

FRANCISCLEUDO BEZERRA DA COSTA

**INJÚRIA MECÂNICA E QUALIDADE PÓS-COLHEITA
DA BANANA PRATA ANÃ PRODUZIDA NO NORTE DE
MINAS GERAIS**

Tese apresentada à Universidade
Federal de Viçosa, como parte das
exigências do Programa de Pós-
Graduação em Fisiologia Vegetal,
para obtenção do título de *Magister
Scientiae*

VIÇOSA
MINAS GERAIS – BRASIL
2005

**Ficha catalográfica preparada pela Seção de Catalogação e
Classificação da Biblioteca Central da UFV**

T

C837i
2005

Costa, Franciscleudo Bezerra da, 1978-
Injúria mecânica e qualidade pós-colheita da banana
prata anã produzida no norte de Minas Gerais /
Franciscleudo Bezerra da Costa. – Viçosa : UFV, 2005.
xi, 37f. : il. ; 29cm.

Orientador: Rolf Puschmann.
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de
Viçosa.

Referências bibliográficas: f. 33-37.

1. Banana - Pós-colheita. 2. Banana - Armazenamento -
Doenças e danos. 3. Banana - Fisiologia. 4. Banana -
Maturação. 5. Banana - Comercialização. 6. Banana -
Vida de prateleira. I. Universidade Federal de Viçosa.
II. Título.

CDD 22.ed. 634.7726

FRANCISCLEUDO BEZERRA DA COSTA

**INJÚRIA MECÂNICA E QUALIDADE PÓS-COLHEITA
DA BANANA PRATA ANÃ PRODUZIDA NO NORTE DE
MINAS GERAIS**

Tese apresentada à Universidade
Federal de Viçosa, como parte das
exigências do Programa de Pós-
Graduação em Fisiologia Vegetal,
para obtenção do título de *Magister
Scientiae*

APROVADA EM: 18 de fevereiro de 2005.

Dr. Celso Luiz Moretti

Dr. Ebenézer de Oliveira Silva

Prof. Luiz Carlos Chamhum Salomão
(Conselheiro)

Prof. Raimundo Santos Barros

Prof. Rolf Puschmann
(Orientador)

Aos meus pais, Antônio B. da Costa e Sebastiana F. da Costa, com todo o amor.

À minha namorada, Maria Lahisa, com todo o carinho.

Aos meus irmãos, com toda a dedicação.

Aos meus sobrinhos, com toda a admiração.

AGRADECIMENTOS

A Deus e a Nossa Senhora da Saúde, fontes de força, coragem e incentivo.

À Universidade Federal de Viçosa pela realização do curso de Mestrado.

À CAPES, FAPEMIG, Agrofresh Inc. e ABANORTE, pelo apoio financeiro.

Ao meu orientador e amigo, professor Rolf Pushmann, pela amizade, pela compreensão e motivação à busca por conhecimento.

Aos professores José Ivo Ribeiro Júnior, Raimundo Santos Barros e Luiz Carlos Chamhum Salomão pelo aconselhamento e valiosas sugestões.

Aos pesquisadores Celso Luiz Moretti e Ebenézer de Oliveira Silva pelas sugestões atribuídas a este trabalho.

A todos os professores do curso de Fisiologia Vegetal pelos conhecimentos transmitidos, em especial aos professores Fábio Murilo da Matta e Raimundo Santos Barros pelos momentos de diálogo e companheirismo.

Aos bolsistas e estagiários Danieele Fabiola, Rogério Lellis, Silvino Intra, Rosyleide Siqueira, Daniela Sakuraoka, Flávia Pinheiro e Gisele Bittencourt pelos momentos importantes de ajuda.

Aos amigos, Pahlevi Augusto e Adriano Simões e vossas adoráveis esposas Georgiana e Diana de Freitas, pelos valiosos momentos de conversa e reflexão durante todo o curso.

Aos amigos Marcelo Cleón e Roberto Claiton pelo companheirismo e pela amizade durante todo o curso.

Ao amigo Jean Pierre de Oliveira pelos momentos de diálogo, especialmente a Vossa irmã, minha adorável amada, Maria Lahisa de Oliveira pela compreensão e carinho, a quem devo admirável respeito.

A todo a minha família que foi muito importante nos momentos de decisão e, principalmente, pelo apoio durante todo o tempo de realização deste trabalho.

Aqui fica o meu sincero sentimento de agradecimento a todos aqueles que foram importantes na realização deste trabalho, seja de forma direta ou indireta.

BIOGRAFIA

FRANCISCLEUDO BEZERRA DA COSTA, filho de Antônio Bezerra da Costa e Sebastiana Francisca da Costa. Nasceu em 28 de setembro de 1978, em Mossoró-RN. Em 1998, ingressou no curso de Agronomia da Escola Superior de Agricultura de Mossoró – ESAM/RN. A partir do 2º período do curso foi estagiário do Núcleo de Estudos Pós-colheita de Frutos e Hortaliças. Participou do Programa de Iniciação Científica CNPq, de junho de 1999 a dezembro de 2002, foi bolsista de Iniciação Tecnológica e Industrial – ITI, junto ao projeto: *Controle de qualidade aos principais frutos produzidos no vale do Açu-RN*. De julho de 2000 a dezembro de 2002, foi bolsista de Iniciação Científica de Auxílio à Pesquisa – AP, junto ao projeto: *Armazenamento refrigerado do melão tipo Galia produzido no agropólo Mossoró-Açu/RN*. Com defesa de monografia em dezembro de 2002, recebendo o título de Engenheiro Agrônomo em janeiro de 2003. Em março do mesmo ano, ingressou no curso de Mestrado pelo Programa de Pós-graduação em Fisiologia Vegetal da Universidade Federal de Viçosa, em Viçosa-MG, com área de concentração em fisiologia pós-colheita de frutos e hortaliças e, defesa de dissertação em fevereiro de 2005.

CONTEÚDO

RESUMO	viii
ABSTRACT	ix
1. INTRODUÇÃO	01
2. MATERIAL E MÉTODOS	
2.1. Material vegetal e tratamentos.....	07
2.2. Avaliação das injúrias mecânicas.....	09
2.3. Análises físicas e químicas.....	09
Análise visual e instrumental de cor da casca.....	10
Massa fresca.....	11
Sólidos solúveis totais.....	11
Quantificação de etileno.....	12
Quantificação de dióxido de carbono.....	12
2.4. Delineamento experimental.....	13
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	
3.1. Adaptação de metodologia.....	15
Área injuriada.....	15
3.2. Quantificação de área injuriada.....	16
3.3. Extração de sólidos solúveis totais.....	17
3.4. Amadurecimento da banana Prata Anã.....	19
Coloração da casca.....	19

Sólidos solúveis totais.....	22
Perda de massa fresca.....	23
3.3. Injúria mecânica associada ao tipo de embalagem.....	24
3.4. Injúria mecânica associada às etapas de manuseio.....	27
3.5. Dióxido de carbono e etileno.....	29
4. CONCLUSÕES.....	32
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	33

RESUMO

COSTA, Franciscleudo Bezerra da, M.S., Universidade Federal de Viçosa, fevereiro de 2005. **Injúria mecânica e qualidade pós-colheita da banana Prata Anã produzida no Norte de Minas Gerais.** Orientador: Rolf Puschmann. Conselheiros: Luiz Carlos Chamhum Salomão e José Ivo Ribeiro Júnior

O objetivo do trabalho foi quantificar e avaliar a intensidade de injúrias mecânicas na banana Prata Anã em função do tipo de embalagem, da época de colheita e do manuseio pós-colheita. Frutos colhidos verdes em plantios comerciais de Janaúba-MG, em julho e em novembro de 2003, foram acondicionados em caixas “torito” revestido com papelão, “plástico” e “papelão” e transportados para Viçosa-MG, a 800 km de distância. Entre os frutos com índice de cor da casca 1 (verde) e 6 (amarela), não houve diferença significativa da área injuriada na superfície da casca. A área injuriada foi estimada em frutos com índice de cor da casca 6, por permitir melhor contraste de cor da casca (amarela) e da injúria (escura). Cerca de 93% dos frutos embalados na caixa de “papelão” e 100% dos frutos embalados nas caixas “torito” e “plástica” apresentaram algum tipo de dano físico na superfície da casca. Para a quantificação de área injuriada utilizaram-se as técnicas de pesagem, quadrículas, integrador de área foliar e Programa Quant 1.0.1. Os frutos colhidos em novembro de 2003 apresentaram maior nível de dano físico, do que aqueles de julho. Os frutos colhidos e mantidos em Janaúba, em dezembro de 2003, apresentaram, na etapa de colheita cerca de 3% da casca injuriada, aumentando para 4, 6 e 12%, nas etapas do “cabo aéreo”, “antes do despencamento” e “após a embalagem em caixa de papelão”, respectivamente. O amadurecimento dos frutos injuriados foi acompanhado com base na evolução do índice de cor da casca e do teor de sólidos solúveis totais da polpa. Os frutos com maior nível de injúria mecânica (13% da

casca) mostraram aumento em torno de 15 e 20%, na taxa de respiratória e na evolução de etileno, respectivamente, em relação os frutos com menor nível de injúria mecânica (5% da casca).

ABSTRACT

COSTA, Franciscleudo Bezerra da, M.S., Universidade Federal de Viçosa, February 2005. **Mechanical injury and postharvest quality of Prata Anã banana produced in the North of Minas Gerais.** Adviser: Rolf Puschmann. Committee members: Luiz Carlos Chamhum Salomão and José Ivo Ribeiro Júnior

The purpose of the present work was to evaluate the mechanical injury intensity in Prata Anã bananas as related to packaging type, at harvesting and during postharvest handling steps. Fruits were harvested at green unripe stage from a commercial plantation in Janaúba-MG, in July and in November 2003, and were transported to Viçosa-MG, about 800 km far way, packed in wood crates “torito” lined with cardboard, “plastic” and “cardboard” boxes. There were observed no differences between green unripe fruits (stage 1) and ripe fruits (stage 6) injured areas, such as estimates were done only in ripe fruits, with allowed clear distinction of yellow ripe peel and the dark injured areas. Approximately 93% fruits packed in “cardboard” boxes and 100% in “torito” and in “plastic” boxes, showed some type of physical damage on the peel surfaces. Evaluations of injured areas were accomplished through techniques of paper weighting, small squares, leaf area integrator and Quant 1.0.1 Program. Fruits harvested in November 2003 showed higher physical damage levels, than those harvested in July. Fruits harvested and kept in Janaúba, in December 2003, showed at harvest time about 3% injured peel, increasing to 4, 6 and 12%, during the “aerial cable”, “before removal of bunches” and “after cardboard box packing” steps, respectively. Evolution of peel color index followed the same trend as pulp ripening measured as soluble solids content, in injured fruits. Fruits with higher mechanical injury levels (13% of the peel) showed about 15 and 20%

increase, in the respiratory rate and ethylene evolution, respectively, than fruits with lower level of mechanical injury (5% of the peel).

1. INTRODUÇÃO

A banana (*Musa* spp.) destaca-se entre as frutas mais consumidas no mundo, pelo seu sabor agradável e alto valor nutritivo, sendo explorada na maioria dos países tropicais. No Brasil, é cultivada em todos os estados, desde a faixa litorânea até os planaltos do interior, embora sofra adversidades de fatores climáticos, como extremos de temperatura e excesso, ou carência, de precipitação (ALVES *et al.*, 1997). Atualmente, o cultivo da bananeira tem despertado grande interesse comercial em pequenos, médios e grandes produtores brasileiros, com o objetivo de alcançar mercados internos mais exigentes e o de exportação. Isso se deve ao consumo expressivo desse fruto em todo o mundo, independente das classes sociais.

O Pólo de Desenvolvimento Integrado Norte de Minas Gerais caracteriza-se por apresentar uma atividade baseada, fundamentalmente, na fruticultura irrigada. O cultivo da bananeira, “carro-chefe” do setor frutícola daquela região, ocupa mais de 90 % da área em produção, sendo a cultivar Prata Anã bastante explorada. Essa cultivar é originária de Santa Catarina, e apresenta excelente produtividade (SOUTO *et al.*, 1997).

Do momento em que são colhidas até serem consumidas, as frutas e hortaliças sofrem uma série de injúrias mecânicas que, de acordo com sua sensibilidade, poderá causar danos que comprometerão a sua qualidade final. As perdas em frutas e hortaliças, por causas mecânicas, podem alcançar de 20 a 25 % do total, dependendo do produto (VIGNEAULT *et al.*, 2002), valor que justifica maiores investimentos em tecnologia e infra-estrutura, em vez de maior expansão da produção. Um levantamento sistemático de tais perdas, devidamente acompanhado em todos os setores de manuseio

envolvidos, certamente fornecerá dados atuais acerca da injúria mecânica na cadeia pós-colheita de banana do Norte de Minas Gerais.

Observando-se a banana transportada e posteriormente comercializada na CEASA de Belo Horizonte (MG) e na CEASA do Rio de Janeiro (RJ), é notável a incidência de injúrias mecânicas na casca do fruto, certamente associadas ao manuseio inadequado na colheita e pós-colheita dos frutos. A aceitação de banana pelo consumidor tende a ser mais definida pela aparência, baseada no nível de injúria mecânica presente na casca, do que por indicadores de qualidade interna como sabor, aroma e textura (BALDRY *et al.*, 1981; PEREIRA, 2002).

As injúrias mecânicas podem ser definidas como deformações plásticas irreversíveis, rupturas superficiais e, em casos mais extremos, destruição dos tecidos vegetais (ver HONÓRIO & MORETTI, 2002). As injúrias mecânicas classificam-se basicamente em vibração, impacto, compressão e abrasão.

A injúria de vibração origina-se de movimentos oscilatórios ao redor de um determinado ponto de referência e pode ser provocada pelos meios de transporte e esteiras utilizadas nas casas de embalagem (VIGNEAULT *et al.*, 2002). A injúria de impacto é geralmente provocada pela colisão do fruto contra superfícies sólidas ou contra outros frutos durante as etapas de colheita, manuseio e transporte (HONÓRIO E MORETTI, 2002). A injúria de compressão é causada pela imposição de uma pressão variável contra a superfície externa do fruto, quer seja por um fruto adjacente, ou pela própria embalagem em que se acondiciona o produto (MORETTI, 1998). A injúria por abrasão é resultado do contato e movimento da superfície do fruto sobre uma superfície áspera ou vice-versa (LLADÓ & DOMINGUEZ, 1998).

Os efeitos das injúrias mecânicas são visíveis na superfície externa da casca e, eventualmente, na polpa, quando o fruto amadurece, podendo resultar em ruptura da epiderme, formação de lesões aquosas translúcidas e amolecimento precoce do fruto (HONÓRIO & MORETTI, 2002). A extensão da injúria depende do número de colisões que o fruto sofre nas etapas de manuseio pós-colheita (HERPPICH *et al.*, 1999).

Para algumas frutas e hortaliças, as injúrias mecânicas são consideradas causa primária de perdas pós-colheita, e podem ocorrer em qualquer ponto da cadeia de produção, beneficiamento e comercialização (KAYS, 1991; ATTA-ALY, 2003). A

maior contribuição para o surgimento das injúrias mecânicas pode ser associada ao transporte do produto do campo para as casas de embalagem, nas casas de embalagem (seleção, classificação e embalagem) e dessas para os estabelecimentos comerciais (BARCHI *et al.*, 2002). Durante essas operações podem ocorrer modificações físicas, oriundas de forças externas, que reduzem a disponibilidade e a qualidade final do produto (MAGALHÃES *et al.*, 2004), resultando em alterações fisiológicas (transpiração e respiração), químicas e bioquímicas que alteram cor, aroma, sabor e textura (HONÓRIO & MORETTI, 2002).

Alguns estudos quantificam a incidência de injúrias mecânicas em produtos na cadeia pós-colheita. Em raízes de cenouras comercializadas em Brasília, DF, no primeiro semestre de 1998, cerca de 9,0 % apresentaram danos mecânicos, aumentando para cerca de 35 % na porção descartada pelo supermercado, sem considerar as lesões superficiais. Em frutos de pimentão, os danos mecânicos foram a principal causa de perdas, alcançando 48 % de incidência no varejo (LANA *et al.*, 1999 citados por SOUZA *et al.*, 2003). Em batata, danos por impacto na colheita provocaram perdas cerca de 7 e 11 % em tubérculos das cultivares Baraka e Achat, respectivamente (SILVA & MÁRTON, 1993). Em tomate, a incidência de injúrias mecânicas nos frutos variou de acordo com o acondicionamento e transporte dos frutos e, com o tipo de embalagem. As caixas plásticas causaram mais abrasões e cortes, as de papelão ondulado provocaram mais amassamentos e as de madeira (tipo “K”) danos mais graves e cortes profundos devido à aspereza de sua superfície (CASTRO *et al.*, 2001). Em mandioquinha-salsa, as lesões superficiais causadas por abrasão foram o tipo de injúria mecânica com maior incidência nas etapas do manuseio, sendo 13 % no produtor, 20 % nas raízes sem lavar, 25 % nas raízes lavadas, 47 % no atacado, chegando a 79% no varejo (SOUZA *et al.*, 2003).

O manuseio apropriado durante a colheita e pós-colheita é, portanto, muito importante na prevenção de danos físicos aos frutos. O amortecimento de choques e o uso de embalagens adequadas são algumas das técnicas necessárias para minimizarem-se os danos mecânicos (SOUZA *et al.*, 2003).

Os tipos e a magnitude da incidência de injúrias mecânicas em frutos de banana Prata Anã e seus efeitos sobre a qualidade ainda não foram devidamente avaliados no mercado

brasileiro, principalmente levando-se em consideração as condições de produção, manuseio e comercialização. A perda de qualidade é cumulativa (ATTA-ALY, 2002), não importando qual o elo da cadeia considerado, uma vez que o uso de qualquer tecnologia em pós-colheita não recupera a qualidade desejada do produto, apenas a mantém. As injúrias mecânicas sobre o fruto podem ser reduzidas a um nível aceitável, quando todo o sistema de manuseio pós-colheita for corretamente avaliado e melhorado.

Alguns trabalhos mostram que as injúrias mecânicas podem provocar alterações fisiológicas como aumento da taxa respiratória e síntese de etileno. MacLEOD *et al.*, (1976) citados por MORETTI, (1998) observaram que as injúrias mecânicas reduziram o número de dias necessários para que frutos de tomate atingissem o pleno amadurecimento, antecipando seu climatério respiratório. Frutos de banana Prata Anã, responderam a danos físicos de impacto, com antecipação do seu climatério em relação à testemunha (MAIA *et al.*, 2004). O aumento da atividade respiratória, aliado ao aumento da produção de etileno, parece contribuir para uma aceleração do processo de amadurecimento em frutos de tomate injuriados (MORETTI, 1998). Frutos de banana Nanica, com área injuriada por abrasão de 1 a 4 cm², apresentaram maior produção de etileno em relação a frutos controle, sugerindo antecipação do período de amadurecimento ao sofrerem danos físicos por abrasão (MAGALHÃES *et al.*, 2004).

A maioria dos frutos apresentam alto teor de água e estrutura física muito delicada, como pêra e mamão, sendo susceptíveis a ferimentos (SOUZA *et al.*, 2003), expondo o produto à perda de umidade (CASTRO *et al.*, 2001). Essa estrutura também é característica da banana, tornando-a um produto bastante perecível, que se deteriora rápido, dependendo do nível de dano mecânico. O tecido injuriado mecanicamente apresenta grande tendência à perda de água e ao surgimento de doenças pós-colheita (ATTA-ALY, 2003). Em cenoura, a elevada incidência de injúria mecânica aumentou a perda de massa fresca e reduziu a vida útil do produto no armazenamento (HERPPICH *et al.*, 1999). Frutos de banana Prata Anã, submetidos a danos por corte, abrasão, impacto e compressão apresentaram, ao final das avaliações, valores maiores de perda de massa em relação à testemunha, cerca de 11,0; 11,5; 9,5; 8,8 e 8,7, respectivamente, com maior evidência nos frutos submetidos à abrasão e corte (MAIA *et al.*, 2004).

Cuidados como minimizar-se a exposição do produto a acentuadas diferenças de pressão de vapor, pela redução rápida da temperatura, fazer-se uso de umidade relativa alta, não se expor o produto a movimentos de ar desnecessários, encerrar-se a superfície do produto quando possível, utilizarem-se filmes para embalagem, ou fazer-se uso de inibidores que retardem o amadurecimento são medidas recomendadas para a redução da perda de água.

A etapa correspondente ao amadurecimento é aquela na qual o fruto torna-se mais atrativo e palatável, uma vez que cor, sabor e odor específicos desenvolvem-se em conjunto com o aumento da doçura e evolução da cor (WILLS *et al.*, 1998). Estes autores ainda consideram que algumas dessas mudanças podem ser detectadas por análise ou observação das transformações físicas visíveis, ou pelas mudanças nos pigmentos e carboidratos. ÁLVARES *et al.* (2004) cita três métodos principais de visualização da coloração da casca em banana: visual, químico e instrumental. O método visual é feito por observação e comparação em uma escala visual e subjetiva; o químico quantifica o conteúdo de clorofila degradada durante o amadurecimento da banana; e, a determinação instrumental mede a intensidade de cor da casca dos frutos com auxílio de colorímetro, durante o amadurecimento. Em banana, enquanto a clorofila decresce, os pigmentos carotenóides são desmascarados (WILLS *et al.*, 1998).

A cor é um atributo de qualidade muito importante para o fruto da bananeira, por estar associada diretamente ao processo de amadurecimento (WILLS *et al.*, 1998; CHAUCA, 2000), e por ser um critério de avaliação de aparência muito utilizada pelo consumidor. Outro atributo de qualidade, também importante na pós-colheita, é o conteúdo de sólidos solúveis totais, que permite ao consumidor a percepção de sabor agradável desenvolvido pelo fruto, durante o seu amadurecimento. O incremento no teor de açúcares solúveis totais em banana está diretamente relacionado à hidrólise do amido (PRABHA & BHAGYALAKSHMI, 1998). O nível de sólidos solúveis totais é bastante utilizado na pós-colheita, não só do ponto de vista de qualidade sensorial, mas por ser importante economicamente na comercialização do produto, representado pelo conteúdo de açúcar que o produto possa apresentar.

Portanto, a hipótese do trabalho baseia-se na contribuição de cada fase do manuseio, no campo e durante o transporte para os estabelecimentos comerciais, no

aumento da incidência e intensidade de injúrias mecânicas na superfície dos frutos de banana e, portanto, na perda de sua qualidade.

Objetivo global

Quantificar as injúrias mecânicas na casca de banana Prata Anã, produzida no Norte de Minas Gerais, em função do tipo de embalagem empregado comercialmente, da época de colheita e do manuseio.

Objetivos específicos

Comparar técnicas de quantificação de área injuriada na superfície da casca do fruto.

Identificar as técnicas mais adequadas para extração de sólidos solúveis totais.

Caracterizar o amadurecimento da banana Prata Anã injuriada.

Avaliar a intensidade das injúrias mecânicas associadas às etapas críticas do manuseio da colheita e pós-colheita.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Material vegetal e tratamentos

Frutos de bananeira (*Musa* spp., grupo AAB, subgrupo Prata, cv. Prata-Anã), amostrados em plantio comercial do município de Janaúba (15° 47' S; 43° 18' W), região Norte de Minas Gerais, foram colhidos no estágio 1 (casca totalmente verde; ver tabela 1, BURG & BURG, 1962) de amadurecimento, em julho e em novembro de 2003, formando o primeiro e o segundo experimentos, respectivamente. Os frutos foram embalados em três tipos de embalagem comercial, colocando entre as camadas de frutos filme de polietileno multiperfurado. As embalagens utilizadas foram: caixa de papelão com tampa (52 x 39 x 24,5 cm), com aproximadamente 18 kg de frutos; caixa plástica (56 x 36 x 23 cm), com aproximadamente 20 kg de frutos, sem o filme de polietileno; e, caixa torito (50 x 34,5 x 30 cm) revestido internamente com papelão, com aproximadamente 22 kg de frutos (Figura 1). Em seguida, os frutos foram transportados de caminhão, sem refrigeração, para o laboratório de Fisiologia Pós-Colheita da Universidade Federal de Viçosa, Viçosa-MG, a cerca de 800 km, onde ficaram mantidos a 20 ± 2 °C sob 90 ± 5 % U.R., até atingirem o estágio 6 (casca totalmente amarela) de amadurecimento quando então, se realizou o procedimento de quantificação de áreas injuriadas na superfície da casca dos frutos.

O terceiro experimento foi realizado em dezembro de 2003, com colheita semelhante aos experimentos de julho e novembro do mesmo ano. Os frutos foram amostrados nas seguintes etapas de manuseio: I – após a colheita; II – após a colocação no cabo aéreo; III – antes do despencamento, na casa de embalagem; e, IV – após

acondicionamento em caixas de papelão, com 18 kg de frutos. As amostras foram conduzidas para a Universidade Estadual de Montes Claros, a cerca de 10 km, onde foram mantidas em condições de laboratório, com temperatura entre 18 e 30 °C, até atingirem o estágio 6 de amadurecimento para, então, realizar-se a quantificação de áreas injuriadas na superfície da casca.

O quarto experimento realizado em setembro de 2004, também, obedeceu aos procedimentos de colheita e embalagem praticados nos experimentos de 2003. Nesse experimento foram utilizadas apenas dois tipos de embalagem: papelão e torito revestido internamente com papelão e transportados para Viçosa, onde foram mantidos a 20 ± 2 °C sob 90 ± 5 % U.R. Neste experimento, acompanhou-se o amadurecimento dos frutos observando-se o índice de cor da casca, perda de massa fresca e quantificação de dióxido de carbono e de etileno emanados da banana.



Figura 1. Embalagem utilizada no transporte da banana Prata Anã, de Janaúba para Viçosa, a cerca de 800 km. Papelão com tampa – A e B, plástica – C e torito revestido internamente com papelão – D.

2.2. Avaliação das injúrias mecânicas

Para os experimentos de julho e novembro de 2003, cujos frutos foram conduzidos para Viçosa, realizou-se contagem (apenas em julho), observando-se por tipo de caixa: o número de buquês, o número de frutos por buquê e o número de frutos injuriados. Os frutos foram destacados das pencas e armazenados a 20 ± 2 °C e U.R. 90 ± 5 %. No estágio 6 de amadurecimento, amostras de 24 frutos, por tipo de caixa, foram avaliados quanto à sua área superficial injuriada, em relação a área total do fruto. A porcentagem de superfície injuriada foi calculada pela razão entre a área da casca injuriada por fruto e área total da casca. A área total da casca foi medida com uma fita de tecido 'cetim' de largura 0,7 cm. A fita foi enrolada em espiral sobre a superfície do fruto e, quando desenrolada, mediu-se o seu comprimento total. A área total da casca foi estimada pelo produto do comprimento total da fita vezes a largura. A área injuriada foi desenhada em papel vegetal, colocando-se o papel sobre a área danificada da casca e contornando-a com auxílio de um lápis tipo retroprojektor de ponta fina, e estimada pela técnica gravimétrica, a partir da relação entre a área e a massa do papel.

A área injuriada obtida anteriormente foi comparada com a área resultante da técnica das quadrículas, obtida com auxílio de uma transparência xerox de papel milimetrado tamanho A4; com utilização do integrador de área foliar, a partir do desenho da injúria em papel vegetal, registrando-se sua área num integrador; e, pela área estimada com o Programa Quant 1.0.1, desenvolvido no Departamento de Fitopatologia da UFV por VALE *et al.* (2003). O mesmo procedimento de quantificação de área injuriada foi realizado para os frutos colhidos e mantidos em Janaúba, em dezembro de 2003.

2.3. Análises físicas e químicas

Utilizaram-se frutos do quarto experimento, colhidos em Janaúba e transportados para Viçosa, em setembro de 2004.

Análise visual e instrumental de cor da casca

O desenvolvimento pós-colheita do fruto foi descrito por sete estádios de amadurecimento, avaliados pela evolução do índice de cor da casca, conforme escala descrita por BURG & BURG (1962), na qual a cor da casca é representada por um índice oriundo de uma escala subjetiva, que varia de 1 a 7 (Tabela 1).

Tabela 1. Escala de coloração da casca de frutos de banana (BURG & BURG, 1962).

Nota	Descrição
1	Fruto totalmente verde
2	Fruto levemente verde
3	Fruto mais verde do que amarelo
4	Fruto mais amarelo do que verde
5	Fruto amarelo com a extremidade verde
6	Fruto completamente amarelo
7	Fruto amarelo com manchas marrons

A evolução do índice de cor da casca também foi registrado em valores da escala de Hunter (CIELAB) segundo CHEN & RAMASWAMY (2002), tomando-se os valores de **L**, **a** e **b** (brilho, alteração da cor verde para vermelha e alteração da cor amarela para azul, respectivamente) e da diferença total de cor da casca (ΔE), para os sete estádios de amadurecimento da banana, com auxílio de um colorímetro portátil digital (Minolta CR10 Co., Ltd., Japan). Os valores de diferença total de cor da casca (ΔE), foram calculados a partir da equação $\Delta E = (\Delta L^2 + \Delta a^2 + \Delta b^2)^{0,5}$, utilizada por CHEN & RAMASWAMY (2002) em banana, para cada estágio de amadurecimento. O valor de Δ representa a diferença entre os valores individuais de **L**, **a** e **b** para cada estágio de amadurecimento, em relação aos valores de uma amostra de frutos de banana no estágio 7, em que **L** = 71,5, **a** = 5,6 e **b** = 48,3. Para cada estágio, foram amostrados 15 frutos, com três leituras por variável (**L**, **a** e **b**), por fruto, na sua região equatorial.

Massa fresca

A massa fresca foi quantificada gravimetricamente, a partir de 45 frutos individuais, com balança de precisão de 0,01 g. As massas obtidas foram transformadas em porcentagem de perda de massa fresca, tomando-se como 100 % a massa inicial.

Sólidos solúveis totais

Extrações de suco celular em frutos de banana foram realizadas a partir de amostras compostas por três frutos inteiros. Estes, por sua vez, foram cortados em cubos menores e homogeneizados, dando origem a uma amostra composta. Em todas as técnicas de extração de sólidos solúveis totais, utilizaram-se cerca de 5 g de amostra composta, exceto quando se usou o multiprocessador doméstico, tomando-se cerca de 80 g de polpa.

As técnicas para extração de sólidos solúveis totais utilizadas foram:

- T₁** - compressão mecânica da polpa embrulhada em organza;
- T₂** - maceração da polpa, em almofariz, com nitrogênio líquido mais 0,1 g de polivinilpolipirrolidona (PVPP) acrescentado ao almofariz;
- T₃** - maceração da polpa com nitrogênio líquido em almofariz seguido de centrifugação, por 15 min, a 3000 g;
- T₄** - maceração da polpa em almofariz com nitrogênio líquido mais 0,1 g de PVPP, seguida de centrifugação, por 15 min, a 3000 g;
- T₅** - maceração da polpa (cerca de 80 g) em multiprocessador doméstico e centrifugação, por 15 min, a 3000 g;
- T₆** - congelamento da polpa por 24 horas, a -18°C, seguido de compressão mecânica da polpa embrulhada em organza;
- T₇** - congelamento da polpa por 24 horas, a -18 °C, seguido de maceração em almofariz e centrifugação, por 15 min, a 3000 g; e,
- T₈** - congelamento da polpa por 24 horas, a -18 °C, com maceração em almofariz, seguido de adição de nitrogênio líquido mais 0,1 g de PVPP, acrescentada ao almofariz e centrifugação, por 15 min, a 3000 g.

O PVPP foi utilizado para tentar eliminar o efeito de interferência dos compostos fenólicos presentes na banana, durante as leituras de sólidos solúveis totais. Nas técnicas em que a polpa foi macerada em almofariz, sem centrifugação, parte do material macerado foi colocado sobre um pedaço de algodão para filtração do suco celular. No material que foi macerado e centrifugado, o suco celular foi retirado do tubo da centrífuga com auxílio de um conta gotas. Os níveis de sólidos solúveis totais foram lidos em um refratômetro de mesa tipo Abbé e expressos em °Brix.

Quantificação de etileno

Frutos com maior e menor grau de injúria mecânica, em cada um dos estádios de amadurecimento, foram acondicionados individualmente em recipientes de vidro (1600 cm³) hermeticamente fechados. Após 2 horas, as atmosferas dos frascos foram agitadas manualmente, fazendo-se voltas circulares (10 vezes) dos frascos no mesmo eixo de rotação e pelo bombeamento entre 10 e 15 vezes, com as próprias seringas de amostragem (1,0 cm³), na atmosfera dos frascos, antes de retirarem-se as amostras. Alíquotas de 1,0 cm³ da atmosfera dos frascos foram retiradas e injetadas em um cromatógrafo a gás, modelo HP 5890 série II, equipado com detector de ionização de chama e coluna de aço inoxidável, preenchida com Porapak-N (80 – 100 mesh), de 1 m de comprimento. As condições de trabalho foram: temperaturas da coluna, do detector e do injetor com 60, 150 e 110 °C, respectivamente; fluxos de nitrogênio (gás de arraste), do ar sintético e do hidrogênio de 40-45, 320 e 35 cm³ min⁻¹, respectivamente. A quantificação foi feita pela comparação das áreas dos picos produzidos pelas amostras com áreas de picos produzidos pela injeção de alíquotas-padrão, registrado num integrador modelo HP 3395 acoplado ao cromatógrafo, e os resultados expressos em µL C₂H₄ kg⁻¹ MF h⁻¹. Foram utilizados três frutos, apresentando em média 13% de área injuriada e três frutos, apresentando em média 5% de área injuriada, fazendo-se três leituras por unidade experimental.

Quantificação de dióxido de carbono

Os mesmos frutos amostrados para quantificação do etileno foram utilizados para quantificação do gás carbônico. Após 0,5 h do fechamento dos frascos, alíquotas de 1,0 cm³ da atmosfera do frasco de 1600 cm³ contendo os frutos, foram retiradas e injetadas num cromatógrafo a gás, modelo GC-14B (Shimadzu, Kyoto), equipado com coluna de alumínio preenchida com Porapak-Q, de 1 m de comprimento e detector de condutividade térmica. As condições de trabalho foram: temperaturas da coluna, do detector e do injetor com 50, 140 e 100 °C, respectivamente; utilizou-se como gás de arraste o nitrogênio, com fluxo de 30 cm³ min⁻¹. A corrente utilizada foi de 85 mA, com atenuação de 1. A quantificação do gás carbônico foi feita pela comparação das áreas dos picos produzidos pelas amostras com áreas de picos produzidos pela injeção de

alíquotas-padrão de CO₂, registradas num integrador modelo C-RG6A CHROMATOPAC (Shimadzu, Kyoto), acoplado ao cromatógrafo. Foram utilizados três frutos, apresentando em média 13% de área injuriada e três frutos, apresentando em média 5% de área injuriada mecanicamente, fazendo-se três leituras por unidade experimental.

2.4. Delineamento experimental

Os experimentos foram montados em delineamento inteiramente casualizado, cujo número de repetições e de tratamentos foram específicos para os diferentes experimentos. Para os experimentos de injúria mecânica realizados em Viçosa, utilizaram-se dois esquemas fatoriais: o primeiro, fatorial 2 (épocas de colheita: julho e novembro de 2003) x 3 (tipos de embalagem: caixa torito revestido com papelão, plástica e papelão), com oito repetições, contendo três frutos por unidade experimental; e, o segundo, fatorial de 3 (tipos de embalagem: caixas torito revestido com papelão, plástica e papelão) x 4 (técnicas de quantificação de área injuriada: pesagem, quadrículas, integrador de área foliar e Programa Quant 1.0.1), com oito repetições contendo três frutos por unidade experimental.

No terceiro experimento, realizado em Janaúba, em dezembro de 2003, os tratamentos foram formados a partir dos frutos amostrados nas seguintes etapas de manuseio: I – colheita, II – cabo aéreo, III – antes do despencamento e IV – após a embalagem em caixa de papelão, com oito repetições contendo três frutos, por unidade experimental.

No quarto experimento, realizado em Viçosa, em setembro de 2004, observaram-se as características intensidade de coloração da casca e massa fresca, cujos tratamentos foram os estádios de amadurecimento (índice de cor da casca variando de 1 a 7), com 15 repetições (um fruto por repetição) e três leituras, por unidade experimental, e com três frutos individuais, por unidade experimental, para a massa fresca. Para a característica sólidos solúveis totais, utilizou-se um fatorial 4 (estádios de amadurecimento 1, 3, 5 e 7) x 8 (técnicas de extração – T1, T2, T3, T4, T5, T6, T7 e T8), em cinco repetições e três leituras, por unidade experimental.

Foram efetuadas análises de variância, com aplicação do teste F para avaliação da significância para as características avaliadas, com posterior aplicação do teste de Tukey, em nível de 5 % de probabilidade e ajuste de equações não-lineares, quando necessário.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. Área injuriada versus estágio de amadurecimento

Não foi observada diferença significativa para a área injuriada entre os frutos com índices de cor da casca estudados (Figura 1). Assim, foi estabelecido determinar-se a área injuriada, quando os frutos atingissem o índice de cor 6, por permitir melhor contraste de visualização de cor entre a área injuriada (geralmente de cor escura) e a casca do fruto (cor amarela). Esse teste de quantificação de área injuriada em função do índice de cor da casca - 1 (fruto totalmente verde) e 6 (fruto totalmente amarelo), foi realizado para verificar-se se haveria evolução da injúria mecânica.

As perdas atribuídas às injúrias mecânicas são freqüentemente negligenciadas e, devido à complexidade adicional das perdas fisiológicas e patológicas, são difíceis de serem estimadas. As injúrias são bastante visíveis após o amadurecimento, por meio de sintomas como dessecação, descoloração e ataque de patógenos, promovendo, assim, desqualificação ou perda total do produto maduro. Alguns tipos de injúria mecânica causam danos que podem separar células, tendo como sintoma externo uma mancha escura, uma rachadura ou ruptura do órgão, e ocorre principalmente durante ou depois da embalagem, como resultado da entrada forçada de grande quantidade de frutos em embalagem pequena (KAYS, 1991; WILLS *et al.*, 1998).

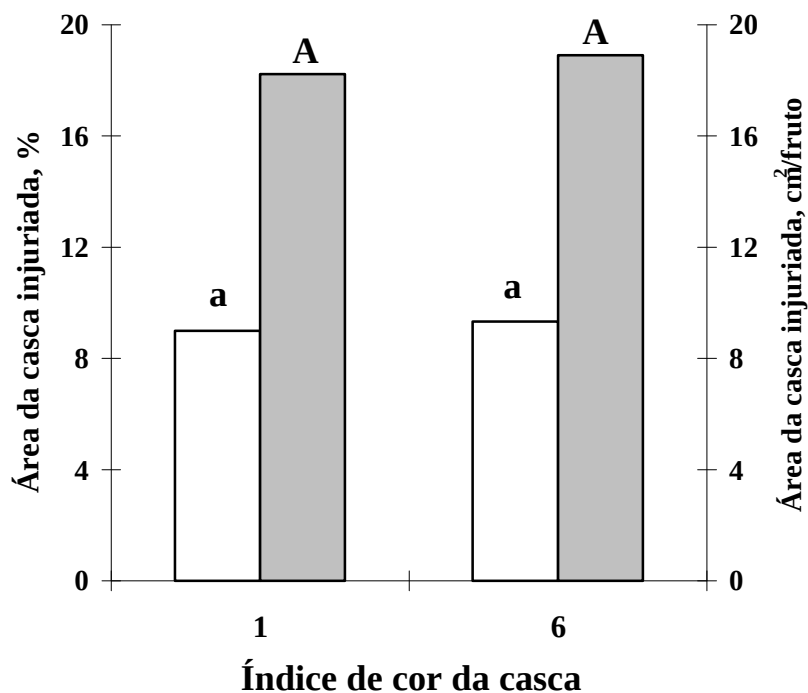


Figura 1. Superfície injuriada da casca de banana, índice de cor da casca 1 e 6, colhidos em Janaúba, julho de 2003, transportados para Viçosa e mantidos a 20 ± 2 °C sob 90 ± 5 % U.R. (□) em % e (■) em cm²/fruto. Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste F ($P > 0,05$).

3.2. Quantificação de área injuriada

Não foi possível observar-se efeito significativo nas técnicas utilizadas para a quantificação de área injuriada da casca de banana nos diferentes tipos de embalagem (Tabela 2). Logo, a escolha da técnica a ser aplicada dependerá da disponibilidade de equipamentos e materiais que permitam o uso de qualquer uma das técnicas apresentadas no presente trabalho.

Nos experimentos deste trabalho, optou-se por utilizar a técnica M1 (pesagem), por ser uma técnica simples e de menor custo operacional.

Tabela 2. Áreas de injúria mecânica (%) na superfície da casca de frutos de banana em função das técnicas de quantificação da área injuriada (M1 a M4), colhidos em Janaúba, novembro de 2003, transportados para Viçosa em diferentes tipos de caixa, e mantidos a 20 ± 2 °C sob 90 ± 5 % U.R., até o completo amadurecimento

Embalagem	M1	M2	M3	M4
	%			
Torito revestido com papelão	6,7	7,3	7,5	7,9
Plástica	7,3	7,6	7,9	8,1
Papelão	9,9	10,7	10,7	11,2

As médias não diferem entre si nas técnicas de quantificação de área injuriada e nos tipos de embalagem (Tukey, $P > 0,05$)
Coeficiente de variação igual a 25,5 %

Técnicas de quantificação de área injuriada:

M1- pesagem M3- integrador de área foliar

M2- quadrículas M4- programa Quant 1.0.1

3.3. Extração de sólidos solúveis totais

Das técnicas de extração do suco celular da polpa de banana empregadas para a determinação do teor de sólidos solúveis totais (Tabela 3), apenas T2 e T5 não produziram quantidade suficiente de extrato para leitura no refratômetro, observado, a partir do estágio 5 de amadurecimento. As demais técnicas de extração permitiram obter-se extrato em quantidade suficiente para leitura dos sólidos solúveis totais em todos os estádios de amadurecimento. Dentre as técnicas utilizadas, T1 mostrou-se com os valores mais elevados de sólidos solúveis totais em todos os estádios de amadurecimento observados e, portanto, foi a técnica escolhida para ser utilizada neste trabalho. No estágio 1 de amadurecimento destacaram-se, também, T2 e T5. No estágio 3, todas as técnicas se mostraram igualmente eficientes para a extração dos sólidos solúveis totais. No estágio 5, destacaram-se T1, T4 e T6. E, no estágio 7, somente T3 apresentou valor baixo de sólidos solúveis totais.

A hidrólise do amido em açúcares como sacarose e maltose durante o amadurecimento da banana, fez aumentar o conteúdo de açúcares no fruto (BOUDHRIQUA *et al.*, 2002), componente principal dos sólidos solúveis totais (DADZEI & ORCHARD, 1997), elevando desta forma, a concentração de solutos no meio e aumentando a força de adesão da água (TAIZ & ZEIGER, 2002), conseqüentemente, do suco celular extraível da polpa. De acordo com os resultados

mostrados por KOJIMA *et al.* (1994), outro fator que pode contribuir para aumento na deposição de solutos no meio é a degradação coordenada de complexos de polissacarídeos hemicelulósicos e pécnicos, componentes de parede celular, durante o amadurecimento da banana. Possivelmente, o aumento na concentração de solutos na polpa, aumentou também a viscosidade do suco celular extraído da polpa, o que pode ter dificultado a separação entre a parte líquida e o resíduo sólido da polpa. Outro fator que pode ter contribuído para dificultar a liberação do extrato foi o uso de PVPP em algumas amostras, já que o composto é um pó, podendo absorver o conteúdo líquido disponível na polpa durante a extração, dificultando também o processo de extração do suco celular.

Tabela 3. Sólidos solúveis totais (°Brix) de frutos de banana em função das técnicas de extração (T1 a T8), colhidos em Janaúba, em setembro de 2004, transportados para Viçosa e mantidos a 20 ± 2 °C sob 90 ± 5 % U.R., até o completo amadurecimento

Técnica	Estádio de amadurecimento			
	1	3	5	7
T1	4,3 a	7,4 a	15,1 a	24,0 a
T2	4,3 a	6,9 a	-	-
T3	3,5 b	5,9 a	10,4 c	17,8 b
T4	3,4 b	6,3 a	14,0 ab	24,1 a
T5	4,1 a	6,9 a	-	-
T6	3,3 b	7,4 a	15,5 a	23,7 a
T7	3,2 b	6,2 a	11,8 bc	25,4 a
T8	3,4 b	6,8 a	11,0 c	25,9 a

Médias seguidas da mesma letra, na coluna, não diferem entre si (Tukey, $P > 0,05$)

Técnicas de extração de sólidos solúveis totais:

T1- compressão mecânica com auxílio de organza T5- processador doméstico + centrifugação

T2- N₂ líquido + PVPP T6- freezer (24h) + prensa mecânica

T3- N₂ líquido + centrifugação T7- freezer (24h) + centrifugação

T4- N₂ líquido + PVPP + centrifugação T8- freezer (24h) + PVPP + centrifugação.

Verifica-se, portanto, que T1 – compressão mecânica da polpa embrulhada em organza, destacou-se com os valores mais elevados de sólidos solúveis totais durante todos os estádios de amadurecimento observados. A técnica exige tempo para extração do suco celular para análise, o que praticamente inviabiliza trabalhar-se com grande número de amostras (LOPES & SANTOS, 1990; LUENGO *et al.*, 2001 a; LUENGO *et*

al., 2001 b). Em banana, torna-se imprescindível o uso de técnicas para extração de sólidos solúveis de confiabilidade, com menor tempo e custo de operacionalidade. Para LUENGO *et al.* (2001a), a técnica do descongelamento é considerada a mais rápida e a que requer menor esforço físico, visto que no processo ocorre a quebra da semipermeabilidade celular, possibilitando a mistura dos conteúdos do simplasma e do apoplasma. A formação de gelo no meio intracelular causa ruptura do sistema de membranas celulares, resultando em perda da semipermeabilidade e da compartimentação celular; em consequência disso, as células entram em colapso e morrem, liberando o seu conteúdo. A injúria mecânica sofrida pelas células advém de dois fenômenos: o comportamento peculiar da água, que se expande ao congelar-se e a conformação dos cristais de gelo (SANTOS, 2001). Tal efeito permite referir-se a essa técnica como representativa da quantidade de sólidos solúveis totais da amostra considerada. Todavia as técnicas T6, T7 e T8, que usam o congelamento, não apresentaram representatividade na quantidade dos sólidos solúveis totais para todos os estádios de amadurecimento (Tabela 3).

3.4. Amadurecimento da banana Prata Anã

Coloração da casca

Durante o amadurecimento avaliou-se a evolução do índice de cor da casca dos frutos (Figuras 2 e 3). Com o avanço do estágio de amadurecimento, a cor da casca da banana mudou de verde para amarelo, correspondendo ao aumento nos valores de **L**, **a** e **b** da escala de Hunter (Figura 2) e, um decréscimo na diferença total de cor, ΔE (Figura 3). Esse comportamento pode ser considerado como uma tendência natural da evolução do índice de cor dos frutos de banana durante seu amadurecimento, tanto na escala visual como na escala subjetiva. O mesmo comportamento de aumento nos valores de L^* , a^* e b^* da escala de Hunter e nas escalas visual e subjetiva foi verificado por CHEN & RAMASWAMY (2002) e KOJIMA *et al.* (1994), respectivamente, quando trabalharam com bananas do grupo AAA.

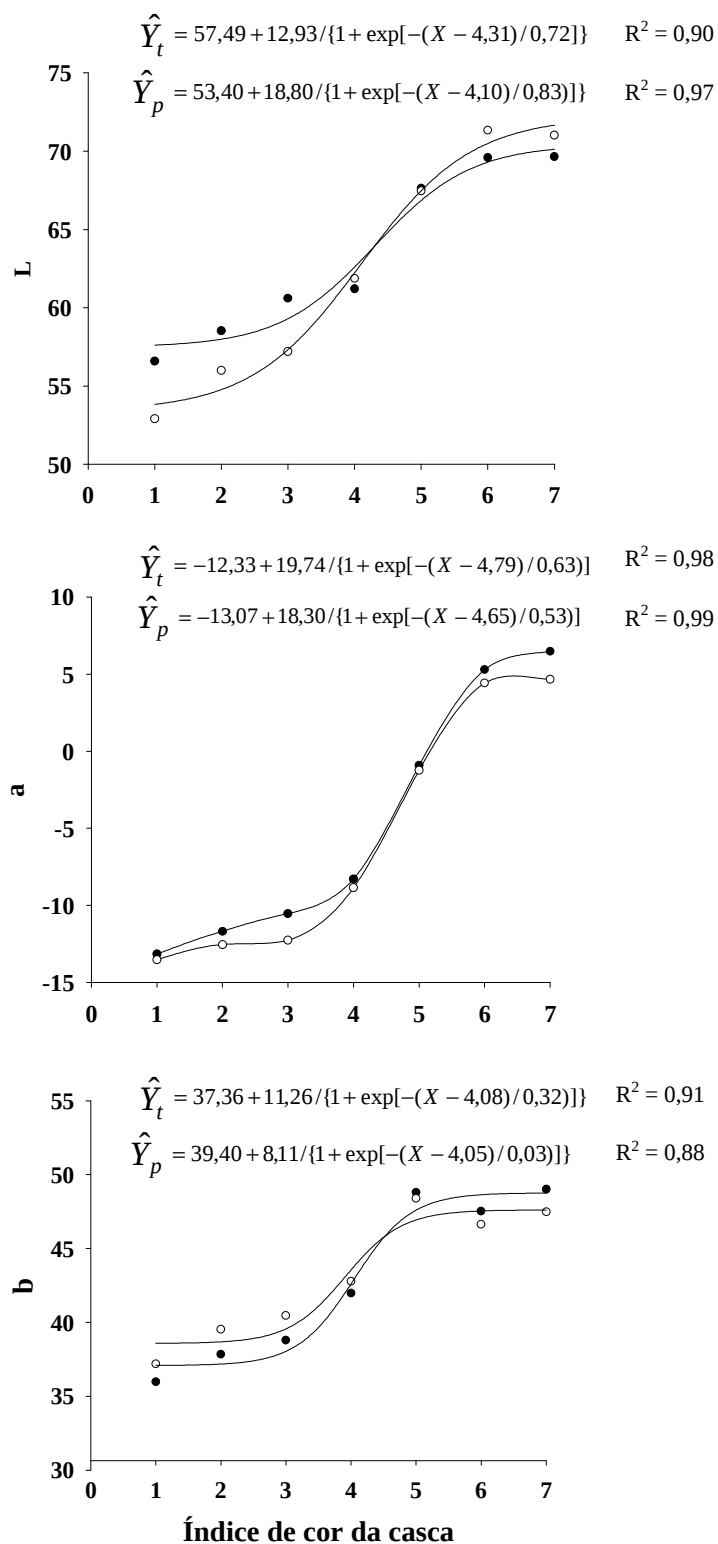


Figura 2. Estimativa de **L**, **a** e **b** da escala de Hunter para banana em função do índice de cor da casca, colhidos em Janaúba, setembro de 2004 e transportados para Viçosa em (●) caixa torito revestido com papelão – t e (○) caixa de papelão – p.

O aumento nos valores de **L**, **a** e **b** durante o amadurecimento normal da banana, pode ser atribuído ao processo de degradação das clorofilas na casca dos frutos, perda da cor verde (DOMINGUES & VENDRELL, 1993; LI *et al.*, 1997), devido à desestruturação dos complexos protéicos pigmentados presente nas tilacóides (DRURY *et al.*, 1999). Com a degradação das clorofilas, ocorre o desmascaramento dos carotenóides presentes na casca, dando ao fruto maduro, a cor amarela (SEYMOUR, 1993).

Os frutos que receberam nota 5 (frutos amarelos com pontas verdes), apresentaram-se com valores de **L** e **a** (Figura 1), que acompanham a evolução de coloração da casca, descrita nas escalas visual e subjetiva para a banana sugerida por BURG & BURG (1962) (Tabela 1), validando o uso dessas escalas com adaptação para a banana Prata Anã. Além de ser um método fácil e rápido, o método instrumental permite o acompanhamento da alteração de cor que ocorre na superfície da casca do fruto, enquanto o método da escala visual descreve apenas o quanto da cor amarela ou perda da cor verde ainda se visualiza no fruto, no momento da avaliação. Comportamento semelhante foi observado por BOUDHRIOUA *et al.* (2002), durante o amadurecimento da banana Grande Naine do grupo Cavendish.

Para diferença total de cor, ΔE (Figura 3), verificou-se um decréscimo nos seus valores, de 30 (frutos verdes) para aproximadamente 3 (frutos maduros). Este comportamento já era esperado, uma vez que o delta obtido para cada estágio de amadurecimento se torna menor a medida que os frutos amadurecem, provocando um decréscimo nos valores de diferença total de cor ΔE . Tal efeito é evidenciado novamente pela degradação das clorofilas na casca dos frutos e pelo desmascaramento dos carotenóides na casca da banana Prata Anã (SEYMOUR *et al.*, 1987; SEYMOUR, 1993). **L** e **b** mostraram-se com valores em torno de 55 a 70 e 38 a 50, respectivamente, mantendo praticamente a mesma faixa de variação entre os frutos verdes e maduros, para cada valor da escala de Hunter encontrada por CHEN & RAMASWAMY (2002) quando trabalharam com bananas do grupo AAA, com valores variando em torno de 61 a 74 e 30 a 42 para **L** e **b**, respectivamente.

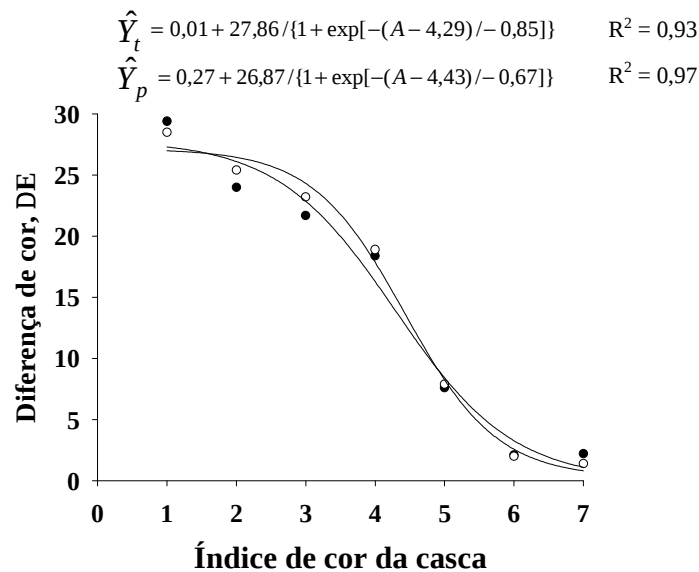


Figura 3. Estimativa da diferença de cor (ΔE), a partir dos valores de **L**, **a** e **b** da banana em função do índice de cor da casca, colhidos em Janaúba, setembro de 2004 e transportados para Viçosa em (●) caixa torito revestido com papelão – *t* e (○) caixa de papelão – *p*.

Sólidos solúveis totais

Observaram-se valores semelhantes para os teores de sólidos solúveis totais em ambos os tratamentos, caixa torito revestida com papelão e papelão, ao longo do amadurecimento (Figura 4). Os teores de sólidos solúveis totais dos frutos com índice de cor da casca 1 para 6 variaram da ordem de 5 para 25 % nos tratamentos. CAMPOS *et al.* (2003), trabalhando com banana Nanicão produzida nos Estados de Santa Catarina e Mato Grosso, e SEMPLE & THOMPSON (1988), trabalhando com bananas do subgrupo Cavendish, encontraram resultados semelhantes de sólidos solúveis totais, durante o amadurecimento. O mesmo comportamento foi observado por SEYMOUR *et al.* (1987) com bananas armazenadas a 20 °C e por MATSUURA *et al.* (2002), estudando híbridos de bananeira da cultivar Pacovan.

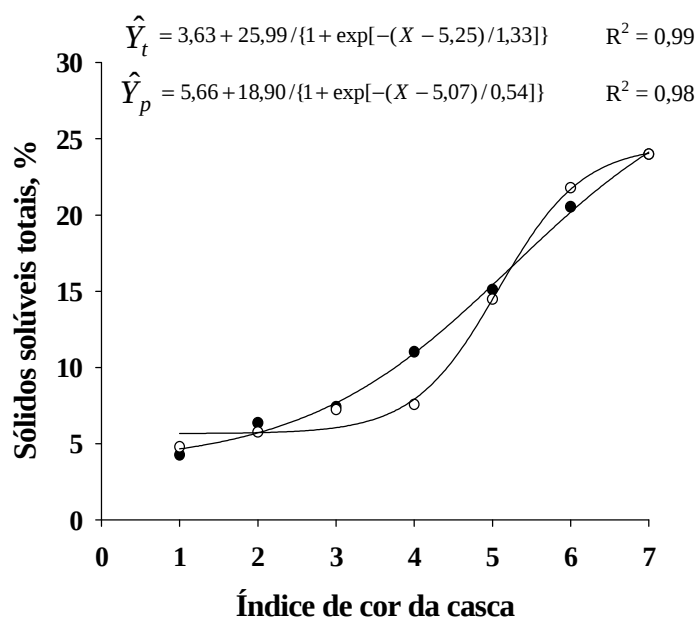


Figura 4. Evolução de sólidos solúveis totais (%) da banana em função do índice de cor da casca, colhidos em Janaúba, setembro de 2004 e transportados para Viçosa em (●) caixa torito revestido com papelão – *t* e (○) caixa de papelão – *p*.

A evolução do amadurecimento, caracterizada pelo aumento no teor de sólidos solúveis totais nos frutos de banana Prata Anã, foi acompanhada pela alteração da cor verde para amarela na casca dos frutos (Figuras 2 e 4), pois essas duas características são altamente correlacionadas (SEMPLE & THOMPSON, 1987; MENDONÇA, 2003).

Perda de massa fresca

Os frutos transportados nas caixas de papelão apresentaram-se com cerca de 9 % de perda de massa fresca, ficando acima daqueles transportados nas caixas torito revestido com papelão, cerca de 7 %, ao final do amadurecimento (Figura 5). Essa diferença, possivelmente deveu-se a uma maior incidência de frutos injuriados nas caixas de papelão. Outra possível explicação pode ser atribuída a uma maior circulação de ar dentro das caixas de papelão, uma vez, que esse tipo de embalagem apresenta aberturas nas suas laterais.

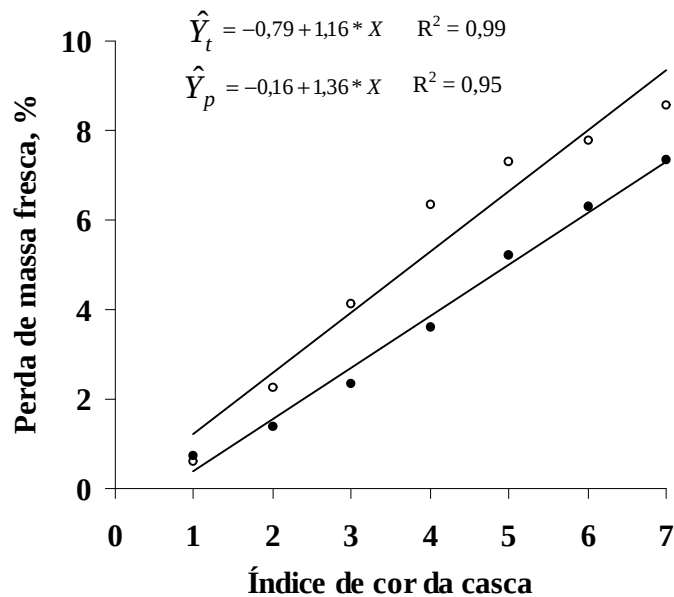


Figura 5. Perda de massa fresca de banana em função do índice de cor da casca, colhidos em Janaúba, setembro de 2004 e transportados para Viçosa em (●) caixa torito revestido com papelão – t e (○) caixa de papelão – p. *Significativo pelo teste t (P<0,05).

Em frutos injuriados mecanicamente, a evaporação de água é maior, aumentando a perda de massa do produto, principalmente após a colheita (FERRIS *et al.*, 1999). Para DADZIE & ORCHARD (1997), a perda de massa se deve ao desarranjo das células na casca do fruto, aumentando a superfície de liberação de vapor d'água, na região injuriada. Já WILLS *et al.* (1998) afirmam que a deformação do tecido e o seu escurecimento são agravados pelo aumento da perda de água, como resultado do dano nas células. Na região vizinha à injúria mecânica, há deformação do fruto. Isso pode ser atribuído à perda acentuada de massa fresca no local da injúria, ocasionando uma depressão na superfície e dando origem à concavidade na região injuriada (MATIUZ *et al.*, 2002). É importante considerar que a perda de massa fresca da banana afeta principalmente a sua aparência, um atributo de qualidade importante para o consumidor.

3.5. Injúria mecânica associada ao tipo de embalagem

Independentemente do tipo de embalagem, observou-se elevado índice de frutos injuriados mecanicamente (Tabela 4), sem considerar o tipo de injúria mecânica

incidente sobre os frutos. Cerca de 93% dos frutos embalados em caixas de papelão apresentaram algum tipo de dano mecânico e, naqueles embalados em caixas plásticas e torito revestido com papelão, 100% dos frutos apresentaram algum tipo de dano. MAGALHÃES *et al.* (2004), observando o comportamento de bananas transportadas no interior do talhão quanto ao surgimento de danos físicos, verificaram que cerca de 70 – 80 % dos frutos apresentavam-se com algum tipo de dano físico logo após a colheita.

Em frutos de tomate Santa Clara, os níveis de injúria mecânica em função do tipo de embalagem foram da ordem de 97, 96 e 92 % em caixas K, plástica e papelão, respectivamente (CASTRO *et al.*, 2001). Também estudando os níveis de injúrias formadas nos tomates Santa Clara, em função da embalagem, NANTES (1998) observou valores em torno de 94 e 91 % nas caixas K e plástica, respectivamente.

Tabela 4: Incidência de frutos injuriados mecanicamente (%), colhidos em Janaúba, julho de 2003 e transportados para Viçosa, em embalagem comercial

Embalagem	Caixas amostradas	Buquê por caixa	Total de buquês	Frutos por buquê	Total de frutos	Frutos injuriados (%)
Torito¹	3	18	53	8	425	100
Plástico	3	22	67	8	521	100
Papelão	3	18	54	8	444	93

¹ revestido internamente com papelão

As áreas da casca injuriada de frutos transportados nas caixas torito revestido com papelão e caixa de papelão foram de aproximadamente 4 %, e naqueles transportados em caixa plástica foram de aproximadamente 5 %, na colheita de julho (Tabela 5), não se observando diferença significativa entre os efeitos das embalagens estudadas, nessa época. Os valores de área injuriada aumentaram em novembro, com média em torno de 7 %, nos frutos transportados em caixas torito revestido com papelão e plástica, e de aproximadamente 10% naqueles transportados em caixa de papelão, registrando-se diferença significativa entre as embalagens estudadas, nessa época.

Os resultados de injúria mecânica na tabela 6 (em cm²/fruto) mostraram comportamento semelhante aos resultados mostrados na tabela 5 (em porcentagem). De acordo com o conceito de lesão e/ou mancha, descrito na Proposta de Regulamento Técnico para a Banana, editada pelo Programa Brasileiro para a Melhoria dos Padrões

Comerciais e Embalagens de Hortigranjeiros (CEASA-MG), os valores amostrados para injúria mecânica, no presente trabalho, estão acima de 1,5 cm², limite que classificaria as injúrias dos frutos como lesão ou mancha (Tabela 6).

Tabela 5. Áreas de injúria mecânica (%) na superfície da casca de frutos de banana, colhidos em Janaúba, em julho e novembro de 2003, transportados para Viçosa em diferentes tipos de caixa, e mantidos a 20 ± 2 °C sob 90 ± 5 % U.R., até o completo amadurecimento

Embalagem	Julho	Novembro
	%	
Torito revestido com papelão	3,7 a B	6,7 b A
Plástica	5,0 a B	7,3 b A
Papelão	4,2 a B	9,9 a A

Médias seguidas de mesma letra minúscula, na coluna e de mesma letra maiúscula, na linha, não diferem entre si (teste F, P > 0,05)
Coeficiente de variação igual a 28,8 %

Tabela 6. Áreas de injúria mecânica (cm²/fruto) na superfície da casca de frutos de banana, colhidos em Janaúba, em julho e novembro de 2003, transportados para Viçosa em diferentes tipos de caixa, e mantidos a 20 ± 2 °C sob 90 ± 5 % U.R., até o completo amadurecimento

Embalagem	Julho	Novembro
	cm ² /fruto	
Torito revestido com papelão	9,0 a B	18,9 b A
Plástica	11,3 a B	20,6 ab A
Papelão	8,1 a B	25,5 a A

Médias seguidas de mesma letra minúscula, na coluna e de mesma letra maiúscula, na linha, não diferem entre si (teste F, P > 0,05)
Coeficiente de variação igual a 29,0 %

Os danos observados na casca dos frutos amostrados em julho e novembro de 2003 foram consideráveis (Tabelas 5 e 6). Esses valores consideráveis, talvez possa ser explicado pelo excesso de água causado pelas chuvas em novembro, o que pode ter contribuído para o aumento no teor hídrico dos frutos, nessa época, tornando-os mais sensíveis a qualquer esforço físico. Segundo TAIZ & ZEIGER (2002), um pequeno aumento no volume celular provoca um grande aumento na pressão hidrostática dentro da célula. Com esse aumento, as células vegetais podem ter a rigidez das paredes celulares enfraquecidas; conseqüentemente, menor resistência física pode ser atribuída às camadas de células da casca dos frutos. Uma parede celular compacta e espessa e

uma lamela média firme e intacta diminuem o deslizamento das células quando o fruto é sujeito à pressão dos dedos (AWAD, 1982) ou a qualquer outro efeito físico que provoque dano. Outra explicação para o aumento das injúrias mecânicas nos frutos de banana, nessa época, pode estar associada ao transporte do produto do campo para as casas de embalagem, nas próprias casas de embalagem (seleção, classificação e embalagem) e no transporte para os estabelecimentos comerciais. É provável que as péssimas condições das rodovias, na época chuvosa, também, tenham contribuído para o aumento de injúrias mecânicas observadas na casca dos frutos colhidos em novembro.

A banana Prata Anã transportada a longas distâncias está, freqüentemente, sob condições que podem induzir o aumento da incidência de injúrias mecânicas e, conseqüentemente, favorecer o crescimento de organismos deteriorantes nos locais injuriados.

3.6. Injúria mecânica associada às etapas de manuseio

Em dezembro de 2003, frutos foram amostrados e mantidos em Janaúba, com o propósito de eliminar-se o efeito do transporte por longas distâncias na injúria da casca. Verificou-se diferença significativa entre as etapas de amostragem (Tabela 7). Os frutos apresentaram, na etapa I (colheita), cerca de 3,0 % da casca injuriada, com aumento desse valor para aproximadamente 4, 6 e 12 % para as etapas II (cabo aéreo), III (antes do despencamento) e IV (após a embalagem em caixas de papelão), respectivamente.

Os valores de área real injuriada da casca foram de 6,9; 7,5; 11,5 e 23,0 cm², observados nas etapas I, II, III e IV, respectivamente (Tabela 7). Esses valores mostram um efeito cumulativo na área total injuriada dos frutos, ao longo da cadeia de manuseio pós-colheita, correspondendo a aproximadamente 1,1; 1,7 e 3,3 vezes o tamanho da área total injuriada na casca do fruto, na etapa I para as etapas II, III e IV, respectivamente. A maior contribuição para o aumento da injúria mecânica na casca dos frutos ocorreu na etapa que corresponde ao manuseio de embalagens (IV). É importante ressaltar que os valores obtidos para injúria mecânica nas etapas III e IV não incluem frutos descartados durante o manuseio pós-colheita, na casa de embalagem.

Tabela 7. Áreas de injúria mecânica (% e cm²/fruto) na superfície da casca de banana colhidas em Janaúba, dezembro de 2003, em função das etapas de amostragem no manuseio pós-colheita

Etapas de amostragem	%	cm²/fruto
I – colheita	3,2 c	6,9 c
II – cabo aéreo	4,4 bc	7,5 c
III – antes do despencamento	5,9 b	11,5 b
IV – após a embalagem em caixa de papelão	12,0 a	23,0 a

Médias seguidas de mesma letra minúscula, na coluna, não diferem entre si (Tukey, P > 0,05)
Coeficiente de variação igual a 18,0 %

Durante a etapa do despencamento realizada pelos operários da fazenda, na qual os frutos deste experimento foram amostrados, as pencas eram arremessadas nos tanques de lavagem, onde geralmente já se encontravam outras pencas; um segundo operário retirava as pencas desse primeiro tanque e confeccionava os buquês de acordo com o mercado de destino, também colocando, de forma inadequada, esses buquês num segundo tanque de lavagem. Em seguida, os buquês eram pesados e embalados e, em alguns casos era possível observar-se que o embalador usava de força física para que os frutos ficassem bem acomodados na embalagem. Esse tipo de atitude, observado na etapa IV, explica o efeito cumulativo, juntamente, com o considerável aumento no tamanho das injúrias mecânicas da etapa I para as etapas II, III e IV (Tabela 7). É essencial a conscientização do produtor em melhorar a infraestrutura dos campos de produção para banana e, simultaneamente, implantar projetos de treinamento para os funcionários que trabalham na fazenda, desde o cultivo da bananeira até o manuseio dos frutos na casa de embalagem, minimizando as ações que possam causar danos físicos ao fruto.

Em maçã, a incidência de injúrias mecânicas na superfície dos frutos aumentou, progressivamente, à medida que o produto foi movimentado do pomar (26 %), para o galpão de beneficiamento (30 %), para o mercado atacadista (36 %), alcançando 50 % de superfície injuriada nas gôndolas das quitandas (CEPONIS *et al.*, 1962 citados por SOUZA *et al.* 2003). Comportamento semelhante foi observado por SOUZA *et al.* (2003), quando avaliaram a incidência de injúrias mecânicas na superfície de raízes de mandioquinha-salsa.

A injúria mecânica tem sido apontada como um fator cumulativo que ocorre na colheita, no manuseio dentro da fazenda, nas operações de embalagem e no transporte, até os estabelecimentos comerciais (ATTA-ALY, 2003). Durante essas operações podem ocorrer modificações físicas, oriundas de forças externas, que reduzem a disponibilidade e a qualidade final do produto (MAGALHÃES *et al.*, 2004). É importante compreender que as várias etapas do manuseio pós-colheita devem ser cuidadosamente coordenadas e integradas, com o objetivo de minimizar as perdas.

Com base nos resultados obtidos, está claro que as operações de manuseio pós-colheita de banana no Norte de Minas Gerais necessitam ser melhoradas, uma vez que, a aparência dos frutos maduros apresenta-se inadequada para um mercado cada vez mais exigente e, em especial, para a exportação.

3.7. Dióxido de carbono e etileno

Os frutos mais danificados apresentaram um aumento na taxa de respiração e na evolução de etileno, em resposta à injúria mecânica (Figura 6). A taxa respiratória e a evolução de etileno máximas ocorreram até o estágio 4 (índice de cor da casca) de amadurecimento da banana, com queda gradativa durante os estágios subseqüentes. Os valores máximos na taxa respiratória foram cerca de 115 e 135 mg CO₂ kg⁻¹ MF h⁻¹ em frutos com 5 e 13 % da área da casca injuriada, respectivamente. Para a evolução de etileno, os valores corresponderam a, aproximadamente, 4,5 e 5,5 µL C₂H₄ kg⁻¹ MF h⁻¹, em frutos com 5 e 13 % da área da casca injuriada, respectivamente. Os frutos mais injuriados aumentaram em torno de 15 e 20 % a taxa respiratória e a evolução de etileno, respectivamente.

Após a colheita, o aumento da respiração torna-se o processo fisiológico mais evidente em órgãos vegetais (KAYS *et al.*, 1991; KADER *et al.*, 1992). Vários fatores biológicos e físicos afetam a respiração e, dentre eles, os principais são temperatura, composição da atmosfera e estresses químicos e/ou físicos (KAYS *et al.*, 1991; KADER *et al.*, 1992). A produção de CO₂ pela banana Prata Anã, submetida ao dano por impacto, apresentou antecipação de pico climatérico em relação à testemunha (MAIA *et al.*, 2004). Estudando o efeito de danos mecânicos causados por impactos na

colheita sobre a taxa respiratória de tubérculos de batata, SILVA (1994) observou que algumas cultivares foram mais susceptíveis ao impacto, e aumentaram suas taxas respiratórias de 10 a 18 ml CO₂ kg⁻¹ h⁻¹ para 26 a 35 ml CO₂ kg⁻¹ h⁻¹, enquanto outros, sob ação do estresse de impacto, tiveram sua respiração aumentada de 15 a 20 ml CO₂ kg⁻¹ h⁻¹ para 20 a 30 ml CO₂ kg⁻¹ h⁻¹.

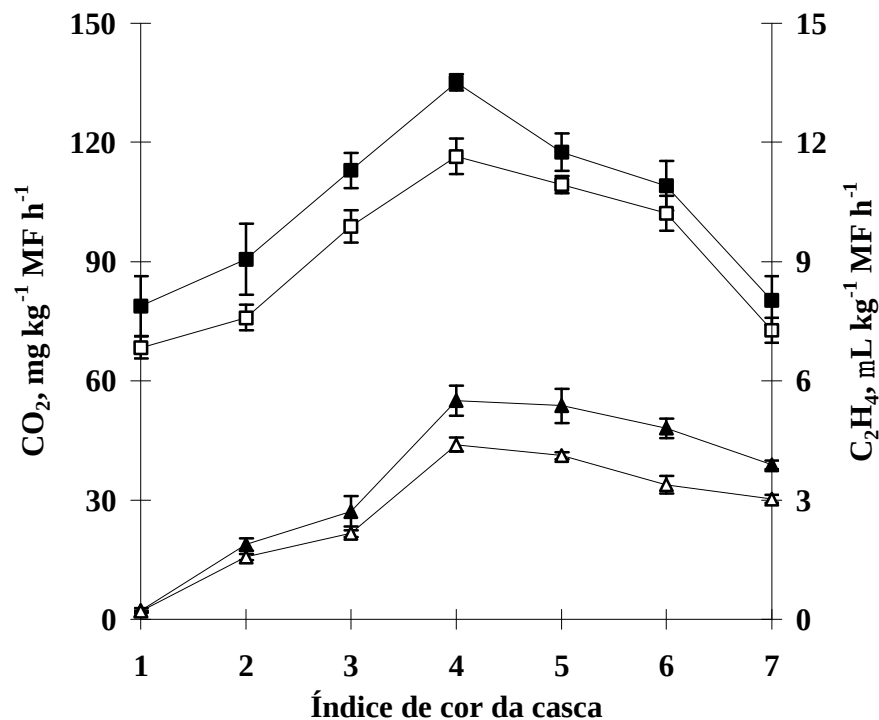


Figura 6. Taxa respiratória e evolução de etileno para banana com 5 e 13 % de área injuriada na casca, em função do índice de cor da casca, colhidos em Janaúba, novembro de 2004, transportados para Viçosa e mantidos a 20 ± 2 °C sob 90 ± 5 % U.R. (■) CO₂, frutos com 13 % de injúria mecânica, (□) CO₂, frutos com 5 % de injúria mecânica, (▲) C₂H₄, frutos com 13 % de injúria mecânica, (△) C₂H₄, frutos com 5 % de injúria mecânica.

O comportamento de resposta à injúria mecânica foi, também, observado por MAIA *et al.* (2004), pelo aumento no pico de produção de CO₂ e conseqüente gasto de energia (BUCHANAN *et al.*, 2000). Esse gasto de energia talvez esteja ligado aos processos de defesa e cicatrização do tecido (TAIZ & ZEIGER, 2002).

A taxa de produção de etileno máxima foi alcançada nos frutos quando atingiram o estágio 4 (índice de cor da casca) de amadurecimento, com valores de 4,5 e

5,5 $\mu\text{L C}_2\text{H}_4 \text{ kg}^{-1} \text{ MF h}^{-1}$ em frutos com 5 e 13 % da área da casca injuriada, respectivamente (Figura 7). Também, trabalhando com banana Prata Anã a 20 °C, MENDONÇA (2003) encontrou taxa de produção de etileno máxima de 6,7 $\text{L C}_2\text{H}_4 \text{ kg}^{-1} \text{ h}^{-1}$, atingida no estágio 6 de amadurecimento. Frutos de banana Nanica, com área injuriada por abrasão variando de 1 a 4 cm^2 , apresentaram maior produção de etileno comparado aos frutos controle, sugerindo que os frutos sofrem uma antecipação do período de amadurecimento quando submetidos a danos por abrasão (MAGALHÃES *et al.*, 2004). O aumento da produção de etileno nos frutos, principalmente nos mais injuriados, contribui para a perda de qualidade do produto, predispondo-os ao efeito antecipado e inerente à senescência.

4. CONCLUSÕES

A técnica de extração de sólidos solúveis totais, denominada compressão mecânica da polpa embrulhada em organza, produziu valores representativos de sólidos solúveis totais da polpa, nos diversos estádios de amadurecimento da banana Prata Anã.

Todas as técnicas utilizadas para quantificação de área injuriada na superfície da casca da banana Prata Anã mostraram-se igualmente eficientes nas condições experimentais desse trabalho.

A incidência de injúrias mecânicas nos frutos mostrou-se generalizada nas bananas transportadas nos três tipos de embalagem comercial (torito revestido internamente com papelão, plástico e papelão).

Os níveis de injúrias mecânicas foram maiores na superfície da casca dos frutos amostrados em novembro de 2003, em relação aos frutos amostrados em julho do mesmo ano.

O avanço das etapas de manuseio pós-colheita resultou em aumento no índice de danos físicos, na superfície da casca dos frutos.

Os frutos de banana mais injuriados apresentaram aumento na taxa respiratória de cerca de 15 % e na evolução de etileno de cerca de 20 %.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ÁLVARES, V. S.; NEGREIROS, J. R. S.; CORRÊA, P. C.; FINGER, F. L.; MAIA, V. M. Determinação da coloração da casca de banana 'prata' pelos métodos químico e instrumental, após o tratamento com etileno exógeno. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 18., 2004, Florianópolis. **Resumos...** Florianópolis: 2004. CD-ROM.

ALVES, J. A.; DANTAS, J. L. L.; SOARES FILHO, W. S.; SILVA, S. O.; OLIVEIRA, M. A.; SOUZA, L. S.; CINTRA, F. L. D.; BORGES, A. L.; OLIVEIRA, A. M. G.; OLIVEIRA, S. L.; FANCELLI, M.; CORDEIRO, Z. J. M.; SOUZA, J. S. **Banana para exportação: aspectos técnicos da produção**. 2. ed. ver. Brasília: Embrapa-SPI, 1997, 106 p. (Série Publicações Técnicas FRUPEX; 18).

ATTA-ALY, M. A. Harvest and postharvest deteriorating factors of cucurbits and avoidance techniques: a review. **Journal of Agricultural Investment**. v. 1, p. 55 – 62, 2003.

AWAD, M. Fisiologia da textura em frutos. In: SEMINÁRIO LATINO-AMERICANO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS, 4., 1982, Campinas. **Anais...** Campinas:1982. p. 125 – 127.

BALDRY, J.; COURSEY, D. G.; HOWARD, G. E. The comparative consumer acceptability of triploid and tetraploid bananas fruit. **Tropical Science**. v. 23, p. 33 – 66, 1981.

BARCHI, G. L.; BERARDINELLI, A.; GUARNIERI, A.; RAGNI, L.; TOTARO FILA, C. Damage to loquats by vibration-simulating intra-state transport. **Biosystems Engineering**. v. 82, n. 3, p. 305 – 312, 2002.

BOUDHRIQUA, N.; MICHON, C.; CUVELIER, G.; BONAZZI, C. Influence of ripeness and air temperature on changes in banana texture during drying. **Journal Food Engineering**. v. 55, p. 115 – 121, 2002.

BUCHANAN, B. B.; GRUISSSEN, W.; JONES, R. L. **Biochemistry and molecular biology of plants**. Rockville: American Society of Plant Physiologists, 2000. 1367 p.

BURG, S. P.; BURG, E. A. Role of ethylene in fruit ripening. **Plant Physiology**, v. 37, p. 179-189, 1962.

CAMPOS, R. P.; VALENTE, J. P.; PEREIRA, W. E. Conservação pós-colheita de banana cv. Nanicão climatizada e comercializada em Cuiabá – MT e Região. **Revista Brasileira de Fruticultura**. v. 25, n. 1, p. 172 – 174, 2003.

CASTRO, L. R.; CORTEZ, L. A. B.; JORGE, J. T. Influência da embalagem no desenvolvimento de injúrias mecânicas em tomates. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**. v. 21, n. 1, p. 26 – 33, 2001.

CHAUCA, M. N. C. Avaliação dos parâmetros de qualidade envolvidos na desidratação da banana (*Musa* spp. Nanica (AAA)). 2000. 74 p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

CHEN, C. R.; RAMASWAMY, H. S. Color and texture change kinetics in ripening bananas. **Food Technology**. v. 35, p. 415 – 419, 2002.

DADZIE, B. K.; ORCHARD, J. E. Routine post-harvest screening of banana/plantain hybrids: criteria and methods. Roma: IPGRI; Montpellier: INIBAP, 1997, 75 p. (Guias técnicos Inibap, 2).

DOMINGUES, M.; VENDRELL, M. Ethylene biosynthesis in banana fruit: evolution of EFE activity and ACC levels in peel and pulp during ripening. **Journal of Horticultural Science**. v. 68, p. 63 – 70, 1993.

DRURY, R.; HÖRTENSTEINER, S.; DONNISON, I.; BIRD, C. R.; SEYMOUR, G. B. Chlorophyll catabolism and gene expression in the peel of ripening banana fruits. **Physiologia Plantarum**. v. 107, p. 32 – 38. 1999.

FERRIS, R. S. B.; ORTIZ, R.; VUYLSTEKE, D. Fruit quality evaluation of plantains, plantain hybrids, and cooking bananas. **Postharvest Biology and Technology**. v. 15, p. 73 – 81, 1999.

HERPPICH, W. B.; MEMPEL, H.; GEYER, M. Effects of postharvest mechanical and climatic stress on carrot tissue water relations. **Postharvest Biology and Technology**. v. 16, p. 43 – 49, 1999.

HONÓRIO, S. L.; MORETTI, C. L. Fisiologia pós-colheita de frutas e hortaliças. In: CORTEZ, L. A. B.; HONÓRIO, S. L.; MORETTI, C. L. **Resfriamento de frutas e hortaliças**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2002. p. 59 – 81.

KADER, A. A.; KASMIRE, R. F.; MITCHELL, F. G.; REID, M. S.; SOMMER, N. F.; THOMPSON, J. F. **Postharvest technology of horticultural crops**. Berkeley: University of California, 1992. 296 p.

KAYS, S. J. **Postharvest physiology of perishable plant products**. New York: Van Nostrand Reinhold, 1991. 532 p.

KOJIMA, K.; SAKURAI, N.; KURAISHI, S. Fruit softening in banana: correlation among stress-relaxation parameters, cell wall components and starch during ripening. **Physiologia Plantarum**. v. 90, p. 772 – 778. 1994.

LI, M.; SLAUGHTER, D. C.; THOMPSON, J. F. Optical chlorophyll sensing for banana ripening. **Postharvest Biology and Technology**. v. 12, p. 273 – 283, 1997.

LLADÓ, J. D. S.; DOMINGUEZ, A. M. The effects of peel abrasion on the postharvest physiology and commercial life of banana fruits. **Acta Horticulturae**, n. 490, p. 547 – 553, 1998.

LOPES, J. F.; SANTOS, R. F. A. Correlação de brix coletado em três pontos distintos em frutos de abóboras (*Cucurbita moschata*). **Horticultura Brasileira**. v. 8, n.1, p. 49, 1990.

LUENGO, R. F. A.; MAROUELLI, W. A.; FERREIRA, V. R. Avaliação de métodos para extração de sólidos solúveis totais em raízes de cenoura. **Horticultura Brasileira**. v. 19, suplemento CD-ROM, 2001 a.

LUENGO, R. F. A.; MAROUELLI, W. A.; FERREIRA, V. R. Avaliação de métodos para extração de sólidos solúveis totais em raízes de mandioquinha-salsa. **Horticultura Brasileira**. v. 19, suplemento CD-ROM, 2001 b.

MAIA, V. M.; SALOMÃO, L. C. C.; PUSCHMANN, R.; MENDES, R. C.; ALEXANDRE, R. S. Alterações induzidas por estresse mecânico em bananas 'Prata Anã' mantidas sob condição ambiente. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 18., 2004, Florianópolis. **Resumos...** Florianópolis: 2004. CD-ROM.

MAGALHÃES, M. J. M.; ABRAHÃO, R. R.; LEAL, P. A. M. Manual transportation within the plot and physical damages to bananas. **Science Agricultural**. v. 61, n. 1, 32 – 35, 2004.

MATSUURA, F. C. A. U.; CARDOSO, R. L.; RIBEIRO, D. E. Qualidade sensorial de frutos de híbridos de bananeira cultivar pacovan. **Revista Brasileira de Fruticultura**. v. 24, n. 1, p. 263 – 266, 2002.

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

MENDONÇA, F. V. S. **Amadurecimento pós-colheita de banana ‘Prata Anã’ tratada com 1-metilciclopropeno**. 2003, 19 p. Dissertação (Mestrado em Fisiologia Vegetal) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

MORETTI, C. L. **Injúria interna de impacto em frutos de tomate: fisiologia e conservação pós-colheita**. 1998. 102 p. Tese (Doutorado em Fisiologia Vegetal) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

NANTES, J. F. D., 1998. **Protótipos de caixas plásticas para acondicionamento, transporte e armazenamento de tomates**. 1998, 91 p. Tese (Doutorado) – Universidade Estadual Paulista Julio de Mesquita Filho, Jaboticabal.

PEREIRA, M. C. T. **Caracterização, anatomia do pedicelo, fisiologia e redução do despencamento natural de bananas após a colheita**. 2002. 80 p. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

PRABHA, T. N.; BHAGYALAKSHMI, N. Carbohydrate metabolism in ripening banana fruit. **Phytochemistry**. v. 48, n. 6, p. 915 – 919, 1998.

SANTOS, I. R. I. Criopreservação de germoplasma vegetal: a alternativa para a conservação a longo prazo. **Biotecnologia Ciência e Desenvolvimento**. n. 20, p. 60 – 65, 2001.

SEMPLE, A. J.; THOMPSON, A. K. Influence of the ripening environment on the development of finger drop in bananas. **Journal of the Science of Food and Agriculture**. v. 46, n. 2, p. 139 – 146, 1988.

SEYMOUR, G. B. Banana. In: Seymour, G. B.; Taylor, J. E.; Tucker, G. A. (Eds.), **Biochemistry of Fruit Ripening**. London: Chapman and Hall, 1993. p. 83 – 106.

SEYMOUR, G. B.; THOMPSON, A. K.; JOHN, J. Inhibition of degreening in the peel of bananas ripened at tropical temperatures: I Effect of high temperature on changes in the pulp and peel during ripening. **Annals of Applied Biology**. v. 110, p. 145 – 151, 1987.

SILVA, J. L. O., 1994. Perdas quantitativas da batata por danos mecânicos de colheita. **Horticultura Brasileira**. v. 12, n. 1, p. 20, 1994. Resumo.

SILVA, J. L. O.; MARTON, L. Desperdício por danos mecânicos de impacto na colheita da batata. **Horticultura Brasileira**. v. 11, n. 1, p. 99, 1993. Resumo.

SOUTO, R. F.; RODRIGUES, M. G. V.; ALVARENGA, C. D.; SILVA, J. T. A.; MAEMO, P. V.; GONZAGA, V. **Sistema de produção para o cultivo da banana Prata Anã**. Belo Horizonte: EPAMIG, 1997, 32 p. (Boletim Técnico, 48).

SOUZA, R. M.; HENZ, G. P.; PEIXOTO, J. R. Incidência de injúrias mecânicas em raízes de mandioquinha-salsa na cadeia de pós-colheita. **Horticultura Brasileira**. v. 21, n. 4, p. 712 – 718, 2003.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Plant physiology**. ed. 3th. Massachusetts: SINAUER, 2002. 690 p.

VALE, F. X. R.; FERNANDES FILHO, E. I.; LIBERATO, J. R. QUANT – A software for plant disease severity assesment. In: INTERNATIONAL CONGRESS OF PLANT PATHOLOGY, 8., 2003, Christchurch, New Zealand: 2003. p. 105.

VIGNEAULT, C.; BORDINT, M. R.; ABRAHÃO, R. F. Embalagem para frutas e hortaliças. In: CORTEZ, L. A. B.; HONÓRIO, S. L.; MORETTI, C. L. **Resfriamento de frutas e hortaliças**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2002. p. 95 – 121.

WILLS, R.; McGLASSON, B.; GRAHAM, D.; JOYCE, D. **Postharvest**: an introduction to the physiology and handling of fruit, vegetables and ornamentals. ed. 4th. Sidney: CAB International, 1998. 262 p.