

ANÁLIA LÚCIA VIEIRA PACHECO

**QUALIDADE DA MANGA ‘UBÁ’ SUBMETIDA À INJÚRIA  
MECÂNICA DE IMPACTO**

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

VIÇOSA  
MINAS GERAIS – BRASIL  
2013

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

T

P116 Pacheco, Anália Lúcia Vieira, 1984-  
2013 Qualidade da manga "Ubá" submetida à injúria mecânica de  
impacto / Anália Lúcia Vieira Pacheco. – Viçosa, MG, 2013.  
x, 55 f. : il. (algumas color.) ; 29 cm.

Inclui anexo.

Orientador: Gilberto Bernardo de Freitas.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Viçosa.

Referências bibliográficas: f.45-52.

1. Manga - Qualidade. 2. Manga - Tecnologia pós-colheita.  
3. Manga - Fisiologia pós-colheita. 4. Vitamina C.  
I. Universidade Federal de Viçosa. Departamento de Fitotecnia.  
Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia. II. Título.

CDD 22. ed. 634.44

ANÁLIA LÚCIA VIEIRA PACHECO

**QUALIDADE DA MANGA ‘UBÁ’ SUBMETIDA À INJÚRIA  
MECÂNICA DE IMPACTO**

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

APROVADA: 26 de Julho de 2013

---

**Afonso Mota Ramos**

---

**Gerival Vieira  
(Coorientador)**

---

**Paulo Roberto Cecon  
(Coorientador)**

---

**Gilberto Bernardo de Freitas  
(Orientador)**

A Deus  
À minha mãe Antônia Clara

**DEDICO**

## AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por me amparar e me dar forças quando tudo parecia não acontecer como esperávamos.

A UFV agradeço por me receber e me preparar desde a graduação até agora.

A todos os professores que passaram por minha vida até hoje.

À sociedade Brasileira, por todos os anos de formação em instituições públicas de ensino.

Ao Departamento de Fitotecnia pela oportunidade de realizar o curso.

Ao CNPq pela concessão da bolsa de estudos.

À minha mãe, Antônia Clara, por ter dedicado toda sua vida à minha educação, ao meu bem estar e felicidade.

Às minhas irmãs, Ana e Bel, e ao meu irmão Edgard, por toda amizade ao longo dessa vida.

Às minhas sobrinhas, Carol, Camila e Romana, pelo amor e pela cumplicidade existente entre nós, o que me torna uma pessoa mais feliz.

Ao professor Gilberto pela paciência e orientação em todas as etapas desse projeto.

Ao professor Gerival pelos ensinamentos, correções, dicas, e coorientação indispensável pra que esse trabalho fosse realizado.

Ao professor Cecon pela ajuda fundamental durante as análises estatísticas dos dados e por toda disponibilidade de me ajudar.

Aos amigos e parceiros do Laboratório de Manejo e Qualidade Pós – Colheita de Frutas, à Karina, Wiliam, Leonardo e Aldo, por toda ajuda na execução deste projeto.

Ao Tião do Setor de Fruticultura da UFV, pelas viagens à Visconde do Rio Branco e pela ajuda fundamental neste projeto.

As Potiras, Juliana, Patrícia (Preta), Leidiane e Patrícia (Branca), agradeço a vocês pela amizade de todos esses anos, pelas risadas, pelas conversas e apoio em todos os momentos.

A Sarai, um agradecimento especial, por me apoiar nesses dois anos de Mestrado, por me fortalecer com palavras de otimismo e por sempre acreditar em mim em todos os momentos.

## **BIOGRAFIA**

Anália Lúcia Vieira Pacheco nasceu na cidade de Ubá – MG no dia 07/06/1984, filha de Antônia Clara Vieira Pacheco e Edgard de Moraes Pacheco. Em 2004 ingressou na Universidade Federal de Viçosa. Formou-se como Engenheira Agrônoma no ano de 2011. Em Agosto de 2011 iniciou o curso de Mestrado em Fitotecnia, na mesma Universidade, sob a orientação do Professor Doutor Gilberto Bernardo de Freitas, cuja dissertação é aqui apresentada.

# ÍNDICE

RESUMO .....	vii
ABSTRACT .....	ix
1 INTRODUÇÃO.....	1
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....	4
2.1 A Cultura da Mangueira .....	4
2.2 A manga ‘Ubá’ .....	5
2.3 Características Físico-Químicas de Qualidade .....	6
2.3.1 Sólidos Solúveis (SS) .....	7
2.3.2 Acidez Titulável (AT) .....	8
2.3.3 Potencial Hidrogeniônico (pH).....	8
2.3.4 Relação SS/AT .....	9
2.3.5 Vitamina C (Ácido Ascórbico).....	10
2.4 Injúrias Mecânicas .....	11
3 MATERIAL & MÉTODOS .....	19
3.1. Localização do pomar e condições de cultivo das mangueiras .....	19
3.2 Caracterização do estágio de maturação dos frutos.....	20
3.3 1º Experimento .....	20
3.3.1 Obtenção dos frutos e avaliação da qualidade inicial.....	20
3.3.2 Simulação das injúrias .....	22
3.3.3 Amadurecimento dos frutos.....	22
3.4 2º Experimento .....	23
3.4.1 Obtenção dos frutos e caracterização da qualidade inicial .....	23
3.4.2 Simulação das injúrias .....	24

3.4.3 Amadurecimento dos frutos.....	24
3.5 Descarte de frutos após o amadurecimento .....	24
3.6 Percentual de Lesões Internas.....	25
3.7 Análises Físico-Químicas .....	25
3.7.1 Sólidos Solúveis (SS) .....	26
3.7.2 Acidez Titulável (AT) .....	26
3.7.3 Potencial Hidrogeniônico (pH).....	26
3.7.4 Relação SS/AT .....	27
3.7.5 Vitamina C (Ácido Ascórbico).....	27
3.8 Análises estatísticas .....	27
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	28
4.1 Perda de Massa Fresca (PMF).....	28
4.2 Frutos Sem Condições de Processamento (Descarte) .....	30
4.3 Lesões Internas .....	32
4.4 Análises Físico-Químicas .....	35
4.4.1 Teor de Sólidos Solúveis (SS).....	35
4.4.2 Acidez Titulável (AT) .....	38
4.4.3 Potencial Hidrogeniônico (pH).....	40
4.4.4 Relação SS/AT .....	41
4.4.5 Vitamina C.....	42
CONCLUSÕES .....	44
REFERÊNCIAS .....	45
ANEXOS.....	53

## RESUMO

PACHECO, Anália Lúcia Vieira, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, Julho de 2013. **Qualidade da manga ‘Ubá’ submetida à injúria mecânica de impacto.** Orientador: Gilberto Bernardo de Freitas. Coorientadores: Gerival Vieira e Paulo Roberto Cecon.

O objetivo deste trabalho foi avaliar a qualidade da manga ‘Ubá’ submetida à injúria mecânica de impacto. Foram realizados dois experimentos por duas safras consecutivas, 2011/2012 e 2012/2013. Os frutos utilizados foram cuidadosamente colhidos de uma única planta, após a colheita, os frutos foram imediatamente transportados para o Laboratório de Manejo e Qualidade Pós – Colheita de Frutas do Setor de Fruticultura da UFV. Antes da aplicação do impacto, os frutos tiveram sua massa fresca inicial aferida em balança eletrônica, e através de uma amostra foi determinada a qualidade (massa fresca, teor de sólidos solúveis (SS), acidez titulável (AT), pH, relação SS/AT e o teor de vitamina C) dos frutos no momento da colheita. Os frutos foram deixados cair em queda livre, uma única vez, sobre uma superfície plana e rígida. Dessa forma os tratamentos foram: 1, 2, 3, 4 e 5 metros de altura de queda, mais o controle, totalizando 6 tratamentos. Cada parcela foi constituída de 8 frutos, realizando-se 5 repetições. Foi aplicado o teste de Dunnett a 5% de probabilidade. Após a aplicação do impacto, os frutos foram acondicionados em câmaras de amadurecimento e dispostas aleatoriamente em blocos casualizados em uma sala a temperatura ambiente ( $25 \pm 2$  °C), onde permaneceram até que se completasse o amadurecimento. Após a retirada dos frutos das câmaras de amadurecimento, uma nova pesagem foi realizada, de forma a determinar a perda de massa fresca. Os frutos de cada tratamento foram descascados manualmente, fatiados, e descartadas as regiões da polpa que apresentavam injúrias (lesões internas). As análises foram realizadas com a polpa não injuriada, que foi homogeneizada para obtenção das amostras. Foram determinados: o teor de sólidos solúveis (SS) expresso em °Brix, o teor de acidez titulável (AT) expresso em % de ácido cítrico, o pH, a relação SS/AT e o teor de vitamina C (mg/100g de polpa). No experimento realizado durante a safra 2012/2013, após o amadurecimento, foram avaliados a % de frutos com lesões externas (descarte) e a % de frutos com lesões internas. Nas duas safras, a perda de massa fresca dos frutos não diferiu significativamente entre controle e os tratamentos. Verificou-se um aumento expressivo no descarte de frutos a partir de 3 m de altura de

queda e de frutos com lesões internas a partir de 1 m de altura de queda. No experimento realizado durante a safra 2011/2012 não foram encontradas diferenças significativas entre o controle e as alturas de queda para o teor de SS, já no experimento da safra 2012/2013, houve diferença entre os tratamentos, sendo que os frutos do controle apresentaram maior teor de SS. Em relação à AT, no experimento realizado durante a safra 2011/2012, não foram encontradas diferenças significativas entre o controle e os tratamentos. Na safra seguinte, apenas os frutos submetidos à altura de queda de 3 metros diferiram do controle. O teor de vitamina C avaliado na safra 2012/2013 diferiu significativamente, sendo verificada uma redução de 27,78% quando os frutos caíram de uma altura de 5m. Conclui-se que injúrias mecânicas de impacto além de provocarem aumento expressivo no descarte de frutos, causam sérios danos internos aos frutos, que resultam na obtenção de uma polpa de qualidade inferior, uma vez que muitos frutos sem danos externos aparentes, mas com qualidade interna inferior, acabam sendo processados.

## ABSTRACT

PACHECO, Anália Lúcia Vieira, M. Sc., Universidade Federal de Viçosa, July, 2013. **Quality of mango 'Ubá' subjected to mechanical injury of impact.** Advisor: Gilberto Bernardo de Freitas. Co-Advisors: Gerival Vieira and Paulo Roberto Cecon.

The aim of this study was to evaluate the quality of mango 'Ubá' subjected to mechanical injury impact. Two experiments were conducted for two consecutive years, 2011/2012 and 2012/2013. The fruits used were carefully harvested from a single plant, after harvest, the fruits were immediately transported to the Laboratory Quality Management and Post - Harvest Fruit of Fruit Sector of UFV. Before application of the impact, the fruits had their initial fresh weight measured on an electronic scale, and using a sample was determined by the quality (fresh weight, soluble solids (SS), titratable acidity (TA), pH, SS/AT ratio and vitamin C) of the fruit at harvest. The fruits were dropped in free fall, once, on a flat and rigid. Thus the treatments were: 1, 2, 3, 4 and 5 meter drop height, more control, totaling six treatments. Each plot consisted of 8 fruits, performing 5 replications. Was applied Dunnett's test at 5% probability. After application of the impact, the fruits were placed in ripening chambers and randomly arranged in randomized blocks in a room temperature ( $25 \pm 2$  °C), where they remained until the fullness ripening. After removal of fruit ripening chamber, a new weighing was performed in order to determine the weight loss. The fruits of each treatment were manually peeled, sliced, and the pulp discarded regions presenting injuries (internal injuries). The analyzes were performed with the uninjured pulp, which was homogenized to obtain the samples. Were determined: soluble solids (SS) expressed in °Brix, the titratable acidity (TA) expressed as % citric acid, pH, SS/TA ratio and vitamin C content (mg/100g pulp). In the experiment conducted during the 2012/2013 harvest after maturation were evaluated % of fruit with external lesions (discard) and the % of fruit with internal injuries. In two seasons, the weight loss of the fruit did not differ significantly between control and treatments. There was a significant increase in the discard of fruit from 3 m drop height and fruit with internal injuries from 1 m drop height. In the experiment conducted during the 2011/2012 season were not significant differences between the control and the drop heights for the content of SS, as in the

experiment of the 2012/2013 harvest, there were differences between treatments, and control fruits showed higher content of SS. As for TA, the experiment conducted during the 2011/2012 season, no significant differences were found between control and treatments. The next harvest, only the fruits submitted to fall height of 3 meters differed from control. The content of vitamin C measured in 2012/2013 harvest differed significantly being observed a reduction of 27.78% when the fruit fell from a height of 5m. We conclude that mechanical injury impact well as causing significant increase in the discard of fruit, because serious internal damage to the fruits that result in getting a lower quality pulp, since many fruit without apparent external damage, but with internal quality lower end being processed.

# 1 INTRODUÇÃO

A manga ‘Ubá’ é a mais importante variedade produzida na região da Zona da Mata mineira. É muito consumida ao natural, devido as suas excelentes qualidades de sabor, odor, textura, entretanto, a maior parte das frutas é industrializada na forma de polpa concentrada, polpa simples, suco pronto para beber, mangada, geléias, compotas, néctares e sorvetes.

Na região da Zona da Mata mineira, sua produção está concentrada entre os meses de Dezembro e Janeiro, sendo os maiores produtores, em ordem decrescente, os municípios Guidoal, Guiricema, Visconde do Rio Branco e Ubá, respectivamente (IBGE, 2010).

Apesar da região se destacar nacionalmente na produção de manga ‘Ubá’, o manejo dos pomares adotados pelos agricultores ainda é bastante rudimentar.

Assim, as frutas que chegam às agroindústrias têm apresentado qualidade bastante distinta. Estas diferenças podem estar relacionadas à grande variabilidade genética das plantas, pois, na sua maioria, são “pés-francos” (plantas originadas de sementes), e aos sistemas de manejo em pré e pós-colheita adotados pelos produtores. Muitos utilizam, na colheita dos frutos, o processo de ‘derriça total’, que consiste em derrubar todos os frutos de uma planta, quando os mesmos encontram-se ‘de vez’, ou seja, com a polpa parcialmente amarelada. Nesse processo, em função do elevado porte das plantas, os frutos caem de diversas alturas sobre o solo, que pode estar protegido ou não com esteiras de palha, sofrendo sérios danos mecânicos.

De acordo com representantes das agroindústrias, as injúrias mecânicas imprimidas aos frutos colhidos pelo método de ‘derricha total’ geram prejuízos de ordem primária e secundária. As perdas primárias levam ao descarte do produto durante a triagem (seleção) das frutas em esteiras apropriadas. As perdas secundárias estão relacionadas às modificações que não levam necessariamente ao descarte imediato do produto, mas que altera significativamente a qualidade interna dos frutos, o que pode gerar descontentamento por parte do consumidor.

Os efeitos dos danos mecânicos na aparência dos frutos se manifestam pelo escurecimento, amolecimento da polpa e redução no período de comercialização. Além disso, os danos mecânicos atuam como porta de entrada para organismos patogênicos que contaminam esses frutos.

A susceptibilidade ao dano mecânico é influenciada por vários fatores, como espécie, cultivar, grau de hidratação celular, estágio de maturação, tamanho, peso, características epidérmicas e condições ambientais (Wade & Bain, 1980; Kays, 1991).

A ocorrência de injúria em diversos produtos pode não causar sintomatologia externa prontamente observável, mas, no entanto, o efeito acaba repercutindo *a posteriori*, produzindo injúrias internas (*internal bruising*) (Quintana & Paull, 1993; Moretti, 1998).

Quantificações de perdas que geram descarte são escassas, no entanto, há estimativas que os valores passam de 20% ao longo da cadeia pós-colheita (Montero, 2010). De acordo com dados do IBRAF (2005), estas perdas para frutas podem chegar a 40% correspondendo a perdas de 10 milhões de t.ano<sup>-1</sup>. Os danos mecânicos estão

presentes em 77% do total de perdas em maçãs, 74,3% em peras, 43,2% em nectarinas e 53,7% em pêssegos (Chitarra & Chitarra, 1990).

Segundo Montero (2010), existem diferenças entre o tecido do fruto não danificado e danificado diretamente pelo dano mecânico de impacto, onde o último é muito mais prejudicado em termos de redução da firmeza da polpa, mas também há respostas no tecido que não foi diretamente injuriado.

Nos trabalhos consultados verifica-se que diversos tipos de frutas e hortaliças vêm sendo estudadas em relação às implicações que decorrem das injúrias mecânicas aplicadas a esses produtos, seja durante o beneficiamento, armazenamento e transporte. Porém, ainda não se tem respostas científicas sobre as implicações que o dano por impacto, ocorrido no momento da colheita, pode causar em frutos de manga ‘Ubá’.

Assim, visando preencher a lacuna existente na literatura em relação às implicações da injúria mecânica de impacto que o fruto de manga ‘Ubá’ sofre no momento de sua colheita, e como essa injúria afeta a qualidade desses frutos, foi realizado o presente trabalho. Avaliando-se: o % de perda de massa fresca (PMF), o % de frutos com lesões internas (PLI), o % de frutos descartados (PD), o teor de sólidos solúveis (SS) expresso em °Brix, a acidez titulável (AT) expressa em % de ácido cítrico, pH, relação SS/AT e o teor de vitamina C expresso em mg/100g de polpa.

## 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 A Cultura da Mangueira

A mangueira (*Mangifera indica* L.) pertence à classe Dicotiledônea e à família Anacardiaceae, seu gênero *Mangifera* inclui cerca de 60 espécies. A mangueira é nativa do sul da Ásia, especificamente da Índia e do Arquipélago Malaio, de onde se espalhou para outras partes do mundo, inclusive as Américas (Santos-Serejo, 2005).

As variedades de mangueira foram introduzidas no Brasil pelos portugueses, no início do século XVI, sendo o primeiro país a cultivar mangueira nas Américas. Atualmente, o Brasil encontra-se entre os dez maiores produtores mundiais de manga (Santos-Serejo, 2005).

A mangueira se adapta bem em áreas onde as estações seca e chuvosa se apresentam bem definidas. O período seco deve ocorrer bem antes do florescimento, de modo a permitir à planta um período de repouso vegetativo, e prolongar-se até a frutificação para evitar danos causados pela antracnose e o oídio. Após a frutificação, é benéfica a ocorrência de chuva, pois estimula o desenvolvimento dos frutos e impede sua queda (EMBRAPA, 2013).

O seu fruto é uma drupa, ou seja, um fruto com uma só semente que está inclusa no interior do endocarpo recoberto por fibras, bastante variável em termos de tamanho, peso, forma e cor. Em geral a cor do fruto está associada à cor da raque. A casca é coriácea e macia e envolve a polpa que é de coloração amarela em diversas tonalidades, mais ou menos fibrosa, de acordo com a variedade, e de sabor variado. No interior da polpa, encontra-se o caroço ou semente, que é fibroso e apresenta formas

similares, mas tamanhos diferentes nas variedades cultivadas (Castro Neto E Cunha, 2000).

A manga é constituída principalmente de água, carboidratos, ácidos orgânicos, sais minerais, proteínas, vitaminas e pigmentos (Ramos *et al.*, 2004). Por possuir excelentes qualidades de sabor e aroma, ser rica em sais minerais, açúcares e vitaminas A e C, é muito apreciada e de excelente valor comercial.

## **2.2 A manga ‘Ubá’**

Variedade bastante conhecida em algumas regiões do Brasil, sobretudo no Estado de Minas Gerais. É uma planta muito vigorosa, de porte elevado, podendo atingir mais de 10 metros de altura; possui copa arredondada, densa e bem enfolhada. É muito produtiva, podendo render, anualmente, mais de mil frutos por planta. A semente poliembriônica representa cerca de 15% em relação ao peso total do fruto, a casca 13% e o restante, 72%, é de polpa (Donadio, 1996).

A variedade ‘Ubá’ tem sua colheita concentrada nos meses de Dezembro e Janeiro, que é um período de ocorrência de temperaturas e precipitações pluviométricas elevadas. É um fruto que pode ser colhido ‘de vez’ e continuar o seu processo de amadurecimento em armazenamento (Filho, 1980).

Caracteriza-se por apresentar frutos pequenos, polpa macia, firme, doce e fibras curtas e macias, com formato oblongo, apresentando em média 6,1 cm de maior comprimento transversal e 8,4 cm de comprimento longitudinal, possuindo o peso médio de 126 g e, quando madura, a casca toma a coloração amarelo-claro e a polpa amarelo-ouro (Filho, 1980). É indicada tanto para consumo *in natura*, quanto para a

industrialização. Uma das vantagens de sua industrialização é a manutenção da coloração amarelo-claro e do aroma após o processamento.

Apresenta-se como uma excelente fonte de antioxidantes naturais, com teores de  $\beta$ -caroteno e vitamina C superiores aos comumente encontrados em outras variedades de manga, o que pode contribuir para atender boa parte das necessidades diárias de vitamina A e C (Mata *et al.*, 2011).

### **2.3 Características Físico-Químicas de Qualidade**

Consumidor e indústria percebem a qualidade dos frutos de manga ‘Ubá’ de formas distintas. Em geral, o consumidor de frutas frescas se preocupa com o tamanho do fruto, a firmeza, a cor, o aroma e a ausência de ferimentos, rachaduras ou sinais estranhos na epiderme. Ainda para esse tipo de consumo, a aparência interna é tão importante quanto outras características, pois o consumidor ao descascar o fruto e encontrar manchas escuras, moles e outras lesões, ficará insatisfeita e não mais comprará esse produto.

É comum a presença de lesões internas em frutos de manga ‘Ubá’ que sofrem injúria mecânica de impacto, e várias vezes essas lesões não são externamente perceptíveis, ou seja, o fruto não tem sintomas externos, mas está com lesões internas depreciativas.

A indústria processadora de polpas de frutas ao selecionar os frutos que são recebidos em sua plataforma escolhem os que não apresentam injúrias externas, sem podridões e com a cor característica da variedade. Geralmente, esses frutos passam por

duas esteiras de seleção, e ainda assim, frutos injuriados internamente têm sido selecionados.

Esses frutos injuriados, quando despolidos e homogeneizados a outros, geram polpa com qualidade inferior à desejada pela indústria.

Em termos de qualidade da polpa, são avaliadas pela indústria, as seguintes propriedades: teor de sólidos solúveis (SS), expresso em °Brix; acidez titulável (AT) expresso em % de ácido cítrico anidro; pH e relação SS/AT. Essas propriedades são seguidas de acordo com o que a legislação brasileira exige (BRASIL, 2000).

### **2.3.1 Sólidos Solúveis (SS)**

Os sólidos solúveis indicam a quantidade dos sólidos como açúcares, vitaminas, ácidos, aminoácidos e algumas pectinas que se encontram dissolvidos no suco ou polpa das frutas. Comumente é expresso em °Brix e têm tendência de aumento com o avanço da maturação (Chitarra & Chitarra, 2005).

Berniz (1984) encontrou 19 °Brix para a polpa da manga ‘Ubá’. Benevides et al. (2008), avaliando duas safras consecutivas, encontraram valores na ordem de 18,0 e 18,26 °Brix. Gonçalves *et al.* (1998) encontraram um valor de 16,8 °Brix. Esses resultados mostram que embora a legislação brasileira (BRASIL, 2000) exija o mínimo de 11 °Brix para a polpa de manga, a variedade ‘Ubá’ proporciona teores de sólidos solúveis muito mais elevados.

### **2.3.2 Acidez Titulável (AT)**

O teor de ácidos orgânicos, com poucas exceções, diminui com o amadurecimento, em decorrência do processo respiratório ou de sua conversão em açúcares, sendo o período de amadurecimento o de maior atividade metabólica (Chitarra & Chitarra, 2005).

Benevides et al. (2008) encontraram por duas safras consecutivas de manga ‘Ubá’, valores de 0,53% e 0,60%. Berniz (1984) encontrou um valor de 0,36% de acidez total, próximo ao valor encontrado por Fontes (2002), de 0,33%. Já Gonçalves *et al.* (1998) encontraram para a polpa da mesma variedade 0,54%.

Embora haja uma variação de 0,33% a 0,60%, esses valores estão de acordo com o que é exigido pela legislação brasileira (BRASIL, 2000), onde o mínimo é 0,32%.

### **2.3.3 Potencial Hidrogeniônico (pH)**

De acordo com a legislação, a polpa deve apresentar pH abaixo de 4,50 para garantir sua conservação sem a necessidade de tratamento térmico muito elevado, o que colocaria em risco sua qualidade (Benevides, 2006).

As agroindústrias da região da Zona da Mata mineira corrigem o pH da polpa com ácido cítrico ou polpa já produzida e armazenada, com o objetivo de reduzir ou aumentar o pH, quando este está acima de 4,30 ou menor que 3,70 (Benevides, 2006).

Berniz (1984) encontrou pH de 4,10 para polpa de manga ‘Ubá’, valor um pouco abaixo do que foi encontrado por Fontes (2002) que foi de 4,31 para a mesma

variedade. Benevides et al. (2008), avaliando duas safras consecutivas de manga ‘Ubá’, encontraram valores de pH de 4,21 e 3,99.

#### **2.3.4 Relação SS/AT**

A relação SS/AT indica o grau de equilíbrio entre o teor de açúcares e ácidos orgânicos do fruto (Viégas, 1991) estando diretamente relacionada à qualidade quanto ao atributo sabor, sendo, portanto, um importante parâmetro a ser considerado na seleção da variedade do fruto.

Segundo Carvalho (2004), esta relação corresponde aos conteúdos de açúcares e de acidez dos frutos, o que o torna apropriado para medir a percepção de sabor pelo consumidor.

A quantidade de ácido a ser adicionado na polpa deve ser sempre complementar àquela existente na fruta para se obter um produto final com um *ratio* previamente definido (Benevides, 2006). Em duas safras consecutivas avaliando a qualidade de manga ‘Ubá’, a mesma autora encontrou valores de *ratio* na ordem de 34,52 e 30,88 (Benevides et al., 2008).

Valores mais elevados foram descritos por Berniz (1984) com 52,77, e Donadio (1996) com 70, esse valor está diretamente ligado à baixíssima acidez descrita por este autor, 0,2% em ácido cítrico.

### 2.3.5 Vitamina C (Ácido Ascórbico)

A vitamina C, inclui o ácido ascórbico e o ácido de-hidroascórbico, é um dos fatores nutricionais mais importantes encontrados em muitos produtos hortícolas e possuem muitas atividades biológicas para o corpo humano. O conteúdo de vitamina C em muitas frutas e hortaliças pode ser influenciado por vários fatores como as diferenças genótípicas, as condições climáticas e culturais na pré-colheita, o estágio de maturação, e o manuseio pós-colheita (Lee; Kader, 2000).

Mata *et al.* (2011), encontraram maior conteúdo de ácido ascórbico e vitamina C total na manga ‘Ubá’ verde, seguido pela fruta parcialmente madura e menor conteúdo na manga madura. Segundo Silva (2009), o conteúdo de vitamina C decresce ao longo das semanas após a antese, e quando os frutos de manga ‘Ubá’ atingem a maturidade fisiológica, ocorre uma tendência de estabilização do conteúdo de vitamina C. Em mangas ‘Haden’, a quantidade de ácido ascórbico diminuiu consideravelmente com o amadurecimento (Cardello; Cardello, 1998).

Barata-Soares *et al.* (2004) observaram em mamões síntese de ácido ascórbico durante o amadurecimento do fruto, quando comparou níveis de ácido ascórbico em frutos maduros e frutos verdes.

Durante o amadurecimento dos frutos, muitas reações ainda estão ocorrendo, e todos esses fenômenos podem causar estresses nos tecidos, os quais requerem alguma ação antioxidante, especialmente pelo ascorbato, para a prevenção do dano celular (Barata-Soares *et al.*, 2004). Devido a esses estresses, os níveis de ácido ascórbico podem invariavelmente diminuir durante o amadurecimento dos frutos, pois o ascorbato tem como importante função ser um antioxidante, e, em associações com outros

componentes do sistema antioxidante, proteger contra danos oxidativos durante o metabolismo aeróbico (Smirnoff, 1996). No entanto, mesmo em condições de estresse, pode acontecer em alguns frutos, o aumento de níveis de ácido ascórbico, e em outros, esses níveis podem permanecer constantes (Barata-Soares *et al.*, 2004).

## **2.4 Injúrias Mecânicas**

Segundo Bordin (2000) desde o instante em que é colhido até o momento de ser preparado ou consumido, o produto hortícola é submetido a uma série de efeitos essencialmente mecânicos que, dependendo da sensibilidade do produto, poderá causar danos que comprometerão a qualidade final. Por isso é usual dizer que nenhum produto hortícola será capaz de ter sua qualidade melhorada após sua colheita, no máximo será possível mantê-la por algum período de tempo.

A alta perecibilidade da manga, aliada ao manejo impróprio do produto durante a sua produção, à colheita inadequada, bem como às condições de transporte, armazenamento e manipulação até o produto atingir o consumidor final, tem gerado grandes perdas para o agronegócio da manga brasileira (Choudhury & Costa, 2004).

A ocorrência de injúrias mecânicas causam danos irreparáveis em diversas culturas, como o tomate (Sargent *et al.*, 1992; Moretti, 1998; Magalhães & Ferreira, 2006; Camargo *et al.*, 2004), maçãs (Hendges *et al.*, 2011; Steffens *et al.*, 2008; Montero, 2010), bananas (Sanches *et al.*, 2004; Maia *et al.*, 2011), mamão (Quintana & Paull, 1993; Godoy *et al.*, 2010), melão (Rocha, 2008), laranjas (Montero, 2010), abacates (Sanches *et al.*, 2008), figos (Biscegli *et al.*, 2003), goiabas (Mattiuz & Durigan, 2001), mandioquinha-salsa (Souza *et al.*, 2003), lima ácida (Durigan *et al.*,

2005), pêssegos (Kasat *et al.*, 2007; Camillo, 2009), ameixas (Camillo, 2009), melancias, abobrinhas (Durigan & Mattiuz, 2007), caqui (Valentini *et al.*, 2009), kiwi (Alves *et al.*, 2010) e peras (Pasini, 2012).

As injúrias mecânicas podem ser definidas como deformações plásticas, rupturas superficiais e, em casos mais extremos, destruição dos tecidos vegetais, provocadas por forças externas que levam a modificações físicas (danos físicos), alterações fisiológicas, químicas e bioquímicas, que resultam em alterações na cor, no aroma, no sabor e na textura (Mohsenin, 1986; Moretti, 2002). A mudança na cor, após o dano mecânico, é dependente da variedade e da estrutura do tecido, como espessura da epiderme, pigmentação, ordenamento e turgidez celular (Segatori *et al.*, 2006).

Os impactos mecânicos a que as frutas estão submetidas durante as operações de manejo na colheita e pós-colheita são responsáveis por perdas significativas na produção, distribuição e comercialização. É importante ressaltar que a aparência externa também é um atributo de qualidade do fruto, sendo considerado como o principal fator de rejeição por parte do consumidor. Frutos murchos, amassados, e sem a cor característica, aparentando baixa qualidade, sobram nas prateleiras dos supermercados (Biscegli *et al.*, 2003).

A injúria de impacto é geralmente causada pela colisão do fruto contra superfícies sólidas ou outros frutos durante as etapas de colheita, manuseio e transporte. Ela pode causar danos externos, que são facilmente visualizados na superfície, com a ruptura ou não da epiderme, formação de lesões aquosas translúcidas e amolecimento. Além disso, essas injúrias são responsáveis pela retirada da primeira linha de defesa do fruto colhido, permitindo a entrada de patógenos. A ocorrência de injúria em diversos produtos pode não causar sintomatologia externa prontamente observável, mas, no

entanto, o efeito acaba repercutindo *a posteriori*, produzindo injúrias internas (*internal bruising*) (Quintana & Paull, 1993; Moretti, 1998).

Lana *et al.* (2002) avaliando as causas de perdas pós-colheita de cenoura no varejo em Brasília – DF mostraram que mais de 50% das cenouras recebidas nos supermercados apresentavam algum tipo de dano, sendo 9,46% referente a danos mecânicos. Em relação ao descarte dessas cenouras, os danos mecânicos foram a principal causa, respondendo por 37,4% do total. Martins *et al.* (2007), estudando a incidência de danos pós-colheita em goiabas no CEAGESP, observaram injúrias mecânicas pós-colheita em 63% dos frutos amostrados.

Sanches *et al.* (2004), observaram um surgimento progressivo de defeitos considerados graves em bananas ‘Nanicão’, entre as etapas de beneficiamento, transporte e embalagem. Os autores relataram que o transporte contribuiu para que o percentual desses defeitos atingisse 41,10%, onde antes do acondicionamento nas embalagens, as frutas apresentavam 4,22% de defeitos graves. Isso mostra que os danos mecânicos podem acontecer em qualquer etapa pós-colheita, seja manual, mecanizada, e que todas as etapas dos processos de produção e comercialização são importantes e frágeis.

Muitos pesquisadores que investigam os efeitos dos danos mecânicos em frutos e hortaliças observam que embora às vezes não existam sintomas externos, inevitavelmente internamente esses produtos estarão depreciados. Dessa forma, alguns trabalhos vêm utilizando tomografia de ressonância magnética nuclear e microscopia eletrônica de varredura, ambos têm se mostrado com uma ferramenta eficaz na detecção de injúrias internas.

Godoy *et al.* (2010) observaram através de imagens de ressonância magnética que frutos de mamões ‘Golden’ danificados pelas injúrias, perderam sua integridade. Em goiabas de duas cultivares diferentes, ‘Paluma’ e ‘Pedro Sato’, o estresse causado pelo impacto produziu um colapso interno nos lóculos desses frutos (*internal bruising*), levando à perda da integridade celular e a consequente liquefação dos tecidos placentários, com extravasamento celular. Os frutos impactados não apresentaram sintomas externos prontamente visíveis, ou seja, o pericarpo externo do fruto permaneceu aparentemente intacto no momento da queda e evoluiu para regiões lesionadas com o passar dos dias (Mattiuz *et al.*, 2002).

Em abacates ‘Quintal’, a microscopia eletrônica de varredura indicou que os frutos injuriados por impacto, embora sem lesões aparentemente visíveis, apresentavam desordem celular em suas estruturas (Sanches *et al.*, 2007). Em figos ‘Roxo de Valinhos’ que sofreram injúria de impacto, as imagens geradas por tomografia de ressonância magnética, mostraram diminuição da espessura da polpa. Não foram observados sintomas externos prontamente visíveis, ou seja, o pericarpo externo do fruto permaneceu aparentemente intacto no momento da injúria e só com o passar dos dias é que houve evolução das regiões lesionadas (Biscegli *et al.*, 2003).

As injúrias mecânicas também podem promover alterações na constituição química de frutos e hortaliças. O teor de vitamina C em frutas e hortaliças pode ser influenciado por vários fatores, como diferenças genótípicas, condições climáticas, práticas culturais, métodos de colheita, pós-colheita e procedimentos de manipulação. A retenção de vitamina C em frutos que sofrem danos mecânicos e corte excessivo, pode ser prejudicada. O método de colheita pode causar lesões físicas e, consequentemente, influenciar a composição nutricional das frutas e dos vegetais. Injúrias mecânicas tais

como abrasão, impacto e cortes superficiais podem resultar em perda acelerada de vitamina C. A incidência e a gravidade de tais lesões são influenciadas pelo método de operações de colheita (à mão ou à máquina) e manuseamento (Lee & Kader, 2000).

Maia *et al.* (2011), trabalhando com bananas ‘Prata Anã’, constataram que o dano de impacto antecipou o amadurecimento e prejudicou a conversão de amido em açúcares solúveis totais na polpa dos frutos.

Em abacates ‘Geada’ submetidos às injúrias mecânicas de impacto, Sanches *et al.* (2008) notaram que os danos não afetaram a evolução dos teores de sólidos solúveis e de acidez titulável da polpa, durante o período de armazenamento. Abacates que sofreram queda de 2,0m de altura apresentaram fissuras na polpa ao redor do caroço, embora não apresentassem sintomas externos. À medida que os frutos foram amadurecendo, essas fissuras foram preenchidas por material originado do caroço.

Moretti *et al* (1998), trabalhando com tomates, verificaram haver alterações significativas no teor de acidez titulável, no teor de vitamina C, na atividade enzimática da poligalacturonase, nos carotenóides totais e na consistência do fruto em função do dano provocado por impacto. Neste estudo, os teores de ácidos orgânicos e vitamina C foram menores nos frutos injuriados, sendo que em relação à vitamina C houve uma perda de até 15% no tecido locular danificado.

Mattiuz & Durigan (2001), avaliaram os efeitos das injúrias mecânicas de impacto, compressão e corte sobre a qualidade e atividade respiratória de goiabas ‘Paluma’ e ‘Pedro Sato’. De acordo com os resultados encontrados, esses pesquisadores concluíram que a atividade respiratória dos frutos injuriados evoluiu produzindo maior quantidade de CO<sub>2</sub> que os frutos controle. Quanto aos parâmetros que definem a

qualidade de um fruto, como teores de sólidos solúveis totais, açúcares redutores, acidez total titulável e ácido ascórbico, ao longo do período de armazenamento, os frutos injuriados apresentaram-se com valores menores que os do controle.

Melancias ‘Top Gun<sup>®</sup>’ submetidas ao impacto apresentaram rachaduras na polpa, prejudicando bastante a sua aparência interna. As injúrias levaram os frutos a perder massa fresca com maior intensidade quando comparados aos do controle, durante o período de armazenamento, sendo que o impacto levou às maiores perdas de massa fresca acumulada (7,5%). Com relação aos parâmetros químicos avaliados, não houve diferenças significativas entre as áreas lesionadas e não lesionadas. Em relação à atividade respiratória, o tratamento impacto e o corte apresentaram maiores incrementos na produção de CO<sub>2</sub>, nas primeiras horas após a injúria, que os demais tratamentos (Durigan & Mattiuz, 2007).

Em limas ácidas ‘Tahiti’, Durigan *et al.* (2005), destacam a injúria por impacto como a mais estressante e prejudicial à qualidade desses frutos, pois aos nove dias de armazenamento, os frutos que sofreram essa injúria apresentavam-se sem condições de comercialização, com diminuição da cor verde nas regiões lesionadas, com a atividade respiratória triplicada, além de levar à perda de massa fresca e reduzir significativamente os teores de sólidos solúveis, acidez total titulável e ácido ascórbico.

Em pêssegos ‘Aurora – 1’, a injúria por impacto também foi a mais prejudicial resultando numa perda de massa fresca acumulada de 6%, durante o período de armazenamento. Além disso, a coloração interna dos frutos foi prejudicada e houve diminuição na firmeza da polpa. Os tratamentos injuriantes não afetaram os teores de sólidos solúveis da polpa dos pêssegos, já a acidez titulável foi menor nos frutos injuriados (Kasat *et al.*, 2007).

Camillo (2009) estudando os efeitos dos danos mecânicos na qualidade pós-colheita de pêssegos e ameixas, em estádios de maturação verde e maduro, encontrou que os danos mecânicos de impacto afetaram a qualidade visual dos pêssegos de todas as cultivares estudadas ao longo do armazenamento, independente do estágio de maturação, tornando-os inviáveis para o mercado consumidor. As injúrias levaram os pêssegos a perder massa fresca com maior intensidade em relação ao controle, durante o período de armazenamento. Em relação aos sólidos solúveis, constata-se que os tratamentos não afetaram significativamente os teores desta variável, já em relação aos teores de acidez total titulável, houve uma tendência à redução. As ameixas que foram submetidas às injúrias de compressão e impacto, tiveram a aparência externa bastante prejudicada, porém sem influenciar a perda de massa fresca.

Alves *et al.* (2010) avaliaram os efeitos de duas alturas de impacto (60 e 120 cm) na atividade respiratória e qualidade de kiwis 'Bruno', e constataram que a atividade respiratória dos frutos foi maior naqueles submetidos a maior altura de impacto, assim como a firmeza da polpa e os atributos de textura foram menores nos frutos submetidos à injúria. Porém, não observaram diferenças entre os tratamentos para os valores de acidez total titulável e sólidos solúveis totais, nem escurecimento da polpa nos frutos submetidos ao dano mecânico, em relação ao tratamento controle.

Pasini (2012), estudando os efeitos de danos mecânicos de impacto e atrito nas etapas de transporte, beneficiamento e comercialização de peras 'Packham's triumph', observou que o transporte causou lesões por atrito, porém de maneira geral, não houve efeitos dos impactos, seja sobre superfície rígida ou emborrachada, sobre a maioria dos atributos de qualidade avaliados pelo autor.

A qualidade de abobrinhas ‘Caipira’ submetida às injúrias de impacto, compressão e corte, sofreu perdas significativas durante o armazenamento, sendo que as injúrias por corte e impacto foram as que mais contribuíram para esta perda (Durigan & Mattiuz, 2007).

Em tomates ‘Débora’, Camargo *et al.* (2004), observaram que com o aumento da altura de impacto, havia aumento na perda de massa, diminuição da vitamina C em até 12,2%, ligeira diminuição da acidez total e pH, e incremento na incidência de danos físicos internos, sendo que com 40cm, 25% do total dos frutos analisados apresentavam danos considerados severos.

## 3 MATERIAL & MÉTODOS

### 3.1. Localização do pomar e condições de cultivo das mangueiras

Os frutos utilizados nesta pesquisa foram colhidos em um pomar da Fazenda Experimental da Sementeira, de propriedade da Universidade Federal de Viçosa (UFV), localizada no município de Visconde de Rio Branco, MG, latitude de 21°00'37''S, longitude de 42°50'26''O e altitude de 352 m. Segundo a classificação de Koppen, o clima da região é do tipo Aw (tropical chuvoso de savana) e caracteriza-se pela temperatura média anual de 21°C, precipitação média de 1.270 mm e umidade relativa média de 80%.

O pomar foi implantado em 2007, com o plantio de mudas enxertadas de mangueira 'Ubá', no espaçamento de 10 x 10 m. Nos dois primeiros anos de cultivo, todos os frutos emitidos pelas mangueiras foram eliminados a fim de se permitir um adequado crescimento vegetativo das plantas. As adubações de plantio, de formação e de produção foram realizadas de acordo com as recomendações de Rajj *et al.* (1997), utilizando os adubos sulfato de amônio, superfosfato simples e cloreto de potássio como fonte de nutrientes. O pomar experimental foi conduzido sem irrigação (cultivo de sequeiro), que é a forma mais praticada pelos fruticultores da região. As plantas não receberam tratamentos fitossanitários nas duas safras, sendo apenas realizado o controle de plantas daninhas na região de projeção da copa das plantas, por ocasião das adubações minerais.

Foram realizados dois experimentos, durante as safras de 2011/2012 e de 2012/2013. O primeiro no dia 10/01/2012 e o segundo no dia 04/01/2013.

### **3.2 Caracterização do estágio de maturação dos frutos**

Foram realizados dois experimentos, durante as safras 2011/2012 e 2012/2013. De acordo com os valores da relação SS/AT, e com base em Silva (2009), foi possível caracterizar o estágio de maturação inicial dos frutos utilizados nestes experimentos.

São eles: SS/AT de 4,33 para os frutos do experimento da safra 2011/2012, frutos colhidos entre a 19ª e 20ª semana após a antese (SAA); SS/AT de 2,75 para os frutos do experimento da safra 2012/2013, frutos colhidos entre a 16ª e 17ª SAA.

Além da relação SS/AT, a cor da polpa também constitui um importante parâmetro de indicação da maturidade fisiológica de mangas. A cor da polpa pode ser caracterizada em 5 subclasses: creme, creme amarela, amarela, amarela alaranjada e alaranjada (CEAGESP, 2004).

As mangas utilizadas no experimento da safra 2011/2012 apresentavam por ocasião da colheita, polpa de cor amarela, e no experimento da safra 2012/2013, apresentavam polpa de cor creme amarela, segundo a classificação de subclasses para a manga do CEAGESP (2004).

### **3.3 1º Experimento**

#### **3.3.1 Obtenção dos frutos e avaliação da qualidade inicial**

Os frutos foram manualmente colhidos de uma única planta, no dia 10/01/2012 e imediatamente transportados para o Laboratório de Manejo e Qualidade Pós-Colheita de Frutas do Setor de Fruticultura da Universidade Federal de Viçosa (UFV), MG. Os frutos utilizados neste primeiro experimento apresentavam cor de polpa amarela, segundo a classificação de subclasses para a manga do CEAGESP (2004).

No laboratório, os frutos foram selecionados a fim de tornar o lote mais homogêneo quanto ao tamanho, coloração da casca e ausência de danos mecânicos pré-existentes.

Após esta seleção os frutos foram sanitizados por imersão em solução de hipoclorito de sódio  $100 \text{ mg.L}^{-1}$  de cloro ativo, durante 1 minuto e deixados secar a temperatura ambiente (Figura 1). Em seguida, uma amostra dos frutos foi analisada, de forma a caracterizar a qualidade inicial desses frutos.

Antes de serem levados ao galpão de Pós-Colheita de Frutas do Setor de Fruticultura da UFV, para o experimento de queda, os frutos de cada tratamento tiveram sua massa fresca inicial aferida em balança eletrônica.



Figura 1. Frutos de manga 'Ubá' selecionados e sanitizados. Safra 2012/2013.

### **3.3.2 Simulação das injúrias**

Após a sanitização, os frutos foram transportados para o galpão de Pós-Colheita de Frutas do Setor de Fruticultura da UFV. Os frutos foram deixados cair em queda livre uma única vez em uma superfície plana e rígida.

Cada altura de queda correspondia a um tratamento, além do controle. Dessa forma, os tratamentos foram: 1, 2, 3, 4 e 5 metros de altura de queda e o controle, totalizando seis tratamentos. Cada parcela ou unidade experimental foi constituída por oito frutos, com cinco repetições em cada tratamento.

### **3.3.3 Amadurecimento dos frutos**

Depois de aplicados as quedas, os frutos foram acondicionados em caixas plásticas com dimensões de 50 x 30 x 15 cm, e aplicado acetileno (carbureto de cálcio) para antecipar e uniformizar o amadurecimento dos frutos ( $22,22 \text{ g/m}^3$  de câmara). Cada caixa foi embalada com filme de polietileno de baixa densidade (89 cm de altura x 60 cm de largura e 12  $\mu\text{m}$  de espessura) e vedada de modo a formar uma câmara de amadurecimento (Figura 2).

Os tratamentos foram aleatoriamente dispostos em blocos, em uma sala a temperatura ambiente de  $25 \text{ }^\circ\text{C} \pm 2 \text{ }^\circ\text{C}$ , onde permaneceram até que os frutos completassem o amadurecimento. Após 72 horas as câmaras foram abertas para que ocorresse a exaustão dos gases formados, e três dias depois, os frutos haviam atingido o estágio de maturação desejado (casca mais amarela que verde) para o processamento e tiveram início as análises laboratoriais.



Figura 2. Câmaras de amadurecimento formadas com filme de polietileno de baixa densidade.

### 3.4 2º Experimento

#### 3.4.1 Obtenção dos frutos e caracterização da qualidade inicial

Os frutos foram cuidadosamente colhidos de uma única planta no dia 04/01/2013 e imediatamente transportados para o Laboratório de Manejo e Qualidade Pós-Colheita de Frutas do Setor de Fruticultura da UFV. Os frutos utilizados neste segundo experimento apresentavam cor de polpa creme amarela, segundo a classificação de subclasses para a manga do CEAGESP (2004).

Todos os cuidados e procedimentos realizados no primeiro experimento foram repetidos, inclusive a avaliação de uma amostra de frutos para a caracterização da qualidade inicial e pesagem dos frutos em balança eletrônica.

### **3.4.2 Simulação das injúrias**

Após a pesagem, os frutos foram levados ao galpão, conforme descrito no primeiro experimento, e receberam as quedas correspondentes a cada tratamento.

### **3.4.3 Amadurecimento dos frutos**

Assim como no primeiro experimento, os frutos de cada tratamento foram acondicionados nas câmaras de amadurecimento e dispostos aleatoriamente em blocos, em uma sala a temperatura ambiente, onde permaneceram até que se completasse o amadurecimento (Figura 2).

Após 72 horas de formadas, as câmaras foram abertas para que ocorresse a exaustão dos gases formados, e três dias depois, os frutos atingiram o estágio de maturação desejado (casca mais amarela que verde) para o processamento e tiveram início as análises laboratoriais.

### **3.5 Descarte de frutos após o amadurecimento**

No experimento da safra 2012/2013 foi contabilizado a massa fresca e número dos frutos que saíram das câmaras de amadurecimento sem condições de serem processados. Com esses valores foi contabilizado o percentual (%) de descarte gerado por cada tratamento.

### **3.6 Percentual de Lesões Internas**

No experimento da safra 2012/2013 foi avaliado o percentual de frutos que se apresentavam lesionados internamente, através de contagem direta do número de frutos lesionados em cada unidade experimental. Os frutos foram avaliados para a presença de lesões como manchas amarronzadas, moles e coalescentes, sendo contabilizado como lesionado. O percentual foi calculado em relação ao número total de frutos de cada repetição.

### **3.7 Análises Físico-Químicas**

Em ambos os experimentos, após serem retirados das câmaras de amadurecimento, os frutos de cada tratamento tiveram sua massa fresca aferida em balança eletrônica.

Os frutos foram descascados e avaliados quanto a presença de lesões internas (marcas amarronzadas, moles e coalescentes), sendo contabilizado o número de frutos lesionados.

Após serem descascadas, as frutas foram fatiadas e descartadas as regiões da polpa que apresentavam injúrias. As análises foram realizadas com a polpa não injuriada, que foi homogeneizada para obtenção das amostras.

A seguir foram realizadas as seguintes análises físico - químicas: teor de sólidos solúveis (SS) expresso em °Brix, teor de acidez titulável (AT), potencial hidrogeniônico (pH), relação SS/AT e teor de vitamina C.

Antes de submeter os frutos às quedas, foram realizadas análises físico – químicas de uma amostra dos frutos, para aferição da qualidade inicial desses.

### **3.7.1 Sólidos Solúveis (SS)**

Foram utilizadas amostras homogeneizadas da polpa para determinação do teor de SS, através da leitura direta em refratômetro portátil, com leitura de 0 a 32 °Brix, segundo as normas analíticas do IAL (2008).

### **3.7.2 Acidez Titulável (AT)**

A determinação foi realizada por titulometria, segundo a técnica descrita pelo IAL (2008). Foram utilizadas para medição da AT amostras homogeneizadas compostas de 5 ml da polpa. A cada amostra foram adicionadas três gotas de indicador fenolftaleína 1%, procedendo-se as titulações, sob agitação, com NaOH 0,1 mol.L<sup>-1</sup>. Os resultados foram expressos em percentagem de ácido cítrico anidro.

### **3.7.3 Potencial Hidrogeniônico (pH)**

O pH foi determinado em amostras homogeneizadas, pela leitura com pHmetro digital previamente calibrado com soluções – tampão de pH 4 e pH 7, segundo as normas analíticas do IAL (2008).

### **3.7.4 Relação SS/AT**

Obtida através do quociente direto de SS/AT.

### **3.7.5 Vitamina C (Ácido Ascórbico)**

O teor de vitamina C foi obtido de acordo com as normas analíticas do IAL (2008), por titulação com reagente de Tillmans (2,6 diclorofenol – indofenol). Amostras foram homogeneizadas e diluídas 10 vezes, destas foram retiradas alíquotas de 10 ml que foram tituladas com o reagente de Tillmans. O resultado foi expresso em mg de vitamina C por 100 gramas de polpa.

### **3.8 Análises estatísticas**

Os dados obtidos foram analisados por meio de análise de variância e regressão. As médias das variáveis do controle foram comparadas com os demais tratamentos utilizando o teste de Dunnett, adotando-se o nível de 5% de significância. Nas avaliações, os modelos foram escolhidos com base na significância dos coeficientes de regressão ao nível de 10% de probabilidade, utilizando o teste t de Student, no coeficiente de determinação ( $R^2$ ) e no potencial para explicar o fenômeno biológico.

A análise estatística foi realizada com auxílio do Sistema de Análises Estatísticas e Genéticas da Universidade Federal de Viçosa, versão 9.1 (SAEG, 2007).

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 Perda de Massa Fresca (PMF)

A perda de massa fresca dos frutos após a retirada das câmaras de amadurecimento, em ambos os experimentos, não apresentou diferenças significativas entre o controle e os submetidos às quedas (Tabela 1). Em estudos com mamões (Godoy et al., 2010), maçãs (Montero, 2010), abacates (Sanches et al., 2008) e pêssegos (Kasat et al., 2007), constatou-se que a injúria mecânica por impacto leva os frutos a maiores perdas de massa. O diferencial deste trabalho com os demais citados, é que os frutos foram avaliados imediatamente após a saída da câmara de amadurecimento, não havendo período de armazenamento. Geralmente, a perda de massa fresca de frutos injuriados é avaliada ao longo do tempo.

Tabela 1 – Percentual de perda de massa fresca (PMF) dos frutos após a retirada das câmaras de amadurecimento. Safras 2011/2012 e 2012/2013.

Altura de Queda (m)	PMF – Safra 2011/2012	PMF – Safra 2012/2013
Controle	6,86 A	6,90 A
1	7,08 A	7,02 A
2	6,53 A	6,95 A
3	7,28 A	6,49 A
4	7,48 A	6,94 A
5	8,02 A	6,96 A
DMS	1,31	1,64

As médias com a mesma letra do controle, não diferem ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Dunnett.

Kasat et al. (2007) trabalhando com pêssegos ‘Aurora-1’, constataram que os frutos submetidos ao tratamento de impacto perderam mais massa fresca que os frutos do controle, alcançando um valor de 6%. Mamões ‘Golden’ injuriados por impacto apresentaram 19% de perda de massa fresca (Godoy et al., 2010). Durigan & Mattiuz (2007) encontraram perdas de massa fresca acumulada na ordem de 7,5% para melancias injuriadas por impacto.

Segundo Fontes et al. (1999) a perda de massa fresca é um sintoma inicial de perda de água. De acordo com Chitarra & Chitarra (1990), perdas para produtos hortícolas da ordem de 3% a 6% são suficientes para causar um marcante declínio na qualidade, mas alguns produtos são ainda comercializáveis com até 10% de perda de umidade.

Na literatura consultada, não há referências quanto ao limite de perda de massa tolerado para manga. Contudo, durante o processo de comercialização da manga ‘Ubá’, os compradores (intermediários) adquirem a manga fisiologicamente madura dos agricultores, induzem o amadurecimento artificial dos frutos e subtraem 10% no número de caixas colhidas relativo à provável perda de massa fresca durante o processo de amadurecimento e transporte até as agroindústrias. Considerando que a perda de massa fresca nesta pesquisa foi de aproximadamente 7%, o valor de 10% utilizados pelos intermediários é plenamente justificável.

Na Tabela 2 são apresentadas as equações ajustadas, representativas das variáveis analisadas durante as duas safras. Não houve efeito da altura de queda para a PMF.

## 4.2 Frutos Sem Condições de Processamento (Descarte)

Durante a safra 2012/2013, foi contabilizado o percentual dos frutos que saíram das câmaras de amadurecimento sem condições de serem processados (Figura 3). Esses frutos apresentavam sinais visíveis de podridões causadas por patógenos. O impacto costuma romper a primeira linha de defesa dos frutos, e abrir entrada para esses microorganismos. Assim, frutos com a epiderme rompida em função da queda acabaram apodrecendo antes mesmo de completarem o amadurecimento. Tais frutos, além de serem descartados, tornam-se potenciais fontes de contaminação para os demais.



Figura 3 - Frutos da safra 2012/2013 sem condições de serem processados. Controle (A), altura de impacto de 1 m (B), altura de impacto de 2 m (C), altura de impacto de 3 m (D), altura de impacto de 4 m (E) e altura de impacto de 5 m (F).

Tabela 2 – Equações de regressão ajustadas as variáveis analisadas em função da altura de queda (m) durante as safras 2011/2012 e 2012/2013. Sólidos solúveis (SS), acidez titulável (AT), pH, relação SS/AT, vitamina C (Vit. C), perda de massa fresca (PM), percentual de descarte (PD), percentual de frutos com lesões internas (PLI) e os respectivos coeficientes de determinação ( $R^2$ ).

Safra	Variáveis	Equação Ajustada	$R^2$
2011/2012	SS	$\hat{Y} = 17,84 - 0,61^\circ m + 0,107^\circ m^2$	0,6733
	AT	$\hat{Y} = 0,546 + 0,167^\circ m^{1/2} - 0,101^* m$	0,8242
	pH	$\hat{Y} = 4,318 - 0,0519^{ns} m + 0,0118^{ns} m^2$	0,7090
	SS/AT	$\hat{Y} = 34,77 - 14,055^* m^{1/2} + 7,694^{**} m$	0,9416
	PMF	$\hat{Y} = 6,932 - 0,1915^{ns} m + 0,0828^{ns} m^2$	0,8319
2012/2013	SS	$\hat{Y} = 19,06 - 0,52^{**} m$	0,9042
	AT	$\hat{Y} = 0,737 - 0,204^* m^{1/2} + 0,0654^\circ m$	0,8759
	pH	$\hat{Y} = 3,98 + 0,257^{**} m^{1/2} - 0,1094^{**} m$	0,8340
	SS/AT	$\hat{Y} = 26,64 + 4,413^\circ m - 0,881^* m^2$	0,6488
	Vit. C	$\hat{Y} = 66,36 - 22,79^{**} m^{1/2} + 7,06^{**} m$	0,9172
	PMF	$\hat{Y} = 6,87$	
	PD	$\hat{Y} = 2,183 + 7,522^{**} m$	0,8860
PLI	$\hat{Y} = 20,38 + 55,00^{**} m^{1/2} - 12,59^* m^2$	0,9963	

\*\*Significativo a 1% de probabilidade pelo teste t

\*Significativo a 5% de probabilidade pelo teste t

°Significativo a 10% de probabilidade pelo teste t

<sup>ns</sup>Não significativo a 10% de probabilidade pelo teste t

Na média, a cada aumento de 1m na altura de queda, 7,52% dos frutos foram descartados (Tabela 2). A partir da altura de queda de 3 m houve um aumento expressivo no descarte dos frutos, em função do apodrecimento dos mesmos. O tratamento mais intenso (5 m de altura de queda) resultou no descarte de 40,62% dos frutos (Tabela 3). Essas perdas são consideradas como de ordem primária, pois levam ao descarte completo do fruto. Muitos produtores da região da Zona da Mata mineira, não se preocupam em fazer essa seleção na própria unidade agrícola e preferem levar esses frutos misturados aos demais até a agroindústria. Essa opção acaba por aumentar as despesas do produtor, pois, até as frutas serem processadas, o descarte tende a aumentar em maiores proporções, aumentando o gasto com transporte, uma vez que grande parte da carga transportada será descartada. Quando o descarte é muito alto (acima de 40%), geralmente, o funcionário responsável pela seleção das frutas nas esteiras opta pelo descarte de toda a carga, pois neste caso o processo de seleção torna-se muito lento, afetando a linha de produção. Além disso, a qualidade da polpa produzida tende a reduzir.

### **4.3 Lesões Internas**

As lesões internas foram avaliadas em frutos que externamente não apresentavam sinais de danos mecânicos, ou seja, frutos que possivelmente seriam processados pela agroindústria ou comercializados para o consumo *in natura*.

Verificou-se um aumento expressivo no percentual de frutos com lesões internas a partir da altura de queda de 1m. Aos 5 m de altura de queda, 82% dos frutos

apresentavam lesões internas (Tabela 3). Na Figura 4 são mostradas como essas lesões internas podem se manifestar através de mudanças na consistência e coloração da polpa.

A principal explicação para estas modificações de cor na polpa é a oxidação dos tecidos, os quais se tornam mais expostos a ação enzimática decorrente da ruptura após o dano mecânico (Montero, 2010).

Tomates ‘Débora’ apresentaram incremento na incidência de danos físicos internos, com o aumento da altura de queda, sendo que com 40 cm, 25% do total dos frutos analisados apresentavam danos considerados severos (Camargo et al., 2004).

Cerca de 20% frutos do controle apresentaram-se com lesões internas. Esse resultado pode ser explicado pela preexistência de lesões nesses frutos antes de chegarem até o laboratório, provavelmente, em função do transporte da Estação Experimental da Sementeira, localizada em Visconde do Rio Branco – MG, até o laboratório da UFV, em Viçosa – MG.

Pêssegos cv. ‘Maciel’ em estágio de maturação maduro, submetidos a diferentes alturas de queda (40 e 80 cm), apresentaram lesões, inclusive os frutos do tratamento controle (Camillo, 2009).

Tabela 3– Valores médios de percentual de descarte (PD) e percentual de frutos com lesões internas (PLI). Referente à safra 2012/2013.

Altura de Queda (m)	PD	PLI
Controle	7,04 A	20,00 A
1	1,94 A	64,64 B
2	16,70 A	72,00 B
3	30,47 B	77,50 B
4	29,15 B	78,38 B
5	40,62 B	82,00 B
DMS	19,48	23,95

As médias com a mesma letra do controle, não diferem ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Dunnett.

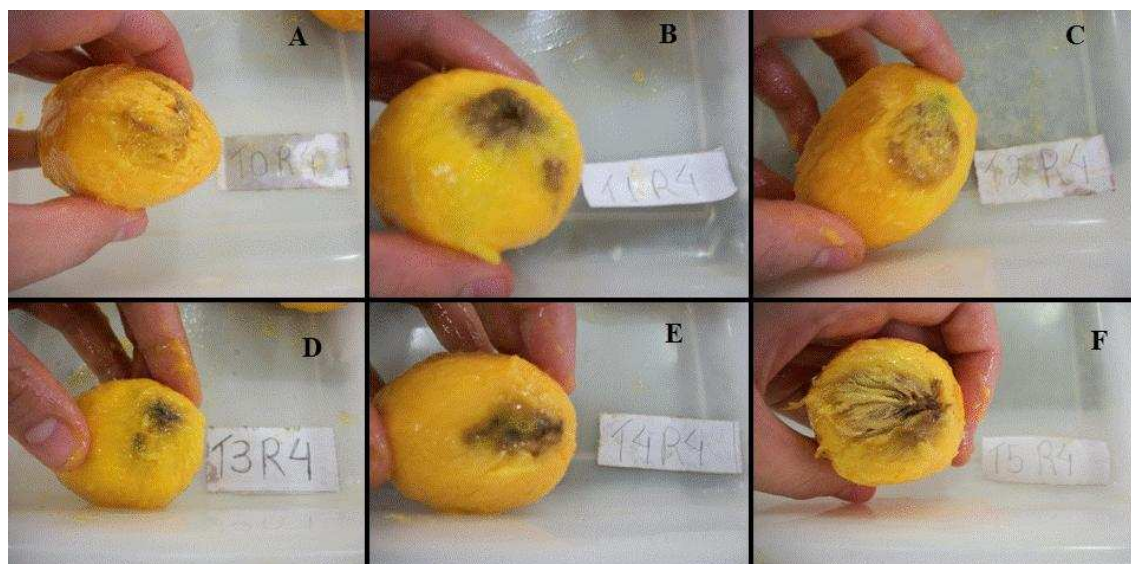


Figura 4 - Frutos da safra 2012/2013 com lesões internas. Controle (A), altura de impacto de 1 m (B), altura de impacto de 2 m (C), altura de impacto de 3 m (D), altura de impacto de 4 m (E) e altura de impacto de 5 m (F).

#### **4.4 Análises Físico-Químicas**

Nas Tabelas 4 e 5 temos os valores médios encontrados para as safras 2011/2012 e 2012/2013, respectivamente.

##### **4.4.1 Teor de Sólidos Solúveis (SS)**

Os frutos utilizados no experimento realizado na safra 2011/2012 apresentavam 8,33 °Brix no momento em que foram colhidos, e ao final do experimento foi encontrado teor médio de 17,3 °Brix. Esses resultados indicam que o processo de amadurecimento ocorreu como esperado, já que houve uma evolução dos teores de SS.

Embora não tenham sido observadas diferenças significativas entre o controle e as alturas de queda para o teor de sólidos solúveis (SS), o teor médio está dentro do que é encontrado na literatura para frutos de manga 'Ubá', onde Silva et al. (2009) encontraram 17,5 °Brix.

Em ambas as safras, o teor de SS mostrou ter relação com a altura de queda (Tabela 2). Para a safra 2011/2012, a altura de 2,84m corresponde ao ponto de mínimo, com um valor de 16,97 °Brix (Figura 5 A). Para a safra 2012/2013, o modelo que melhor se ajustou a distribuição dos dados foi uma regressão linear simples, onde para cada aumento de 1 m na altura de queda houve uma redução média de 0,52 °Brix no teor de SS dos frutos (Figura 5 B).

Os frutos utilizados no experimento da safra 2012/2013 também apresentaram uma evolução para o teor de SS, pois inicialmente esse valor era de 4,00 °Brix e ao final do experimento, o teor médio encontrado foi de 17,76 °Brix.

Nesta safra, observou-se diferenças significativas no teor de SS para as diferentes alturas de queda, sendo que no tratamento mais intenso (5m de altura de

queda), verificou-se uma redução de 14,43% no teor de SS em relação ao tratamento controle (sem queda).

De acordo com Alves et al. (2010) a atividade respiratória dos frutos tende a aumentar, a medida que se aumenta a altura de queda, contudo, nem sempre se observa diferenças significativas no teor de SS

Trabalhos com goiabas (Mattiuz & Durigan, 2001), lima ácida ‘Tahiti’ (Durigan et al., 2005) e tangerinas ‘Montenegrina’ (Montero et al., 2009) demonstraram reduções nos teores de sólidos solúveis nos frutos danificados. Há trabalhos, no entanto, onde esta diferença não aparece, pois, Montero et al. (2009) trabalhando com tangerinas ‘Rainha’, não observaram diferenças no teor de sólidos solúveis em frutos danificados. Kasat et al. (2007) também não encontraram efeitos dos tratamentos injuriantes para o teor de SS da polpa dos pêssegos.

Todas as análises físico-químicas realizadas neste trabalho foram feitas com a parte não injuriada dos frutos de manga ‘Ubá’. No experimento realizado durante a safra 2011/2012, não foi possível encontrar diferenças significativas, porém, o experimento realizado na safra seguinte, 2012/2013, mostrou que mesmo a área não lesionada do fruto, pode através do impacto, ter seu conteúdo de SST reduzido.

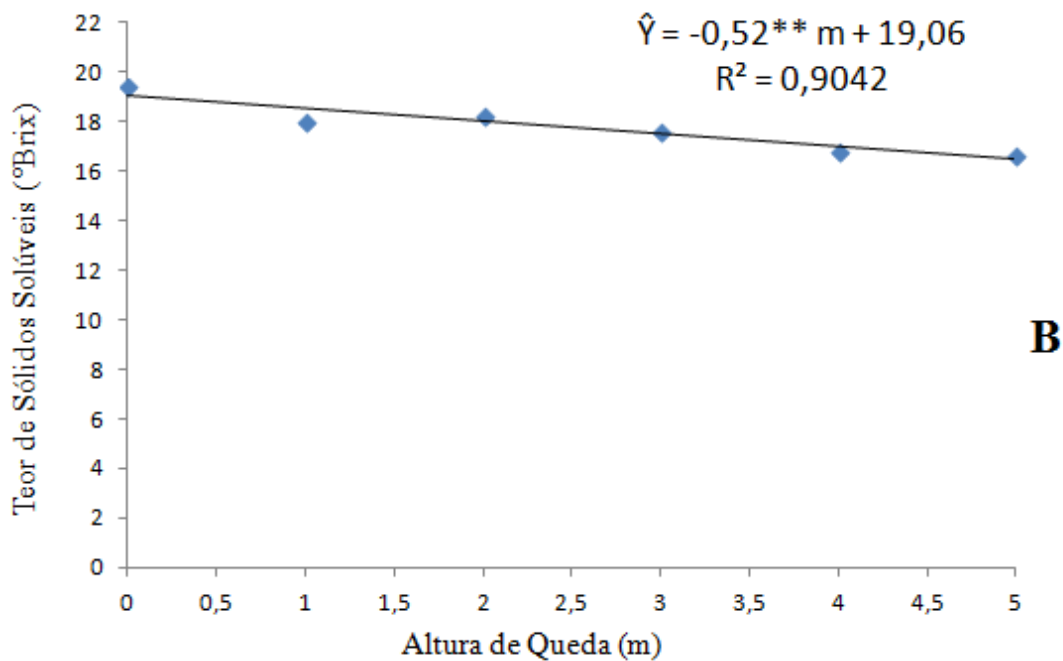
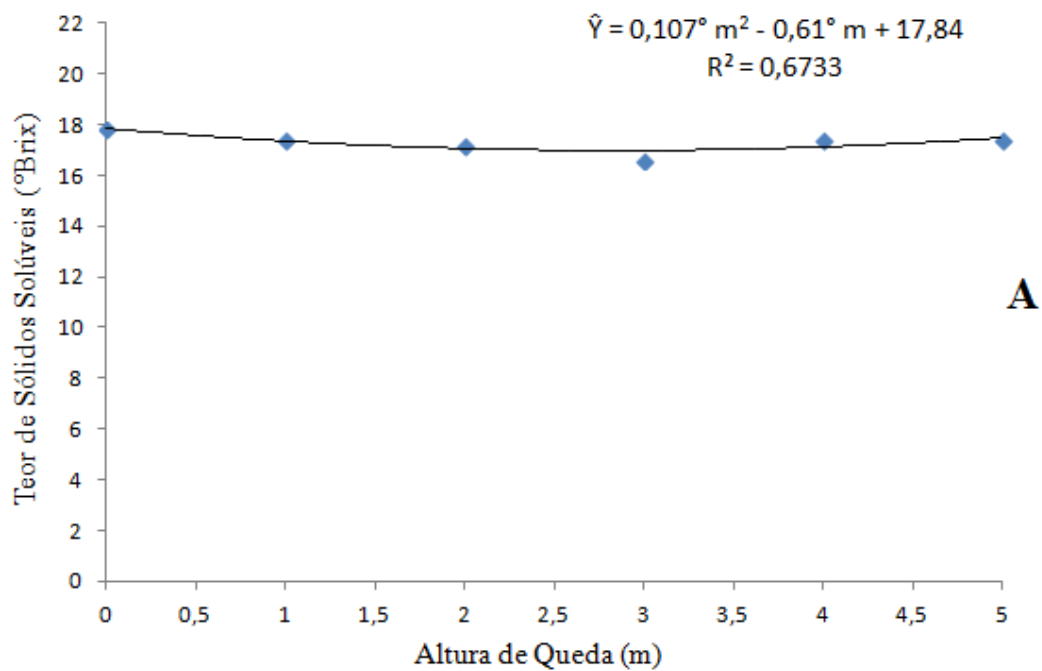


Figura 5 – Teor de sólidos solúveis (SS) de manga ‘Ubá’ submetida à altura de queda (m) para as safras 2011/2012 (A) e 2012/2013 (B). \*\*Significativo a 1% de probabilidade; °Significativo a 10% de probabilidade, pelo teste t.

#### 4.4.2 Acidez Titulável (AT)

No momento em que foram colhidos, os frutos da safra 2011/2012 apresentavam um teor AT de 1,92%, e ao final do experimento, o teor médio foi de 0,52%. Esses valores indicam que houve uma redução na acidez dos frutos, o que é esperado com o amadurecimento. A literatura mostra que frutos de manga ‘Ubá’ maduros podem apresentar valores variáveis para a AT, indo de 0,46% (Silva et al., 2009) a 0,60% (Benevides et al., 2008).

O teor de ácidos orgânicos, com poucas exceções, diminui com o amadurecimento, em decorrência do processo respiratório ou de sua conversão em açúcares, sendo o período de amadurecimento o de maior atividade metabólica (Chitarra & Chitarra, 2005).

No momento da colheita, os frutos utilizados no experimento realizado na safra 2012/2013 apresentavam um teor de AT de 1,45%, o que mostra que esses frutos estavam um pouco menos ácidos que os do experimento anterior. Ao final do experimento, o valor médio de AT foi de 0,61%, valor um pouco mais elevado que o da safra anterior e também dentro da faixa encontrada na literatura para manga ‘Ubá’.

O teor de AT mostrou ter relação com a altura de queda, em ambas as safras (Tabela 2).

Na safra 2011/2012 não foram encontradas diferenças significativas entre o controle e as alturas de queda. Já na safra 2012/2013 observou-se diferença entre o controle e a altura de queda de 3 m.

Em tomates ‘Débora’, com aumento da altura de queda houve ligeira diminuição da AT (Camargo et al., 2004), também em pêssegos a AT foi menor nos frutos injuriados (Kasat et al., 2007). Outros trabalhos avaliando a influência de danos mecânicos no teor de ATT mostram que nem sempre são observadas diferenças, por exemplo, Sanches et al. (2008) não observaram diferenças para acidez titulável em abacates submetidos a impactos, compressões e cortes; para maçãs, Steffens et al. (2008) também não encontraram diferenças para acidez titulável em frutos submetidos a impactos de 20 cm.

Tabela 4 – Valores médios de sólidos solúveis (SS), acidez titulável (AT), pH, relação SS/AT no momento da colheita e após a retirada dos frutos das câmaras de amadurecimento. Referente à safra 2011/2012.

Altura de Queda (m)	SS	AT	pH	SS/AT
Colheita	8,33	1,92	3,49	3,49
Controle	17,80 A	0,53 A	4,32 <sup>a</sup>	34,91 A
1	17,40 A	0,66 A	4,24 A	27,18 A
2	17,20 A	0,54 A	4,29 A	32,27 A
3	16,60 A	0,50 A	4,276 A	33,29 A
4	17,40 A	0,48 A	4,278 A	36,23 A
5	17,40 A	0,42 A	4,36 A	42,38 A
Média	17,30	0,52	4,29	34,37
DMS	1,38	0,18	0,23	12,15

As médias com a mesma letra do controle, não diferem ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Dunnett.

Tabela 5 – Valores médios de sólidos solúveis (SS), acidez titulável (AT), pH, relação SS/AT, teor de vitamina C (Vit. C) no momento da colheita e após a retirada dos frutos das câmaras de amadurecimento. Referente à safra 2012/2013.

Altura de Queda (m)	SS	AT	pH	SS/AT	Vit. C
Colheita	4,00	1,45	3,06	2,75	70,27
Controle	19,40 A	0,73 A	3,99 A	26,61 A	66,88 A
1	18,00 B	0,61 A	4,14 A	29,99 A	48,85 B
2	18,20 B	0,58 A	4,11 A	31,64 A	47,19 B
3	17,60 B	0,53 B	4,15 A	34,35 A	51,06 B
4	16,80 B	0,61 A	4,02 A	27,25 A	50,78 B
5	16,60 B	0,60 A	4,03 A	27,75 A	48,30 B
Média	17,76	0,61	4,07	29,60	52,17
DMS	1,11	0,15	0,15	9,85	10,50

As médias com a mesma letra do controle, não diferem ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Dunnett.

#### 4.4.3 Potencial Hidrogeniônico (pH)

O valor de pH aumentou desde a colheita até o final do experimento. O aumento nesse parâmetro reflete a diminuição da acidez ocorrida durante o amadurecimento dos frutos. Em manga ‘Haden’ houve aumento do pH com concomitante redução da ATT durante o período de amadurecimento (Cardello & Cardello, 1998).

Em ambas as safras não foram observadas diferenças entre o controle e as alturas de queda para o pH.

No experimento realizado durante a safra 2011/2012, não houve significância entre o pH e a altura de queda. Porém, na safra seguinte essa variável mostrou estar relacionada com a altura de queda (Tabela 2).

O valor de pH é um importante parâmetro para agroindústria processadora de polpa de frutas. De acordo com a legislação, a polpa deve apresentar pH abaixo de 4,50 para garantir sua conservação sem a necessidade de tratamento térmico muito elevado, o que colocaria em risco sua qualidade (Benevides, 2006).

#### **4.4.4 Relação SS/AT**

O valor da relação SS/AT aumentou desde a colheita até o final do experimento. Em ambas as safras não foram observadas diferenças entre o controle e as alturas de queda. Um incremento no ratio seria esperado, mas os dados de AT e SS nem sempre variaram em função dos tratamentos, e o ratio nada mais é que a relação entre ambos, logo, tampouco apresentou variação significativa.

Em ambas as safras, a relação SS/AT mostrou estar relacionada com a altura de queda (Tabela 2). Na safra 2012/2013 o ponto máximo foi de 2,50m, para esta altura de queda o valor máximo da relação SS/AT foi 32,16 (Figura 6). Por tratar-se de um quociente direto entre o teor de SS e o teor de AT, essa relação tende a se moldar de acordo com seus constituintes.

Benevides et al. (2008) trabalhando com manga 'Ubá' encontrou por duas safras consecutivas valores da relação SS/AT de 34,52 e 30,88, respectivamente para as

safra 2003/2004 e 2004/2005. Berniz (1984) encontrou um valor mais elevado, 52,77, esse valor possivelmente está relacionado à baixa acidez (0,36%) encontrada por este mesmo autor.

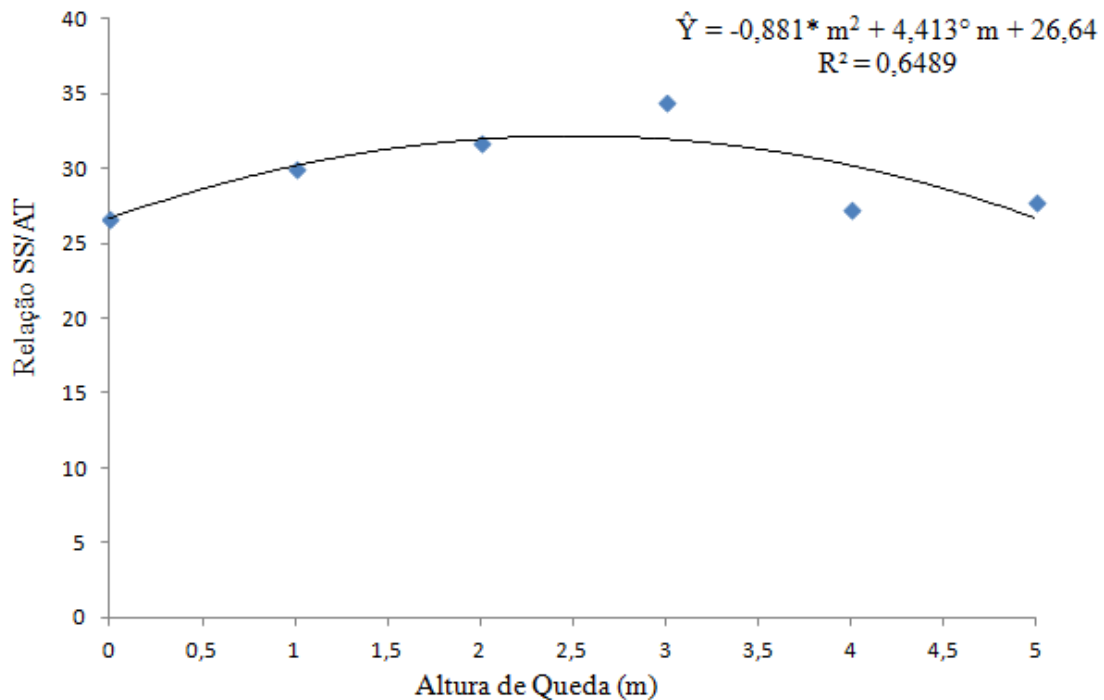


Figura 6 - Relação SS/AT de manga ‘Ubá’ submetida à injúria mecânica de impacto. \*Significativo a 5% de probabilidade; ° Significativo a 10% de probabilidade, pelo teste t. Safra 2012/2013.

#### 4.4.5 Vitamina C

O teor de vitamina C (ácido ascórbico) dos frutos no momento da colheita era de 70,27 mg/100g, e com o amadurecimento o teor médio final foi de 50,17 mg/100g. Esse decréscimo está de acordo ao que é relatado na literatura para frutos de manga ‘Ubá’, onde frutos mais verdes apresentam maiores teores de vitamina C que frutos

mais maduros (Silva, 2009; Mata et al., 2011). Em mangas ‘Haden’ durante o período de amadurecimento também houve diminuição do conteúdo de vitamina C dos frutos (Cardello & Cardello, 1998).

O teor de vitamina C mostrou ter relação com a altura de queda (Tabela 2). E pelo teste de Dunnett (5%), verificou-se diferenças significativas entre os tratamentos, sendo que a altura de queda de 2m gerou a maior perda de vitamina C em relação ao controle, um decréscimo de 29,44%. O tratamento mais intenso (5m de altura de queda) gerou a segunda maior perda em relação ao controle, com redução de 27,78% no teor de vitamina C.

Outros trabalhos já evidenciaram perdas de vitamina C em função de danos mecânicos. Durigan et al. (2005) encontraram um decréscimo de aproximadamente 6% no teor de vitamina C em lima ácida ‘Tahiti’ submetida a impactos de quedas a uma altura de 1,20m. Em tangerinas ‘Montenegrina’ e ‘Raíinha’ e no tangor ‘Murcott’, as reduções foram de 27, 24 e 20% respectivamente, nos tratamentos de maior altura de queda em relação à testemunha (Montero, 2010).

No presente estudo, os frutos injuriados por impacto podem ter sofrido rupturas internas que causaram a exposição de parte do ácido ascórbico ao oxigênio, acelerando os processos de degradação da vitamina C. E por ser facilmente degradado quando o fruto está sujeito a estresses, o teor de vitamina C mesmo da parte não injuriada, foi afetado.

## CONCLUSÕES

1 – Frutos “de vez” de manga Ubá quando submetidos à queda livre de uma altura entre um a cinco metros sofrem injúrias internas e externas.

2 – Alturas de queda entre dois e cinco metros provocam sérias injúrias externas aos frutos e resultam em um descarte (não aproveitamento) de cerca de 16 a 40% dos frutos.

3 – A partir de um metro de altura de queda, mais de 60% dos frutos apresentam lesões internas, que depreciam a qualidade dos frutos.

4 - Frutos lesionados internamente apresentaram menores teores de sólidos solúveis e de vitamina C, em uma das safras avaliadas.

## REFERÊNCIAS

Alves, E. O.; Steffens, C. A.; Amarante, C. V. T.; Hendges, M. V.; Zanardi, O. Z.; Miqueloto, A.; Silveira, J. P. G.; Brackmann, A. Amadurecimento de kiwis ‘Bruno’ submetidos ao dano mecânico de impacto e ao tratamento com 1 – metilciclopropano. **Bragantia**, Campinas, v.69, n.3, p.753 – 758, 2010.

Barata – Soares, A. D.; Gómez, M. L. P. A.; Mesquita, C. H.; Lajolo, F. M. Ascorbic acid biosynthesis: a precursor study on plants. **Brazilian Journal of Plant Physiology**, Londrina, v.16, n.3. p.147 – 154, 2004.

Benevides, S. D. **Melhoria da Qualidade e Análise de Conjuntura de Certificação da Manga e Polpa de Manga “Ubá” na Zona da Mata Mineira**. 2006. 211 f. Tese (Doutorado em Ciência e Tecnologia de Alimentos), Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

Benevides, S. D.; Ramos, A. M.; Stringheta, P. C.; Castro, V. C. **Qualidade da manga e polpa da manga Ubá**. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, Campinas, 28 (3) : 571 – 578, 2008.

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

Biscegli, C. I.; Ferraz, A. C. O.; Honório, S. L.; Simões, M. L.; Silva, W. T. L. **Uso da Tomografia de Ressonância Magnética para Diagnosticar os Efeitos de Injúrias Mecânicas em Figos ‘Roxo de Valinhos’**. São Carlos: EMBRAPA, 2003. 4p. (Comunicado Técnico, 52).

Bordin, M. R. **Embalagens Para Frutas**. In: Silva, J. A. A. da; Donadio, L. C. Pós – Colheita de Citros. Jaboticabal, SP: Funep. 64 p. (Boletim Citrícola, 13). 2000.

BRASIL. Leis, Decretos, etc. Instrução normativa Nº 1 de 7 de Janeiro de 2000, do Ministério da Agricultura. Diário Oficial da União, Brasília, Nº 6, 10 de Janeiro de 2000. Seção I, p.54 – 58. [Aprova os Regulamentos Técnicos para fixação dos padrões de identidade e qualidade para polpas e sucos de frutas].

Camargo, G. G. T.; Ferreira, M. D. & Andreucetti, C. **Testes de impacto em laboratório para tomates de mesa (*Lycopersicon esculentum* Mill.) cultivar Débora.** Horticultura Brasileira, v.22, n.2, Julho – Suplemento CD – ROM.

Camillo, M. F. **Danos mecânicos e seus efeitos na qualidade pós-colheita de frutos de caroço.** Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre. 62 p. 2009.

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, v.18, n.2, p.211-217, 1998.

Carvalho, C. R. L.; Rosseto, C. J.; Mantovani, D. M. B.; Morgano, M. A.; Castro, J. V. de; Bortoletto, N. **Avaliação de cultivares de mangueira selecionadas pelo Instituto Agrônomo comparadas a outras de importância comercial.** Rev. Bras. Frutic. v.26, n.2, Jaboticabal, Agosto de 2004.

Castro Neto, M. T. & Cunha, G. A. P. Aspectos Botânicos. In: Matos, A.P. de (Org.). **Manga** – Produção: aspectos técnicos. Embrapa Mandioca e Fruticultura (Cruz das Almas, BA). Brasília: Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia, 2000. p.15-16.

CEAGESP. **Programa Brasileiro para a Modernização da Horticultura.** Normas de Classificação de manga. Centro de Qualidade em Horticultura, São Paulo, p.6 (CQH. Documentos, 28). 2004.

Chitarra, M. I. F.; Chitarra, A. B. **Pós – colheita de frutos e hortaliças: fisiologia e manuseio.** Lavras: ESAL – FAEPE, 1990. 320p.

Chitarra, M. I. F.; Chitarra, A. B. **Pós – colheita de frutas e hortaliças: fisiologia e manuseio.** 2ª. ed. Lavras: UFLA, 2005. 783p.

Choudhury, M. M. & Costa, T. S. da. **Perdas na Cadeia de Comercialização da Manga.** Petrolina, PE: Embrapa Semi – Árido, 2004. 41p. (Documentos, 186).

Donadio, L. C. **Variedades brasileiras de manga.** Fundação Editora da UNESP. São Paulo. 74 p. 1996.

Durigan, M. F. B.; Mattiuz, B-H & Durigan, J. F. Injúrias mecânicas na qualidade pós-colheita de lima ácida ‘Tahiti’ armazenada sob condição ambiente. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.27, n.3, p.369-372. 2005.

Durigan, M. F. B. & Mattiuz, B-H. Injúrias mecânicas e seus efeitos na qualidade de melancias armazenadas em condição ambiente. **Horticultura Brasileira**, v.25, n.2, p.296-300. 2007.

Durigan, M. F. B. & Mattiuz, B-H. Efeito de injúrias mecânicas na qualidade de abobrinhas armazenadas em condição ambiente. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.25, p.291 – 295, 2007.

EMBRAPA – EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Embrapa Mandioca e Fruticultura: Manga. Disponível em: [www.cnpmf.embrapa.br/](http://www.cnpmf.embrapa.br/). Acesso em: 23 de Abril de 2013.

Filho, O. S. A. **Efeito da aplicação pós – colheita do “benomyl”, “thiabendazol” e “hipoclorito” na manga ‘Ubá’**. 1980, 61 f. Lavras, MG. Escola Superior De Agricultura De Lavras (Tese de Mestrado).

Fontes, V.L., Moura, M.A.; Vieira, G. e Finger, F.L. Efeito de filmes plásticos e temperatura de armazenamento na manutenção da cor do pericarpo de lichia (*Litchi chinensis*). **Revista Brasileira de Armazenamento**. v.24, n.1, p.56 – 59, 1999.

Fontes, E. A. F. **Cinética de alterações químicas e sensoriais em néctar de manga (*Mangifera indica* L. var. Ubá) durante tratamento térmico**. Tese (Doutorado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Departamento de Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG. 112p. 2002.

Godoy, A. E. de; Jacomino, A. P.; Cerqueira – Pereira, E. C.; Gutierrez, A. S. D.; Vieira, C. E. M.; Forato, L. A. Injúrias mecânicas e seus efeitos na qualidade de mamões ‘Golden’. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.32, n.3, p.682 – 691, 2010.

Gonçalves, N. B.; Carvalho, V. D. de; Gonçalves, J. R. de A.; Coelho, S. R. M.; Silva, T. das G. **Caracterização física e química dos frutos de cultivares de mangueira (*Mangifera indica* L.)**. Ciência e Agrotecnologia, Lavras, v.22, n.1. p.72-78, jan./mar. 1998.

Hendges, M. V.; Steffens, C. A.; Antonioli, L. R.; Amarante, C. V. T.; Zanardi, O. Z. Qualidade de maçãs 'Fuji Suprema' submetidas a diferentes tipos de dano mecânico. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.33, n.2, p.671 – 675, 2011.

Instituto Adolfo Lutz. **Métodos físico - químicos para análises de alimentos**. 4 ed. São Paulo, SP. 2008, 1020 p.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 2010. **Séries Estatísticas**. Disponível em: <http://seriesestatisticas.ibge.gov.br/>. Acesso em: 08/02/2012.

IBRAF- Instituto Brasileiro De Frutas. **Estatísticas**. Disponível em: <http://www.ibraf.org.br/estatisticas> Acesso em: 02 de Maio de 2005.

Kasat, G. F.; Mattiuz, B-H; Ogassavara, F. O.; Bianco, M.S; Morgado, C. M. A. & Junior, L. C. C. **Injúrias mecânicas e seus efeitos em pêssegos 'Aurora-1'**. Revista Brasileira de Fruticultura, Jaboticabal, v.29, n.2, p.318-322. 2007.

Kays, J.S. **Postharvest physiology of perishable plant products**. New York: Van Nostrand Reinhold. 453p. 1991.

Lana, M. M.; Moita, A. W.; Nascimento, E. F.; Souza, G. S.; Melo, M. F. Identificação das causas de perdas pós – colheita de cenoura no varejo, Brasília – DF. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.20, n.2, p.241 – 245, 2002.

Lee, S. K.; Kader, A. A. Preharvest and postharvest factors influencing vitamin C content of horticultural crops. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v.20, p.207 – 220, 2000.

Magalhães, A. M. & Ferreira, M. D. Qualidade dos frutos de tomate de mesa quando submetidos a impacto por ocasião do beneficiamento. **Horticultura Brasileira**, 24:481 – 484, 2006.

Maia, V. M.; Salomão, L. C. C.; Siqueira, D. L.; Puschman, R.; Filho, V. J. G. M.; Cecon, P. R. Physical and metabolic alterations in 'Prata Anã' banana induced by mechanical damage at room temperature. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v.68, n.1, p.31 – 36, 2011.

Martins, M. C.; Amorim, L.; Lourenço, S. A.; Gutierrez, A. S. D.; Watanabe, H. S. Incidência de danos pós – colheita em goiabas no mercado atacadista de São Paulo e sua

relação com a prática de ensacamento dos frutos. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.29, n.2, p.245 – 248, 2007.

Mata, G. M. S. C.; Oliveira, D. S.; Della Lucia, C. M.; Campos, F. M.; Queiroz, J. H.; Pinheiro – Sant’ana, H. M. Teores de  $\beta$  – caroteno e vitamina C durante o amadurecimento da manga ‘Ubá’ (*Mangifera indica* L. var. Ubá). **Revista Instituto Adolfo Lutz**, 70(2):225 – 9, 2011.

Mattiuz, B-H. & Durigan, J. F. Efeito de injúrias mecânicas no processo respiratório e nos parâmetros químicos de goiabas ‘Paluma’ e ‘Pedro Sato’. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.23, n.2, p. 282 – 287. 2001.

Mattiuz, B-H.; Biscegli, C. I.; Durigan, J. F. Aplicações da tomografia de ressonância magnética nuclear como método não-destrutivo para avaliar os efeitos de injúrias mecânicas em goiabas ‘Paluma’ e ‘Pedro Sato’. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.24, n.3, p. 641 – 643. 2002.

Moretti, C. L. **Injúrias internas de impactos em frutos de tomate: fisiologia e conservação pós-colheita**. Tese de Doutorado. Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG. 132p. 1998.

Moretti, C. L.; Sargent, S. A.; Huber, D. J.; Calbo, A. G. & Puschmann, R. **Chemical composition and physical properties of pericarp, locule, and placental tissues of tomatoes with internal bruising**. Journal of the American Society for Horticultural Science, Alexandria, v.123, n.4, p.656-660. 1998.

Moretti, C. L. **Danos Mecânicos**. In: Folgatti, M. I. da Silveira; Matsuura, F. C. A. U. Mamão Pós-Colheita. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica. 59p. (Frutas do Brasil, 21). 2002.

Mohsenin, N.N. **Physical properties of plant and animal materials: structure, physical characteristics and mechanical properties**. New York: Gordon and Breach. 2 ed. 891p. 1986.

Montero, C. R. S. et al. Postharvest mechanical damage affects fruit quality of ‘Montenegrina’ and ‘Rainha’ tangerines. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.44, n.12, 2009.

Montero, C. R. S. **Alterações fisiológicas e anatômicas causadas por danos mecânicos durante o beneficiamento de maçãs e frutos cítricos**. 2010. 143 p. Tese

(Doutorado em Fitotecnia Ênfase em Horticultura), Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

Pasini, J. **Avaliação de danos mecânicos nas etapas de transporte, beneficiamento e comercialização de peras.** Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS. 112 f. 2012.

Quintana, M. E. G.; Paull, R. E. Mechanical injury during postharvest of ‘Solo’ papaya fruit. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Alexandria, v.118, n.5, p.618 – 622, 1993.

Raij, B. van.; Cantarella, H; Quaggio, J. A.; et al. **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo.** 2 ed. Campinas: Instituto Agrônômico & Fundação IAC, 1997. 285p. (Boletim Técnico, 100).

Ramos, A. M.; Machado, P. H.; Benevides, S.D. In: Manga – Produção Integrada, Industrialização e Comercialização. **Tecnologia da Industrialização da Manga.** Viçosa, UFV, p.571-604. 2004.

Rocha, R. H. C. **Alterações anatômicas, físicas e fisiológicas induzidas por estresses mecânicos em melão Gália.** Tese de Doutorado. Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG. 130p. 2008.

SAEG – **Sistema para Análises Estatísticas**, versão 9.1. Viçosa: Fundação Arthur Bernardes, UFV, 2007. CD Rom.

Sanches, J.; Leal, P. A. M.; Saravali, J. H.; Antoniali, S. Avaliação de danos mecânicos causados em banana ‘Nanicão’ durante etapas de beneficiamento, transporte e embalagem. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v.24, n.1, p.195 – 201, 2004.

Sanches, J.; Durigan, J. F.; Santos, J. M. Utilização da microscopia eletrônica de varredura como ferramenta de avaliação da estrutura do tecido de abacate ‘Quintal’ após danos mecânicos. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.29, n.1, p.057 – 060, 2007.

Sanches, J.; Durigan, J. F.; Durigan, M. F. B. Aplicação de danos mecânicos em abacates e seus efeitos na qualidade dos frutos. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v.28, n.1, p.164 – 175, 2008.

Santos-Serejo, J. A. Classificação e Descrição botânica. In: Márcio Eduardo Canto Pereira; Nelson Fonseca; Fernanda Vidigal Duarte Souza. (Org.). Manga: o produtor pergunta, a Embrapa responde. 1 ed. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2005, p. 15 – 17.

Sargent, S. A.; Brecht, J. K.; Zoellner, J. J. Sensitivity of tomatoes at mature-green and breaker ripeness stages to internal bruising. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, 117(1):119 – 123, 1992.

Segatori, A.; Dimasi, S.; Gomilla, T. **Daño mecânico por golpe em manzanas**. Instituto Nacional de Tecnologia Agropecuária. Proyecto Nacional n° 52-535, 2006. Disponível em [www.inta.gov.ar/altovalle/actividad/...madurez/.../Foll\\_golpes.pdf](http://www.inta.gov.ar/altovalle/actividad/...madurez/.../Foll_golpes.pdf). Acesso em 15 de Novembro de 2012.

Silva, D. F. P. **Desenvolvimento e controle do amadurecimento da manga ‘Ubá’**. Tese de Doutorado. Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG. 92p. 2009.

Silva, D. F. P. et al. Caracterização de frutos de 15 cultivares de mangueira na Zona da Mata mineira. **Revista Ceres**, Viçosa, v.56, n.6, p.783 – 789, 2009.

Smirnoff, N. The function and metabolism of ascorbic acid in plants. **Annals of Botany**, Oxford, v.78, p.661 – 669, 1996.

Souza, R. M.; Henz, G. P.; Peixoto, J. R. Incidência de injúrias mecânicas em raízes de mandioca – salsa na cadeia de pós – colheita. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.21, n.4, p.712 – 718, 2003.

Steffens, C. A.; Espíndola, B. P.; Amarante, C. V. T.; Silveira, J. P. G.; Chechi, R.; Brackmann, A. Respiração, produção de etileno e qualidade de maçãs ‘Gala’ em função do dano mecânico por impacto e aplicação de 1-metilciclopropeno. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.38, n.7, p.1864 – 1870, 2008.

Valentini, S. R. DE T.; Ferreira, M. D.; Atarassi, M. E.; Benato, E. A. Avaliação de linhas de beneficiamento e impactos de queda na qualidade de caqui ‘Rama Forte’. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v.29, n.4, p.642 – 655, 2009.

Viégas, F. C. P. **A industrialização dos produtos cítricos**. In: Rodriguez, O. et al. ed. Citricultura brasileira. 2. ed. Campinas: Fundação Cargill, p.898-922. 1991.

Wade, N.L & Bain, J.M. **Physiological and anatomical studies of surface pitting of sweet cherry fruit in relation to bruising, chemical treatments and storage conditions.** Journal of Horticultural Science, Kent, v.55, n.4, p.375-384. 1980.

## **ANEXOS**

Quadro 1 – Resumo da análise de variância. Sólidos solúveis (SS), acidez titulável (AT), pH, relação SS/AT, percentual de perda de massa fresca (PMF). Safra 2011/2012.

Fonte de Variação	GL	Quadrados			Médios	
		SS	AT	pH	SS/AT	PMF
Bloco	4	0,3666	0,004191	0,013758	19,42677	5,741837
Tratamento	5	0,7800 <sup>ns</sup>	0,031869*	0,008637 <sup>ns</sup>	125,2913 <sup>ns</sup>	1,349766 <sup>ns</sup>
Resíduo	20	0,6466	0,011200	0,017912	49,53171	0,581392
CV (%)		4,64	20,08	3,11	20,47	10,57

\* F significativo ao nível de 5% de probabilidade

<sup>ns</sup> F não significativo ao nível de 5% de probabilidade

Quadro 2 – Resumo da análise de variância. Safra 2012/2013. Sólidos solúveis (SS), acidez titulável (AT), pH, relação SS/AT, vitamina C (Vit. C), percentual de perda de massa fresca (PMF).

Fonte de Variação	GL	Quadrados			Médios		
		SS	AT	pH	SS/AT	Vit. C	PMF
Bloco	4	0,716667	0,00307	0,017728	13,33921	51,21778	0,681808
Tratamento	5	5,233333**	0,02103 <sup>ns</sup>	0,022971*	44,70479 <sup>ns</sup>	270,3811**	0,189683 <sup>ns</sup>
Resíduo	20	0,4166667	0,00779	0,008146	32,58595	37,01096	0,911428
CV (%)		3,63	14,33	2,21	19,28	11,65	13,87

\*\* F significativo ao nível de 1% de probabilidade

\* F significativo ao nível de 5% de probabilidade

<sup>ns</sup> F não significativo ao nível de 5% de probabilidade

Quadro 3 - Resumo da análise de variância. Safra 2012/2013. Percentual de frutos com lesões internas (PLI) e percentual de descarte (PD).

Fonte de Variação	GL	Quadrados Médios	
		PLI	PD
Bloco	4	2925,140	155,7625
Tratamento	5	2694,999**	1117,619**
Resíduo	20	192,4521	127,3185
CV (%)		21,09	53,75

\*\*F significativo ao nível de 1% de probabilidade