se redução nesses valores, possivelmente em razão do uso de açúcares como substrato energético para as transformações bioquímicas e a sobrevivência pós-colheita (SILVA et al., 2009b). Pela Figura 5, observa-se que, no nono dia de armazenamento, nos frutos mantidos nas temperaturas de 19 e 22 °C já se notava o surgimento de pequenas manchas escuras, indicando início de podridões.

Diferentemente das temperaturas de 19 e 22 °C, os frutos expostos à temperatura de 16 °C apresentaram aumento mais gradual nos teores de sólidos solúveis, obtendo o valor máximo de 18,6 °Brix no 15º dia após a colheita.

Foi observado que, nas maiores temperaturas (19 e 22 °C), mais rápido foi o aumento dos teores de sólidos solúveis e, conseqüentemente, o amadurecimento. Contudo, quanto menor a temperatura (16 °C), maior o teor final de sólidos solúveis.

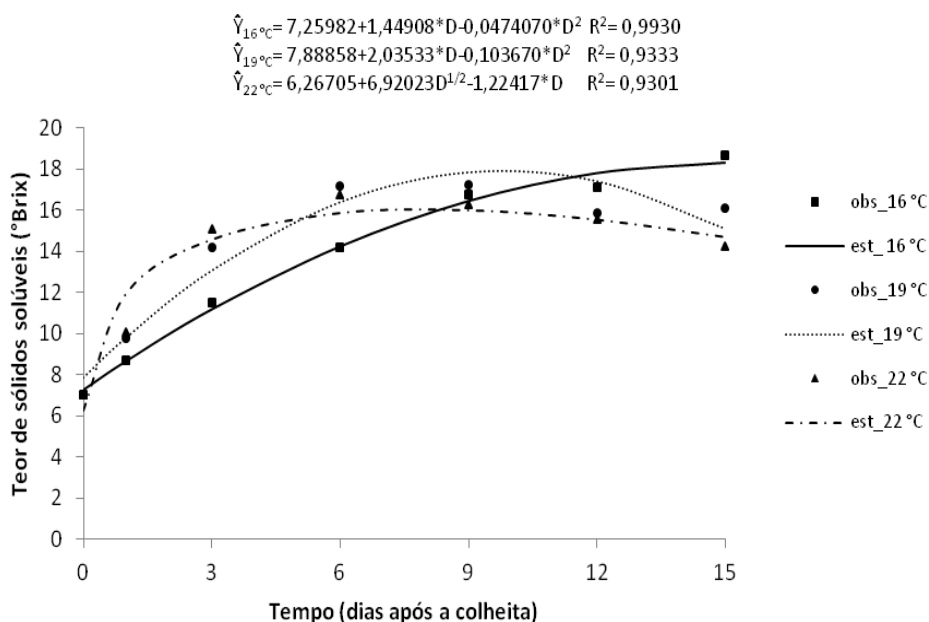


Figura 1 - Teores de sólidos solúveis da polpa de mangas ‘Ubá’ mantidas em diferentes temperaturas (16, 19 e 22 °C), em função do tempo de armazenamento.

Oliveira et al. (2010) relataram o mesmo comportamento de superioridade de valores finais de teor de sólidos solúveis em ambientes refrigerados para goiaba. Em frutos armazenados a 15 °C houve melhor manutenção da qualidade do produto ao longo do tempo, em relação aos frutos armazenados a 25 °C.

3.2. Açúcares totais

Os teores de açúcares solúveis totais seguiram a mesma tendência observada nos teores de sólidos solúveis para os frutos submetidos às diferentes temperaturas (Figura 2).

Os frutos mantidos à temperatura de 22 °C mostraram valores crescentes até o nono dia (9 g/100 g de MF) de avaliação e, posteriormente, houve decréscimo, apresentando no final das avaliações valores de 6,6 g/100 g de MF, seguindo a mesma tendência de aumento nos teores de sólidos solúveis (Figura 1). Na câmara a 19 °C foram encontrados, nos frutos, valores máximos de 14,9 g/100 g de MF de açúcares solúveis no 15º dia. Para as mangas mantidas à temperatura de 16 °C, inicialmente, os frutos apresentaram menor teor de açúcares; no entanto, observou-se aumento gradual durante todo o período de avaliação e, no final do experimento, foram encontrados valores de 17,3 g/100 g de MF.

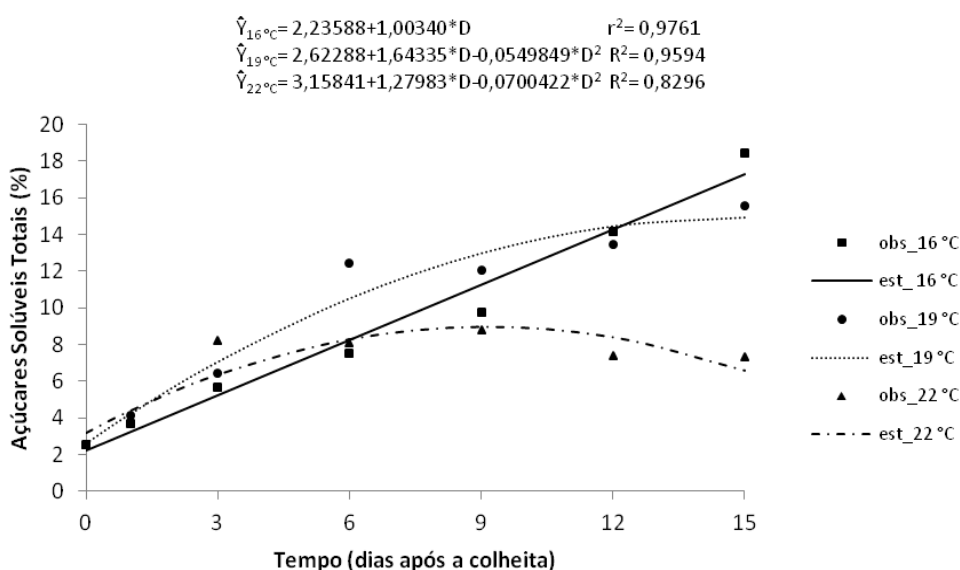


Figura 2 - Teores de açúcares solúveis da polpa de mangas ‘Ubá’ mantidas em diferentes temperaturas (16, 19 e 22 °C), em função do tempo de armazenamento.

Esse fato também foi observado em abacaxis por Hong et al. (2013). Esses autores relataram que o teor de açúcares totais em frutos armazenados a 6 e 10 °C atingiu um pico no 12º e 6º dia, respectivamente, e, posteriormente, houve diminuição durante todo o período de avaliação. Quanto aos abacaxis mantidos a 25 °C, houve diminuição constante no teor total de açúcares. Também foi observado que o conteúdo de açúcares totais foi maior nos frutos mantidos em baixa temperatura que em temperatura ambiente.

3.3. Amido

Os teores de amido ajustaram-se ao modelo descontínuo LRP (Linear Response Plateau) (Figura 3).

Observou-se, para os frutos mantidos à temperatura de 16 °C, redução gradual até 9,5 dias de armazenamento, atingindo o valor de 0,7365% de amido. Contudo, nas temperaturas de 19 e 22 °C a redução foi mais rápida, com os frutos atingindo 0,4972 % e 0,2861%, respectivamente, no quarto dia de avaliação. A degradação mais lenta do amido encontrado nos frutos a 16 °C explica a evolução mais gradual dos açúcares solúveis (Figura 2).

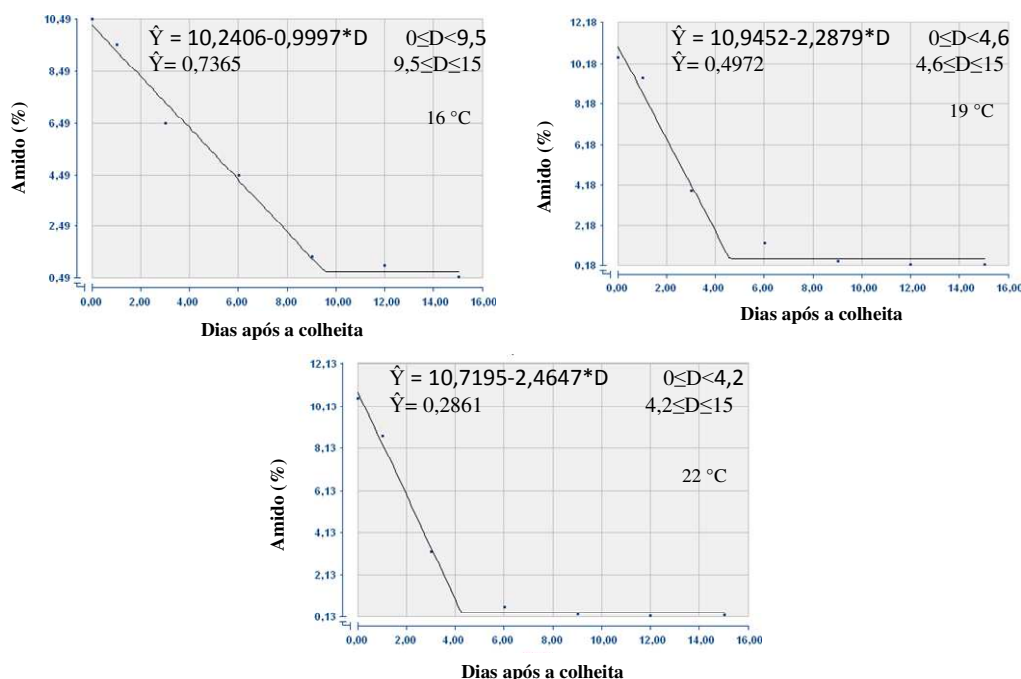


Figura 3 - Teores de amido na polpa de mangas Ubá' mantidas em diferentes temperaturas (16, 19 e 22 °C), em função do tempo de armazenamento.

Braz et al. (2008) observaram, em mangas ‘Tommy Atkins’ e ‘Ubá’ mantidas a 26 °C e tratadas com etileno, redução de até 50% do teor de amido logo no terceiro dia após a colheita.

Conforme esses resultados, o etileno antecipa o processo climatérico e a indução do amadurecimento. Quanto maior a temperatura, mais rápida a degradação do amido. Nos frutos mantidos a 16 °C, o amadurecimento ocorreu de forma mais lenta, porém a qualidade final do fruto foi a melhor, como se evidenciou anteriormente.

3.4. Cor da casca e cor da polpa

Embora nem todos os frutos mudem de cor durante o amadurecimento, essa é uma das características mais associadas ao ponto de colheita e maturidade para consumo (TUCKER, 1993). Essa afirmação é particularmente verdadeira na colheita da manga, sobretudo em relação à cor da casca.

A mudança de cor da casca foi perceptível em todos os frutos armazenados nas três diferentes temperaturas (Figura 4). Observou-se predominância da coloração amarela nos frutos armazenados na câmara a 16 °C, em que houve menor diminuição do h° (de 115,13 para 90) e coloração amarelo intensa para os frutos armazenados a 19 e 22 °C, com valores de h° de 74,4 e 74,3, respectivamente, no final do experimento.

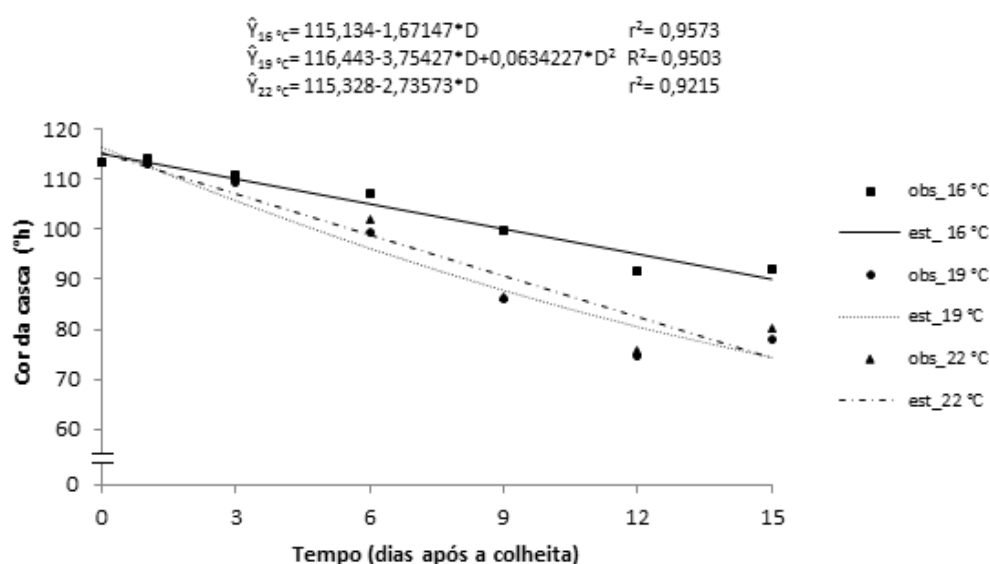


Figura 4 - Ângulo Hue (h°) da casca de mangas Ubá’ mantidas em diferentes temperaturas (16, 19 e 22 °C), em função do tempo de armazenamento.

Notou-se também que, nos frutos mantidos nas temperaturas de 19 e 22 °C, a degradação da clorofila e o surgimento da cor amarela aconteceram de forma mais rápida; a partir de nove dias após a colheita, frutos estavam com coloração da casca amarela e prontos para o consumo (Figura 5).

Ao contrário, em frutos mantidos à temperatura de 16 °C, a mudança de coloração da casca e o amadurecimento ocorreram de forma mais lenta. Ao fim do período de avaliação (15 dias), eles ainda se encontravam em perfeito estado, com qualidade física e química aceitáveis pelo consumidor, enquanto os frutos mantidos a 19 e 22 °C já apresentavam extensas manchas de podridões em sua superfície (Figura 6).

Del Aguila et al. (2011), avaliando o efeito de diferentes temperaturas na qualidade de mangas ‘Tommy Atkins’, também observaram que, nos frutos mantidos à temperatura de 22 °C, a mudança na cor foi mais rápida que em frutos a 16 °C. Além disso, os frutos mantidos a 16 °C demoraram 14 dias para atingir coloração da casca mais para o vermelho do que para o verde (ponto comercial).



Figura 5 - Imagem ilustrativa da coloração da casca de mangas ‘Ubá’ mantidas nas temperaturas de 16, 19 e 22 °C, aos nove dias após a aplicação de etileno na concentração de 200 mL/m³ de câmara.



Figura 6 - Imagem ilustrativa da coloração da casca de mangas ‘Ubá’ mantidas nas temperaturas de 16, 19 e 22 °C, aos 15 dias após a aplicação de etileno na concentração de 200 mL/m³ de câmara.

Em todos os tratamentos houve diminuição dos valores de h° da polpa ao longo do período de avaliação (Figura 7). A cor amarelo-alaranjada da polpa ($h=80,34^{\circ}$) foi alcançada pelos frutos armazenados a 16 °C no 15º dia de avaliação. Nas câmaras com temperaturas de 19 e 22 °C, não houve muita diferença na coloração da polpa dos frutos. Ambas as temperaturas proporcionaram, no final da avaliação, valores de h° de 74,5 e 73,1, respectivamente, o que indica uma coloração amarelo-alaranjada mais intensa (Figura 8) (McGUIRE, 1992).

Como observado na mudança de coloração da casca, o mesmo comportamento foi constatado, entre as temperaturas, para a cor da polpa, onde as temperaturas de 19 e 22 °C proporcionaram a diminuição do h° mais acentuada do que a de 16 °C. Isso também foi confirmado pelos resultados obtidos por O’Hare (1995), que encontrou o melhor índice de coloração da polpa quando as mangas do cv. Kensington foram amadurecidas com etileno a 22 °C.

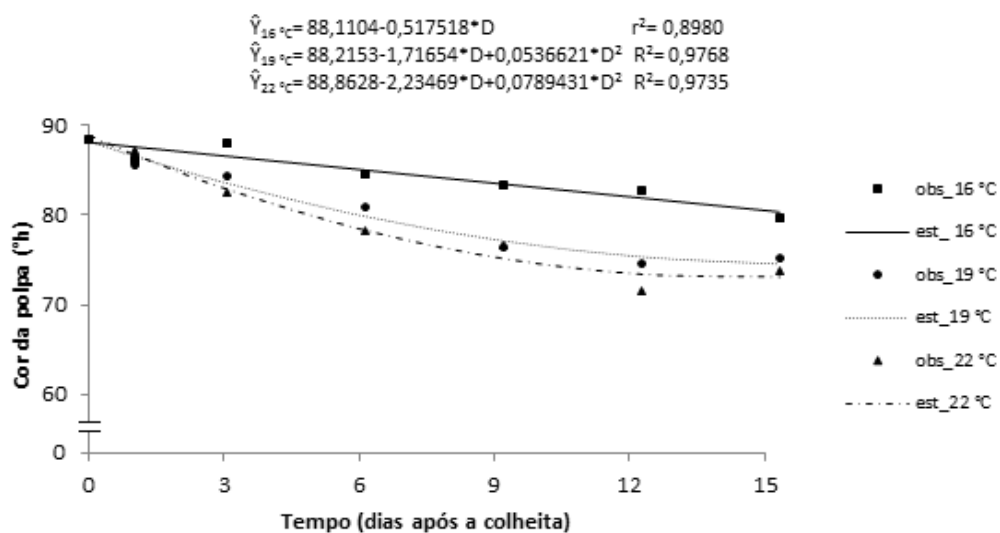


Figura 7 - Ângulo Hue da polpa de mangas Ubá mantidas em diferentes temperaturas (16, 19 e 22 °C), em função do tempo de armazenamento.

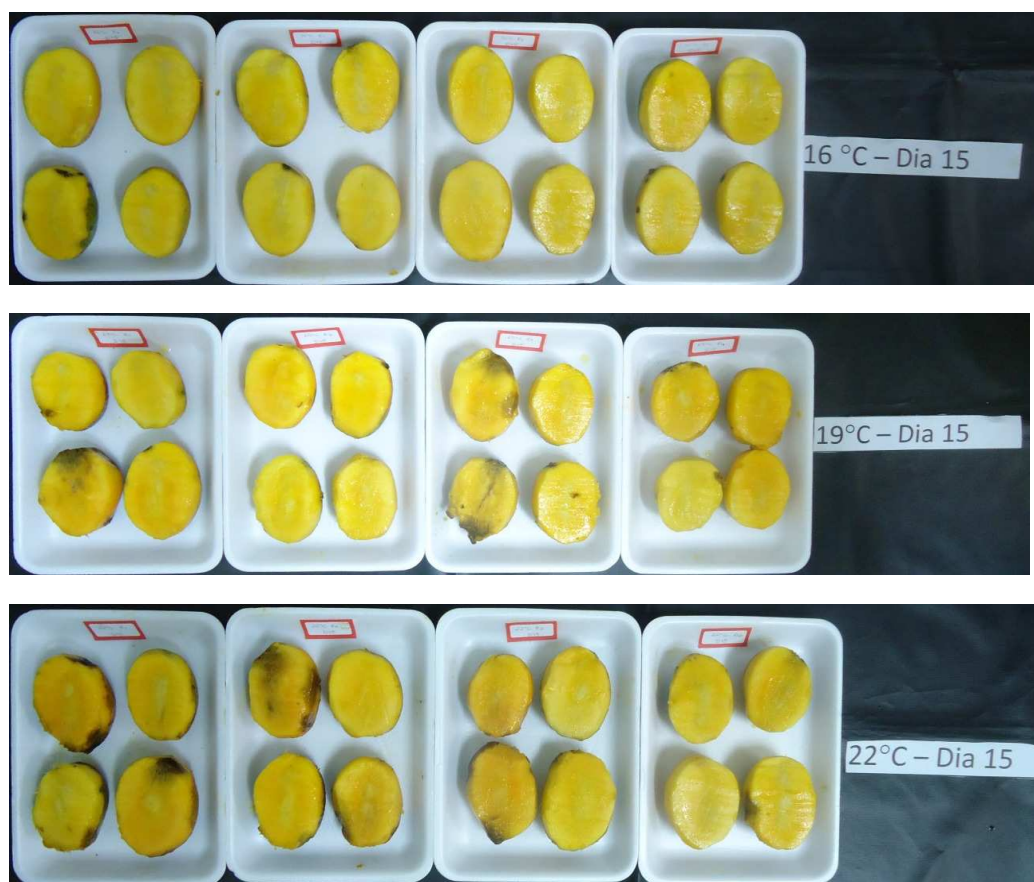


Figura 8 - Imagem ilustrativa da coloração da polpa de mangas 'Ubá' mantidas nas temperaturas de 16, 19 e 22 °C, no 15º dia de avaliação após aplicação de etileno na concentração de 200 mL/m³ de câmara.

O período de 15 dias para armazenamento nessas temperaturas mais altas foi considerado tempo excessivo para manutenção da aparência e qualidade dos frutos, pois ocorreram manchas escuras na polpa, caracterizando início de apodrecimento (Figura 8).

3.5. Carotenoides

O teor de carotenoides ajustou-se ao modelo quadrático em função da variação do tempo (Figura 9). Observou-se, ao longo do período de avaliação dos frutos, aumento no teor de carotenoides para as três temperaturas testadas. Contudo, os frutos mantidos em câmara a 16 °C tiveram os menores acréscimos no teor de carotenoides, partindo de 0,33 mg/100 g da massa fresca da polpa para 1,2 mg/100 g no 15º dia de armazenamento, ao passo que os mantidos a 22 °C foram os que tiveram maiores acréscimos nos teores de carotenoides, iniciando com 0,28 mg/100 g e atingindo 1,96 mg/100 g .

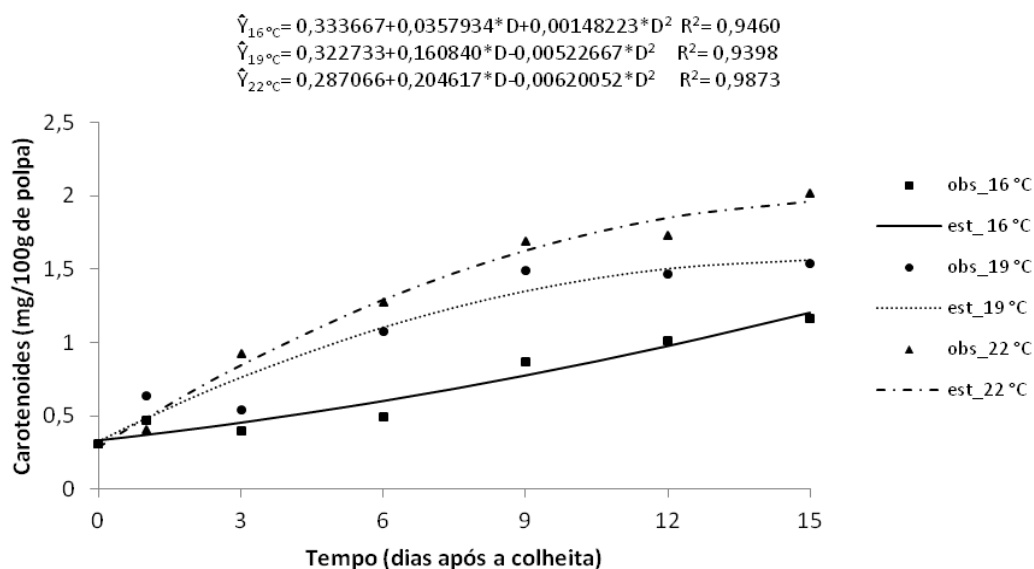


Figura 9 - Teores de carotenoides na polpa das mangas Ubá mantidas em diferentes temperaturas (16, 19 e 22 °C), em função do tempo de armazenamento.

Esse fato também ocorreu com os resultados encontrados para o hº da polpa, onde se verificou a coloração amarela mais intensa nos frutos mantidos à temperatura de 19 e 22 °C do que naqueles mantidos a 16 °C (Figuras 7 e 8).

Nota-se que, embora a conservação dos frutos seja melhor a 16 °C, há menor síntese de carotenoides e, conseqüentemente, coloração menos amarelada da polpa. Coloração mais amarela da polpa é uma característica visada pelas indústrias de suco, que buscam por frutos com polpa mais colorida para diminuir o uso de corantes ou misturas com outros cultivares de mangas nos sucos produzidos.

3.6. Acidez titulável

Os valores de acidez titulável ajustaram-se ao modelo quadrático para todas as temperaturas testadas no armazenamento de manga 'Ubá' (Figura 10).

Nos frutos de todos os tratamentos, observaram-se decréscimos nos níveis de acidez. Esse resultado está de acordo com os estudos de Pech (2002), onde se menciona que a redução da acidez é decorrência natural da evolução da maturação dos frutos, na qual os ácidos orgânicos são metabolizados na via respiratória e convertidos em moléculas não ácidas.

Contudo, para os tratamentos de 19 e 22 °C observou-se queda mais brusca logo nos primeiros dias após a colheita, e no 11,2º e 11,8º dias de armazenamento já apresentavam valores mínimos de 0,17 e 0,14% de ácido cítrico, respectivamente. Notou-se também que os teores de sólidos solúveis dos frutos mantidos nessas temperaturas tiveram rápido aumento logo no início das avaliações, e aos 9,8 dias atingiram o ponto máximo (Figura 1). Esses resultados indicam amadurecimento mais precoce nos frutos mantidos nessas temperaturas.

Nos frutos mantidos a 16 °C foram detectadas perdas mais lentas, e, no nono dia de armazenamento, estes ainda se apresentavam com valores próximos de 1% de ácido cítrico. Segundo Neves et al. (2006), a velocidade com que ocorrem essas perdas da acidez no fruto também pode servir como indicador da evolução do amadurecimento.

Ao analisarem a qualidade dos frutos de cajá-manga em diferentes temperaturas de armazenamento, Kohatsu et al. (2011) relataram que os frutos mantidos à temperatura de 25 °C atingiram o mínimo teor de ácido cítrico e as maiores concentrações de sólidos solúveis já no sexto dia de avaliação, indicando a aceleração no processo de amadurecimento dos frutos nessa temperatura.

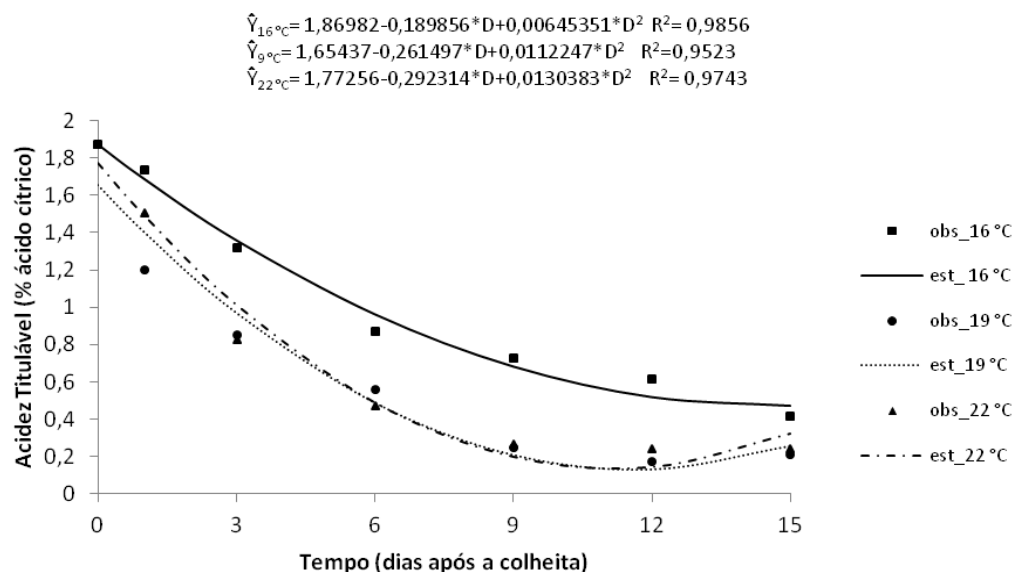


Figura 10 - Acidez titulável da polpa de mangas Ubá' mantidas em diferentes temperaturas (16, 19 e 22 °C), em função do tempo de armazenamento.

3.7. Vitamina C

Assim como para a acidez titulável, os teores de vitamina C nos frutos decresceram ao longo do tempo nas três temperaturas testadas (Figura 11). A temperatura de 22 °C foi a que promoveu queda mais acentuada na concentração de ácido ascórbico logo nos primeiros dias após a colheita; a partir do sexto dia de armazenamento, já se observava uma tendência à estabilização e os menores valores de vitamina C, quando comparado com os outros tratamentos. A rápida e intensa queda nos teores de vitamina C indica que a temperatura de 22 °C é muito elevada, provocando prejuízo no valor nutricional do fruto.

A redução nos teores de vitamina C nos frutos mantidos na temperatura de 19 °C foi mais gradual. No nono dia de avaliação, quando esses frutos já se apresentavam prontos para o consumo, a concentração da vitamina C era maior do que a dos frutos mantidos a 22 °C.

Para os frutos mantidos à temperatura de 16 °C, observou-se redução bem mais lenta, e durante todo o período de armazenamento estes apresentaram maior concentração de vitamina C. Isso demonstra a importância de uma temperatura de armazenamento adequada não só para preservar a qualidade sensorial, mas também a qualidade nutricional de mangas 'Ubá'. O ácido ascórbico pode ser considerado uma

vitamina de fácil degradação, sendo a temperatura um dos fatores que mais influenciam na perda desse composto (KOHATSU et al., 2011).

Os valores encontrados para os frutos armazenados à temperatura de 16 °C (52,39 mg/100 g), no 15º dia de avaliação, são maiores do que os observados por Silva (2009), que encontrou valores de vitamina C em torno de 40 mg/100 g de ácido ascórbico em mangas ‘Ubá’ maduras, colhidas em Visconde do Rio Branco, tratadas com 200 mL/m³ de etileno, mantidas a temperatura de 18 °C por 15 dias.

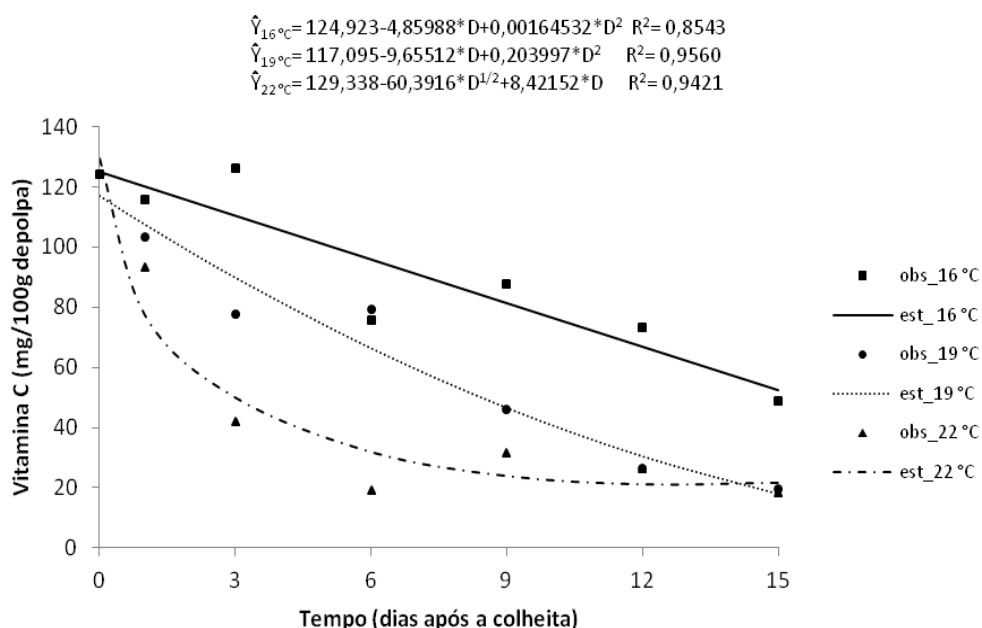


Figura 11 - Teores de vitamina C da polpa de mangas Ubá’ mantidas em diferentes temperaturas (16, 19 e 22 °C), em função do tempo de armazenamento.

3.8. Perda de massa

A perda de massa é um processo que ocorre, principalmente, pela perda de água decorrente da transpiração, variando com o tempo e as condições de armazenamento. Ela leva ao amolecimento dos tecidos, tornando os frutos mais suscetíveis às deteriorações e a alterações na cor e sabor.

A Figura 12 ilustra a perda da massa dos frutos em cada temperatura analisada ao longo dos 15 dias de avaliação. Independentemente da temperatura utilizada, observaram-se valores crescentes em todos os frutos.

Após 15 dias de armazenamento, a perda de massa dos frutos mantidos à temperatura de 22 °C foi maior (11,84%) que a daqueles mantidos a 16 e 19 °C, fato

esse esperado, uma vez que o tempo e a temperatura têm efeitos significativos na perda de massa (JAVANMARDI; KUBOTA, 2006). A perda de massa está ligada às diferentes taxas de transpiração do fruto em diferentes temperaturas. Segundo Mahajan et al. (2008), a taxa transpiratória é influenciada por diversos fatores, como temperatura, umidade, área superficial, taxa de respiração do produto e movimento de ar.

Além disso, também foi possível constatar que a perda de massa nos frutos mantidos nas temperaturas de 19 e 22 °C provocou murchamentos e/ou enrugamentos, visíveis a partir do 12º dia de avaliação. No 15º dia, esses murchamentos tornaram-se mais perceptíveis (Figura 13), comprometendo o aspecto visual das mangas.

Esses resultados corroboram os de Oliveira et al. (2010), que, ao avaliarem os efeitos de diferentes temperaturas em goiabas, constataram que a perda de massa dos frutos mantidos à temperatura de 25 °C foi maior que a daqueles mantidos a 15 °C.

Para as mangas armazenadas à temperatura de 16 °C, a perda de massa foi a menor observada entre os frutos analisados. Ao final do experimento, essa perda foi de 7,75% (Figura 12).

Segundo Chitarra e Chitarra (2005), perdas de massa da ordem de 3 a 6% são suficientes para causar marcante declínio na qualidade, mas alguns produtos são ainda comercializáveis com 10% de perda de umidade.

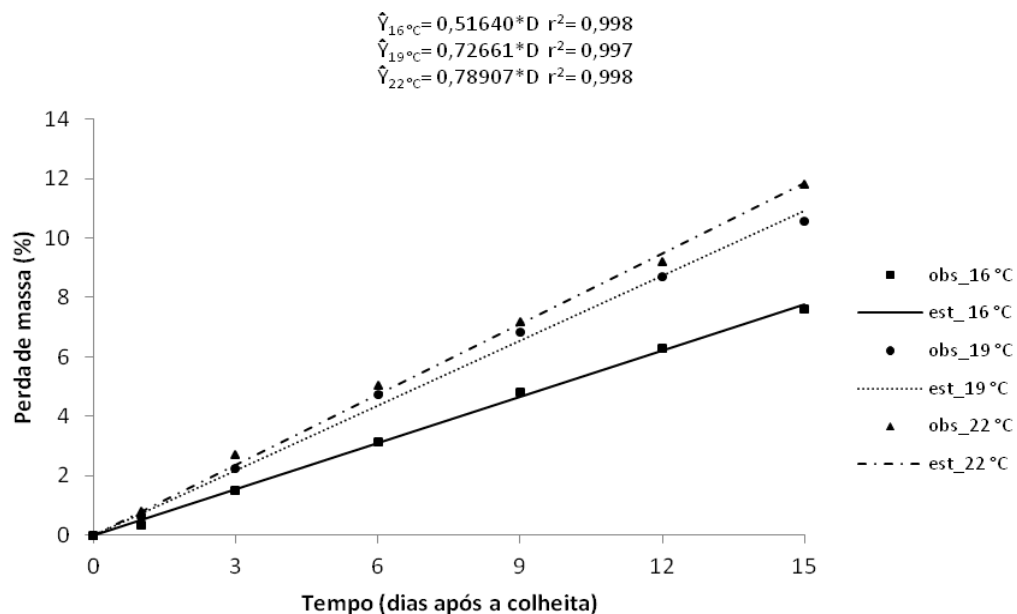


Figura 12 - Valores de perda de massa de mangas Ubá' mantidas em diferentes temperaturas (16, 19 e 22 °C), em função do tempo de armazenamento.

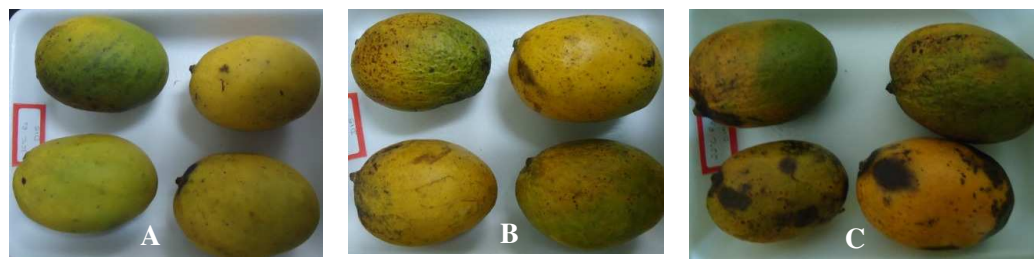


Figura 13 - Murchamentos e/ou enrugamentos de mangas ‘Ubá’ mantidas nas temperaturas de 16 °C (A), 19 °C (B) e 22 °C (C), observados no 15º dia de avaliação dos frutos tratados com etileno na concentração de 200 mL/m³ de câmara.

3.9. Firmeza da polpa

A firmeza da polpa ajustou-se a um modelo descontínuo LRP (Linear Response Plateau), em que se ajusta uma equação linear e um platô para descrever o fenômeno (Figura 14).

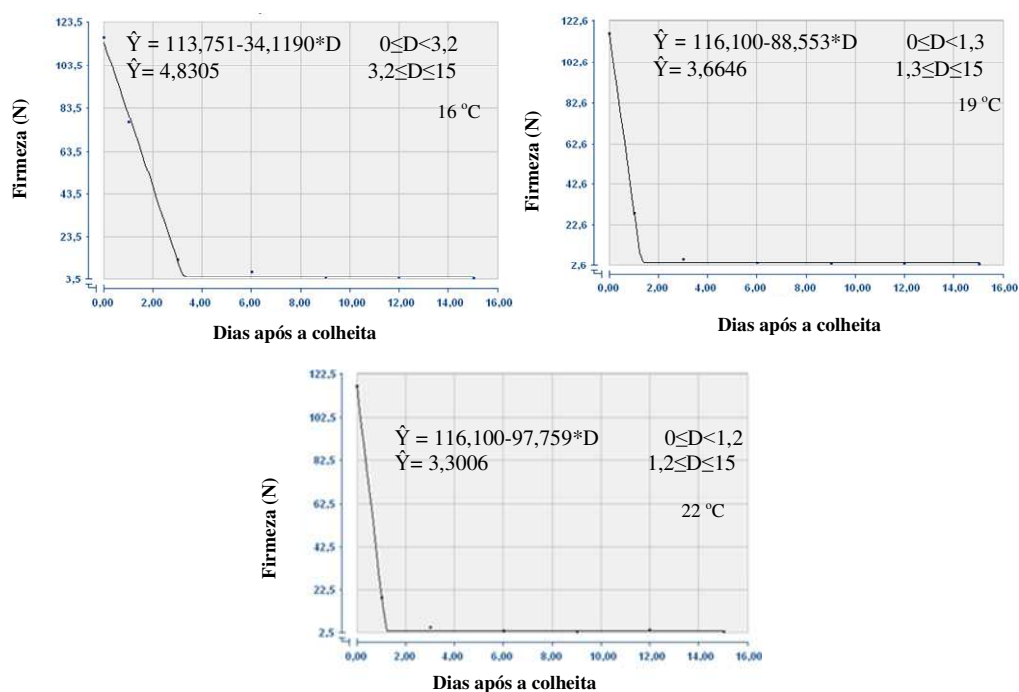


Figura 14 - Firmeza da polpa de mangas Ubá’ mantidas em diferentes temperaturas (16, 19 e 22 °C), em função do tempo de armazenamento.

Observou-se que, de acordo com o aumento da temperatura de armazenamento, a firmeza dos frutos diminuía mais rapidamente, ou seja, maior temperatura, menor o

tempo necessário para amaciamento da polpa. Após 1,3 e 1,2 dias da colheita, os frutos mantidos à temperatura de 19 e 22 °C, respectivamente, já se apresentaram completamente macios.

Resultados similares de decréscimos de perda de firmeza ao longo do armazenamento em temperaturas mais altas também foram obtidos por Braz et al. (2008) em mangas ‘Ubá’ tratadas com etileno à temperatura de 26 °C. Esses autores verificaram redução drástica logo no primeiro dia após o tratamento. Esse fato pode estar associado ao efeito do etileno em aumentar a atividade de enzimas hidrolíticas que promovem intensa solubilização das pectinas constituintes da parede celular, resultando em rápida perda de firmeza (WATADA, 1986).

Entretanto, para os frutos mantidos à temperatura de 16 °C, a redução da firmeza foi mais lenta, e os valores estabilizaram-se a partir do terceiro dia de avaliação. Esse comportamento também observado por Vieites et al. (2011) em jabuticabas mantidas a 9 e 12 °C. Os frutos mantidos nessas temperaturas foram os que mais preservaram a firmeza, sugerindo também a melhor integridade dos tecidos celulares e, consequentemente, o retardo no avanço do amadurecimento e da senescência.

Em goiabas, Oliveira et al. (2010) concluíram que houve perda exponencial da firmeza até o terceiro dia de armazenamento em ambas as temperaturas estudadas (15 e 25 °C), porém na temperatura de 15 °C, os frutos são de melhor qualidade, por apresentarem maiores valores de firmeza.

3.10. Produção de CO₂

Nos frutos mantidos nas temperaturas de 16 e 22 °C, o pico respiratório ocorreu no 1º dia de avaliação. Para os frutos mantidos à temperatura de 19 °C, o pico foi observado no terceiro dia após a colheita nas câmaras de refrigeração (Figura 15).

Contudo, houve aumento posterior na taxa respiratória dos frutos a partir do 12º dia. Isso pode estar relacionado com o início da senescência observado nesses frutos, que, consequentemente, pode ter promovido aumento da produção de CO₂ (MARO, 2010). O início da senescência também pode ser confirmado pelos resultados observados em relação ao aumento da acidez (Figura 10) e à queda no teor de sólidos solúveis e açúcares solúveis totais (Figuras 1 e 2), além das manchas escuras presentes na superfície dos frutos nessa mesma época.

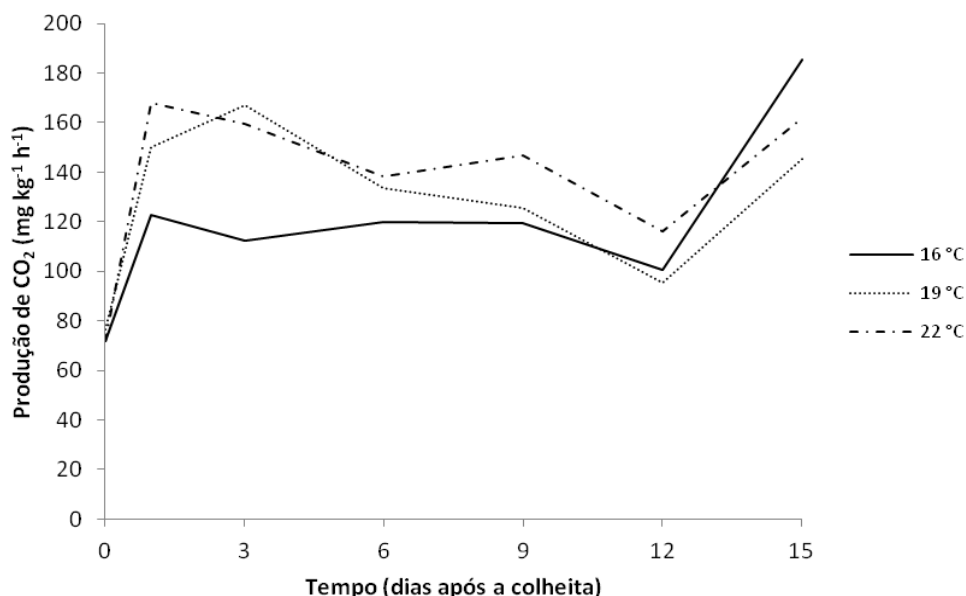


Figura 15 - Produção de CO₂ (mg. kg⁻¹. h⁻¹) em mangas Ubá' mantidas em diferentes temperaturas (16, 19 e 22 °C), em função do tempo de armazenamento.

Em estudos sobre a qualidade pós-colheita de frutos de butiá em função do manejo da temperatura, Amarante e Megguer (2008) observaram que houve redução das taxas respiratórias do butiá quanto menor a temperatura utilizada, ou seja, o aumento na temperatura levou ao aumento na respiração.

Nota-se também na Figura 15 que, embora não tenha havido grandes alterações no tempo para alcançar o pico climatérico dos frutos, as maiores temperaturas resultaram em taxas respiratórias mais altas, o que significa metabolismo mais intenso e menor vida útil pós-colheita.

Diante de todos os resultados expostos, é possível indicar o uso da temperatura de 16 °C como a melhor para o amadurecimento de mangas 'Ubá'. Essa temperatura promoveu amadurecimento de forma mais lenta, e o fruto apresentou ao final de 15 dias de avaliação características físicas e químicas superiores às dos frutos mantidos em temperaturas mais altas. Seria uma temperatura excelente para transportar os frutos para mercados mais distantes e depois, à temperatura ambiente, estes poderiam completar o seu amadurecimento nas bancas dos mercados varejistas para o consumo *in natura*.

Notou-se que, nos frutos mantidos nas temperaturas mais altas (19 e 22 °C), o amadurecimento foi mais rápido, porém os frutos não suportaram períodos muito longos de armazenamento e iniciaram a senescência (Figuras 6, 8 e 13). Portanto, os frutos climatizados nessas temperaturas seriam mais apropriados para o comércio local ou

lugares mais próximos da região de produção ou para indústria, para serem consumidos e/ou utilizados em até nove dias.

O uso de diferentes temperaturas e aplicação de etileno exógeno em mangas torna-se uma opção para comerciantes, pequenos produtores e para a indústria aumentar o período de conservação dos frutos em perfeitas condições e, assim, não haver sobrecarga de trabalho no processamento e comercialização da fruta.

4. CONCLUSÕES

As características físicas e físico-químicas de mangas ‘Ubá’ tratadas com etileno são alteradas dependendo da temperatura e do tempo de armazenamento que se utiliza para o seu amadurecimento. O amadurecimento da manga ‘Ubá’ é mais rápido quanto maior for a temperatura de climatização.

A 19 e 22 °C, o amadurecimento completa-se em nove dias, porém há perda de qualidade e os frutos são mais sensíveis a podridões. A 16 °C, o amadurecimento completa-se em 15 dias e os frutos apresentam melhor qualidade para comercialização e consumo.

CAPÍTULO 5

CONTROLE DA ANTRACNOSE NA PÓS-COLHEITA DE MANGA ‘UBÁ’ COM O USO DE PRODUTOS ALTERNATIVOS

RESUMO

Foi avaliada a eficácia de produtos alternativos aos agroquímicos no controle da antracnose na pós-colheita de mangas ‘Ubá’. Frutos fisiologicamente maduros foram pulverizados até o completo molhamento com suspensão de conídios de *Colletotrichum gloeosporioides* na concentração de $2,5 \times 10^5$ conídios/mL. Após a secagem ao ar, foram pulverizados com água destilada (testemunha) + tween 20 (8mL/L de solução), Prochloraz (1,10 mL de Sportak 450 EC/L de solução), óleo de alho (10 mL/L + 8 mL/L de tween 20), óleo de amêndoa de *Acrocomia aculeata* + leite em pó instantâneo (LPI) (25 mL/L + 10 g LPI/L), óleo de amêndoa de *A. aculeata* + tween (mL/L + 8 mL/L de tween 20), biofertilizante agro-mos® (100 µL/L), óleo de neen (10 mL/L + 8 mL/L de tween 20), quitosana (10 mL/L + 8 mL/L de tween 20) e biomassa cítrica (10 mL/L + 8 mL/L tween 20). O solvente utilizado foi água destilada. Avaliou-se o período de incubação, o período latente, a perda de massa fresca, a produção de CO₂ e, diariamente, a severidade e incidência da doença. Os períodos mais curtos de incubação da doença foram observados nos frutos tratados com óleo de neen, água + tween e biomassa cítrica, com aproximadamente cinco dias. O óleo de amêndoa de *A. aculeata* + LPI e agro-mos® foram os produtos que mais retardaram o aparecimento dos sintomas, impondo à doença o período de incubação de nove dias após a inoculação do patógeno. Quanto à severidade, o óleo de amêndoa de macaúba + LPI e o Prochloraz foram os mais eficientes em conter o crescimento do patógeno até o oitavo dia após a inoculação, sendo que, logo depois os frutos tratados com óleo de amêndoa de *A. aculeata* + LPI se igualaram àqueles tratados com a maioria dos demais produtos. Os frutos tratados com óleo de amêndoa de *A. aculeata* + LPI e óleo de amêndoa de *A. aculeata* + tween manifestaram as estruturas do patógeno apenas após 13 e 14 dias de avaliação, respectivamente. As maiores perdas de massa foram observadas nos frutos tratados com óleo de alho e biomassa cítrica, com 8,31% e 8,44%, respectivamente, no dia 14. Quanto à produção de CO₂, o óleo de amêndoa de *A. aculeata* + LPI e óleo de amêndoa de *A. aculeata* + tween mantiveram a taxa respiratória crescente, onde no dia 12 ocorreu um leve aumento na respiração. Dessa

forma, conclui-se que além do Prochloraz, o óleo de amêndoa de *A. aculeata* + LPI e óleo de amêndoa de *A. aculeata* + tween têm bom potencial para controle da antracnose em manga ‘Ubá’.

Palavras-chave: manejo de doença, óleos vegetais, conservação pós-colheita.

Control of Anthracnose in the Post-Harvest of ‘Ubá’ Mango With the Use of Alternative Products

ABSTRACT

This work has assessed the effectiveness of alternative products to agrochemicals for the control of anthracnose in the post-harvest of ‘Ubá’ mango. Physiologically mature fruit were sprayed until complete wetting with spore suspension of *Colletotrichum gloeosporioides* in 2.5×10^5 conidia/mL concentration. After air drying, the following were sprayed with distilled water (control), tween 20 (8 mL/L of solution), Prochloraz (1.10 mL Sportak 450 EC/L of solution), garlic oil (10 mL/L + 8 mL/L of tween 20), *Acrocomia aculeata* almond oil + instant milk powder (IMP) (25 mL/L + 10 g IMP/L), *A. aculeata* almond oil + tween (25 mL/L + 8 mL/L of tween 20), agro-mos® biofertilizer (100 µL/L), neem oil (10 mL/L + 8 mL/L of tween 20), chitosan (10 mL/L + 8 mL/L of tween 20) and citric biomass (10 mL/L + 8 mL/L of tween 20). The solvent used was distilled water. Incubation period, latent period, fresh weight loss and production of CO₂ were assessed along with daily severity and incidence of the disease. Shorter incubation periods of the disease were noted in fruit treated with neem oil, water + tween and citric biomass, with approximately five days. *A. aculeata* almond oil + IMP and agro-mos® were the ones that most delayed the onset of symptoms, resulting in an incubation period of nine days after pathogen inoculation. Regarding severity, *A. aculeata* almond oil + IMP and Prochloraz were the most efficient in hindering the growth of the pathogen at 8 days after inoculation, but soon fruit treated with *A. aculeata* almond oil + IMP equaled those treated with most other products. Fruit treated with *A. aculeata* almond oil + IMP and *A. aculeata* almond oil + tween expressed the structures of the pathogen only at 13 and 14 evaluation days, respectively. The largest mass losses were found for fruit treated with garlic oil and citric biomass, with 8.31% and 8.44% respectively at 14 days. As for the production of CO₂, *A. aculeata* almond oil + IMP and *A. aculeata* almond oil + tween kept increasing respiratory rate, where only at 12 days there was a slight respiratory increase. Thus, we

may conclude that in addition to Prochloraz, *A. acuelata* almond oil + IMP and *A. acuelata* almond oil + tween have good potential for the control of anthracnose in ‘Ubá’ mango.

Keywords: disease management, vegetable oils, post-harvest storage.

INTRODUÇÃO

A aparência da manga é o fator mais importante do sucesso na sua comercialização, sendo os defeitos na casca pouco tolerados. A casca deve ser perfeita até chegar ao consumidor final, o que constitui um grande desafio, já que ela é frágil e em lenticelas costumam abrigar-se os esporos de *Colletotrichum gloeosporioides* Penz, agente causal da antracnose (BAGSHAW, 1989).

Na Zona da Mata Mineira, encontra-se com grande destaque a mangueira ‘Ubá’, que cresce espontaneamente em praticamente todos os municípios da região. Seus frutos são utilizados principalmente no processamento industrial, no entanto, têm grande aceitação para o consumo *in natura*.

O tratamento químico tem sido o método mais utilizado para o controle do agente da antracnose em manga. No entanto, os fungicidas que são amplamente utilizados devido à sua alta capacidade sistêmica contra grande número de patógenos, possuem várias restrições de uso, dentre elas, selecionar isolados resistentes em função do seu uso contínuo.

A ênfase em proteção de frutos pós-colheita contra podridões tem sido desviada do uso de produtos químicos para técnicas alternativas de controle, que garantam a segurança do produto e que não coloquem em risco a saúde dos consumidores (CAMILI et al., 2007).

Inúmeros trabalhos mostram a eficiência de extratos e óleos essenciais obtidos a partir de diversas espécies botânicas no controle de fitopatógenos através da inibição do crescimento micelial, indução da lise e evacuação do citoplasma (FIORI et al., 2000).

Produtos como o neen (*Azadiractha indica* A. Juss) (MOSSINI; KEMMELMEIER, 2005), cravo-da-índia (*Caryophyllus aromaticus* L.) (ROZWALKA et al., 2008), quitosana (BAUTISTA-BAÑOS et al., 2006), Agro-mos® (mananoligossacarídeo fosforilado) (ROSA et al., 2008), óleo de amêndoa de macaúba (*Acrocomia aculeata* (Jacq.) Lood. Ex Mart.) (LIMA et al., 2008) e biomassa cítrica

(ABREU et al., 2008) têm sido testados com sucesso no controle de várias podridões em plantas.

A crescente preocupação com o conceito de qualidade mercadológica e com a preservação do ambiente tem aumentado a procura por frutas saudáveis e sem resíduos de agroquímicos (ROSWALKA et al., 2008; NOGUEIRA et al., 2011). O presente trabalho objetivou avaliar o efeito de produtos alternativos aos agroquímicos no controle da antracnose na pós-colheita de mangas 'Ubá'.

MATERIAL E MÉTODOS

Mangas 'Ubá' fisiologicamente maduras foram obtidas no pomar experimental da Fazenda Sementeira, pertencente à Universidade Federal de Viçosa (UFV), localizada no município de Visconde do Rio Branco, MG, situado em 21° 00' 37''S, 42° 50' 26''W, a uma altitude de 352 m em relação ao nível do mar, sendo o clima tipo Cwa, segundo classificação de Köppen.

Em seguida, foram transportadas até o Galpão de Pós-Colheita do Setor de Fruticultura do Departamento de Fitotecnia da UFV em caixas forradas com plástico-bolha e em camadas únicas para evitar ferimentos. Posteriormente, foi realizada a seleção de acordo com a ausência de injúrias e podridões, uniformidade de cor e tamanho. Após a seleção, os frutos foram lavados com detergente neutro 2 mL/L e enxaguados em água potável. Logo após, foram desinfestados em solução de hipoclorito de sódio a 0,5% (v/v) durante três minutos, novamente enxaguados em água potável e colocados para secar ao ar.

Após esse processo, as mangas foram inoculadas com o fungo *C. gloeosporioides* através da pulverização de uma suspensão de conídios na concentração de $2,5 \times 10^5$ conídios/mL, com o uso de pulverizador manual. Logo após a secagem da suspensão do inóculo, os frutos foram pulverizados até o completo molhamento com um dos seguintes produtos: água destilada (testemunha) + tween 20 (8 mL/L de solução), Prochloraz (1,10 mL de Sportak 450 EC/L de solução), óleo de alho (10 mL/L + 8 mL/L de tween 20), óleo de amêndoa de *A. aculeata* + leite em pó instantâneo (LPI) (25 mL/L + 10 g LPI/L), óleo de amêndoa de *A. aculeata* + tween (25 mL/L + 8 mL/L de tween 20), biofertilizante agro-mos® (100 µL/L), óleo de neen (10 mL/L + 8 mL/L de tween 20), quitosana (10 mL/L + 8 mL/L de tween 20) e biomassa cítrica (10 mL/L + 8 mL/L tween 20). O solvente utilizado foi água destilada.

Utilizou-se leite em pó instantâneo como emulsificante natural. Este produto contém lecitina, que facilita a dissolução do óleo na água, além de ser um produto facilmente disponível.

Os frutos foram acondicionados em grupos de três em bandejas de poliestireno expandido e armazenados em câmara a $21\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 1\text{ }^{\circ}\text{C}$ e 90% UR, onde permaneceram por 14 dias, sendo avaliados a cada dois dias. O experimento foi conduzido em parcelas subdivididas no tempo, tendo-se nas parcelas os produtos testados (10 produtos) e nas subparcelas, os dias de avaliações (0, 2, 4, 6, 8, 10, 12 e 14 dias). O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado com dez repetições e cada unidade experimental constituída de três frutos. Avaliou-se o período de incubação, período latente, perda de massa fresca (gravimetria), produção de CO_2 e, diariamente, a severidade e incidência da doença.

A produção de CO_2 pelos frutos foi determinada a cada dois dias, sendo utilizadas quatro repetições para cada tratamento. As determinações foram feitas por cromatografia gasosa, utilizando-se um cromatógrafo a gás Gow Mac série 550 equipado com detector de condutividade térmica. As condições de trabalho foram: fluxo de 40,0 mL/min de gás hélio, que foi o gás de arraste; corrente elétrica de 150 mA; temperaturas da coluna, do detector e do injetor de 50, 70 e 80 $^{\circ}\text{C}$, respectivamente; e temperatura ambiente em torno de 25 $^{\circ}\text{C}$.

O período de incubação compreendeu o intervalo entre a inoculação até o aparecimento dos primeiros sintomas (PARLEVLIET, 1975). Já o período latente compreendeu o período entre a inoculação e o aparecimento dos primeiros sinais do patógeno.

A severidade refere-se à proporção de área de tecido colonizado e sua determinação foi feita com o auxílio de escala diagramática específica para a antracnose em mangas, variando de 0 – 1% (sem doença), 1 – 5% (doença leve), 6 – 9% (doença moderada), 10 – 49% (doença severa) e 50 – 100% de área lesionada/fruto (doença muito severa) (CORKIDI et al., 2006).

A incidência da doença foi calculada pelo número de frutos sintomáticos em cada tratamento, onde a % Incidência = $(\text{N}^{\circ} \text{ de frutos sintomáticos} / \text{N}^{\circ} \text{ total de frutos}) \times 100$.

A partir dos dados de severidade e incidência da antracnose, calcularam-se os valores da Área Abaixo da Curva de Progresso da Doença (AACPD) para cada tratamento, conforme metodologia proposta por Shaner & Finney (1977).

Os dados foram submetidos à análise de regressão não-linear e analisados com o auxílio do Sistema de Análises Estatísticas e Genéticas (SAEG, 2007). Para a análise de produção de CO₂, a estatística foi descritiva e para AACPD, teste de Tukey (P<0,05).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A incidência da doença ajustou-se a um modelo sigmoidal (Figura 1).

As respostas à incidência do inóculo de *C. gloesporioides* em mangas tratadas com diferentes produtos alternativos e com fungicida, quanto a AACPA diferiram estatisticamente. Observou-se inicialmente menor AACPA (Figura 1A) nos frutos tratados com óleo de amêndoa de *A. aculeata* + LPI.

A partir do quarto dia após a inoculação, houve uma rápida ascensão da percentagem de frutos colonizados tratados com óleo de neen, biomassa cítrica e água + tween. Em frutos tratados com óleo de amêndoa de *A. aculeata* + LPI, agro-mos® e água a incidência da doença aumentou de forma mais gradual, atingindo seu máximo entre o sétimo e o oitavo dia após a inoculação. Frutos tratados com Prochloraz, quitosana, óleo de alho e óleo de amêndoa de *A. aculeata* + tween apresentaram a mesma tendência na percentagem de frutos colonizados, sendo maior no tratamento com óleo de amêndoa de *A. aculeata* + tween e menor com a quitosana. A partir do nono dia após a inoculação, a incidência atingiu 100% em todos os tratamentos (Figura 1).

Esses resultados confirmam a importância do controle da antracnose na pós-colheita de manga, visto que a simples presença dos sintomas desqualifica o fruto para a comercialização.

Carnelossi et al. (2009) relataram que os efeitos da biomassa cítrica não diferiram significativamente dos efeitos da testemunha com inoculação, quando trabalharam com o controle pós-colheita de antracnose em mamão.

Sousa et al. (2012) avaliaram o efeito fungitóxico do óleo de neen, sobre o desenvolvimento do fungo *C. gloesporioides*, “in vitro” e em frutos de pimenta de cheiro (*Capsicum chinense*) em pós colheita na concentração de 0,2%; 0,4%; 0,6%; 0,8% e 1,0% adicionados ao meio de cultura BDA e constataram que a utilização do óleo em todas as cinco concentrações utilizadas obteve os melhores resultados quanto a inibição do crescimento do fungo, contradizendo com os resultados obtidos nesse experimento.

Os valores de severidade da doença ajustaram-se ao modelo sigmoidal em função dos dias de avaliação para todos os produtos testados (Figura 2).

Houve diferença estatística quanto AACPA (Figura 2), mas apenas os frutos tratados com fungicida apresentaram menor AACPA quando comparadas aos demais tratamentos.

Os frutos, de um modo geral, apresentaram valores crescentes de severidade, os tratados com água, água + tween, agro-mos® e óleo de neen exibiram maior área colonizada pelo patógeno. O tratamento com Prochloraz não impediu a incidência de antracnose nos frutos, mas reduziu a severidade da doença em relação a todos os outros tratamentos.

O óleo de amêndoa de *A. aculeata* + LPI e o Prochloraz foram os mais eficientes em conter a colonização do patógeno até o oitavo dia após a inoculação. Porém, logo em seguida, os frutos tratados com óleo de amêndoa de *A. aculeata* + LPI se igualaram àqueles tratados com a maioria dos demais produtos. Os valores encontrados da área colonizada pelo fungo no tratamento com Prochloraz foi 39,06% e 36,86% menor em relação ao agro-mos® e à água, respectivamente (Figura 2).

No oitavo dia após a inoculação, apenas o Prochloraz se destacou no controle da doença (Figura 2), retardando o aumento da severidade em 56,26% e, no último dia de avaliação, em relação à média dos demais produtos.

Lima et al. (2008), avaliando o efeito de produtos naturais no controle de antracnose em manga ‘Ômega’, observaram que o óleo de amêndoa de *A. aculeata* + LPI foi o melhor tratamento em relação à severidade e a área necrosada.

Quanto ao período de incubação, com exceção dos tratamentos óleo de amêndoa de *A. aculeata* + LPI e o Prochloraz que apresentaram os primeiros sintomas no quinto dia, os demais tratamentos avaliados apresentaram os sintomas da doença no quarto dia. No entanto, foram observadas diferenças na intensidade com que a doença afetava o fruto.

Em relação ao período latente, os frutos tratados com biomassa cítrica, quitosana, óleo de alho, agro-mos®, água e água + tween apresentaram o sinal da doença nos dias 12,5; 12,7; 12,1; 12,4; 12,6; 12,5 dias após a inoculação, respectivamente. Nos frutos tratados com óleo de amêndoa de *A. aculeata* + LPI e óleo de amêndoa de *A. aculeata* + tween as estruturas do patógeno tornaram-se visíveis apenas nos dias 13 e 14 de avaliação, sugerindo efeito inibitório de seus princípios ativos sobre as estruturas do patógeno. Os frutos tratados com Prochloraz não

apresentaram sinal da doença no período avaliado. Do ponto de vista da pós-colheita, quanto maior for o tempo para o aparecimento de estruturas do patógeno, menores serão as chances de um fruto colonizado contaminar um fruto sadio.

Os valores de perda de massa da matéria fresca ajustaram-se a um modelo linear crescente em função dos dias de avaliação, para todos os produtos (Figura 3).

Os maiores valores de perda de massa da matéria fresca (PMMF) foram observados nos frutos tratados com óleo de alho e biomassa cítrica, com 8,31% e 8,44%, no dia 14, respectivamente e, logo em seguida, situaram-se os frutos do tratamento com Prochloraz (Figura 3).

Após a inoculação, durante todo o período de avaliação, as mangas pulverizadas com óleo de amêndoa de *A. aculeata* + LPI e óleo de neen foram as que apresentaram menor perda de matéria fresca em relação a todos os outros tratamentos, sendo 6,34% e 6,37%, respectivamente. No entanto, esses resultados referentes à perda de umidade pelos frutos, já são considerados níveis que causam enrugamento e murchamento das mangas o que comprometem o aspecto visual e reduzem o seu valor comercial (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

Os frutos, até o segundo dia após a inoculação, apresentaram taxas respiratórias reduzidas. A partir de então, observou-se elevação na produção de CO₂, com exceção do óleo de amêndoa de *A. aculeata* + LPI e óleo de amêndoa de *A. aculeata* + tween, que mantiveram a taxa respiratória crescente até o dia 12. Esse comportamento pode ser explicado pela formação de uma camada protetora que provavelmente formou-se devido a maior concentração de óleo utilizada no tratamento óleo de amêndoa de *A. aculeata* em relação aos outros tratamentos. No dia 14 ocorreu redução na respiração (Figura 4).

Os frutos tratados com água, água + tween apresentaram o pico climatérico da respiração no quarto dia de avaliação, naqueles tratados com os demais produtos o pico ocorreu no oitavo dia após os tratamentos (Figura 4).

Após o pico respiratório houve declínio da produção de CO₂ (pós-climatérico), tornando a elevar-se entre 12 a 14 dias após a inoculação para os frutos tratados com óleo de neen, quitosana, óleo de alho, agro-mos®, água, água + tween e Prochloraz. (Figura 4). Nesses, o aumento da severidade e, conseqüentemente, da área da casca lesionada pela doença, verificada a partir do dia 12 após os tratamentos, elevou a produção de etileno, o que explica a retomada da elevação na produção de CO₂. A respiração do próprio fungo também deve ter contribuído para esse aumento final da produção de CO₂ (MARENCO; LOPES, 2007).

De acordo com os resultados encontrados, há ainda necessidade de estudos mais detalhados com os produtos no que se refere ao modo de aplicação, tempo de imersão dos frutos, concentração, pH e temperatura da calda, possibilidade da utilização destes produtos como sanitizantes, dentre outros, devendo ser esses produtos testados em condições comerciais.

CONCLUSÃO

Dentre os produtos alternativos testados, óleo de amêndoa de *A. aculeata*, tanto com tween como com o LPI, foram os que se mostraram mais efetivos no controle do agente da antracnose em mangas ‘Ubá’, enquanto o agro-mos® foi o menos efetivo.

AGRADECIMENTO

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pelo apoio financeiro à condução deste trabalho.

REFERÊNCIAS

- ABREU, F. M.; LOURENÇO, S. A.; BASSETTO, E.; GONÇALVES, F. P.; MARTINS, M. C.; AMORIM, L. Efeito de sanificantes no controle pós-colheita da podridão parda (*Monilinia fructicola*) e da podridão mole (*Rhizopus stolonifer*) em pêssegos. **Summa Phytopathologica**, Botucatu, v. 34, n. 1, p. 83-85, 2008.
- BAGSHAW, J. **Mango pest and disorders**. Queensland: Department of Primary Industries, p. 44, 1989.
- BAUTISTA-BANÓS, S.; HERNANDEZ-LAUZARDO, A. N.; VELAZQUEZ-DEL VALLE, M. G.; HERNÁNDEZ-LOPEZ, M.; BARKA, E. A.; BOSQUEZ-MOLINA, E.; WILSON, C. L. Chitosan as a potencial natural compound to control pre and postharvest diseases of horticultural commodities. **Crop Protection**, Amsterdam, v. 25, n. 2, p. 108-118, 2006.
- CAMILI, E. C.; BENATO, E. A.; PASCHOLATI, S. F.; CIA, P. Avaliação da quitosana, aplicada em pós-colheita, na proteção de uva ‘Itália’ contra *Botrytis cinerea*. **Summa Phytopathologica**, Botucatu, v. 33, n. 3, p. 215-221, 2007.
- CARNELOSSI, P. R.; SCHWAN-ESTRADA, K. R. F.; CRUZ, M. E. S.; ITAKO, A. T.; MESQUINI, R. M. Óleos essenciais no controle pós-colheita de *Colletotrichum gloeosporioides* em mamão. **Revista Brasileira de Plantas Medicinais**, Botucatu, v. 11, n. 4, p. 399-406, 2009.
- CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. **Pós-colheita de frutos e hortaliças: fisiologia e manuseio**. 2 ed. Lavras: UFLA, 2005, 785 p.

CORKIDI, G.; BALDERAS-RUIZ, K. A.; TABOADA, B.; SERRANO-CARREÓN, L.; GALINDO, E. Assessing mango anthracnose using a new three-dimensional image-analysis technique to quantify lesions on fruit. **Plant Pathology**, Cuernavaca, v. 55, p. 250-257, 2006.

FIORI, A. C. G.; SCHWAN-ESTRADA, K. R. F.; STANGARLIN, J. R.; VIDA, J. B.; SCAPIM, C. A.; CRUZ, M. E. S.; PASCHOLATI, S. F. Antifungal activity of leaf extracts and essential oils of some medicinal plants against *Didymella bryoniae*. **Journal of Phytopathology**, Weinheim, v. 148, p. 483-487, 2000.

LIMA, C. A.; JUNQUEIRA, N. T. V.; SOUZA, L. S.; SILVA, D. G. P.; JUNQUEIRA, K. P.; SANTOS, E. C. Efeito de produtos naturais no controle de antracnose na manga em pós-colheita. IX Simpósio Nacional Cerrado, II Simpósio Internacional Savanas Tropicais. Brasília, **Anais...** Brasília-DF, 2008.

MARENCO, R. A.; LOPES, N. F. **Fisiologia vegetal**: fotossíntese, respiração, relações hídricas e nutrição mineral. 2. Ed. Rev. Ampl. Viçosa, MG: Editora UFV, 2007. 469 p.

MOSSINI, S. A. G.; KEMMELMEIER, C. A árvore Nim (*Azadirachta indica* A. Juss): Múltiplos Usos. **Acta Farmacêutica Bonaerense**, Maringá, v. 24, n. 1, p. 139-48, 2005.

PARLEVLIET, J. E. Partial resistance of barley of leaf rust. *Puccinia hordei* I. Effect of cultivar and development stage on latent period. **Euphytica**, Wageningen, v. 24, n. 1 p. 21-27, 1975.

NOGUEIRA, D. R. S.; ALBUQUERQUE, L. B.; ARAUJO, J. A. M.; VALE, E. V. G. SALES JR., R. Eficiência de *Bacillus subtilis* e *B. pumilus* no controle de *Podosphaera xanthii* em meloeiro. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, Mossoró, v. 6, n. 3, p. 125-130, 2011.

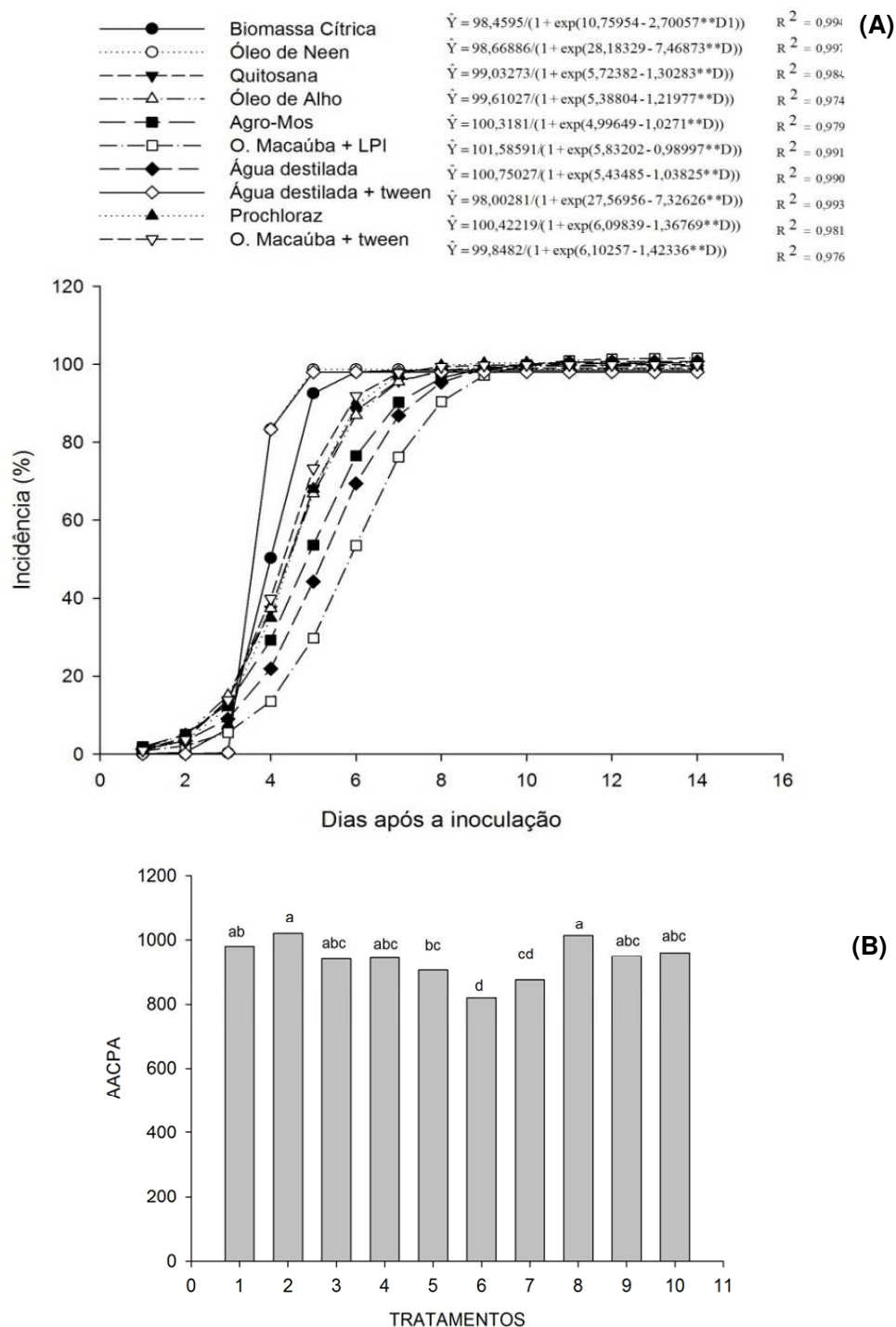
ROSA, R. C. T.; CAVALCANTI, V. A. L. B.; COELHO, R. S. B.; PAIVA, J. E. Efeito de produtos alternativos e de fungicidas no controle do míldio da videira. **Summa Phytopathologica**, Botucatu, v. 34, n. 3, p. 256-258, 2008.

ROZWALKA, L. C.; LIMA, M. L. R. Z. C.; MIO, M. L. L.; NAKASHIMA, T. Extratos, decoctos e óleos essenciais de plantas medicinais e aromáticas na inibição de *Glomerella cingulata* e *Colletotrichum gloeosporioides* de frutos de goiaba. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 38, n. 2, p. 301-307, 2008.

SAEG – Sistema para análise estatística. Versão 9.1. Viçosa, MG: Fundação Arthur Bernades, UFV, 2007.

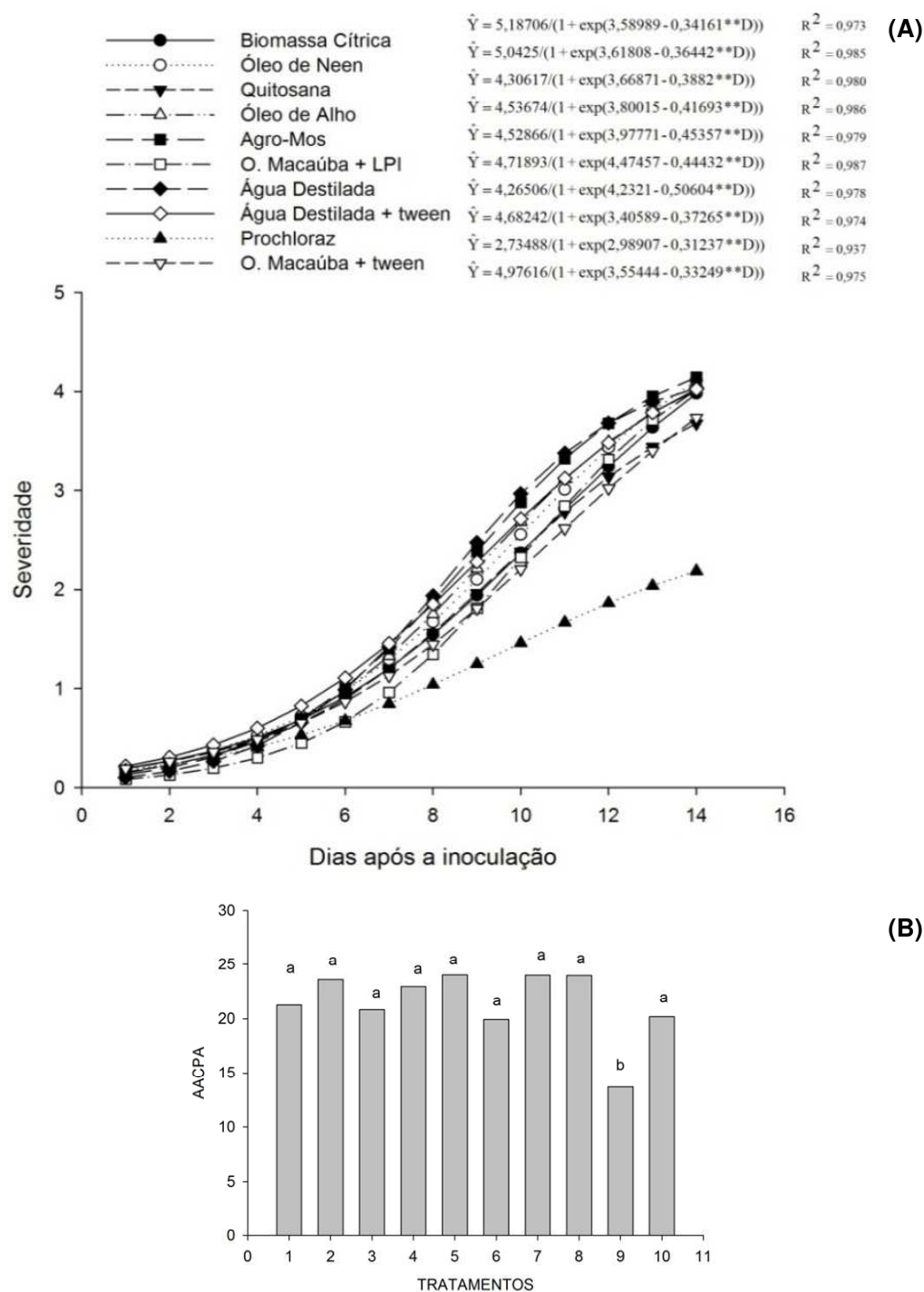
SHANER, G.; FINNEY, R. E. The effect of nitrogen fertilization on the expression of slow mildewing resistance in Knox wheat. **Phytopathology**, Saint Paul, v. 67, p. 1051-1056, 1977.

SOUSA, R. M. S.; SERRA, I. M. R. S.; MELO, T. A. Efeito de óleos essenciais como alternativa no controle de *Colletotrichum gloeosporioides*, em pimenta. **Summa Phytopathologica**, Botucatu, v. 38, n. 1, p. 42-47, 2012.



Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

Figura 1 - Curvas de progresso de incidência da antracnose (A), e a área abaixo da curva de progresso da antracnose (AACPA) (B) em mangas ‘Ubá’ inoculadas *Colletotrichum gloeosporioides*, tratadas com fungicida e diferentes produtos alternativos aos agroquímicos, e armazenadas a 21 ± 1 °C e 90% de UR por 14 dias (D).



Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

Figura 2 - Curvas de progresso de severidade da antracnose (A), e a área abaixo da curva de progresso da antracnose (AACPA) (B) em mangas 'Ubá' inoculadas *Colletotrichum gloeosporioides*, tratadas com fungicida e diferentes produtos alternativos aos agroquímicos, e armazenadas a 21 ± 1 °C e 90% de UR por 14 dias (D).

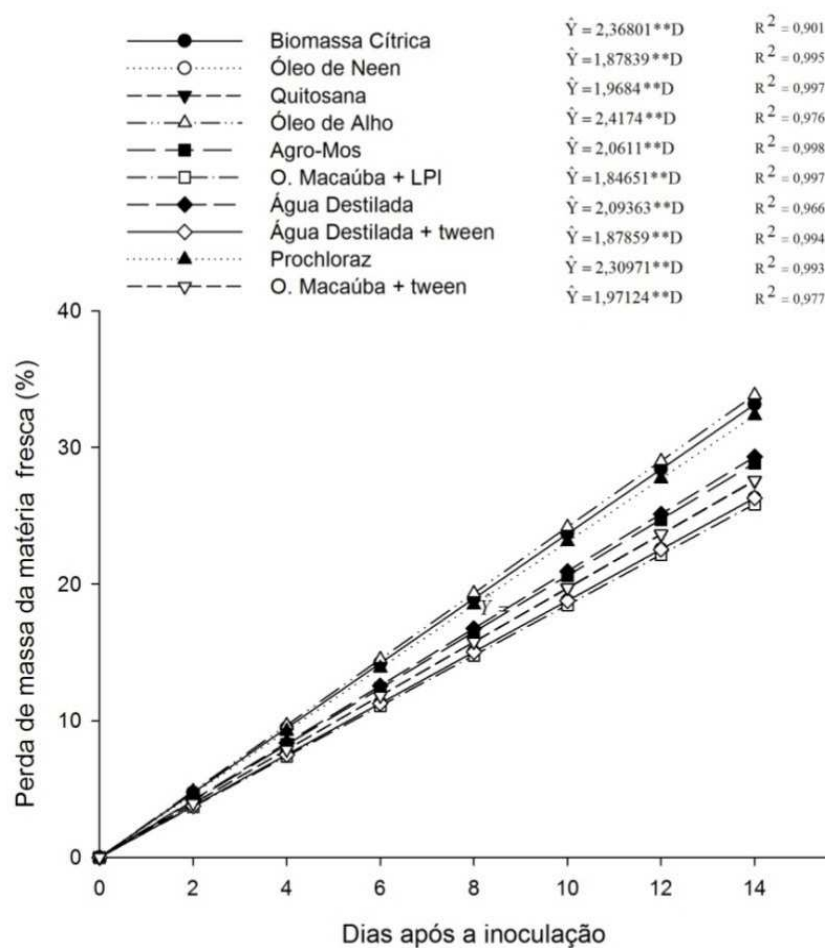


Figura 3 - Estimativa da perda de massa da matéria fresca em mangas ‘Ubá’ inoculadas com *Colletotrichum gloeosporioides*, tratadas com fungicida e diferentes produtos alternativos aos agroquímicos e armazenadas a 21 ± 1 °C e 90% de UR por 14 dias (D).

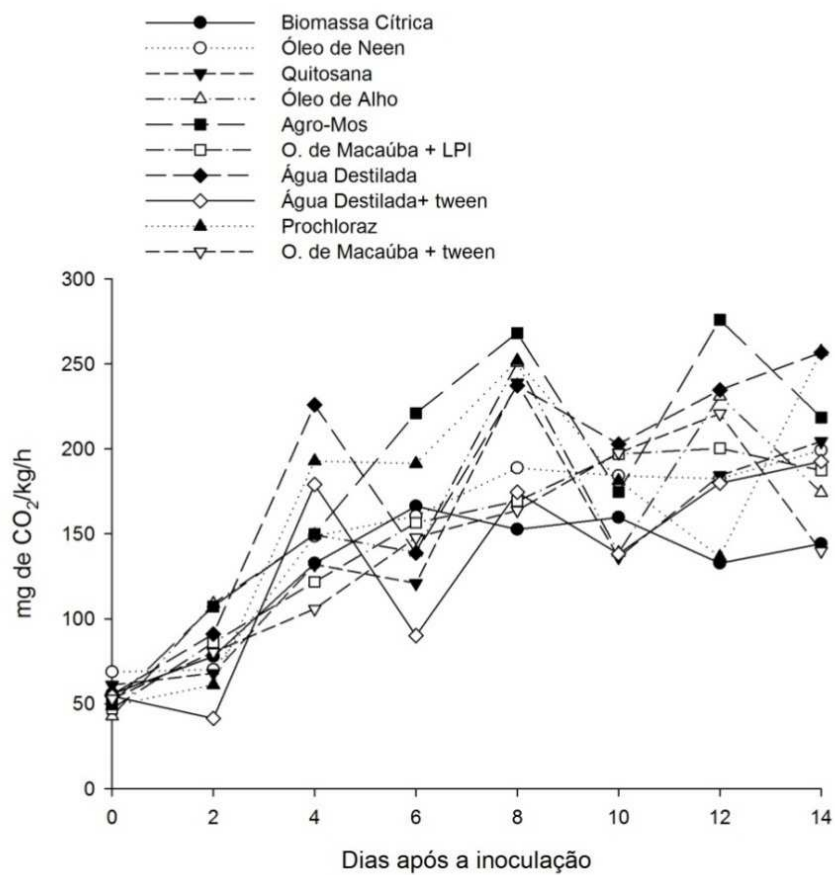


Figura 4 - Taxa respiratória (mg de CO₂/kg/h) de mangas ‘Ubá’ inoculadas com *Colletotrichum gloeosporioides*, tratadas com fungicida e diferentes produtos alternativos aos agroquímicos e armazenadas a 21 ± 1 °C e 90% de UR por 14 dias (D).

CONCLUSÕES GERAIS

O desenvolvimento da inflorescência e dos frutos da mangueira 'Ubá' na região da Zona da Mata Mineira dura entre 154 a 168 dias, com poucas variações de um ano para o outro e a porcentagem de fixação dos frutos não ultrapassa a 0,1%. Na 18ª semana após a antese, os frutos estavam no ponto de colheita para comercialização, após o acúmulo de 2.029 unidades de calor (UC).

Frutos colhidos na 19ª semana após a antese e tratados com etileno exógeno apresentam coloração de polpa e da casca mais intensa e uniforme, maior teor de sólidos solúveis e açúcares totais em relação aos frutos colhidos na 15ª, 17ª e 21ª semana após a antese, já a partir do oitavo dia de armazenamento. Contudo, se colhidos na 17ª semana e tratados com etileno exógeno, os frutos também alcançam qualidade comercial.

Frutos de manga 'Ubá' expostos ao etileno e carbureto de cálcio por diferentes períodos na pós-colheita tiveram o seu amadurecimento antecipado e uniformizado. Os tempos de exposição de 12 e 24 horas, tanto de etileno quanto de carbureto de cálcio, no nono dia de avaliação resultaram em frutos com o amadurecimento completo e de boa qualidade. Por outro lado, a exposição dos frutos por 48 horas a ambos os produtos provocou redução nos teores de algumas características importantes na seleção de frutos de qualidade.

O amadurecimento dos frutos na temperatura de 16 °C resultou em maior tempo gasto para o completo amadurecimento de mangas 'Ubá' após a aplicação de etileno e em frutos de ótima qualidade. Esta opção pode ser utilizada para o transporte de frutas para longas distâncias. O uso de temperaturas mais elevadas no amadurecimento, como

19 e 22 °C antecipa esse processo e, conseqüentemente, a senescência do fruto, restringindo sua comercialização aos locais mais próximos ao de cultivo.

Os óleos de amêndoa de *Acrocomia aculeata*, tanto com tween como com o LPI demonstraram ser os produtos alternativos aos agrotóxicos convencionais de maior eficácia no controle da antracnose na pós-colheita da manga 'Ubá'. Por outro lado, o agro-mos® caracterizou-se como um dos menos eficientes no controle do patógeno.

REFERÊNCIAS

ABDI, N.; HOLFORD, P.; MCGLASSON, W. B.; MIZRAHI, Y. Ripening behavior and responses to propylene in four cultivars of japanese type plums. **Postharvest Biology and Technology**, v. 12, p. 21-34, 1997.

ABELES, F. B.; MORGAN, P. W.; SALTVEIT, M. E. **Ethylene in plant biology**. 2.ed. San Diego: Academic Press, 1997, 414 p.

ABREU, F. M.; LOURENÇO, S. A.; BASSETTO, E.; GONÇALVES, F. P.; MARTINS, M. C.; AMORIM, L. Efeito de sanificantes no controle pós-colheita da podridão parda (*Monilinia fructicola*) e da podridão mole (*Rhizopus stolonifer*) em pêssegos. **Summa Phytopathologica**, Botucatu, v. 34, n. 1, p. 83-85, 2008.

AGAR, I. T.; BIASI, W. V.; MITCHAM, E.J. Exogenous ethylene accelerates ripening responses in Bartlett pears regardless of maturity or growing region. **Postharvest Biology and Technology**, v. 17, p. 67-78, 1999.

AGUILA, J. S. D.; ORTEGA, E. M. M.; AGUILA, L. S. H.; KLUGE, R. A. Efeito de diferentes temperaturas de aplicação ou não de etileno exógeno sobre a qualidade da manga 'Tommy Atkins'. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 33, p. 298-305, 2011.

ALBUQUERQUE, J. A. S.; MEDINA, V. D.; MOUCO, M. A. C. Indução floral. In: GENU, P. J. C.; PINTO, C. A. Q. (ed.). **A cultura da mangueira**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, cap. 13, 2002, p. 259-276.

ÁLVARES, V. S.; CORRÊA, P. C.; VIEIRA, G.; FINGER, F. L.; AGNESINI, R. V. Análise da coloração da casca de banana prata tratada com etileno exógeno pelo método químico e instrumental. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, Campina Grande, v. 5, n. 2, p. 155-160, 2003.

ALVES, R. E.; FILGUEIRAS, H. A. C.; MENEZES, J. B.; ASSIS, J. S.; LIMA, M. A. C.; AMORIM, T. B. F.; MARTINS, A. G. Colheita e pós-colheita. In: GENÚ, P. J. de C.; PINTO, A. C. Q. **A cultura da mangueira**. 1.ed. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica. Cap. 17, 2002, p. 381-405.

AMARANTE, C. V. T.; MEGGUER, C. A. Qualidade pós-colheita de frutos de butiá em função do estágio de maturação na colheita e do manejo da temperatura. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 38, n. 1, p. 46-53, 2008.

ANVISA – Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Instrução Normativa Nº 12. Disponível em <<http://e-legis.bvs.br/leisref/public/showAct.php>>. Acesso em: 23 de agosto de 2013.

AOAC. Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists International. 16.ed. Washington: AOAC, v. 2, p. 37-10, 42-2, 44-3, 45-16, 1997.

AZZOLINI, M.; JACOMINO, A. P.; BRON, I. U. Índices para avaliar qualidade pós-colheita de goiabas em diferentes estádios de maturação. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 39, n. 2, p. 139-145, 2004.

BALOGH, M. K.; BIBI, F. Effect of harvesting and storage conditions on the post-harvest quality and shelf life of mango (*Mangifera indica* L.) fruit. **South African Journal of Botany**, v. 83, p. 109-116, 2012.

BARROS, L. M.; PAIVA, J. R.; CAVALCANTI, J. J. V.; ARAUJO, J. P. P. Cajueiro. In: BRUCKNER, C.H. (Ed). **Melhoramento de fruteiras tropicais**. Viçosa: UFV, 2002, p. 159-176.

BAUTISTA-BAÑOS, S.; HERNÁNDEZ-LAUZARDO, A. N.; VELÁZQUEZ-DEL VALLE, M. G.; HERNÁNDEZ-LÓPEZ, M.; AIT BARKA, E.; BOSQUEZ-MOLINA, E.; WILSON, C. L. Chitosan as a potential natural compound to control pre and postharvest diseases of horticultural commodities. **Crop Protection**, v. 25, p. 108-118, 2006.

BENEVIDES, S. D.; RAMOS, A. M.; STRINGHETA, P. C.; CASTRO V. C. Qualidade da manga e polpa da manga Ubá. **Ciência Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 28, n. 3, p. 571-578, 2008.

BERNIZ, P. J. **Avaliação industrial de variedades de manga (*Mangifera indica* L.) para elaboração de néctar**. 1984. 57 f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1984.

BHUVIA H. P.; PATEL J. C.; AMIN H. D. The effect of ethrel on ripening of some varieties of mango (*Mangifera indica* L.) fruits. **Indian Journal of Agricultural Research**, v. 12, p. 263-265, 1978.

BIALE, J. B.; YOUNG, R. E. Growth, maturation and senescence in fruits. **Science**, Washington, v. 146, n. 3646, p. 880-888, 1964.

BIALE, J. B.; YOUNG, R. E. Respiration and ripening in fruits. Retrospect and prospect. In: FRIEND, J.; RHODES, M. J. C. (Eds). **Recent advances in the biochemistry of fruits and vegetables**. London, Academic Press., 1981, p. 1-37.

BLEINROTH, E. W. Colheita e beneficiamento. In: GORGATTI, N. A.; GARCIA, A. E.; ARDITO, E. F. G.; GARCIA, E. E. C.; BLEINROTH, E. W.; MATALIO, M.; CHITARRA, M. I. F.; BORIN, M. R. (Eds.). **Goiaba para Exportação: Procedimentos de Colheita e Pós-Colheita**, EMBRAPA, Brasília, 1996, p. 12-23.

BLEINROTH, E. W. Colheita, embalagem, maturação e conservação da manga. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE A CULTURA DA MANGUEIRA, Jaboticabal. **Anais...** Jaboticabal: UNESP, p. 149-163, 1980.

BLEINROTH, E. W. Determinações do ponto de colheita. In: GORGATTI NETO, A.; GAYET, J. P.; BLEINROTH, E. W.; MATALLO, M.; GARCIA, A. E.; ARDITO, E. F. G.; GARCIA, E. E. C.; BORDIM, M. R. **Mangas para exportação: procedimentos de colheita e pós-colheita**. MAARA/SDR, Brasília: EMBRAPA-SPI, 1994, p. 11-28.

BONGHI, C.; PAGNI, S.; VIDRIH, R.; RAMINA, A.; TONUTTI, P. Cell wall hydrolases and amylase in kiwifruit softening. **Postharvest Biology and Technology**, v. 9, p. 19-29, 1996.

BRADY, C. J. Biochemical and molecular approaches to fruit ripening and senescence. In: CHAMP, B. R.; HIGHLEY, E.; JOHNSON, G. I. (Eds.). **Postharvest handling of tropical fruits: proceedings of an international conference held at Chiang Mai**. Canberra: ACIAR, 1994, p. 205-217.

BRASIL. Ministério da Agricultura e do Abastecimento. Leis, Decretos, etc. Instrução Normativa Nº 1, de 7 de janeiro de 2000. Regulamento técnico geral para fixação dos padrões de identidade e qualidade para polpa de frutas. **Diário Oficial da União**, n. 6, Brasília, 10 de janeiro de 2000. Seção 1, p. 54-58.

BRAZ, V. B.; NUNES, E. S.; VIEIRA, G.; RIBEIRO, J. I.; BERTINI, L. A.; COUTO, F. A. Indução do amadurecimento de mangas cv. Tommy Atkins e cv. Ubá pela aplicação de ethepon pós-colheita. **Bragantia**, Campinas, v. 67, n. 1, p. 225-232, 2008.

BURONDKAR, M. M. et al. Estimation of heat units as maturity indices for different mango varieties in Konkan region of Maharashtra. **Acta Horticulturae**, Leuven, n. 509, p. 297-299, 2000.

CAMPESTRE, C.; MARSILIO, V.; LANZA, B.; IEZZI, C.; BIANCHI, G. Phenolic compounds and organic acids change in black oxidized table olives. **Acta Horticulturae** (ISHS), n. 586, p. 575-578, 2002.

CARDELLO, H. M. A. B.; CARDELLO, L. Teor de vitamina C, atividade de ascorbato oxidase e perfil sensorial de manga (*Mangifera indica* L.) var. Haden, durante o amadurecimento. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 18, n. 2, p. 211-217, 1998.

CARVALHO, L. M.; LEMOS, J. P.; VIECCELLI, J. C.; BRANDÃO, F. M.; SIQUEIRA, D. L. Desenvolvimento da inflorescência da mangueira 'Palmer' em Viçosa-MG. In: XIII Encontro Latino Americano de Iniciação Científica e IX Encontro Latino Americano de Pós-Graduação, 2009. São José dos Campos, **Anais...** São José dos Campos: UNIVAP, 2009.

CASTRILLO, M.; KRUGER, N. J.; WHATHEY, F. R. Sucrose metabolism in mango fruit during ripening. **Plant Science**, Shannon, v. 84, n. 1, p. 45-51, 1992.

CASTRO NETO, M. T.; REINHARDT, D. H. Relações entre parâmetros de crescimento do fruto da manga cv. Haden. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 25, n. 1, p. 35-37, 2003.

CHAUDHRI, S. A. Mango. In: GARDNER, R. S.; CHAUDHRI, S. A. **The propagation of tropical fruits trees**. England: CAB International, p. 403-474, 1976.

CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. **Pós-colheita de frutas e hortaliças: fisiologia e manuseio**. 2.ed. revisada e ampliada Lavras: UFLA, 2005, 785 p.

CIA, P.; PASCHOLATI, S. F.; BENATO, E. A. Indução de resistência no manejo de doenças pós-colheita. In: RODRIGUES, F. A.; ROMEIRO, R. S. (Org.). **Indução de Resistência em Plantas a Patógenos**. Anais da III Reunião Brasileira sobre Indução de Resistência em Plantas a Patógenos. 1.ed. Viçosa: UFV, v. 1, 2007, p. 245-268.

CONEGLIAN, R. C. C.; RODRIGUES, J. D. Efeito da aplicação de etileno no pH, acidez, índice refratométrico e açúcares totais de frutos de manga, colhidos em estágio pré-climatérico. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v. 50, n. 2, p. 185-192, 1993.

CONEGLIAN, R. C. C.; RODRIGUES, J. D. Influência do etileno sobre características químicas de frutos de manga var. Keitt, colhidos em estágio pré-climatérico. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v. 51, n. 1, p. 36-42, 1994.

CRUZ, C. D. Genes - A software package for analysis in experimental statistics and quantitative genetics. **Acta Scientiarum**, v. 35, p. 271-276, 2013.

CRUZ, E. S.; RITZINGER, R.; SOARES FILHO, W. S. Caracterização Floral de Acessos de Umbu-Cajazeira da Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical. In: Jornada Científica Embrapa Mandioca E Fruticultura Tropical, 3, 2009, Cruz das Almas. **Anais...** Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical, 2009.

DEL AGUILA, J. S.; GAZZOLA, A. E.; SILVA, M. M.; ORTEGA, E. M. M.; HEIFFIG - DEL AGUILA, L. S.; KLUGE, R. A. **Tempo de exposição ao etileno no amadurecimento de manga ‘Tommy Atkins’**. VII Congresso Iberoamericano de Tecnologia. Postcosecha Y Agroexportaciones. AITEP 2012. La Plata, Argentina. 2012.

development of mango fruit cv Dashehari. **Journal of Horticultural Science**, London, v. 58, n. 3, p. 449-453, 1983.

DONADIO, L. C.; FERREIRA, F. R. Mangueira. In: BRUCKNER, C. H. (Ed.). **Melhoramento de Fruteiras Tropicais**, Viçosa: UFV, 2002, p. 351-372.

FAO. **Food and Agriculture Organization**. Disponível em: <<http://faostat.fao.org>>. Acesso em: julho de 2014.

FIORAVANÇO, J. C.; PAIVA, M. C.; BIZZANI, E. Ethephon na antecipação da colheita e qualidade da ameixa cv. Reubennel. **Scientia Agraria**, v. 8, n. 2, p. 193-197, 2007.

FIORI, A. C. G.; SCHWAN-ESTRADA, K. R. F.; STANGARLIN, J. R.; VIDA, J. B.; SCAPIM, C. A. ; CRUZ, M. E. S.; PASCHOLATI, S. F. Antifungal activity of leaf extracts and essential oils of some medicinal plants against *Didymella bryoniae*. **Journal of Phytopathology**, v. 148, p. 483-487, 2000.

FRANCO, G. **Tabela de composição química dos alimentos**. 9.ed. São Paulo: Atheneu, 2003. 307 p.

HODGE, J. E.; HOFREITER, B. T. Determination of reducing sugars and carbohydrates. In: WHISTLER, R. L.; WOLFROM, M. L. (Ed.). **Methods in carbohydrate chemistry**. New York: Academic. v. 1, 1962, p. 380-394.

HOJO, E. T. D.; DURIGAN, J. F.; HOJO, R. H.; DONADON, J. R.; MARTINS, R. N. Uso de tratamento hidrotérmico e ácido clorídrico na qualidade de lichia 'Bengal'. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 33, n. 2, p. 386-393, 2011.

HONG, K.; XU, H.; WANG, J.; ZHANG, L.; HU, H.; JIA, Z.; GU, H.; HE, Q.; GONG, D. Quality changes and internal browning developments of summer pineapple fruit during storage at different temperatures. **Scientia Horticulturae**, v. 151, p. 68-74, 2013.

HUBBARD, N. L.; PHARR, D. M.; HUBER, S. C. Sucrose - phosphate synthase and other sucrose metabolizing enzymes in fruits of various species. **Physiologia Plantarum**, Copenhagen, v. 82, p. 191-196, 1991.

IBGE. **Área plantada, área colhida, quantidade produzida e valor da produção da lavoura permanente**. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br>>. Acesso em: julho de 2014.

IBGE. **Área plantada, área colhida, quantidade produzida e valor da produção da lavoura permanente**. Disponível em: <http://www.cnpmf.embrapa.br/planilhas/Manga_Brasil_2012.pdf>. Acesso em: 12 out. 2013.

JAVANMARDI, J.; KUBOTA, C. Variation of lycopene, antioxidant activity, total soluble solids and weight loss of tomato during postharvest storage. **Postharvest Biology and Technology**, v 41, p. 151-155, 2006.

JHA, S. N.; KINGSLEY, A. R. P.; CHOPRA, S. Physical and mechanical properties of mango during growth and storage for determination of maturity. **Journal of Food Engineering**, Davis, v. 72, n. 1, p. 73-76, 2006.

JOSEPH-ADEKUNLE, T. T.; OKELANA, M. A.; ADEKOYA, I. A. Storage of pineapple fruits under different conditions: implication on shelf life. Nigerian. **Journal of Horticulturae Science**, v. 14, p. 76-82, 2009.

JUNQUEIRA, N. T. V.; PINTO, A. C. Q.; CUNHA, M. M.; RAMOS, V. H. V. Controle das doenças da mangueira. In: ZAMBOLIM, M. L. (Org.). **Controle de Doenças de Plantas: fruteiras**. Viçosa, MG: UFV, v. 1, p. 323-404, 2002.

KADER, A. A. Fruit maturity, ripening and quality relationships. **Acta Horticulturae**, Leuven, n. 485, p. 203-208, 1999.

KAVATI, R. Práticas culturais em mangueiras no Estado de São Paulo. In: SIMPÓSIO SOBRE MANGICULTURA II, 1989. Jaboticabal, **Anais...** Jaboticabal: FUNEP, p. 99-108, 1989.

KAYS, S. J. **Postharvest physiology of perishable plant products**. Athens: Avi Publishing Co., p. 149-316, 1991.

KISHORE, G. K.; PANDE, S. Evaluation of essential oils and their components for broad-spectrum antifungal activity and control of late leaf spot and crown rot disease in peanut. **Plant Disease**, Quebec, v. 9, n. 4, p. 375-380, 2007.

KITTUR, F. S.; SAROJA, N.; HABIBUNNISA, N.; THARANATHAN, R. N. Polysaccharide based composite coating formulations for shelf-life extension of fresh banana and mango. **European Food Research and Technology**, v. 213, p. 306-311, 2001.

KODAWARA, R. K.; GAZZOLA, A. E.; AGUILA, J. S. DEL; KLUGE, R. A. Etileno exógeno em manga 'Tommy Atkins'. Em: 19ª SIICUSP - Simpósio Internacional de Iniciação Científica, 2011, Piracicaba-SP. Resumos. USP/ESALQ, 2011.

KOHATSU, D. S.; ZUCARELI, V.; BRAMBILLA, W. P.; EVANGELISTA, R. M. Qualidade de Frutos de Cajá-Manga Armazenados sob Diferentes Temperaturas. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal-SP, Volume Especial, E. 344-349, 2011.

KULKARNI, V. J., HAMILTON, D. **Ethylene and ethephon-induced fruit ripening in mango**. In: Horticulture Division Technical Annual Report. Technical Bulletin n. 221, Northern Territory, 1996, 134 p.

LAKSHMINARAYANA, S.; SABRHADRA, N. V.; SUBRAMANYAM, H. Some aspects of developmental physiology of mango fruit. **Journal of Horticultural Science**, Ashford, v. 45, p. 133-142, 1970.

LARRIEGAUDIERE, C.; PINTO, E.; VENDRELL, M. Differential effects of ethephon and seniphos on color development of 'Starking Delicious' Apple. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, v. 121, p. 746-750, 1996.

LELIÉVE, J.; LATCHÉ, A.; JONES, B.; BOUZAYEN, M.; PECH, J. Ethylene and fruit ripening. **Physiologia Plantarum**, v. 101, p. 727-739, 1997.

LICHTENTHALER, H. K. Chlorophylls and carotenoids: Pigments of photosynthetic biomembranes. **Methods in Enzymology**, v. 148, p. 349-382, 1987.

LIMA, M. A. C.; SILVA, A. L.; AZEVEDO, S. S. N. Evolução de indicadores do ponto de colheita em manga 'Tommy Atkins' durante o crescimento e a maturação, nas condições do Vale do São Francisco, Brasil. **Revista Ciência e agrotecnologia**, Lavras, v. 33, n. 2, p. 432-439, 2009.

LIMA-FILHO, J. M. P.; ASSIS, J. S.; TEIXEIRA, A. H. C.; CUNHA, G. A. P.; CASTRO NETO, M. T. Ecofisiologia. In: GENÚ, P. J. C.; PINTO, A. C. Q. **A cultura da mangueira**. 1.ed. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, cap. 3, p. 37-50, 2002.

- LIU, F. W. Banana response to low concentrations of ethylene. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, v. 101, p. 222-224, 1976a.
- LIU, F. W. Correlation between banana storage life and minimum treatment time required for ethylene response. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, v. 101, p. 63-65, 1976b.
- LUCENA, E. M. P. **Desenvolvimento e maturidade fisiológica de manga ‘Tommy Atkins’ no Vale do São Francisco**. 2006. 152 f. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2006.
- LUCENA, E. M. P.; ASSIS, J. S.; ALVES, R. E.; SILVA, V. C. M.; ENÉAS FILHO, J. Alterações físicas e químicas durante o desenvolvimento de mangas ‘Tommy Atkins’ no Vale do São Francisco, Petrolina-PE. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 29, n. 1, p. 96- 101, 2007.
- MAHAJAN, P. V.; OLIVEIRA, F. A. R.; MACEDO, I. Effect of temperature and humidity on the transpiration rate of the whole mushrooms. **Journal of Food Engineering**, v. 84, p. 281-288, 2008.
- MANGELS, A. R.; HOLDEN, J. M.; BEECHER, G. R.; FORMAN, M. R., LANZA, E. Carotenoid content of fruits and vegetables: an evaluation of analytic data. **Journal of the American Dietetic Association**, v. 93, p. 284-296, 1993.
- MANICA, Indução do florescimento em mangueiras. In: SÃO JOSÉ, A. R. et al. (Coord.). **Manga: tecnologia de produção de mercado**. Vitória da Conquista: DFZ/UESB, 1996, p. 140-144.
- MARO, L. A. C. **Controle do bolor verde em citros com produtos alternativos aos agroquímicos**. 2010. 81 f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa-MG, 2010.
- MARQUES, J. R.; HOFMAN, P.; NISSEN, R. **Mango postharvest manual**. Queensland: QDPI&F, 2007, 53 p.
- MARRIOTT, J.; NEW, S.; DIXON, E. A.; MARTIN, K. J. Factors affecting the preclimacteric period of banana fruit bunches. **Annals of Applied Biology**, v. 93, n. 1, p. 91-100, 1979.
- MATOS, A. P. **Manga Produção: aspectos técnicos**. Brasília: Embrapa, 2000. 63 p.
- McGLASSON, W. B. Ethylene and fruit ripening. **HortScience**, v. 20, p. 51-54, 1985.
- McGLASSON, W. B.; PRATT, H. K. Effects of ethylene on cantaloupe fruits harvested at various ages. **Plant Physiology**, v. 39, p. 120-127, 1964.
- McGUIRE, R. G. Reporting of objective color measurements. **HortScience**, v. 27, n. 12, p. 1254-1260, 1992.
- McREADY, R. M.; GUGGLOZ, J.; SILVEIRA, V.; OWENS, H. S. Determination of starch and amylose in vegetables: applications to peas. **Analytical Chemistry**, v. 22, p. 1156-1158, 1950.

- MEDINA, J. C. M.; BLEINROTH, E. W.; DE MARTIN, Z. J.; QUAST, D. G.; HASHIZUME, T.; FIGUEIREDO, N. M. S.; MORETTI, V. A.; CANTO, W. L.; BICUDO NETO, L. C. **Manga: da cultura ao processamento e comercialização**. Campinas: Instituto de Tecnologia de Alimentos, 1981. 399 p. (Série Frutas Tropicais, 8).
- MEDLICOTT, A. P.; N'DIAYE, M.; SIGRIST, J. M. M. Harvest Maturity and Concentration and Exposure Time to Acetylene Influence Initiation of Ripening in Mangos. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, v. 115, n. 3, p. 426-430, 1990.
- MEDLICOTT, A. P.; REYNOLDS, S. B.; THOMPSON, A. K. Effects of temperature on the ripening of mango fruit (*Mangifera indica* L.) var. Tommy Atkins. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, London, v. 37, n. 5, p. 469-474, 1986.
- MONTENEGRO, H. W. S. Clima e solo. In: RODRIGUES, O.; VIEIRA, F. C. P. **Citricultura Brasileira**. Campinas: Fundação Cargill, v. 1, p. 227-239, 1980.
- MORAES, D. M. **Desenvolvimento e maturação pós-colheita de frutos de manga (*Mangifera indica* L.) cv. 'Ubá'**. 1988. 36 f. Dissertação (Mestrado em Fisiologia Vegetal) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1988.
- MORAES, D. M.; PUSCHMANN, R.; LOPES, N. F. Respiração e desenvolvimento do fruto de mangueira cv. Ubá. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 22, n. especial, p. 37- 41, 2000.
- MORAIS, P. L. D.; FILGUEIRAS, H. A. C.; PINHO, J. L. N.; ALVES, R. E. Ponto de colheita ideal de mangas 'Tommy Atkins' destinadas ao mercado europeu. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 24, n. 3, p. 671-675, 2002.
- MOSQUEDA-VÁZQUEZ, R.; IRETA-OJEDA, A. Degree-days and base temperatures required for inflorescence and fruit development in mango 'Manila'. **Acta Horticulturae**, Leuven, n. 341, p. 232-237, 1993.
- MOSSINI, S. A. G.; KEMMELMEIER, C. A árvore Nim (*Azadirachta indica* A. Juss): Múltiplos Usos. **Acta Farm. Bonaerense**, v. 24, n. 1, p. 139-148, 2005.
- NASCIMENTO, F. R.; CARDOSO, M. G.; SOUZA, P. E.; LIMA, R. K.; SALGADO, A. P. S. P.; GUIMARÃES, L. G. L. Efeito do óleo essencial de pimenta longa (*Piper hispidinervum* C. DC) e do emulsificante Tween® 80 sobre o crescimento micelial de *Alternaria alternata* (Fungi: Hyphomycetes). **Acta Amazonica**, v. 38, n. 3, p. 503-508, 2008.
- NEVES, L. C.; BENEDETTE, R. M.; SILVA, V. X.; LUCHETTA, L.; ZANUZZO, M. R.; ROMBALDI, C. V. Comportamento pós-colheita de caquis cv. *Fuyu*, através da atmosfera modificada passiva e da adsorção de etileno armazenados sob refrigeração. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 28, n. 3, p. 431-434, 2006.
- NISHIBA, I.; MURATA, N. Chilling sensitivity in plants and cyanobacteria: The crucial contribution of membrane lipids. **Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology**, Palo Alto, v. 47, p. 541-568, 1996.

- NOGUEIRA, D. H.; PEREIRA, W. E.; SILVA, S. M.; ARAUJO, R. C. Mudanças fisiológicas e químicas em bananas ‘Nanica’ e ‘Pacovan’ tratadas com carbureto de cálcio. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 29, n. 3, p. 460-464, 2007.
- NUNES, C. N.; EMOND, J. P.; BREDCHT, J. K.; DEA, S.; PROOULX, E. Quality curves for mango fruit stored at chilling and non chilling temperatures. **Journal of Food Quality**, v. 30, p. 104-120, 2007.
- O’HARE, T. J. Effect of ripening temperature on quality and compositional changes of mango (*Mangifera indica* L.) cv. Kensington. **Australian Journal of Experimental Agriculture**, Nambour, v. 35, p. 259-263, 1995.
- OLIVEIRA, G. H. H.; CORRÊA, P. C.; BAPTESTINI, F. M.; FREITAS, R. L.; VASCONCELLOS, D. S. L. Controle do Amadurecimento de Goiabas ‘Pedro Sato’ Tratadas por Frio. **Enciclopédia Biosfera**, Centro Científico Conhecer - Goiânia, v. 6, n. 9, p. 1-15, 2010.
- PALANISWAMY, K. P.; MUTHUKRISHNAN, C. R.; SHAMUGAVELU, K. G. Physicochemical characteristics of some varieties of mango. **Indian Food Packer**, v.28, p. 12-19, 1974.
- PATEL, R. Z. A note on the seasonal variations in starch content of different parts of *Coffea arabica* trees. **East African Agricultural and Forestry Journal**. v. 36, n. 1, p. 1-4, 1970.
- PECH, J. C. Unravelling the mechanisms of fruit ripening and development of sensory quality through the manipulation of ethylene biosynthesis in melon. In: Nat o advanced Research Workshop on Biology And Biotechnology of The Plant Hormone Ethylene. Murcia. **Anais...**, 2002.
- PEREIRA, G. M.; FINGER, F. L.; CASALI, V. W. D.; BROMMONSCHENKEL, S. H. Influência do tratamento com etileno sobre o teor de sólidos solúveis e a cor de pimentas. **Bragantia**, v. 67, n. 4, p. 1031-1036, 2008.
- PFAFFENBACH, L. B.; CASTRO, J. V.; CARVALHO, C. R. L.; ROSSETTO, C. J. Efeito da atmosfera modificada e da refrigeração na conservação pós-colheita de manga-espada vermelha. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 25, n. 3, p. 410-413, 2003.
- PICCININ, E.; PASCOLATI, S. F.; DI PIERO, R. M. Doenças da goiabeira. In: KIMATI, H. et al. (Eds.). **Manual de fitopatologia: doenças das plantas cultivadas**. 4 ed. São Paulo: Agronômica Ceres, v. 2, 2005, p. 401-406.
- PICTON, S.; BARTON, S.; BOUZAYEN, M.; HAMILTON, A.; GRIERSON, D. Altered fruit ripening and leaf senescence in tomatoes expressing an antisense ethylene-forming enzyme transgene. **Plant Journal**, v. 3, p. 461-481, 1993.

- PINTO, A.C. E. Q.; FERREIRA, F. R. Recursos Genéticos e Melhoramento da Mangueira no Brasil. In: Queiróz, M. A.; Goedert, C. O.; Ramos, S. R. R. (Eds). **Recursos Genéticos e Melhoramento de Plantas para o Nordeste Brasileiro.** (online). Versão 1.0. Petrolina-PE: Embrapa Semi-Árido/Brasília-DF: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, novembro 1999. Disponível em: <<http://www.cpatsa.embrapa.br>>.
- POPENOE, W. The pollination of the mango. **USDA. Bull.**, Washington, n. 542, 1971, p. 1-20.
- POPENOE, W. **The Manual of subtropical fruit.** New York: MacMillan, 1927, 474 p.
- RAB, A.; SAJID, M.; KHAN, N. U.; NAWAB, K.; ARIF, M.; KHATTAK, M. K. Influence of storage temperature on fungal prevalence and quality of citrus fruit (cv. Blood red). **Pakistan Journal of Botany**, v. 44, p. 831-836, 2012.
- RAMOS, A. M.; FREITAS, G. B.; COSTA, E. G. F.; FREITAS, L. **Manga ‘Ubá’ Orgânica:** Boas Práticas Agrícolas para produção destinada à agroindústria. 1.ed. Visconde do Rio Branco-MG: Suprema Gráfica Editora, v. 1, 2010, 70 p.
- ROCHA, A.; SALOMÃO, L. C.; SALOMÃO, T. M.; CRUZ, C. D.; SIQUEIRA, D. L. Genetic diversity of ‘Ubá’ Mango tree using ISSR markers. **Molecular Biotechnology**, v. 48, p. 200-205, 2011.
- ROZWALKA, L. C.; LIMA, M. L.R. Z. C.; MIO, L. L. M.; NAKASHIMA, T. Extratos, decoctos e óleos essenciais de plantas medicinais e aromáticas na inibição de *Glomerella cingulata* e *Colletotrichum gloeosporioides* de frutos de goiaba. **Ciência Rural**, v. 38, n. 2, p. 301-307, 2008.
- SADHU M. K.; CHATTOPADHYAY, G. Effect of a postharvest fruit dip in ethephon on the ripening of litchi fruits. **Journal of Horticultural Science**, v. 64, p. 239-242, 1989.
- SAEG – **Sistema para análise estatística.** Versão 9.1. Viçosa, MG: Fundação Arthur Bernardes, UFV, 2007.
- SALUNKE, D. K.; DESAI, B. B. **Postharvest biotechnology of fruits.** Boca Raton: CRC Press, v. 1, 1984, 168 p.
- SANTOS, V. R.; FINGER, F. L.; BARBOSA, J. G.; BARROS, R. S. Influência do etileno e do 1-MCP na senescência e longevidade das inflorescências de esporinha. **Bragantia**, v. 64, n. 1, p. 33-38, 2005.
- SARANWONG, S.; SORNSRIVICHAI, J.; KAWANO, S. Prediction of ripe-stage eating quality of mango fruit from its harvest quality measured nondestructively by near infrared spectroscopy. **Postharvest Biology and Technology**, v. 31, p. 137-145, 2004.
- SEREK, M.; TAMARI, G.; SISLER, E. C.; BOROCHOV, A. Inhibition of ethylene-induced cellular senescence symptoms by 1-methylcyclopropene, a new inhibitor of ethylene action. **Physiologia Plantarum**, v. 94, p. 229-232, 1995.

SHAHBAZ, M.; IQBAL, Z.; SALEEM, A.; ANJUM, M. A. Association of *Lasiodiplodia theobromae* with different decline disorders in Mango (*Mangifera Indica* L.). **Pakistan Journal of Botany**, v. 41, p. 359-368, 2009.

SILVA, D. F. P. **Desenvolvimento e controle do amadurecimento da Manga ‘Ubá’**. 2009. 97 f. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2009.

SILVA, D. F. P.; SALOMÃO, L. C. C.; SIQUEIRA, D. L.; CECOM, P. R.; STRUIVING, T. B. Amadurecimento de manga ‘Ubá’ com etileno e carbureto de cálcio na pós-colheita. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 42, n. 2, p. 213-220, 2012.

SILVA, D. F. P.; SALOMÃO, L. C. C.; Siqueira, D. L.; CECOM, P. R.; ROCHA, A. Potassium permanganate effects in postharvest conservation of the papaya cultivar ‘Sunrise Golden’. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 44, p. 669-675, 2009a.

SILVA, D. F. P.; SIQUEIRA, D. L.; PEREIRA, C. S.; SALOMÃO, L. C. C.; STRUIVING, T. B. Caracterização de frutos de 15 cultivares de mangueira. **Revista Ceres**, v. 56, p. 783-789, 2009b.

SILVA, J. S. O. **Produção de manga**: manual. Viçosa: CPT, 1996. 34 p. (Série Fruticultura – Manual, 40).

SIMÃO, S. **Manual de Fruticultura**. São Paulo: Agronômica CERES, 1971. 530 p.

SIMÃO, S.; DONI, M. E.; BARBIN, D. Florescimento e frutificação da mangueira (*Mangifera indica* L.) variedade Haden. **Revista de Agricultura**, Piracicaba, v. 71, n. 3, p. 345-359, 1996.

SITRIT, Y.; BENNETT, A. B. Regulation of tomato fruits polygalacturonase mRNA accumulation by ethylene: A re-examination. **Plant Physiology**, v. 116, p. 1145-1150, 1998.

SOUZA, A. E. F.; ARAÚJO, E.; NASCIMENTO, L. C. Atividade antifúngica de extratos de alho e capim-santo sobre o desenvolvimento de *Fusarium proliferatum* isolado de grãos de milho. **Fitopatologia Brasileira**, v. 32, n. 6, p. 465-471, 2007.

SOUZA, A. P.; SILVA, A. C.; LEONEL, S.; ESCOBEDO, J. F. Temperaturas basais e soma térmica para a figueira podada em diferentes épocas. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 31, n. 2, p. 314-322, 2009.

SOUZA, M. J. H. **Análise do manejo de água, graus-dia, radiação interceptada e produtividade na Lima ácida ‘Tahiti’**. 2001. 94 f. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2001.

STEFFENS, C. A.; GUARIENTI, A. J. W.; STORCK, L.; BRACKMANN, A. Maturação da maçã ‘Gala’ com a aplicação pré-colheita de aminoetoxivinilglicina e ethephon. **Ciência Rural**, v. 36, n. 2, p. 434-440, 2006.

SUBEDI, P. P.; WALSH, K. B.; OWENS, G. Prediction of mango eating quality at harvest using short-wave near infrared spectrometry. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v. 43, n. 3, p. 326-334, 2007.

SUBRAMANYAM, H.; KRISHNAMURTHY, S.; PARPIA, H. A. B. Physiology and biochemistry of mango fruit. **Advances in Food Research**, New York, v. 21, p. 223-305, 1975.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal**, 4.ed. Porto Alegre: Art Med, 2009, 719 p.

TANDON, D. K.; KALRA, S. K. Changes in sugars, starch and amylase activity during

TUCKER, G. A. Introduction. In: SEYMOUR, G. B.; TAYLOR, J. E.; TUCKER, G. A. **Biochemistry of fruit ripening**. London: Chapman & Hall, 1993. p. 1-51.

VIEITES, R. L.; DAIUTO, E. R.; MORAES, M. R.; NEVES, L. C.; CARVALHO, L. R. Caracterização físico-química, bioquímica e funcional da jaboticaba armazenada sob diferentes temperaturas. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 33, n. 2, p. 362-375, 2011.

WARRINGTON, L. J.; FULTON, T. A.; HALLIGAN, E. A.; SILVA, H. N. Apple fruit growth and maturity are affected by early season temperatures. **Journal of the American Society for Horticultural Science**. Alexandria, v. 124, n. 5, p. 468-477, 1999.

WATADA, A. E. Effects of ethylene on the quality of fruits and vegetables. **Food Technology**. Chicago, v. 40, p. 82-85, 1986.

WHITLOW, T. H.; BASSUK, N. L.; RANNEY, T. G.; REICHERT, D. L. An improved method for using electrolyte leakage to assess membrane competence in plant tissues. **Plant Physiology**, v. 98, p. 198-205, 1992.

WILLS, R. B. H.; McGLASSON, B.; GRAHAM, D.; JOYCE, D. **Postharvest: an introduction to the physiology & handling of fruit, vegetables & ornamentals**. 4.ed. Wallingford: New South Wales University Press, 1998. 262 p.

YAH, A. R. C.; NOVELO, S. A. G.; CORTES, J. A. T.; ARGUMEDO, J. J.; DUCH, E. S. The effect of ethephon on the colour, composition and quality of mango (*Mangifera indica*, cv Kent). **Food Science and Technology International**, v. 4, p. 199-225, 1998.

ZEITSCHRIFTEN, W. Effects of calcium carbide and 2-chloroethylphosphonic acid on fruit quality of Thai mangoes under various postharvest ripening regimes. **European Journal of Horticultural Science**, v. 36, p. 411-418, 2009.

ANEXOS

Quadro 1A - Resumo da análise de variância para as variáveis firmeza (FIRM), sólidos solúveis (BRIX), carotenoides da polpa (CTE), acidez titulável (AT), vitamina C (VTC), ângulo Hue da polpa (CP), ângulo Hue da casca (CC), açúcares solúveis (AÇ) e amido (AM) em manga ‘Ubá’ colhidas em vários estágios de desenvolvimento (capítulo 2)

FV	GL	Quadrados Médios								
		FIRM	BRIX	CTE	AT	VTC	CP	CC	AÇ	AM
Trat	3	524,8908**	188,6532**	0,4394556**	5,058213**	990,4570**	182,8738**	362,3463**	211,4898**	87,72408**
Res (a)	12	22,71650	0,9643620	0,02382504	0,01998256	80,27341	4,078772	13,03863	3,450607	0,6511456
Dias	7	16840,03**	203,2309**	3,032038**	5,670310**	21764,96**	578,1538**	2934,084**	325,7115**	211,1203**
Dias*Trat	21	335,1584**	11,97276**	0,09806344**	0,4099506**	783,1637**	15,96389**	26,63909*	13,48636*	7,623992**
Res (b)	84	17,85327	1,060627	0,04652469	0,03616768	81,87406	3,097378	13,01461	5,253709	0,6254319
CV (%) Parcelas		23,13	7,62	16,86	15,61	15,18	2,42	3,61	22,20	23,21
CV (%) Subparcelas		20,50	7,99	23,56	21,01	15,33	2,11	3,60	27,39	22,75

** Significativo a 1% de probabilidade, pelo teste F.

* Significativo a 5% de probabilidade, pelo teste F.

Quadro 2A - Resumo da análise de variância para as variáveis açúcares solúveis (AC), vitamina C (VTC), acidez titulável (AT), extravasamento de solutos (EXT), sólidos solúveis (BRIX), ângulo Hue da casca (CC), ângulo Hue da polpa (CP), carotenoides da polpa (CTE) e perda de massa fresca (PM) em manga ‘Ubá’ sob o efeito de 0 horas de exposição ao etileno e ao acetileno (capítulo 3)

FV	GL	Quadrados Médios								
		AC	VTC	AT	EXT	BRIX	CC	CP	CTE	PM
Trat	8	6,9849**	1255,258**	1,7570**	468,8194**	53,9365**	372,0076**	106,7376**	1,5079**	50,0154**
Res	27	0,4715	49,9775	0,4219	31,1708	0,8822	11,2539	1,3354	0,0261	0,1068
CV(%)		22,36	6,59	56,03	9,99	8,63	3,00	1,35	16,33	8,64

** Significativo a 1% de probabilidade, pelo teste F.

Quadro 3A - Resumo da análise de variância para as variáveis açúcares solúveis (AC), vitamina C (VTC), acidez titulável (AT), extravasamento de solutos (EXT), sólidos solúveis (BRIX), ângulo Hue da casca (CC), ângulo Hue da polpa (CP), carotenoides da polpa (CTE) e perda de massa fresca (PM) em manga ‘Ubá’ sob o efeito de 12 horas de exposição ao acetileno (capítulo 3)

FV	GL	Quadrados Médios								
		AC	VC	AT	EXT	BRIX	CC	CP	CTE	PM
Trat	6	55,0915**	1985,0810**	1,7261**	750,9870**	54,4838**	412,8067**	87,5856**	0,9747**	38,1519**
Res	21	1,3099	64,5705	0,0324	43,1170	0,46021	15,4073	5,0962	0,0670	0,0516
CV(%)		19,74	8,14	17,36	11,57	5,96	3,62	2,63	27,68	3,66

** Significativo a 1% de probabilidade, pelo teste F.

Quadro 4A - Resumo da análise de variância para as variáveis açúcares solúveis (AC), vitamina C (VTC), acidez titulável (AT), extravasamento de solutos (EXT), sólidos solúveis (BRIX), ângulo Hue da casca (CC), ângulo Hue da polpa (CP), carotenoides da polpa (CTE) e perda de massa fresca (PM) em manga ‘Ubá’ sob o efeito de 12 horas de exposição ao etileno (capítulo 3)

FV	GL	Quadrados Médios								
		AC	VC	AT	EXT	BRIX	CC	CP	CTE	PM
Trat	6	39,1299**	2220,3247**	1,6926**	837,7277**	48,5171**	249,8964**	104,8611**	0,8064**	16,9611**
Res	21	2,4200	105,8418	0,0285	29,9652	0,5216	18,5409	2,6953	0,0631	0,06836
CV(%)		28,79	10,26	15,72	9,70	6,55	3,89	1,90	29,06	5,89

** Significativo a 1% de probabilidade, pelo teste F.

Quadro 5A - Resumo da análise de variância para as variáveis açúcares solúveis (AC), vitamina C (VTC), acidez titulável (AT), extravasamento de solutos (EXT), sólidos solúveis (BRIX), ângulo Hue da casca (CC), ângulo Hue da polpa (CP), carotenoides da polpa (CTE) e perda de massa fresca (PM) em manga ‘Ubá’ sob o efeito de 24 horas de exposição ao acetileno (capítulo 3)

FV	GL	Quadrados Médios								
		AC	VC	AT	EXT	BRIX	CC	CP	CTE	PM
Trat	7	34,0514**	1669,3571**	1,4725**	617,1151**	52,9953**	331,4139**	70,1683**	0,7412**	35,9541**
Res	24	2,6850	112,4439	0,0274	41,6602	0,3209	11,1558	2,6077	0,0164	0,0503
CV(%)		32,94	10,65	14,89	11,22	5,27	3,05	1,88	16,02	3,71

** Significativo a 1% de probabilidade, pelo teste F.

Quadro 6A - Resumo da análise de variância para as variáveis açúcares solúveis (AC), vitamina C (VTC), acidez titulável (AT), extravasamento de solutos (EXT), sólidos solúveis (BRIX), ângulo Hue da casca (CC), ângulo Hue da polpa (CP), carotenoides da polpa (CTE) e perda de massa fresca (PM) em manga ‘Ubá’ sob o efeito de 24 horas de exposição ao etileno (capítulo 3)

FV	GL	Quadrados Médios								
		AC	VC	AT	EXT	BRIX	CC	CP	CTE	PM
Trat	7	55,898**	2015,1446**	1,6121**	539,9153**	48,7849**	250,8897**	93,9863**	0,6362**	14,4304**
Res	24	1,7684	40,8695	0,0175	99,6074	0,31	9,4453	2,5720	0,0153	0,1302
CV(%)		23,24	6,26	12,03	17,93	5,21	2,79	1,85	16,00	9,44

** Significativo a 1% de probabilidade, pelo teste F.

Quadro 7A - Resumo da análise de variância para as variáveis açúcares solúveis (AC), vitamina C (VTC), acidez titulável (AT), extravasamento de solutos (EXT), sólidos solúveis (BRIX), ângulo Hue da casca (CC), ângulo Hue da polpa (CP), carotenoides da polpa (CTE) e perda de massa fresca (PM) em manga ‘Ubá’ sob o efeito de 48 horas de exposição ao acetileno (capítulo 3)

FV	GL	Quadrados Médios								
		AC	VC	AT	EXT	BRIX	CC	CP	CTE	PM
Trat	8	66,8134**	1414,6610**	1,2276**	651,3831**	47,5666**	325,5533**	40,1604**	0,4289**	14,6016**
Res	27	11,9153	94,1064	0,0168	61,6824	0,6685	13,3110	1,8013	0,0096	0,0733
CV(%)		63,40	9,11	10,98	13,20	7,83	3,29	1,53	14,93	8,56

** Significativo a 1% de probabilidade, pelo teste F.

Quadro 8A - Resumo da análise de variância para as variáveis açúcares solúveis (AC), vitamina C (VTC), acidez titulável (AT), extravasamento de solutos (EXT), sólidos solúveis (BRIX), ângulo Hue da casca (CC), ângulo Hue da polpa (CP), carotenoides da polpa (CTE) e perda de massa fresca (PM) em manga ‘Ubá’ sob o efeito de 48 horas de exposição ao etileno (capítulo 3)

FV	GL	Quadrados Médios								
		AC	VC	AT	EXT	BRIX	CC	CP	CTE	PM
Trat	8	37,8908**	2635,5844**	1,3726**	544,5038**	36,6242**	549,9957**	77,7327**	0,3730**	40,7104**
Res	27	0,8472	58,0102	0,0234	29,4639	0,8489	7,4286	1,7318	0,0142	0,0413
CV(%)		19,32	7,88	13,25	9,46	8,97	2,52	1,50	17,81	3,78

** Significativo a 1% de probabilidade, pelo teste F.

Quadro 9A - Resumo da análise de variância para as variáveis firmeza (FIRM), sólidos solúveis (BRIX), carotenoides da polpa (CTE), acidez titulável (AT), vitamina C (VTC), ângulo Hue da polpa (CP), ângulo Hue da casca (CC), perda de massa (PM), açúcares solúveis (AÇ) e amido (AM) em manga ‘Ubá’ mantidas sob diferentes temperaturas (capítulo 4)

FV	GL	Quadrados Médios									
		FIRM	BRIX	CTE	AT	VTC	CP	CC	PM	AÇ	AM
Trat	2	888,9117**	1,818065 ^{ns}	1,935622**	1,005958**	12667,86**	191,7769**	511,3528**	26,90390**	65,14116**	16,56282**
Res (a)	9	3,838047	1,422847	0,06260183	0,01996669	113,2685	3,334216	9,861391	0,3229897	1,914130	0,7239480
Dias	6	21335,98**	179,6139**	2,948337**	4,551699**	14185,76**	291,1843**	2398,297**	174,1554**	201,6149**	220,2919**
Dias*Trat	12	511,0656**	8,030322**	0,1767324**	0,05535459*	1164,473**	19,94044**	63,20928**	2,368501**	28,71579**	2,627268*
Res (b)	54	7,369821	1,105185	0,04630343	0,01354957	60,28567	1,712646	11,91230	0,02318549	8,146842	1,141210
CV (%) Parcelas		7,66	8,74	26,10	16,39	15,06	2,23	3,16	12,67	16,62	21,58
CV (%) Subparcelas		10,61	7,71	22,44	13,50	10,98	1,60	3,47	3,39	34,30	27,09

** Significativo a 1% de probabilidade, pelo teste F.

* Significativo a 5% de probabilidade, pelo teste F.

ns Não-significativo a 5% de probabilidade, pelo teste F.