



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE ENGENHARIA AGRÍCOLA

QUALIDADE PÓS-COLHEITA DE BANANA 'NANICÃO' (*Musa cavendishii*), ATRAVÉS DA CLASSIFICAÇÃO DE DEFEITOS FÍSICOS, EMBALAGENS E TECNOLOGIA DO FRIO.

JULIANA SANCHES

CAMPINAS
FEVEREIRO DE 2002

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE ENGENHARIA AGRÍCOLA

QUALIDADE PÓS-COLHEITA DE BANANA 'NANICÃO' (*Musa cavendishii*), ATRAVÉS DA CLASSIFICAÇÃO DE DEFEITOS FÍSICOS, EMBALAGENS E TECNOLOGIA DO FRIO.

Dissertação submetida à banca examinadora para obtenção do título de Mestre em Engenharia Agrícola na área de concentração em Tecnologia de Pós-colheita.

JULIANA SANCHES

Orientador: Prof. Dr. Paulo A. Martins Leal

CAMPINAS
FEVEREIRO DE 2002

Se tivéssemos de escolher entre conhecimento e virtude, a última seria sem dúvida a melhor escolha, pois é mais valiosa. O bom coração que é fruto da virtude é por si só um grande benefício para a humanidade. O mero conhecimento, não.

“Dalai-Lama”

Aos meus pais, Renato e Elizabete, pelo apoio incondicional e palavras de ânimo e coragem nos momentos mais difíceis de minha vida,

DEDICÓ

À minha querida irmã, Ana Lígia, pelo amor e cumplicidade sempre,

OFEREÇO

AGRADECIMENTOS

Aos membros da banca examinadora, prof. Dr. José Fernando Durigan, prof. Dr. Roberto Funes Abrahão e prof. Dr. Paulo Leal, pelas críticas, sugestões e elogios;

Ao meu orientador, prof. Dr. Paulo Leal, pela amizade, profissionalismo e cumplicidade, mas principalmente pelo espírito de equipe que nos ensinou e que levarei para a minha vida profissional;

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP), pelo auxílio pesquisa, à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e Conselho Nacional de Pesquisa e Desenvolvimento (CNPq) pela bolsa de mestrado concedida;

Ao Grupo Magário, pelas instalações cedidas para a realização da parte experimental e pelos frutos doados para este fim, e ao engenheiro agrônomo Kobori, pela paciência e ensinamentos da cultura da banana;

À empresa Rigesa, pelas embalagens de papelão cedidas para o trabalho, em especial para o engenheiro agrônomo Lucas Gutierrez;

Aos funcionários do Laboratório de pós-colheita, Francisco e Dona Laura e, principalmente à Rosália, obrigada;

À Gisleiva e Flávia do Laboratório de Materiais e Estruturas, pois sempre que precisei, estavam sempre prontas a me ajudar;

Ao José Benedito, do Laboratório de Controle Ambiental, pelos serviços prestados em relação à câmara frigorífica;

Aos professores Antônio Beraldo, Raquel Gonçalves, Roberto Funes, Sylvio Honório, Cláudio Sverzut, Tadeu Jorge e Augusto Barboza Cortez por sempre me esclarecerem as eventuais dúvidas e pelo incentivo;

À minha querida amiga, profa. Dra. Elaine Borghi, não apenas pela ajuda na análise estatística, e sim pela amizade que surgiu entre nós, obrigada;

Aos funcionários: Vanessa, Edgar, Marta, Rosângela, Vânia (te adoro!), Rose, e Aninha pelo convívio, amizade e prestação de serviços;

Aos funcionários do Labin, Enzo, João Bergamo, Clóvis e André pela paciência e ajuda quando o computador resolvia parar de funcionar;

Aos amigos da Pós, Edilson, Ricardo (Amarelo), Sandra, Cal, Juliana Megale, Mário (Quindim) e Regis, pelas boas risadas e festas;

Aos meus queridos amigos de sempre, Silvia, Ruy, Christiane, Dudu, Dani Pirozzi, Maristela, Flávia, Patrícia e Lucília, pela cumplicidade, amor e ajuda nos momentos difíceis; vocês são a minha família aqui em Campinas;

Aos amigos da “cozinha” (lugar que almocei todos os dias), Dona Cida, Marivone, Tuca, Terezinha, Vanessa, Marta, Vânia, Vanessa, Cidinha, Chris, Silvia e Leal, pelo convívio;

Aos alunos da iniciação científica, José Henrique, Enrique e principalmente à Adriana, pela ajuda na parte experimental e confiança depositada em mim para a orientação de seus projetos;

Às pessoas que fizeram parte da avaliação sensorial;

À todos que direta ou indiretamente ajudaram na realização deste trabalho e;

Á Deus,

Meus sinceros agradecimentos

SUMÁRIO

<u>LISTA DE FIGURAS</u>	viii
<u>LISTA DE TABELAS</u>	x
<u>RESUMO</u>	xii
<u>ABSTRACT</u>	xiv
<u>1. INTRODUÇÃO</u>	1
<u>2. REVISÃO DE LITERATURA</u>	4
<u>2.1. Características gerais da espécie</u>	4
<u>2.2. Tratos culturais no campo, colheita e transporte da banana até o galpão de beneficiamento</u>	5
<u>2.3. Galpão de beneficiamento</u>	9
<u>2.4. Qualidade da banana</u>	12
<u>2.4.1 Introdução</u>	12
<u>2.4.2. Embalagem</u>	13
<u>2.4.3. Refrigeração</u>	18
<u>2.4.4. Climatização da banana</u>	20
<u>2.4.5. Danos físicos ou mecânicos</u>	21
<u>2.5. Padrão de classificação da banana</u>	23
<u>3. MATERIAIS E MÉTODOS</u>	29
<u>3.1. Introdução</u>	29
<u>3.2. Produto</u>	29
<u>3.3. Avaliação de danos físicos</u>	30
<u>3.4. Qualidade das frutas ao longo do armazenamento</u>	34
<u>3.4.1. Embalagem</u>	34
<u>3.4.2. Temperatura</u>	35
<u>3.4.2.1. Câmara frigorífica</u>	35
<u>3.4.2.2. Sensores e aquisição de dados</u>	36
<u>3.4.2.3. Medição da temperatura</u>	36
<u>3.4.2.4. Medição da umidade relativa do ar</u>	36
<u>3.4.3. Avaliação físico-química e sensorial</u>	36
<u>3.5. Delineamento Experimental</u>	40
<u>3.5.1. Danos físicos</u>	40

<u>3.5.2. Qualidade físico-química e sensorial das frutas nas embalagens X temperaturas</u>	40
<u>4. RESULTADOS E DISCUSSÃO</u>	43
<u>4.1. Avaliação de danos físicos nas frutas</u>	43
<u>4.2. Temperatura das frutas</u>	47
<u>4.3. Avaliação físico-química e sensorial</u>	49
<u>4.4. Considerações finais</u>	70
<u>5. CONCLUSÕES</u>	73
<u>6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</u>	74
<u>ANEXO 1. Dados referentes ao tipo e finalidade dos sensores instalados</u>	80
<u>ANEXO 2. Temperatura do ar e embalagens na armazenagem ambiente</u>	82

LISTA DE FIGURAS

<u>Figura 1. Classificação da banana em classe e sub-classe.</u>	25
<u>Figura 2. Classificação de defeitos graves e leves da banana.</u>	26
<u>Figura 3. Tamanho dos defeitos graves e leves da casca da banana.</u>	26
<u>Figura 4. Coloração da casca da banana.</u>	28
<u>Figura 5. Etapas de limpeza, classificação e acondicionamento das frutas nas embalagens, no galpão de beneficiamento estudado.</u>	31
<u>Figura 6. Disposição das frutas no caminhão ‘cegonha’ e trilhos por onde os cachos foram pendurados.</u>	32
<u>Figura 7. Visualização da embalagem ½ caixa (testemunha) envolvida pelo plástico “bolha”. ...</u>	33
<u>Figura 8. Formato das embalagens utilizadas neste trabalho.</u>	35
<u>Figura 9. Frutas acondicionadas nas embalagens do estudo.</u>	35
<u>Figura 10. Avaliação quantitativa de defeitos graves ao longo de cada etapa da cadeia, em relação ao número de dedos.</u>	44
<u>Figura 11. Avaliação quantitativa (em porcentagem), do aumento de defeitos graves e leves ao longo das etapas por onde as frutas percorreram.</u>	46
<u>Figura 12. Temperaturas das frutas, através da inserção de termopares na casca da fruta, na superfície da casca e inserção central da polpa, nas três embalagens dos tratamentos.</u>	48
<u>Figura 13. Porcentagem de perda de peso das frutas nas diferentes embalagens e nas duas temperaturas.</u>	50
<u>Figura 14. Valores de acidez total titulável em mg de ácido málico /100g das frutas nas diferentes embalagens e nas duas temperaturas ao longo do período de armazenamento.</u>	51
<u>Figura 15. Valores de pH das frutas nas diferentes embalagens e nas duas temperaturas, ao longo do período de armazenamento.</u>	53
<u>Figura 16. Valores de sólidos solúveis totais (°Brix) das frutas nas diferentes embalagens e nas duas temperaturas, ao longo do período de armazenamento.</u>	55
<u>Figura 17. Valores de “ratio” das frutas nas diferentes embalagens e nas duas temperaturas, ao longo do período de armazenamento.</u>	56

<u>Figura 18. Valores de porcentagem de sacarose das frutas nas diferentes embalagens e nas duas temperaturas, ao longo do período de armazenamento.</u>	58
<u>Figura 19. Notas atribuídas da coloração das frutas pelos julgadores, para as diferentes embalagens e nas duas temperaturas, ao longo do tempo de armazenamento.</u>	60
<u>Figura 20. Notas atribuídas para imperfeição das frutas pelos julgadores, para as diferentes embalagens e nas duas temperaturas, ao longo do tempo de armazenamento.</u>	61
<u>Figura 21. Relação entre os dois componentes principais para as variáveis físico-químicas e sensoriais dos tratamentos do primeiro ao terceiro dia de armazenamento.....</u>	64
<u>Figura 22. Relação entre os dois componentes principais para as variáveis físico-químicas e sensoriais dos tratamentos do primeiro ao oitavo dia de armazenamento.....</u>	68

LISTA DE TABELAS

<u>Tabela 1. Limites de tolerância de defeitos graves e leves para cada categoria de qualidade.</u>	27
<u>Tabela 2. Avaliação quantitativa de defeitos graves e leves ao longo de cada etapa da cadeia por onde as frutas percorreram, em relação ao número de dedos (995 dedos).....</u>	43
<u>Tabela 3. Porcentagem das frutas em relação a defeitos graves e leves encontrados em cada etapa da cadeia por onde as frutas percorreram.....</u>	44
<u>Tabela 4. Avaliação quantitativa do aumento de defeitos graves e leves (em número e porcentagem) ao longo das etapas por onde as frutas percorreram (995 dedos e 766 dedos para testemunha).....</u>	45
<u>Tabela 5. Número e porcentagem de aumento de defeitos leves e graves nas embalagens.</u>	46
<u>Tabela 6. Média da temperatura dos termopares ao longo do período de armazenamento das embalagens refrigeradas.</u>	48
<u>Tabela 7. Valores de perda de peso (porcentagem), com suas respectivas médias, desvios padrões e coeficientes de variação dos tratamentos ao longo do período de armazenamento.....</u>	49
<u>Tabela 8. Valores de acidez total titulável em mg de ácido málico/100g, com suas respectivas médias, desvios padrões e coeficientes de variação dos tratamentos ao longo do período de armazenamento.....</u>	51
<u>Tabela 9. Valores de pH, com suas respectivas médias, desvios padrões e coeficientes de variação dos tratamentos ao longo do período de armazenamento.</u>	52
<u>Tabela 10. Valores sólidos solúveis totais (°Brix), com suas respectivas médias, desvios padrões e coeficientes de variação dos tratamentos ao longo do período de armazenamento.....</u>	54
<u>Tabela 11. Valores do “ratio” com suas respectivas médias, desvios padrões e coeficientes de variação dos tratamentos ao longo do período de armazenamento.</u>	56
<u>Tabela 12. Valores de sacarose, em porcentagem, com suas respectivas médias, desvios padrões e coeficientes de variação dos tratamentos ao longo do período de armazenamento.....</u>	57
<u>Tabela 13. Notas de coloração, com suas respectivas médias, desvios padrões e coeficientes de variação dos tratamentos ao longo do período de armazenamento.</u>	59

<u>Tabela 14. Notas de imperfeição, com suas respectivas médias, desvios padrões e coeficientes de variação dos tratamentos ao longo do período de armazenamento.....</u>	61
<u>Tabela 15. Médias e desvios padrões das variáveis físico-químicas e sensoriais dos tratamentos do primeiro e terceiro dia de armazenamento, nas duas temperaturas.....</u>	62
<u>Tabela 16. Correlações, proporção da variância e proporção acumulada da variância entre as variáveis iniciais e as componentes principais.</u>	63
<u>Tabela 17. Números de repetições, média, desvio padrão e observações do componente 1 do primeiro ao terceiro dia de armazenamento.....</u>	64
<u>Tabela 18. Quadro de Análise de Variância do componente 1.</u>	65
<u>Tabela 19. Médias e desvios padrões das variáveis físico-químicas e sensoriais dos tratamentos do primeiro ao oitavo dia de armazenamento, à 13°C.</u>	66
<u>Tabela 20. Correlações, proporção da variância e proporção acumulada da variância entre as variáveis iniciais e os componentes principais, do primeiro ao oitavo dia de armazenamento, à 13°C.</u>	67
<u>Tabela 21. Quadro de Análise de Variância do Componente 1, para primeiro ao oitavo dia de armazenamento das frutas, à 13°C.</u>	69
<u>Tabela 22. Teste de Tukey para as médias do componente 1 das embalagens testadas do primeiro ao oitavo dia de armazenamento das frutas, à 13°C.....</u>	69
<u>Tabela 23. Quadro de Análise de Variância do componente 2 para primeiro ao oitavo dia de armazenamento das frutas, à 13°C.....</u>	70

QUALIDADE PÓS-COLHEITA DE BANANAS (*Musa cavendishii*), ‘NANICÃO’, ATRAVÉS DA CLASSIFICAÇÃO DE DEFEITOS FÍSICOS, EMBALAGENS E TECNOLOGIA DO FRIO.

RESUMO

Embora seja o segundo maior produtor de banana no mundo, a participação do Brasil, no mercado externo não supera 68 mil t, em razão de sua precária estrutura comercial, de baixa qualidade da produção, além da dimensão do mercado interno que absorve a maior parte de sua produção. Entre as principais causas de perdas pós-colheita estão: falta de transporte adequado, uso de embalagens impróprias, falta de amadurecimento controlado e a não utilização de cadeia do frio para a armazenagem pós-colheita. As perdas pós-colheita ocorrem em qualquer etapa do processo, iniciando-se na colheita, continuando durante a distribuição e finalizando quando o consumidor compra e utiliza o produto. Dentro deste contexto, este trabalho tem como objetivo principal, a avaliação da qualidade pós-colheita de frutos da banana ‘Nanicão’ (*Musa cavendishii*). Realizou-se uma série de ensaios para avaliar a variação da qualidade, aparência e coloração, até as frutas se tornarem impróprias para consumo, através de análises físico-químicas e sensoriais, comparando a armazenagem frigorificada (13°C), com a manutenção do produto em ambiente natural (testemunha sem controle), utilizando-se diferentes tipos de embalagens (caixa de madeira tipo torito com capacidade para 18kg, caixa de madeira tipo ½ caixa, com capacidade para 13kg e caixa de papelão com capacidade para 18kg). Também, se avaliou os danos físicos e/ou mecânicos que ocorrem na banana durante o processamento da fruta no galpão de beneficiamento, acondicionamento nas embalagens, transporte até o centro de distribuição e climatização. Em relação à avaliação dos danos físicos ou mecânicos nas frutas devido às diferentes etapas de beneficiamento, acondicionamento, transporte e climatização observou-se que as frutas já apresentavam muitos danos físicos provocados durante o cultivo, colheita e transporte até o galpão de beneficiamento, mas a etapa de acondicionamento e o transporte até o centro de distribuição causou maior dano na casca das frutas, duplicando os defeitos leves e quintuplicando os defeitos graves e causando podridões após a climatização. A conservação das frutas em ambiente refrigerado aumentou a vida útil das frutas, em 5 dias, apresentando maturação vagarosa, porém continuada, o que foi verificado através de avaliações sensoriais e

físico-químicas. A melhor embalagem para o acondicionamento das frutas foi a ½ caixa, provando que a redução na quantidade de frutas por embalagem se faz necessária, assim como uma maior ventilação, pois haverá menos etileno no interior das embalagens, preservando a qualidade por mais tempo. Ainda há muito por se estudar em relação à pós-colheita de frutas, principalmente a banana, pois esta é uma fruta muito perecível e sua qualidade ainda é muito inferior à aceitável. Haverá necessidade de uma conscientização por parte dos produtores, distribuidores e consumidores para o aumento dessa qualidade, que deve vir do campo e ser preservada até o consumo final.

POSTHARVEST QUALITY OF BANANAS (*MUSA CAVENDISHII*), ‘NANICÃO’, THROUGH THE SORTING OF MECHANICAL DAMAGES, PACKINGS AND COLD TECHNOLOGY.

ABSTRACT

Although it is the second largest producing of banana in the world, the participation of Brazil, in the external market does not overcome 68 thousand t, due to its precarious commercial structure, low quality of the production, besides the dimension of the internal market that absorbs most of the national production. Among the main crop losses are: it lacks of appropriate transport, use of inappropriate packing, controlled maturation and the no use of cold chain for the post-harvest storage. The losses happen in any stage of the process, beginning in the crop extending during the distribution and finally, when the consumer buys and it uses the product. Inside of this context, this work has as main objective, the evaluation of the quality of the ‘Nanicão’ banana (*Musa cavendishii*). It took place a series of rehearsals to evaluate the variation of the quality, appearance and coloration, until the fruits turn inappropriate for consumption, through physical-chemistries and sensorial analyses, comparing the refrigerating storage (13°C), with the maintenance of the product in natural atmosphere (without control), being used different types of packing (box of wood type “torito” with capacity for 18kg, box of wood type ½ box, with capacity for 13kg and cardboard box with capacity for 18kg). Also, the mechanical damages were evaluated, that happen in the banana after the raw processes of the fruit in the packing house, packing, transport until the distribution center and maturation. In relation to the evaluation of the physical or mechanical damages in the fruits with relationship to the passage in the different processes: cleaning, washing, chemical treatment, packing, road transport and maturation was observed that the fruits presented, already, many physical damages provoked in the crop field, before reaches the packing house. It was also verified that the packing process and the road transport of the fruits to the distribution center caused a very high number of damages in the peels of the fruits, duplicating the light defects and quintupling the serious defects, causing rottenness after the artificial maturation. The conservation of the fruits in refrigerated atmosphere increased the useful life of the fruits, in 5 days, occurring maturation slowly, even so continuously, verified through the sensorial and physical-chemical evaluations of the fruits. The best type of packing

of the fruits was the ½ wood box, proving that the reduction of fruits for packing makes itself necessary, and also larger ventilation, because there is less ethylene production inside the packing, preserving the quality for more time. There is still a lot of study to be accomplished in relation to the crop of fruits, mainly the banana, because it is a very perishable fruit and the quality is still very inferior to the acceptable. It should have an understanding from part of the producers, distributors and consumers for the increase of quality that should come from the field and preserved until to the final consumption.

1. INTRODUÇÃO

Em 1999, o Brasil produziu cerca de 39 milhões de toneladas de frutas. A principal cultura é a laranja, com produção superior a 18 milhões de toneladas, destinadas basicamente à fabricação de suco concentrado. Em segundo lugar, situa-se a banana, com produção de 6,8 milhões de toneladas, surgindo como a principal fruta destinada ao consumo *in natura* (AGRIANUAL, 2002).

De todas as frutas tropicais, a banana é sem dúvida alguma, a de maior importância no Brasil, pois é considerada como alimento básico do povo brasileiro (DURIGAN e RUGGIERO, 1995). Seu cultivo é realizado em todos os Estados da Federação, desde a faixa litorânea até os planaltos do interior (ALVES, 1999).

O Brasil é maior mercado consumidor dessa fruta. O consumo médio anual é estimado em 34kg “per capita” e é consumido principalmente *in natura*, em razão do preço geralmente acessível (SOTO, 1992).

A banana é a fruta de maior produção e comercialização mundial, responsável por 37% do volume total de frutas transacionadas no mercado internacional (FRUTISÉRIES, 2000). Este percentual significou 13,7 milhões de toneladas, em 1999, representando crescimento da ordem de 25% em relação a 1990 (FAO, 2000).

Embora seja o segundo maior produtor desta fruta no mundo, com cerca de 6,8 milhões de toneladas em 2001, produzidas em 520 mil ha (AGRIANUAL, 2002), a participação do Brasil, no mercado externo, não supera 68 mil t, em razão de sua precária estrutura comercial, da baixa qualidade da produção, além da dimensão do mercado interno que absorve a maior parte da produção nacional (FRUTISÉRIES, 2000). Os principais países importadores da banana brasileira são a Argentina e o Uruguai, devido principalmente ao Mercosul e proximidade com o Brasil.

A região Sudeste tem a maior produção do Brasil, com 146 mil ha plantados e 2.212 mil t, a região Nordeste está em segundo lugar, com 170 mil ha plantados e 1.860 mil t (AGRIANUAL, 2002). O Estado de São Paulo apresenta a maior produção de banana, com 56.730 ha plantados e produção de 1.087 mil t. Segundo dados obtidos pelo IEA (Instituto de Economia Agrícola) está concentrada no Vale do Ribeira e litoral Sul, destacando-se Cajati (12,7%), Miracatu (10,6%), Juquiá (9,6%), Itariri (8,4%) e Itanhaém (8,2%), aonde se encontra variedades do grupo Cavendishii (Nanica, Nanicão, Gran Naine e outras).

O uso de tecnologias adequadas de pós-colheita (manuseio, processamento, armazenamento e transporte) é tão fundamental quanto a produção e suas práticas culturais, pois o aumento de produção deve vir, necessariamente, acompanhado de uma redução das perdas e da preservação da qualidade inicial do produto hortifrutícola para o consumo *in natura*, principalmente.

Entre as principais perdas pós-colheita estão: falta de transporte adequado, uso de embalagens impróprias, falta de amadurecimento controlado e a não utilização da cadeia do frio para a armazenagem. Segundo CAMARGO (2002), as perdas pós-colheita ocorrem em qualquer etapa do processo, iniciando-se na colheita e depois dela, durante a distribuição e, finalmente, quando o consumidor compra e utiliza o produto.

Segundo LICHTEMBERG (1999), a falta de cuidados no manejo pós-colheita é responsável pela desvalorização da banana no mercado interno e pela perda de oportunidade de exportação da fruta brasileira.

MANICA (1997) comenta que a existência de galpão de beneficiamento, padronização na classificação e embalagem dos frutos, existência de câmaras de armazenamento, estradas em boas condições e a utilização de veículos com controle de temperatura são fatores necessários para formar a estrutura de comercialização tendo em vista o mercado externo. MASCARENHAS (1999) comenta que o Brasil para concorrer no mercado internacional precisa melhorar em muito a qualidade do produto, regularizar sua oferta e ter uma prática de exportação mais consistente. O mesmo autor salienta que se perde em torno de 40% das bananas produzidas até a mesa do consumidor. LICHTEMBERG (1999) comenta que em países que não adotam cuidados na colheita e pós-colheita os índices de perdas ficam entre 40% e 60% da banana produzida.

Segundo CAMARGO (2002), não será rápida como se deseja, nos países em desenvolvimento, a melhora das operações do manejo com vista às reduções das perdas pós-colheita, dada a complexidade do problema e as restrições econômicas. Contudo, essa é uma meta valiosa, necessária e possível de ser alcançada.

Devido à necessidade de melhoria do produto agrícola brasileiro, o Conselho Regional de Desenvolvimento Rural, juntamente com Câmaras Setoriais de frutas e hortaliças lançaram o **“Programa Brasileiro para a Melhoria dos Padrões Comerciais e Embalagens de Hortigranjeiros”**, elaborado pelo Centro de Qualidade em Horticultura do CEAGESP, que

tem por objetivo aumentar a competitividade dos agronegócios hortifrutícolas, através de classificação dos produtos, melhoria dos padrões de qualidade e embalagens, bem como das formas práticas de comercialização dessas mercadorias. Dentre os produtos considerados prioritários para os estudos, encontra-se a banana.

Dentro deste contexto, este trabalho tem como **objetivo principal**, a avaliação da qualidade pós-colheita do fruto de banana 'Nanicão' (*Musa cavendishii*).

Realizou-se uma série de ensaios para avaliar a variação da qualidade, aparência e coloração, até as frutas se tornarem impróprias para consumo, comparando a armazenagem frigorificada (13°C), com a manutenção do produto em ambiente natural (testemunha sem controle), utilizando-se diferentes tipos de embalagens (caixa de madeira tipo torito, com capacidade para 18kg; caixa de madeira tipo torito modificada, comumente chamada de ½ caixa, com capacidade para 13kg; e caixa de papelão, com capacidade para 18kg).

Também, se avaliaram os danos físicos e/ou mecânicos, que ocorrem na banana após o processamento da fruta no galpão de beneficiamento, acondicionamento nas embalagens, transporte até o centro de distribuição e climatização.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Características gerais da espécie

Segundo ALVES (1999), os registros mais antigos indicam que a banana é originada da Ásia Meridional (regiões tropicais da Índia e Malásia) e que se disseminou, posteriormente, para várias partes do mundo. Assim, os diversos continentes cultivam-na, mas é nas Américas e no continente de origem que a cultura encontrou melhor condição de crescimento.

A bananeira é uma planta herbácea, caracterizada pela exuberância de suas formas e dimensões das folhas. Possui tronco curto e subterrâneo, denominado de rizoma, que constitui um órgão de reserva, onde se inserem as raízes adventícias e fibrosas. O pseudocaule, resultante da união das bainhas foliares, termina com uma copa de folhas longas e largas, com nervura central desenvolvida. Do centro da copa emerge a inflorescência com brácteas ovaladas de coloração normalmente roxo-avermelhada, em cujas axilas nascem as flores. Cada grupo de flores reunida forma uma penca (mão) com um número variável de frutos (dedos), originados por partenocarpia. Os frutos inicialmente são verdes, tornando-se amarelos com a maturação. Posteriormente, começam a escurecer e nesse estágio diz-se que a planta morreu. Entretanto, durante o desenvolvimento, há formação de rebentos (filhos), que surgem na base da planta, possibilitando a constante renovação e a vida permanente dos bananais (ALVES, 1999).

Conforme a sistemática de classificação hierárquica, as bananeiras produtoras de frutos comestíveis são plantas da classe das Monocotiledôneas, ordem *Scitaminales*, família *Musaceae*, onde se encontram as subfamílias *Heliconioidea*, *Strelitzioideae* e *Musoideae*. Esta última inclui, além do gênero *Ensete*, o gênero *Musa*. (SIMMONDS, 1973).

Embora exista um número expressivo de variedades de banana no Brasil, quando se consideram aspectos como preferência dos consumidores, produtividade, tolerância a pragas e doenças, resistência à seca, porte e resistência ao frio, restam poucos cultivares com potencial agrônômico para serem usadas comercialmente. As cultivares mais difundidas no Brasil são: Prata, Pacovan, Prata Anã, Maçã, Mysore, Terra, e D'Angola, do grupo AAB, e Nanica, Nanicão e Grande Naine, do grupo AAA, utilizadas principalmente na exportação. Em menor escala, são plantadas a 'Figo Cinza', 'Figo Vermelho', 'Ouro', 'Caru Verde' e 'Caru Roxa'.

Os cultivares Prata e Pacovan são responsáveis por aproximadamente 60% da área cultivada com banana no Brasil (OLIVEIRA *et al*, 1999).

Segundo esse mesmo autor, as plantas dos cultivares AAA são normalmente vigorosas, com manchas escuras no pseudocaule e pecíolos de base aberta. Apresentam duas fileiras de óvulos em cada lóculo da flor feminina nova, pigmentação opaca na face interna da bráctea masculina e normalmente ausência de antocianina no perigônio da flor masculina.

Dentro dos cultivares AAA se encontra o subgrupo Cavendish que constitui em um conjunto de cultivares instável geneticamente e, por isso, muito sensível às mutações. Possui frutos delgados, longos, encurvados, de paladar muito doce quando maduros. (HADDAD e BORGES, 1974).

A banana ‘Nanicão’ pertence ao subgrupo Cavendish, e é uma mutação do cultivar ‘Nanica’, que ocorreu no Estado de São Paulo (MOREIRA e SAES, 1984). Apresenta porte que varia entre 3,00 – 3,50m (porte médio baixo), pseudocaule com manchas de cor castanha e preta em fundo verde-oliva, folhas verde-escuras na face superior e verde mais claro na inferior, devido a serosidade.

O cacho é cilíndrico, de porte médio a grande, pesando de 25 a 50 Kg, possui de 10-15 pencas com 16-34 frutos por penca, totalizando 150-290 dedos. Os frutos com 15 a 26cm pesam entre 90 a 290g e são mais curvos que os da ‘Nanica’. Estas características satisfazem as exigências do comércio internacional.

Os frutos desta cultivar são bastante utilizados no processamento industriais (ALVES, 1999).

2.2. Tratos culturais no campo, colheita e transporte da banana até o galpão de beneficiamento.

Com o crescimento da população e o desenvolvimento e da capacidade aquisitiva dos povos, houve aumento de consumo deste alimento barato em todos os mercados consumidores. Durante a década de 60, com o aumento do consumo da fruta no Brasil, houve um surgimento da moléstia conhecida por “mal da sigatoka amarela” (cercosporiose da bananeira), que causou grandes prejuízos, e fez com que a produção diminuísse em quantidade e qualidade (MOREIRA, 1987).

A variedade ou cultivar é um dos insumos ou fatores de produção mais importantes no estabelecimento do cultivo, devendo merecer especial atenção.

A eleição de um cultivar de banana para plantio está relacionada com diversas características podendo-se destacar: maior preferência pelos consumidores; maior produtividade; tolerância às pragas e doenças; tolerância a seco e/ou ao frio; porte e disponibilidade de material propagativo.

A época de plantio está relacionada a fatores climáticos e edáficos. Segundo CHAMPION (1975), os períodos mais favoráveis são os do final da época seca, com chuvas esparsas, já que as necessidades de água são menores até os três meses após o plantio. Deve-se evitar as estações em que ocorrem altas pluviosidades, durante as quais o solo está encharcado, mal drenado, o que promove o apodrecimento das mudas.

No plantio, o espaçamento está relacionado com diversos fatores, podendo-se destacar o porte dos cultivares, as condições edafoclimáticas da região produtora, o nível tecnológico do cultivo e destino de produção.

Em cultivos comerciais os espaçamentos mais utilizados no Brasil são:

- 2,0 x 2,0 m; 2,5 x 2,0 m e 2,5 x 2,5 m para as cultivares de porte baixo e médio ('Nanica', 'Nanicão' e 'Figo Anão');
- 3,0 x 2,0 m a 3,0 x 2,5 m para as cultivares de porte semi-alto ('Maçã', 'D`Angola', 'Figo');
- 3,0 x 3,0 m a 3,0 x 4,0 m para as cultivares de grande porte ('Terra', 'Maranhão', 'Prata').

Para a determinação da densidade de plantio de um cultivo de banana, deve-se levar em consideração o porte da variedade ou cultivar, a fertilidade do solo, a variação estacional dos preços, a disponibilidade de mão-de-obra, a possibilidade de mecanização, a frequência e a velocidade dos ventos, a topografia e sistematização do terreno, o sistema de produção, o manejo da fruta e sua comercialização (STOVER e SIMMONDS, 1987). Estes mesmos autores averiguaram que a rentabilidade de um bananal tende a aumentar na mesma proporção das densidades de plantio, até um certo limite, e que a maioria dos plantios comerciais desenvolveu-se abaixo da densidade ideal. Nas diversas regiões bananeiras do mundo encontram-se desde 365 até 5.000 bananeiras por hectare, com predominância de 1.000 a 2.000, em decorrência do cultivar utilizado, do destino da produção, dos sistemas de comercialização e do nível econômico e social do bananicultor.

Segundo MOREIRA (1987), depois de definida a variedade ou cultivar a ser plantada, com base nas condições ecológicas da área, no mercado e suas preferências, além de outros fatores que possam resultar na obtenção de colheitas economicamente rentáveis, procede-se à seleção e ao preparo das mudas.

O plantio deve ser feito inicialmente com todas as mudas do mesmo tipo, para que haja uniformidade na germinação e na colheita. A manutenção do pomar requer o planejamento e a execução de todas as práticas preconizadas para o cultivo, a fim de se assegurar o desenvolvimento e a produção esperados.

Segundo BELALCÁZAR CARVAJAL (1991), o êxito da exploração agrícola depende fundamentalmente da tecnologia empregada na fase de seu estabelecimento e da época em que se realizam as práticas culturais.

LICHTENBERG (1999), comenta que as práticas que evitam o desfolhamento das plantas como o controle do mal-de-sigatoka, o controle de ventos, frio, a irrigação e a nutrição mineral, além de permitir um melhor desenvolvimento do cacho, reduz o descarte de frutos por queimaduras de sol, maturação precoce e tamanho reduzido. Estas práticas também aumentam a vida-de-prateleira da banana.

Segundo este mesmo autor outras práticas com o objetivo de melhorar a aparência e preservar a integridade dos frutos, evitando danos mecânicos, biológicos e climáticos, podem ser citadas, tais como: o ensacamento dos cachos, o escoramento das plantas (tutoramento), a desfolha, a poda de pencas e do coração, a despistilagem, o desvio de cachos e de filhotes e a proteção dos frutos contra a insolação.

Todos esses aspectos são de grande importância para que se obtenha uma fruta de boa qualidade no momento da colheita. Os cuidados antes e na pós-colheita apenas preservam a qualidade dos frutos, sem ser capaz de melhorá-la.

Com relação à colheita, nos climas tropicais programa-se com três meses de antecedência. No ensacamento do cacho lançado, usa-se uma fita colorida para o amarrado da extremidade superior do saco de polietileno. A cada semana usam-se fitas de uma coloração. Esta marcação dos cachos facilita e permite a previsão de colheita pela contagem das fitas utilizadas a cada semana. A colheita é realizada cerca de 90 dias após o ensacamento dos cachos.

Segundo LICHTENBERG (1999), no Brasil, em lugar das fitas coloridas, tem-se utilizado sacos de polietileno com números impressos para identificar as semanas correspondentes aos cachos.

Quanto ao grau de corte, nos cultivares do subgrupo Cavendish, fez-se necessário desenvolver tecnologias que permitissem quantificá-lo, reduzindo-se assim as perdas na colheita por corte antecipado ou retardado.

Sabe-se que a partir de determinado período de sua emissão, o cacho pode ser colhido em diversos estágios de desenvolvimento dos frutos, conforme a conveniência ditada pela distância entre o cultivo e o mercado consumidor ou o destino final do produto.

Tendo presente o fato de a banana ser um produto que requer bastante cuidado na colheita, é preciso conhecer e levar em conta alguns aspectos morfológicos e fisiológicos do desenvolvimento desses frutos para se classificar o grau de corte.

Na prática, visando à determinação do ponto de colheita, utiliza-se à contagem dos dias após a inflorescência, o desaparecimento da angulosidade dos frutos e o diâmetro do fruto central da segunda penca.

No Vale do Ribeira utiliza-se para a calibração do cacho a ser colhido, chapas metálicas ou plásticas, vazadas em forma de U, com aberturas entre 30 e 38 mm. Frutos com calibre abaixo de 30 mm são considerados impróprios para o consumo. Frutas com calibres de 32 e 34 mm são mais indicados para a exportação para os países platinos, sendo que no verão são recomendadas as de 32 mm. Para o mercado interno são indicadas as frutas de 36 e 38 mm. As frutas de 36 mm são as que apresentam melhor qualidade após a maturação. Para a produção de banana-passa são indicadas frutas mais magras, com calibre de 30 e 32 mm. Para a indústria de polpas, doces e balas são recomendadas bananas com calibre de 34 e 36 mm (LICHTENBERG, 1999).

A colheita é geralmente efetuada por dois trabalhadores: o cortador e o aparador ou carregador. O primeiro corta parcialmente o pseudocaule, à meia altura entre o solo e o cacho; o segundo evita que o cacho atinja o solo, segurando-o pela ráquis masculina ou aparando-o sobre o ombro. O primeiro trabalhador corta então o engaço, a fim de que o cacho seja transportado até o carreador. Em uma equipe de colheita, para cada cortador, deve haver três ou mais carregadores, de acordo com o ritmo de trabalho. Os carregadores devem ter o ombro protegido por uma manta de espuma, câmara de ar ou por um “bercinho” almofadado para

evitar danos aos cachos. O objetivo é promover a distribuição das pressões de contato, fornecendo alguma proteção ao cacho (contra danos mecânicos) e ao ombro do trabalhador (SOUZA, 2000).

Existem vários sistemas de transporte dos cachos do pomar até o galpão de embalagem. Pode-se citar o transporte em carrocerias, seja em carretas de trator, em caminhão ou em carrocerias do tipo “cegonheira”.

Em função da maior exigência por qualidade, que o mercado vem apresentando ultimamente, alguns produtores já vem adotando maiores cuidados no transporte e na colheita da banana. É o caso da adoção do cabo aéreo como forma de transporte dos cachos do carreador até o galpão de embalagem. Segundo TAGLIARI e FRANCO (1994), este é o melhor sistema de transporte de cachos na lavoura, adotado pelos países tradicionalmente exportadores. Na região do Vale do Ribeira, porém fica inviabilizado o uso de cabo aéreo em muitas plantações, devido ainda a falta de técnicas para regiões montanhosas.

2.3. Galpão de beneficiamento

O beneficiamento da banana vai depender do fim a que se destina o fruto e do método de colheita empregado, entre outros fatores. No caso do consumo ‘in natura’, a banana, após ser colhida, é transportada para o galpão de beneficiamento (*packing house*) por caminhões, tratores ou por cabo aéreo.

O galpão de beneficiamento ou unidade de beneficiamento é um local coberto, próximo das lavouras, e de preferência no centro das mesmas, aonde os cachos vindos do bananal, passam por uma série de processos que visa melhorar a aparência da banana a ser comercializada. Segundo LICHTENBERG (1999), um bom galpão de beneficiamento deve permitir os processos de despistilagem, despencamento, subdivisão de pencas (confecção de buquês), lavagem, classificação, pesagem, tratamento antifúngico, colocação de selos de qualidade e embalagem da fruta. Além de um bom galpão de beneficiamento, deve-se contar com pessoal treinado e cuidadoso em relação a equipamentos, manejo da fruta, limpeza do ambiente e uso correto das embalagens, para garantir uma boa qualidade final do produto.

Existem diversos tipos de casas de embalagem, como galpão de beneficiamento compacta, compacta tipo carrossel e em linha. O galpão de beneficiamento, por si só, não constitui garantia da qualidade do produto. A qualidade final depende dos tratamentos na lavoura, na

colheita e no transporte, do modelo e funcionalidade do galpão de beneficiamento e dos cuidados e operações executadas no seu beneficiamento e embalagem.

No bananal, os cachos devem dispor de um local à sombra, de preferência pendurados em cabos ou barras de ferro até serem transportados para as carrocerias, onde deve estar em um nível que facilite o descarregamento e a colocação dos cachos nos cabos ou barras. Em seguida os cachos são transportados até o galpão de beneficiamento. Este deve estar próximo das plantações para evitar longas distâncias.

Ao chegar no galpão de beneficiamento os cachos são pendurados no trilho de recepção, onde são retirados os restos florais (pistilos) e detritos grosseiros como frutos podres, brácteas, pedaços de folhas bem como os sacos plásticos que envolvem os cachos. Na despistilagem é necessário o uso de luvas ou unhas aparadas para não ferir as frutas. A despistilagem é feita com os cachos ainda pendurados e próximos do local de despencamento.

Logo após a despistilagem os cachos são separados em pencas ainda pendurados sobre as barras e mergulhadas em um tanque com solução de sulfato de alumínio, podendo esta solução estar também adicionada de detergente neutro.

A lavação tem como objetivos a retirada de impurezas, poeira e cica aderida às frutas, cicatrizar os cortes e flocular e precipitar os resíduos orgânicos. MOREIRA (1987) recomenda 2 litros de detergente para cada 1.000 litros de água. A quantidade de sulfato de alumínio é variada no verão e inverno. Como a exsudação da cica é maior no verão, a quantidade de sulfato de alumínio deve ser maior nessa época. Recomenda-se 500g de sulfato de alumínio para cada 1.000 litros de água, no inverno, e aumenta-se gradativamente esta concentração à medida que o verão se aproxima. (SOTO, 1985).

LICHTEMBERG (1999), recomenda os tanques de maiores dimensões, pois permitem o processamento de maior quantidade de frutas por vez, evitando choques entre pencas e sua sobreposição. Num tanque pequeno (2.000 a 5.000 litros) é necessário realizar a troca de água mais freqüentemente, embora as concentrações de detergente e sulfato de alumínio sejam maiores. Segundo esse mesmo autor os tanques devem ter no mínimo 3 x 3m, ou seja, 9m² de superfície.

O deslocamento das pencas de uma extremidade a outra é realizado através de esguichos de água, por canos perfurados, cerca de 10cm do nível da água. A colocação desses canos pode ser feita a cada 3 ou 4 metros de comprimento dos tanques.

Após ser feita esta limpeza ocorre a confecção dos buquês, onde as pencas são subdivididas em no mínimo 3 e no máximo 8 dedos. Nesta etapa também é feita a eliminação de frutas mal colocadas no buquê, frutas muito curvas, defeituosas, geminadas, com feridas, rachadas e cortadas e as pencas deformadas. A subdivisão das pencas facilita o acondicionamento e posteriormente a comercialização das frutas.

Para a confecção dos buquês, utiliza-se canivete de ponta curva, com lâmina de cerca de 10cm de comprimento. Nessa operação, o trabalhador deve estar atento para não causar ferimentos nas frutas com a lâmina. As pencas são colocadas sobre mesas estofadas com pequenos colchões de espuma ao serem cortadas.

Os buquês são colocados em um segundo tanque onde é feita a seleção dos buquês por tamanho e a sua condução até a outra extremidade, feita através da movimentação da água que sai com pressão de um tubo colocado transversalmente à borda superior do tanque.

O tanque de lavagem dos buquês deve ter, no mínimo, as mesmas dimensões do tanque de lavagem das pencas e tem a mesma função do tanque anterior.

Estes processos de lavagem são bastante importantes, principalmente quando a temperatura do bananal é elevada ou quando a colheita é feita em horas quentes do dia. Pelo simples fato de mergulhar a fruta em um tanque com água pode-se abaixar a temperatura interna da fruta e evitar uma sobrecarga do sistema de resfriamento e um aquecimento excessivo da câmara em seguida ao carregamento (BLEINROTH, 1984).

A classificação da fruta deve iniciar no momento do despencamento. Assim, as pencas de frutos maiores são colocadas em local diferente das pencas de frutos menores. Com a confecção dos buquês, os operadores também classificam as frutas de acordo com o tamanho. As normas de classificação, padronização e qualidade se encontram no item 2.5.

O ideal é a colocação de balanças junto ao tanque de lavagem dos buquês, para a pesagem adequada das frutas para cada tipo de embalagem. Segundo LICHTEMBERG (1999), deve haver bandejas plásticas sobre a bandeja para eliminação do excesso de água. Mas, sabe-se que, na maioria das casas de embalagem, principalmente na região do Vale do Ribeira – SP, esse procedimento não é utilizado.

Após a pesagem, é realizado o tratamento antifúngico dos buquês. Esse tratamento é utilizado para a desinfecção das frutas e para evitar podridões posteriores, dando maior tempo de conservação à fruta. Pode ser realizado por nebulização ou pulverização. Alguns exemplos

de fungicidas aplicados sobre as frutas são thiabendazole e benomyl, com 1 a 2 g/L, na imersão, na pulverização e no sistema de chuveiro e 2 a 4 g/L, na nebulização.

Após o tratamento antifúngico pode-se fazer a colocação de selos nos buquês, com a marca do produto, que são importantes no marketing de frutas de qualidade.

Em seguida é realizado o acondicionamento das frutas nas embalagens, colocadas em câmaras frigoríficas ou não e depois transportadas para os centros de distribuição.

2.4. Qualidade da banana

2.4.1 Introdução

Atualmente o mercado exige alta qualidade, que se define como uma série de características que de alguma forma interferem no grau de excelência ou superioridade dos produtos. A palavra qualidade tem sido usada em várias referências de trabalho com frutas e hortaliças e entre as mais estudadas encontram-se: qualidade de mercado, qualidade comestível, qualidade do armazenamento, qualidade nutricional e qualidade da aparência (EMBRAPA, 1993).

Após a colheita, as perdas da qualidade nutricional aumentam com os danos fisiológicos, armazenamento prolongado a altas temperaturas, umidade relativa baixa e injúrias pelo frio. Em muitos casos a taxa de deterioração da qualidade nutricional está relacionada com a modificação do sabor, com a perda de firmeza, mudança da textura e da aparência. (KADER, 1992).

Entre os principais fatores que influenciam a qualidade estão: fatores genéticos (seleção de cultivares); fatores ambientais pré-colheita (condições climáticas e práticas culturais); maturidade e colheita; método de colheita e manuseio pós-colheita.

A banana é uma fruta climatérica, sofrendo profundas transformações bioquímicas após a colheita, ressaltando-se, como fenômeno metabólico de maior importância, a respiração (ROCHA, 1984). Segundo PALMER, (1971), durante o amadurecimento, aumenta de 20 mg/kg.h para cerca de 125 mg/kg.h.

Um importante fator na determinação da qualidade da banana a ser comercializada é a coloração. No decorrer do amadurecimento sua cor passa de verde a amarelo pela gradual destruição da clorofila, permitindo que os carotenóides tornem-se mais evidentes (PALMER,

1971; ROCHA, 1984). Vários autores relacionam os graus de cor da casca com os teores de amido e açúcar, sugerindo desta forma, o uso da mudança de coloração, como um guia de amadurecimento (CHITARRA & CHITARRA, 1984).

A polpa do fruto “verde” possui quantidades suficientes de taninos livres, responsáveis por significativa adstringência, que vai sendo reduzida à medida que o amarelecimento progride, tornando-se nula na fase madura (ROCHA, 1984).

A conversão do amido em açúcares simples é uma das mudanças mais notáveis, no amadurecimento da banana. O fruto “verde” contém elevado teor de amido, cerca de 20%, o qual é transformado, predominantemente, em açúcares redutores, glicose e frutose (8 a 10%), e sacarose (10 a 12%). Na fase madura, a porcentagem de amido é reduzida para 0,5 a 2,0% (ROCHA, 1984 e SANCHES *et al.* 2001).

Com relação à acidez, esta fruta, ao contrário de outras, no início do amadurecimento apresenta baixa acidez, que vai aumentando lentamente, à medida que vai amadurecendo, para depois, na fase madura, decrescer. Em banana, o ácido predominante é o málico e esta acidez varia de 0,269% (“verde”) a 0,272% (madura) para a ‘Nanicão’ (DURIGAN e RUGGIERO, 1995).

Como dito anteriormente, o consumidor está cada vez mais exigindo maior qualidade dos produtos. No caso da banana, por ser muito frágil, exige cuidados na colheita e principalmente no manejo pós-colheita. Um manejo inadequado provoca danos, principalmente podridões, que ocorrem desde a fase de cultivo até o manuseio da fruta na residência do consumidor. Na lavoura, normalmente, os danos já estão cicatrizados no momento da colheita, e sendo por esse motivo, considerado menos graves. Ao contrário dos que ocorrem a partir da colheita, ou seja, na própria colheita, no amontoamento dos cachos, no transporte interno da propriedade, no galpão de beneficiamento, bem como na embalagem do produto, no transporte para o mercado, no manuseio das frutas no mercado, na climatização, são considerados mais graves porque nessa fase não há cicatrização dos tecidos. Em pós-colheita, portanto, causam a deterioração do produto por diversos tipos de podridões, acarretando diversas perdas.

2.4.2. Embalagem

Altos índices de perdas no mercado brasileiro de frutas e hortaliças são uma indicação da necessidade de sistemas adequados de movimentação e de acondicionamento destes produtos. Na comercialização de frutas, existe uma demanda crescente por embalagens que ofereçam maior proteção mecânica e fisiológica, diminuindo danos e aumentando a vida-de-prateleira destes produtos, especialmente para exportação.

A especificação de sistemas de embalagem para produtos vivos, como as frutas e as hortaliças, é complexa. Diferentemente de outros alimentos, estes produtos continuam respirando após a colheita e durante o transporte e comercialização. Além de proteção mecânica, as tecnologias envolvidas no desenvolvimento de uma embalagem para frutas e hortaliças visam retardar a respiração, o amadurecimento, a senescência e, conseqüentemente, todas as alterações indesejáveis advindas destes processos fisiológicos (SARANTÓPOULOS e FERNANDES, 2001).

A otimização e a justificativa da escolha de um tipo de embalagem depende do mercado que o produto irá servir, da compatibilidade do produto a ser acondicionado, do sistema de transporte e dos aspectos sócio-econômicos (ESCHKE, 1998).

A especificação da embalagem para frutas e hortaliças requer a otimização de parâmetros físicos, químicos, bioquímicos e ambientais. Dentre os parâmetros físicos devem ser considerados: o tamanho da embalagem em relação ao peso de produto, o volume de espaço livre no interior da embalagem e suas características de permeabilidade a gases e ao vapor d'água. Fatores ambientais como temperatura, luz, severidade do pré-processamento e estresse mecânico de manuseio e transporte, também deverão ser considerados na especificação da embalagem apropriada (SARANTÓPOULOS, 1996).

Segundo CHITARRA e CHITARRA, (1990), a ação conjunta da utilização da cadeia do frio e uma embalagem adequada deve facilitar a conservação da qualidade da banana até que ela chegue a mesa do consumidor.

As operações de acondicionamento do produto não melhoram a sua qualidade, apenas ajudam a conservá-la. Sendo assim só os melhores produtos devem ser embalados. Do mesmo modo que a embalagem não substitui a refrigeração. A qualidade será mantida quando as boas condições da embalagem forem associadas com as boas condições dos tratamentos de pós-colheita. Segundo BLEINROTH (1995), as embalagens utilizadas na comercialização da

banana *in natura* deverão apresentar boa aparência, higiene e garantia da identidade e da qualidade do produto embalado.

De acordo com o Programa Brasileiro para Melhoria dos Padrões Comerciais e Embalagens de Hortifrutigranjeiros, para a conservação da qualidade das frutas e hortaliças é necessária uma embalagem que ofereça proteção, boa apresentação, informação sobre o produto, racionalização do transporte e armazenagem, peso máximo do produto a ser embalado e facilidade para paletização.

Segundo LICHTEMBERG (1999), no processo de acondicionamento da banana há a necessidade de se tomar alguns cuidados como: uso de embalagens adequadas; volume adequado de frutas para cada tipo de embalagem; disposição dos buquês de acordo com a forma indicada para cada tipo de embalagem; evitar o ferimento das frutas nas paredes das embalagens; e utilizar materiais de proteção (plástico ou papelão) para separação dos buquês dentro das embalagens.

A embalagem direcionada para frutas e hortaliças deve facilitar os tratamentos de pós-colheita, principalmente a refrigeração, permitindo que o fluxo de ar atinja os produtos e a temperatura seja mantida em níveis convenientes. Para isso as aberturas laterais da embalagem deverão permitir uma boa vazão de ar e água e até mesmo conter o gelo no interior da embalagem, se necessário (VIGNEAULT *et al.*, 1997).

Atualmente, vários tipos de embalagens são utilizados no comércio da banana no Brasil. Existe uma grande diversidade de caixas para 10, 15, 18, 20, 23 e 25kg de banana, confeccionadas em madeira, fibra, plástica ou papelão. As dimensões das embalagens usadas variam ainda mais. Praticamente cada local ou fabricante utiliza tamanho e formato diferentes (LICHTEMBERG, 1999).

As embalagens de plástico mais utilizadas no Brasil apresentam capacidade para 18kg de bananas. Apresentam dimensões internas de 515 x 325 x 295mm. Estas embalagens têm como vantagens o fácil manejo, a facilidade de circulação do ar durante a climatização, a possibilidade de lavagem e desinfecção, ser retornável e durabilidade. Suas desvantagens são o alto custo, o prejuízo em caso de extravio e o custo de retorno no transporte (LICHTEMBERG, 1999).

Segundo BLEINROTH (1995), a embalagem de madeira deve ser leve e com seção retangular, usando-se em geral, o pinho. Apresentam perfurações ou frestas nas laterais e no

fundo a fim de permitir a perfeita circulação do ar no seu interior quando cheias e, geralmente, possuir dimensões de 500 x 370 x 170mm no caso de capacidade para 10kg, 500 x 350 x 190mm para 15kg e 500 x 350 x 290mm para 18kg. Geralmente recebem forração de plástico entre as frutas e suas paredes. Estas embalagens oferecem uma série de vantagens, tais como: resistência e facilidade de manuseio; possibilidade de várias utilizações; razoável proteção do produto e custo relativamente baixo em relação ao seu uso (SOTO, 1985). As embalagens de madeira ainda têm sido bastante utilizadas no Estado de São Paulo.

As regiões exportadoras acondicionam as frutas em embalagens de papelão. Geralmente as dimensões externas do corpo são de 570 x 285 x 200mm e da tampa de 578 x 295 x 202mm. Nestas caixas são colocados 19,0kg de banana, sendo as sub-pencas envolvidas ou protegidas por uma folha de polietileno (DURIGAN e RUGGIERO, 1995). No mercado interno já se encontram algumas embalagens de papelão, com dimensões variadas, telescópicas ou não e com capacidades que variam de 13 a 18kg de bananas.

As embalagens tipo “torito” são de madeira bruta e duram de 7 a 10 viagens, enquanto a de papelão são utilizadas uma única vez, além do comprador visualizar melhor as frutas em caixa tipo “torito”. Já as caixas de papelão apesar de pouparem as frutas de algumas injúrias, têm o inconveniente do preço elevado e de criarem problemas dentro das câmaras de climatização, onde é mantida a umidade relativa do ar acima de 80% (MOREIRA, 1987).

Deve-se deixar observado que os operadores responsáveis pelo acondicionamento das frutas nas embalagens geralmente adicionam de 3 a 10kg a mais que a capacidade da embalagem. O resultado desta prática é a ocorrência de danos irreversíveis na aparência do produto e elevadas perdas por podridões em pós-colheita.

LICHTEMBERG (1999) afirma que se a banana for comercializada depois de madura, a capacidade da embalagem deve ser expressa em peso de banana madura. Desta forma, as embalagens devem ser planejadas para comportarem de 6,5 a 10% a mais de fruta verde recém-colhida, segundo o tipo de embalagem e cuidados adotados em pós-colheita. Estes acréscimos são necessários para compensar a perda de peso da fruta durante o transporte, a climatização e a comercialização.

Hoje em dia, devido à necessidade de preservação da qualidade das frutas e hortaliças estão sendo desenvolvidas as embalagens ativas. Segundo SARANTÓPOULOS e FERNANDES (2001), estas podem ser definidas como embalagens que percebem mudanças

no ambiente ao redor do produto e respondem com alterações em suas propriedades. Exemplos são as embalagens com ação de absorção de oxigênio, de etileno, de odores e de umidade. Outros exemplos de embalagens ativas são aquelas que liberam compostos antimicrobianos, como sais de prata, álcoois, dióxido de enxofre, dióxido de cloro e bacteriocinas, ou liberam antioxidantes, tais como BHA, BHT e tocoferóis.

Segundo esses mesmos autores, a razão do crescente interesse em embalagens ativas, resulta das limitações das embalagens em controlar o ambiente ao redor do produto. Para agregar valor às embalagens, agentes ativos podem ser incorporados para agir diante de mudanças na atmosfera ao redor do alimento. Por exemplo, muitas frutas são sensíveis ao etileno, que elas próprias produzem em seu metabolismo e que acelera a maturação e a senescência. A remoção do etileno, que é gradativamente produzido pelo produto, pode ser feita por embalagens plásticas à base de poliolefinas e à base de poliamidas, com minerais incorporados na massa de polímero, que atuam como absorvedores de etileno. O mineral é encapsulado em partículas pelo polímero, formando um labirinto entre as cadeias poliméricas. Este conceito está sendo aplicado no desenvolvimento de filmes e de membranas ou rótulos aplicados sobre furos em embalagens de baixa permeabilidade a gases. O tamanho e a permeabilidade da membrana são variáveis e determinam a permeabilidade do sistema de embalagem, que irá controlar as trocas gasosas para cada tipo de vegetal.

Provavelmente, o bom desempenho dessas embalagens, quando aplicadas no acondicionamento de frutas e hortaliças, deve-se não somente à capacidade de adsorção de etileno, como também ao aumento das taxas de permeabilidade ao próprio etileno, ao oxigênio, ao gás carbônico e ao vapor d'água, comparativamente aos filmes convencionais. Portanto, além de controlar a taxa de respiração das frutas e hortaliças embaladas, as embalagens ativas com incorporação de minerais absorvedores de etileno visam controlar o teor de etileno no espaço livre da embalagem ao redor do produto, para reduzir seu metabolismo, aumentando, assim, sua vida-útil. Este tipo de embalagem ativa pode ser usado em complementação às embalagens com atmosfera modificada (SARANTÓPOULOS e FERNANDES, 2001).

Os próximos desenvolvimentos de embalagens certamente incluirão alguns tipos de embalagens ativas. Embora já existam, no mercado internacional e nacional, vários tipos de embalagens ativas, especialmente aquelas com absorvedores de etileno, é evidente a falta de

informação técnica documentada sobre sua capacidade de absorção e eficácia significativa no aumento da vida útil de produtos perecíveis.

2.4.3. Refrigeração

Como todos os organismos vivos, as frutas desenvolvem processos essenciais para sua manutenção a partir das reservas acumuladas durante o período em que permaneceram ligadas às plantas. Este processo, em que tais reservas são convertidas em energia, é chamado respiração e, durante a mesma acontece a liberação de calor, CO₂ e vapor d'água (CHITARRA e CHITARRA, 1990).

O resfriamento deve ser o primeiro passo a ser dado após a colheita para a conservação de frutas e hortaliças (RYALL e LIPTON, 1972). Um atraso entre a colheita e o resfriamento provoca automaticamente uma deterioração prematura do produto. Esta deterioração se traduz numa perda de “firmeza” e de água nos produtos, causada pela própria respiração (SASTRY e BUFFINGTON, 1983). Esses fenômenos são função da duração do atraso no resfriamento após a colheita, da temperatura e da natureza do produto (MITCHELL, 1992).

Muitas vezes, a banana é colhida em temperaturas ambientais muito elevadas. Neste caso, quanto mais cedo for a redução da temperatura da polpa da fruta maior será o tempo de conservação da banana. A água de lavagem das frutas, nos tanques desempenha um primeiro papel no resfriamento. Este pré-resfriamento é importante, pois no período de resfriamento da polpa o consumo de energia é muito elevado (LICHTENBERG, 1999).

A conservação em um meio refrigerado é denominada “cadeia do frio”. Cada etapa da conservação e da manipulação das frutas e legumes no meio refrigerado constitui um elo da cadeia que não deve ser quebrado. Quando quebrada, por alguma razão, a cadeia do frio, diminui-se automaticamente o período de conservação pela diminuição da qualidade do produto, que respirará mais rapidamente, utilizando suas reservas (BLEINROTH *et al.*, 1992).

A refrigeração é, tecnicamente, um dos únicos métodos conhecidos que conserva o produto com características desejáveis semelhantes a seu estado inicial, ou seja, com aparência, sabor, valor nutritivo, além das suas vitaminas, textura, maciez e cor; retardando o processo de maturação e senescência, devido ao fato de que os mesmos experimentam

processos fisiológicos e patológicos em função direta da temperatura (NEVES Fº, 1993 e ASHRAE, 1994).

Segundo CHITARRA (1999), os principais objetivos do armazenamento refrigerado são:

- Redução da atividade biológica do produto, mantendo a temperatura em níveis que não sejam prejudiciais;
- Redução do crescimento de microorganismos, mantendo a temperatura baixa minimizando a umidade superficial do produto;
- Redução da perda d'água, pela diminuição das diferenças entre a temperatura do ar e a do produto, bem como mantendo elevada umidade no ambiente de armazenamento.

Este mesmo autor afirma que não se deve esquecer que o produto a ser armazenado deve estar na melhor condição e qualidade possíveis, para que o armazenamento possa ser o mais prolongado. Portanto, deve-se levar em consideração a isenção máxima de danos mecânicos e doenças, isenção de infecção insipiente e pré-resfriamento e embalagem adequada, imediatamente após a colheita.

A temperatura de armazenamento é o fator ambiental mais importante, não só do ponto de vista comercial, como também por controlar a senescência, uma vez que regula as taxas de todos os processos fisiológicos e bioquímicos associados. Havendo redução da respiração, há, em consequência, redução nas perdas de aroma, sabor, textura, cor e demais atributos de qualidade dos produtos. Entretanto, a taxa metabólica deve ser mantida a um nível mínimo, suficiente para manter as células vivas, porém, de forma a preservar a qualidade comestível, durante todo o período de armazenamento (CHITARRA, 1999).

A temperatura mínima de armazenagem depende da sensibilidade da banana a danos pelo frio, sensibilidade esta que é afetada pela cultivar, condições de cultivo e tempo de exposição a uma dada temperatura e umidade relativa do ar (MARRIOT, 1980).

Segundo SOTO (1985) e BLEINROTH (1995), a conservação desta fruta pode ser feita à temperatura de 12°C externamente e de 13°C na polpa. Temperaturas abaixo das indicadas causam distúrbios fisiológicos na casca, denominado injúria pelo frio (“chilling injury”), tornando-a amarela acinzentada a marrom. PEACOCK (1980), verificou que a vida útil de bananas ‘Giant Cavendish’ decresce exponencialmente com o aumento da temperatura.

Durante o resfriamento da polpa da banana, para cada tonelada de fruta, é necessária uma refrigeração de 550 calorias por hora, sendo 150 calorias para compensar o processo de

respiração da fruta e 400 calorias para o resfriamento da polpa. Após a banana atingir 12 a 13°C, é necessária apenas uma refrigeração de 45 calorias por hora para cada tonelada de fruta, para compensar o processo de respiração (LICHTEMBERG, 1999).

A umidade relativa é um elemento indispensável no ambiente de maturação e de refrigeração. A fruta perde constantemente umidade através da respiração, o que deve ser controlado para evitar o seu murchamento e a perda excessiva de peso, assim como a casca de se tornar enrugada e de coloração opaca (BLEINROTH, 1995). Segundo GOTTREICH *et al.*, (1982), tem-se procurado manter a umidade relativa na câmara em torno de 85 a 95%.

2.4.4. Climatização da banana

Dentre os frutos climatérios, a banana é um caso raro no que se refere à larga faixa de maturidade fisiológica em que pode ser colhida e induzida a amadurecer com excelente qualidade. Este fato permitiu que a maturação comercial de bananas se tornasse uma operação de rotina, possibilitando obter-se bananas em estágio de cor específico de acordo com esquema pré-estabelecido (WILLS *et al.*, 1981).

Segundo PEACOCK (1980), a faixa ótima de temperatura para a maturação controlada é de 13,9°C e 23,9°C, sem efeitos na qualidade. Segundo LICHTEMBERG (1999), a temperatura ideal para a climatização da banana do subgrupo Cavendish é de cerca de 18°C. ALVES *et al.* (1999), comenta que a temperatura afeta a taxa de maturação, permitindo a obtenção de frutos em variados graus de maturação. O aumento da temperatura reduz o tempo para atingir-se um determinado estágio de cor da casca, bem como para a qualidade ótima de cor e consumo.

As câmaras não devem ter capacidade maior que 20t (densidade de pilhas = 1 t/m³) mas é essencial terem boa capacidade de refrigeração e ventilação, assim como umidade relativa controlável. Para se fazer a maturação da banana utilizam-se câmaras de aplicação de etileno em quantidade suficiente para amadurecer as frutas, que é de 10ppm constantemente, ou aplicações intermitentes de 1.000ppm (0,1%), espaçadas de 24 horas, e seguidas de ventilação. A ventilação deve ser constante (12m/min.) e acelerada (5-7 vezes) durante os períodos de ventilação forçada (DURIGAN e RUGGIERO, 1995).

Segundo esses mesmos autores, a operação de maturação das frutas consiste em ajustar a temperatura dos frutos (normalmente 20-22°C) e injetar o etileno. Após 24 horas, ventilar forte (20-30 min.) e depois voltar à ventilação normal e estabilizar a temperatura. Esta operação é repetida por 2 a 3 vezes. O excesso de gás carbônico (acima de 1%) no ar, causa à coloração verde-amarela na fruta madura, o despencamento dos frutos, o amolecimento e podridão da polpa e o retardamento da maturação. Por estas razões deve-se realizar a exaustão e renovação do ar da câmara em intervalos de 12 a 24 horas, segundo a temperatura utilizada na climatização, mantendo-se sempre o gás carbônico abaixo de 0,5% do ar (LICHTEMBERG, 1999).

O descarregamento é feito normalmente quando os frutos atingem os estádios de “mais verde que amarelo” a “amarelo com pontas verdes” em função do mercado e das condições ambientais, em que a fruta está sujeita durante a comercialização.

Má vedação da câmara ou tratamento com desuniforme etileno, temperatura muito baixa e ocorrência de “chilling injury” no campo ou transporte causam problemas no amadurecimento da banana. Já a temperatura da polpa muito baixa (< 16°C) ou muito alta (> 22°C), remoção precoce da câmara e demora entre colheita e a embalagem causa deficiência na coloração. Umidade muito alta após o desenvolvimento da coloração e temperatura maior que 18°C após o início do amadurecimento causa vida útil curta das frutas (DURIGAN e RUGGIERO, 1995).

Outro fator que pode causar grandes danos às frutas é o choque térmico no descarregamento da câmara. Frutas retiradas da câmara e expostas a temperaturas muito altas ou muito baixas podem apresentar um rápido escurecimento da casca (LICHTEMBERG, 1999).

2.4.5. Danos físicos ou mecânicos

Segundo BORDIN (1998), desde o instante em que é colhido até o momento de ser preparado ou consumido, o produto hortícola sofre uma série de efeitos essencialmente mecânicos que, dependendo da sensibilidade do produto, poderão causar danos que comprometerão a qualidade final do mesmo. Estudos mostram que, dependendo do produto, as perdas de produtos hortícolas por causas mecânicas podem chegar a 20 – 25% do total.

Basicamente, o manuseio, a vibração, o impacto e a compressão irão causar ferimentos e/ou amassamentos superficiais que levarão à deterioração do vegetal ou facilitarão o desenvolvimento de doenças.

Das bananas que são colhidas nas lavouras, somente cerca de 40% a 50% chegam efetivamente às mãos dos consumidores. Segundo TAGLIARI *et al.*, (1994), este fato é causado pelas perdas devido a danos ocorridos nas seguintes fases: do plantio até a colheita (devido à falta de planejamento do manejo da lavoura), no momento da colheita, no amontoamento dos cachos, nas embalagens de madeira, no transporte interno e externo e no manuseio das frutas nas feiras e supermercados.

Sabe-se que os danos físicos levam a um escurecimento da casca e polpa, causam má aparência e conduzem à entrada de fungos causadores de podridões. Os danos físicos e as podridões são, assim, o maior problema no mercado de bananas, fazendo cair a qualidade e o preço (THOMPSON e BURDEN, 1996). Além de prejudicarem a aparência e a qualidade, os danos físicos levam a um amadurecimento precoce das bananas, ocasionado pelo aumento na síntese de etileno. Este amadurecimento precoce, além de causar uma desuniformidade do lote, faz com que o fruto fique com uma textura menos firme o que o torna mais susceptível aos danos mecânicos.

Deve-se levar em consideração os danos mecânicos causados na colheita. Os danos que podem ocorrer nessa fase prejudicam a aparência da fruta e provocam perdas por cortes, rachaduras, esmagamento, e posterior podridão das frutas (LICHTENBERG, 1999).

A suscetibilidade do fruto a danos mecânicos torna críticas a colheita e o transporte dos cachos. As etapas do transporte manual dos cachos, embarque nos veículos transportadores e traslados dos cachos até a central de embalagem são responsáveis pela maioria das injúrias mecânicas produzidas nos frutos (MITCHELL, 1992 e SANTOS, 1998).

SANTOS (1998) realizou um estudo comparativo na intenção de avaliar danos mecânicos causados entre transporte manual do cacho de banana e um cacho testemunha, diferenciando-se apenas pela ausência de transporte. Submetendo-os a aplicação de etileno e quantificando as injúrias através das manchas escuras presentes na casca, provocada pela compressão e abrasão dos frutos, pode concluir que o transporte manual do cacho diretamente nos ombros dos carregadores causa severas injúrias nos frutos, se comparada com um transporte mais cauteloso dos cachos.

Para avaliar danos mecânicos que ocorrem no transporte dos cachos de banana, da colheita até o galpão de embalagem, SOUZA (2000) realizou um estudo comparativo entre dois sistemas de transporte, correlacionando-os ao impacto causado na qualidade final da banana. O experimento contou com bananas cedidas por uma propriedade com sistema de transporte veicular e outra com sistema de cabo aéreo. Foram feitas as análises de danos mecânicos e químicos do fruto, onde se pode concluir que o transporte pelo sistema de cabo aéreo provoca menos danos graves ao produto do que o sistema veicular.

Durante o beneficiamento das frutas também ocorrem danos mecânicos que surgirão principalmente após a maturação. Mas, é no momento da embalagem que a fruta sofre os maiores danos (LICHTEMBERG, 1999). Este autor salienta que os maiores problemas ocorrem em função da utilização de embalagens inadequadas e, principalmente, em razão do excesso de carga nelas acondicionada. Uma caixa “torito” que tem capacidade para 18 a 20kg de fruta, recebe em média 25kg de banana. Dessa forma, a banana entra prensada e ultrapassa a altura da embalagem. As conseqüências deste procedimento são frutas rachadas, raspadas nas bordas das embalagens e amassadas.

O transporte das frutas até os centros distribuidores também causa severos danos às frutas, principalmente quando as rodovias apresentam muitos buracos. No transporte, o horário, o tipo de carroceria e as condições da estrada são de grande importância para a qualidade final do produto.

Também há ocorrência de muitos danos quando as frutas já se encontram no atacado e varejo. As embalagens, nas cargas e descargas, são na maioria das vezes “arremessadas” pelos carregadores. O manuseio da fruta também ocasiona o aumento de danos. Assim sendo, há a necessidade de cuidados especiais na exposição e comercialização dessa fruta.

Como foi visto, os danos mecânicos podem acontecer em qualquer etapa após a colheita, seja por processo manual ou mesmo mecanizado. Desse modo, programas que minimizem esses danos devem ser incentivados, procurando motivar os empregados a manusear os frutos com muito cuidado e a identificar os pontos e áreas problemáticas, tornando-os melhores protetores para frutas e hortaliças (HONÓRIO, 1998).

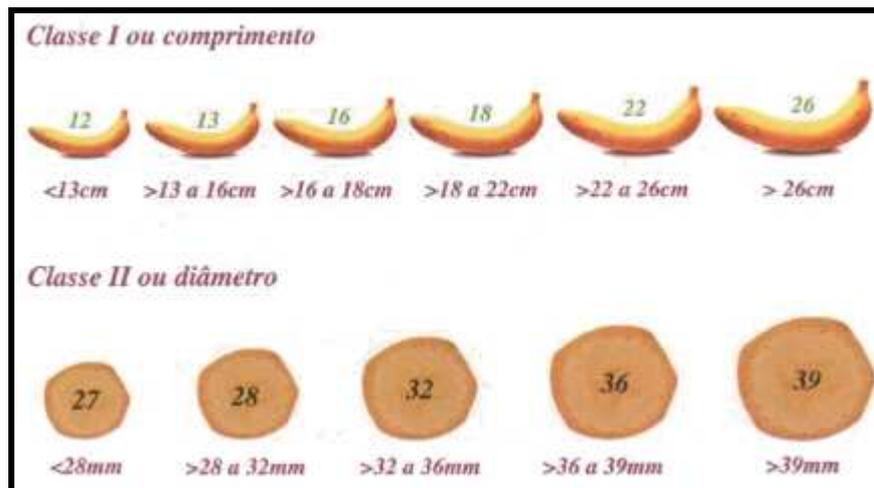
2.5. Padrão de classificação da banana

Define-se classificação como a separação do produto por tamanho (comprimento e calibre), forma de apresentação e categoria. Quando se utiliza essa classificação, a linguagem do mercado é unificada, ou seja, produtores, atacadistas, varejistas e consumidores têm o mesmo padrão. Pela legislação brasileira (BRASIL, 1986), as frutas de cultivares do subgrupo Cavendish devem ter, no mínimo: 220mm de comprimento e 30 a 36mm de diâmetro, para receberem a classificação tipo extra; 180mm de comprimento e 30 a 36mm de diâmetro, para receberem a classificação tipo especial; 150mm de comprimento e 28mm de diâmetro para receberem a classificação tipo comercial e 120mm de comprimento e 25mm de diâmetro, para receberem a classificação tipo comum. Ainda, rebaixam a classificação ou desclassificam a fruta que possui a menor ou maior presença de defeitos graves ou defeitos gerais.

O “Programa Brasileiro para a Melhoria dos Padrões Comerciais e Embalagens de Hortigranjeiros” (PBMPCEH) estabelece normas de qualidade, padronização e classificação dos produtos hortifrutícolas e entre eles se encontra a banana. O objetivo é obter transparência e confiabilidade na comercialização e exportação da banana. A classificação, o uso de embalagens adequadas e de rótulos com correta identificação do produto, integram o processo de modernização beneficiando toda a cadeia de produção.

A avaliação da fruta é baseada na comparação da amostra com o padrão. Amostra é definida como a planta que se quer avaliar e o padrão, é a planta que é considerada “normal” sob o ponto de vista de qualidade (ALVES, 1999). Segundo o PBMPCEH, a amostra avaliada é o lote, ou seja, todo o lote é avaliado, que pode ser o produto de uma embalagem, do palete entre outros.

O PBMPCEH propõe a classificação da banana em grupo, classe, sub-classe e categoria. O grupo compreende todas as variedades do subgrupo Cavendish. A classe subdivide o fruto em função do comprimento e do diâmetro. A sub-classe trata da forma de apresentação do fruto.



Fonte: Programa Brasileiro para Melhoria dos Padrões Comerciais e Embalagens de Hortigranjeiros, (PBMPCEH).

Figura 1. Classificação da banana em classe e sub-classe.

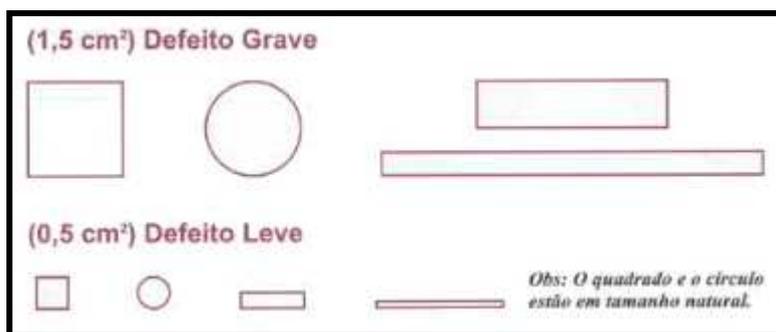
A classificação da banana deve ser feita da melhor forma possível para que se consiga a homogeneidade de formato, coloração, comprimento, diâmetro ou calibre, bem como a identificação da qualidade pela caracterização e quantificação dos defeitos.

O PBMPCEH estabeleceu a classificação quanto a defeitos em Tipo ou Categoria relacionado com a qualidade e medido pela quantidade de defeitos presentes no lote. Estes defeitos podem ser leves, graves e variáveis. Defeito leve é aquele que deprecia o produto, mas não impede seu consumo, como as manchas e deformações. Defeito grave é aquele que impede o consumo, como as frutas imaturas, ou aquelas que têm um alto potencial de prejudicar os outros frutos da mesma embalagem, são as podridões e aquilo que pode levar rapidamente à elas, como os danos profundos. Defeitos variáveis são aqueles que, dependendo da extensão, podem ser grave ou leve. A Figura 2 estabelece a classificação dos defeitos graves e leves da banana:



Fonte: Programa Brasileiro para Melhoria dos Padrões Comerciais e Embalagens de Hortigranjeiros, (PBMPCEH).
 Figura 2. Classificação de defeitos graves e leves da banana.

O PBMPCEH também estabeleceu um critério para a classificação desses defeitos. A Figura 3 apresenta o tamanho da lesão (em cm^2) para o enquadramento da fruta em defeitos graves ou leves.



Fonte: Programa Brasileiro para Melhoria dos Padrões Comerciais e Embalagens de Hortigranjeiros, (PBMPCEH).
 Figura 3. Tamanho dos defeitos graves e leves da casca da banana.

A Tabela abaixo estabelece limites de tolerância de defeitos graves e leves para cada categoria de qualidade e permite a classificação em Extra, Categoria I, Categoria II e Categoria III.

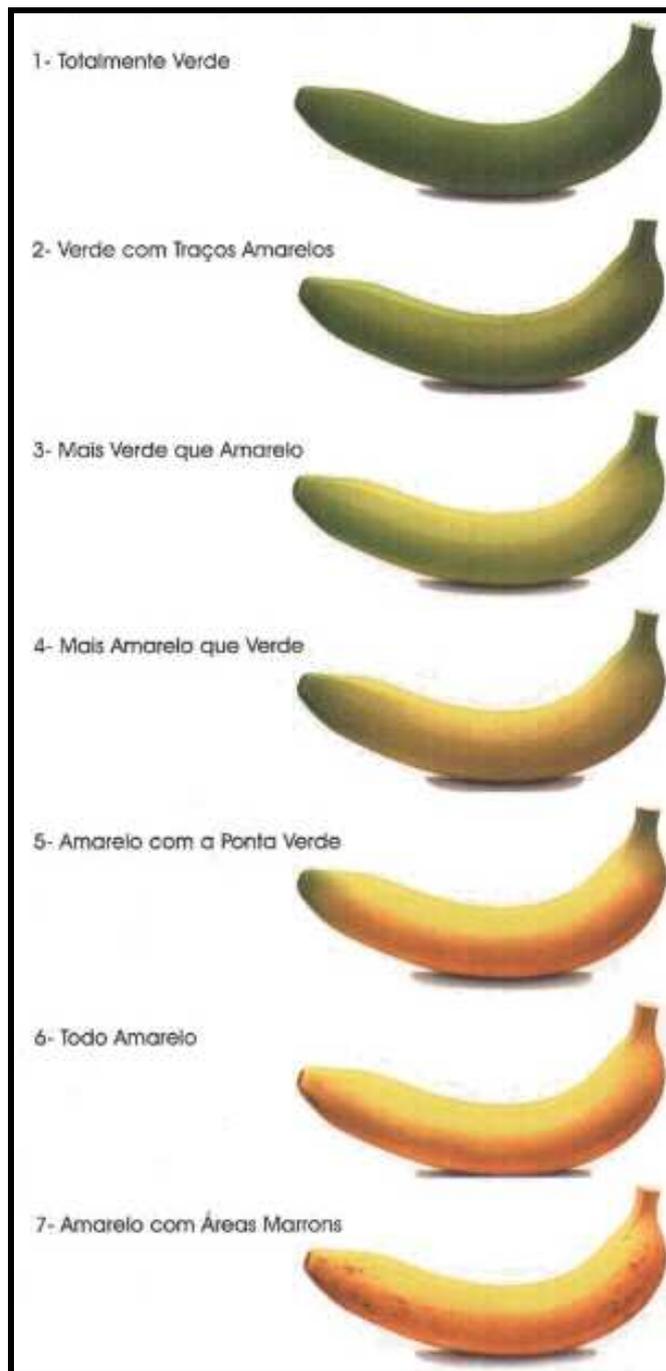
Tabela 1. Limites de tolerância de defeitos graves e leves para cada categoria de qualidade.

Categoria	Extra	Categoria I	Categoria II	Categoria III
DEFEITOS GRAVES				
Amassados	0%	1%	5%	20%
Dano Profundo	0%	1%	5%	20%
Queimado de sol	0%	2%	5%	20%
Podridão **	0%	1%	2%	10%
Lesões severas de tripes *	0%	5%	10%	20%
Lesão / mancha	0%	5%	10%	20%
Imaturo	0%	1%	5%	10%
Total graves	0%	5%	10%	20%
Total leves	5%	10%	20%	100%
Total geral	5%	10%	20%	100%

* Conforme "Limites de Lesão/Mancha". ** Acima de 10% não poderá ser reclassificado.

Fonte: Programa Brasileiro para Melhoria dos Padrões Comerciais e Embalagens de Hortigranjeiros, (PBMPCEH).

A Figura 4 estabelece a coloração da banana para padronização da comercialização:



Fonte: Programa Brasileiro para Melhoria dos Padrões Comerciais e Embalagens de Hortigranjeiros, (PBMPCEH).
Figura 4. Coloração da casca da banana.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

3.1. Introdução

O trabalho foi dividido em duas partes:

1- Avaliação de danos físicos de banana 'Nanicão' após as seguintes etapas:

- A) transporte, despistilagem e primeira despenca;
- B) limpeza e classificação;
- C) acondicionamento nas embalagens e transporte;
- D) maturação.

2- Avaliação da qualidade físico-química e sensorial dos frutos em três tipos de embalagens (torito, ½ caixa e papelão) em duas temperaturas (13°C e ambiente).

A seguir são apresentados as metodologias e materiais utilizados para a realização desse estudo.

3.2. Produto

As frutas foram obtidas em uma propriedade localizada no município de Registro, SP. A variedade utilizada foi a 'Nanicão' (*Musa cavendishii*), pois pode ser obtida em grandes quantidades em qualquer época do ano.

A banana passou por todos os processos normais desde a colheita até o momento de acondicionamento nas embalagens. Estes processos envolveram corte do cacho em pencas e buquês, despistilagem, lavagem, classificação e acondicionamento das frutas nas embalagens propostas para esse estudo. A maneira como as frutas foram acondicionadas nas embalagens (número de camadas, disposição dentro das embalagens e em relação às outras frutas) foi a mesma utilizada normalmente pelo produtor. A seguir, foram transportadas em caminhão baú térmico até a cidade de Campinas, chegando com a temperatura da fruta entre 22°C e 25°C, e efetuado o amadurecimento com etileno.

O amadurecimento foi feito em câmaras climatizadas a 13°C com duas aplicações de etileno. Foram aplicados 200 ppm de etileno por 12 horas e, após este período a câmara foi

aberta para ventilação por 30 minutos. Em seguida foi aplicado mais 200 ppm de etileno por mais 12 horas. As bananas foram mantidas na câmara de climatização por 72 horas, com renovação de ar de 24 em 24 horas após a segunda aplicação de etileno. Ao sair da câmara as frutas estavam com coloração de grau ‘três’, segundo a tabela de coloração da banana, propostos pelo Programa Brasileiro para a Melhoria dos Padrões Comerciais e Embalagens de Hortigranjeiros (PBMPCEH). Após estas etapas as frutas foram transportadas até o Laboratório de Controle Ambiental da FEAGRI - UNICAMP, para a realização dos ensaios.

3.3. Avaliação de danos físicos

As frutas foram colhidas no dia 25 de outubro de 2001. As avaliações quanto aos danos físicos na casca das frutas provocados pelo transporte do campo até a galpão de beneficiamento, despistilagem e primeira despenca bem como os danos físicos, provocados após a limpeza e classificação, foram realizados no galpão de beneficiamento da própria propriedade, onde as frutas foram colhidas. As avaliações começaram a ser realizadas nesse mesmo dia até 27 de outubro de 2001. No dia 28 de outubro as frutas foram transportadas para o CEASA de Campinas para sofrer o processo de climatização.

No dia 29 de outubro as frutas foram avaliadas, ainda verdes, quanto ao acondicionamento nas embalagens e transporte até a cidade de Campinas. As frutas sofreram o processo de climatização e no dia 04 de novembro foram levados para o Laboratório de Controle Ambiental da FEAGRI, onde se realizou a quarta avaliação, quanto aos danos provocados após a maturação.

A avaliação de danos físicos foi realizada através da quantificação e qualificação de defeitos, proposto pelo PBMPCEH, segundo o limite de tolerância de defeitos graves e leves para cada categoria de qualidade, segundo a Tabela 1 e Figura 2, descritos na revisão bibliográfica.

A Figura 5 apresenta a visualização das etapas das frutas dentro do galpão de beneficiamento estudado:

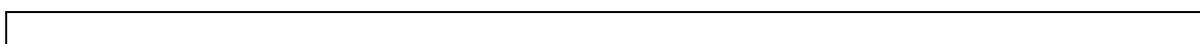




Figura 5. Etapas de limpeza, classificação e acondicionamento das frutas nas embalagens, no galpão de beneficiamento estudado.

Os danos físicos ou mecânicos das frutas foram quantificados e qualificados após as

seguintes etapas de beneficiamento:

Após a colheita, despistilagem e primeira despenca: os cachos foram transportados até a galpão de beneficiamento através de um caminhão “cegonha”, pendurados verticalmente e distantes uns dos outros por barras de ferro e cordas como mostrado na Figura 6. Esse procedimento bem como o caminhão “cegonha” foi adaptado pelos produtores da região do Vale do Ribeira, na tentativa de diminuição de danos nas frutas causados pelo transporte do campo até ao galpão de beneficiamento. Assim que os cachos chegaram ao galpão foram dispostos em trilhos com ganchos móveis (Figura 6) e levados na vertical sem o contato com o chão até o setor que foram retirados os restos florais. Os cachos foram escolhidos aleatoriamente para o estudo. Depois que as frutas passaram pelo processo de despistilagem, foi realizada a primeira despenca dos cachos e os dedos das pencas marcados um a um com caneta de retroprojeter próximo ao pedicelo. As pencas obtidas após esse processo foram qualificadas e quantificadas em relação aos danos obtidos até aquele presente momento, envolvendo danos ocorridos no campo, colheita e transporte dos cachos.



Caminhão ‘cegonha’



trilhos

Figura 6. Disposição das frutas no caminhão ‘cegonha’ e trilhos por onde os cachos foram pendurados.

Após limpeza, lavagem e classificação das frutas: após a primeira despenca as frutas foram mergulhadas em um tanque contendo somente água para retirar as impurezas e calor de campo. Após esse processo as frutas foram classificadas quanto a dedos defeituosos devido ao excesso de curvatura, os que não atingiram o comprimento exigido, bem como aqueles que estavam com muitos danos físicos ou mecânicos trazidos do campo e despencados mais uma vez, nesse caso, com pencas de até 12 dedos ou buquês de até 5 dedos. Em seguida foram

mergulhados em um tanque contendo jatos de água na superfície através de canos perfurados. A água do tanque contém detergente neutro (1L de detergente / 3.000L de água).

Ao chegar no final do percurso do tanque as frutas foram retiradas e pulverizadas com sulfato de alumínio (1kg de sulfato/50L de água), com o produto “Ecolife” (vitaminas e ácidos orgânicos revigorantes e antiestresses para as plantas, com concentração de 100mL/50L de água), e também novamente com detergente neutro (50mL de detergente/50L de água). Depois de pulverizadas, as frutas foram novamente avaliadas quanto aos danos físicos causados após esse processo.

Em seguida os frutas foram acondicionadas nas embalagens propostas neste trabalho, que serão descritas posteriormente, num total de 18 embalagens (3 repetições/embalagem e 3 repetições/testemunha).

Vale ressaltar que foi feita avaliação da população total das frutas de cada embalagem. As frutas escolhidas para fazerem parte da testemunha passaram por todo o processo de limpeza e classificação, assim como as demais, mas tomou-se todo o cuidado possível para não causar dano à elas, passando penca e/ou buquê um a um nos tanques, pulverizados e acondicionados com proteção de plástico “bolha” (3mm) ao redor das embalagens e em cada camada de sobreposição das frutas (Figura 7).



Figura 7. Visualização da embalagem ½ caixa (testemunha) envolvida pelo plástico “bolha”.

Após acondicionamento nas embalagens e transporte até Campinas - SP: Após as frutas serem acondicionadas nas embalagens, estas foram transportadas em caminhão baú térmico até a câmara de climatização situada no CEASA de Campinas – SP. Os danos físicos causados após o acondicionamento nas embalagens e transporte foram novamente avaliados antes da entrada na câmara de climatização e novamente re-acondicionados.

Após maturação: Ao passar pelo processo de maturação as embalagens foram transportadas para o laboratório de Controle Ambiental da FEAGRI - UNICAMP, onde os danos foram novamente avaliados.

3.4. Qualidade das frutas ao longo do armazenamento

Para a realização desse ensaio foram utilizadas frutas que sofreram maturação e adquiriram coloração de grau “três”. As frutas foram acondicionadas nas embalagens que serão descritas abaixo e armazenadas em duas temperaturas distintas, até se tornarem impróprias para consumo.

3.4.1. Embalagem

Foram testados três tipos de embalagens:

Madeira tipo “torito”:

Dimensões internas: 495 x 375 x 270mm, e capacidade para 18kg (Figura 8).

Madeira tipo “torito modificada”:

Comumente chamada de ½ caixa pelos produtores e distribuidores. Suas dimensões internas são 470 x 390 x 190mm, e capacidade para 13kg. Está sendo muito utilizada por alguns produtores da região do Vale do Ribeira. (Figura 8).

Papelão:

Embalagem confeccionada para uso interno, mas ainda não se encontra no mercado e não foi testada anteriormente.

Dimensões internas: 480 x 385 x 250 mm com capacidade para 18 kg de bananas. Apresentam furos de 30 mm em suas laterais, sendo 4 de cada lado do comprimento e 2 em cada lado da largura. Nas laterais apresentam, ainda, uma abertura de 90 x 30mm para transportar a embalagem e, no fundo 4 furos de 60 X 25mm, para o empilhamento das embalagens nos paletes. (Figura 8).



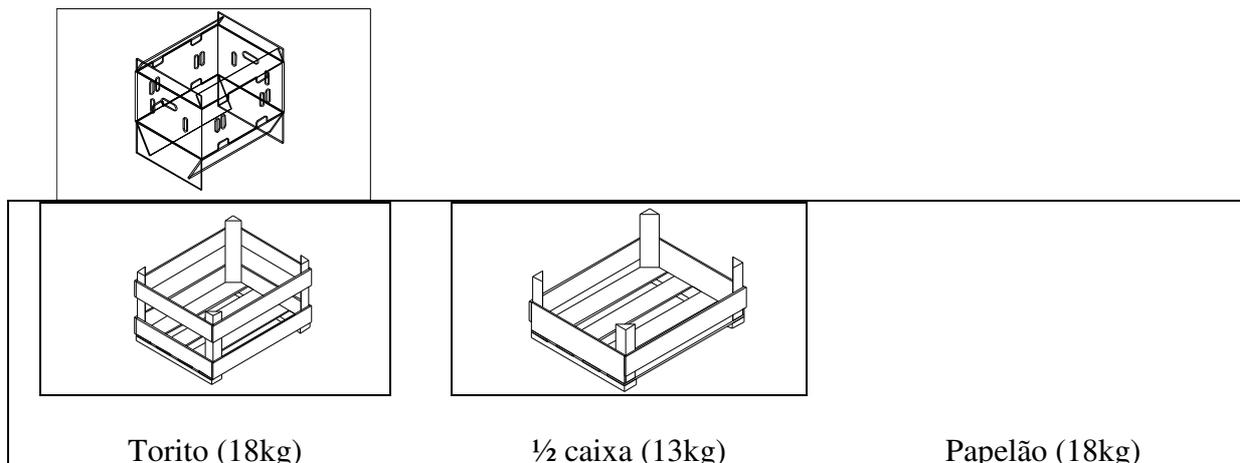


Figura 8. Formato das embalagens utilizadas neste trabalho.

As três embalagens apresentam dimensões externas de 500 x 400mm para perfeito encaixe nos paletes. Entre as embalagens de madeira e as frutas havia um plástico com furos de 30mm em toda a extensão do mesmo para melhor acondicionamento e para que sejam evitados os atritos entre a embalagem e as frutas.

A Figura 9 apresenta as frutas acondicionadas nas embalagens estudadas:



Figura 9. Frutas acondicionadas nas embalagens do estudo.

3.4.2. Temperatura

Foram testadas duas temperaturas: ambiente sem controle (testemunha); e $(13 \pm 1)^\circ\text{C}$, com controle de umidade ajustada para $90 \pm 2,5\%$.

3.4.2.1. Câmara frigorífica

A câmara frigorífica de armazenagem FANEN 095E está instalada na Faculdade de Engenharia Agrícola da UNICAMP e apresenta dimensão interna de 2,90 x 2,90 x 1,90m,

isolamento de 2,5cm de isopor, sistema de controle de umidificação por vapor de água, sem aquecimento, e temperatura variando de -10°C a 30°C com controle de temperatura e umidade. O gás refrigerante utilizado é o R-22. Sua capacidade térmica é de cinco toneladas de frutas.

3.4.2.2. Sensores e aquisição de dados

Para as medições de temperaturas e umidades relativas, no interior das câmaras, no ambiente externo e no produto, foram utilizados sensores do tipo termopares, acoplados a um sistema de aquisição de dados (INSTATREND), que transmite os sinais através de uma placa A/D para um computador.

3.4.2.3. Medição da temperatura

A temperatura foi medida através de termopares na câmara, no evaporador, no ambiente controle, nos frutos e em embalagens aleatórias, num total de 48 termopares. Para cada tipo de embalagem foram inseridos dois termopares de agulha (perfurando até centro da fruta), dois termopares de agulha (no interior da casca), dois termopares de contato (na superfície da casca) e, finalmente, um termopar entre as embalagens, sem estar em contato com a fruta. Foram escolhidas duas embalagens aleatórias por tratamento bem como frutas aleatórias dentro de cada embalagem para medição da temperatura. A disposição dos 48 termopares encontra-se em Anexo 1. A distribuição dos termopares permitiu conhecer o comportamento da temperatura em três pontos das frutas e entre as três diferentes embalagens estudadas.

3.4.2.4. Medição da umidade relativa do ar

Para a medição indireta da umidade relativa do ar foram utilizados termopares de bulbo seco e bulbo úmido. Foram construídos dois psicrômetros aspirados e instalados no interior e exterior da câmara.

3.4.3. Avaliação físico-química e sensorial

As embalagens contendo as bananas chegaram ao Laboratório de Controle Ambiental da FEAGRI no dia 04 de novembro de 2001. Com exceção da perda de peso que começou a ser

avaliada no mesmo dia, as demais avaliações começaram a ser realizadas a partir do dia 05 de novembro. No total de avaliações, foram realizadas duas para as embalagens contendo as frutas na temperatura ambiente (dia 05 e 07 de novembro) e quatro avaliações no caso das embalagens refrigeradas (05, 07, 09 e 12 de novembro). O descarte das frutas foi realizado quando as frutas tornaram impróprias para consumo, baseada na análise sensorial.

A análise sensorial foi avaliada quanto à imperfeição e coloração das frutas. Para fazer a avaliação foram selecionados 14 julgadores semitreinados. Cada julgador avaliou as amostras de forma individual marcando sua impressão em uma escala não estruturada de 10cm. Esta escala apresenta uma linha que não tem pontos marcados e, apenas nas extremidades, aparecem os termos que expressam o máximo e mínimo de intensidade dos parâmetros testados. Cada julgador fez um traço vertical no ponto em que ele achou que representou a intensidade relativa da característica da amostra. Esses dados foram transformados em número com o auxílio de uma régua e avaliados segundo uma escala de notas conhecida. Cada amostra foi constituída por três repetições. A seguir se encontra o modelo de ficha sensorial bem como a escala utilizada.

FICHA DE AVALIAÇÃO DE ANÁLISE SENSORIAL DE BANANA NANICÃO

NOME: _____ DATA: ___/___/___ AMOSTRA _____

Cor característica

Totalmente verde _____ Amarelo com áreas marrons

Imperfeição

pouca _____ muita

ESCALA DE 10 CM;

Cor característica:

- 1) totalmente verde: 0,0 a 2,0cm;
- 2) mais verde que amarelo: 2,1 a 4,0cm;
- 3) mais amarelo que verde: 4,1 a 6,0cm
- 4) todo amarelo: 6,1 a 8,0cm;

5) amarelo com áreas marrons: 8,1 a 10,0cm.

Imperfeição:

1) pouca (0 a 20%): 0 a 2,0cm;

2) 21 a 40% de casca com manchas, amassados e outras lesões: 2,1 a 4,0cm;

3) 41 a 60% de casca com manchas, amassados e outras lesões: 4,1 a 6,0cm;

4) 61 a 80% de casca com manchas, amassados e outras lesões: 6,1 a 8,0cm;

5) (muita) 81 a 100% de casca com manchas, amassados e outras lesões: 8,1 a 10,0cm.

A coloração da análise sensorial foi baseada no PBMPCEH, conforme Figura 4, descrita no item revisão bibliográfica.

Foram feitas, paralelamente as análises sensoriais, análises físico-químicas para verificação da qualidade das frutas ao longo do armazenamento:

Massa fresca: realizada utilizando-se balanças digitais de precisão. O ensaio permitiu avaliar a perda de água durante a armazenagem frigorificada e a armazenagem em ambiente. Foram realizadas três repetições para cada tratamento (3 embalagens/2 temperaturas).

Para a determinação das análises químicas as frutas foram maceradas em liquidificador até a formação de uma massa pastosa:

Acidez Total Titulável: O método utilizado para a avaliação da acidez total titulável foi através de pHmetro. O procedimento utilizado foi o seguinte: pesou-se 10g da amostra em um béquer e adicionou 90mL de água destilada. Titulou-se com solução de hidróxido de sódio 0,100 N até o pH atingir 8,1 utilizando um agitador magnético. Os resultados foram expressos em gramas de ácido málico por 100g de amostra. Foram realizadas três repetições para cada amostra analisada.

pH: Através de uso de pHmetro digital. O método foi baseado na determinação hidrogeniônica (pH) usando o potenciômetro. O resultado foi expresso em unidade de pH. Foram realizadas três repetições para cada amostra analisada.

Sólidos Solúveis Totais: realizado utilizando-se o refratômetro portátil. Na prática, usa-se a leitura refratométrica ou o correspondente °Brix para expressar os sólidos solúveis. Foram realizadas três repetições para cada amostra analisada.

Índice de maturação (IM) ou “Ratio”: é a relação entre o teor de sólidos solúveis totais e a acidez total titulável de um produto e, é este parâmetro que dá a indicação sobre o sabor e o estado de maturação de um determinado produto.

Porcentagem de Sacarose: realizada através da determinação de açúcares totais e redutores da amostra.

Açúcares redutores: pesou-se 25g de amostra e juntou-se mais ou menos 100mL de água destilada. Agitou-se a amostra e neutralizou a solução até pH 7,0, adicionando NaOH 0,1N. Fez-se a clarificação da amostra, juntando-se 6mL de ferrocianeto de potássio 0,25 Molar e 6ml de acetato de zinco 1M. Transferiu-se para um balão de 250mL e completou-se com água destilada. A seguir filtrou-se em papel de filtro seco para um béquer. Determinaram-se os açúcares redutores deste filtrado, chamado de solução a através do método de Lane e Eynon, que será descrito posteriormente. Os resultados foram expressos em g de glicose por 100g de amostra.

Açúcares totais: pipetou-se 50mL da solução a e adicionou 5mL de HCl. A seguir foi aquecida em banho-maria a 68-70°C, por 5 minutos, mantendo essa temperatura. Resfriou-se a solução com pedras de gelo e foi neutralizada até atingir pH 7,0 com NaOH 40%. Transferiu-se para um balão de 100mL e completou-se o volume. Determinaram-se os açúcares totais dessa solução, chamado de solução b através do método de Lane e Eynon.

Método de Lane e Eynon: preparou-se o licor de Fehling, misturando partes iguais das soluções A e B de Soxhlet (deve ser preparado no momento da titulação). Pipetaram-se 5mL do licor de Fehling em um erlenmeyer de 250mL e juntou-se volume igual de água destilada. Usando o bico de Bunsen, deixou-se aquecer o licor de Fehling até a fervura e em seguida adicionou 3 a 4 gotas de solução de azul de metileno 1%. Titulou-se com a solução a até atingir o ponto final que nada mais é do que quando a cor azul do licor de Fehling desaparecer e formar uma coloração vermelho tijolo. Vale ressaltar que a titulação deve ser realizada com o licor de Fehling fervendo.

Repetiu-se o mesmo procedimento com a solução b para a determinação dos açúcares totais.

Subtraiu-se a porcentagem de açúcares redutores expressos em glicose, da % de açúcares totais, também expressos em glicose e multiplicou-se o resultado da subtração por 0,95 e se obteve a porcentagem de sacarose da amostra.

3.5. Delineamento Experimental

3.5.1. Danos físicos

Para a avaliação dos danos físicos foram utilizados seis cachos, num total de 995 dedos em 116 pencas e/ou buquês. Para as testemunhas foram utilizados quatro cachos de banana também de forma aleatória, num total de 766 dedos.

Os cachos foram sendo escolhidos até a completa distribuição das frutas nas embalagens. Foi avaliada a população total das frutas para cada embalagem, no total de nove embalagens (3 embalagens/3 repetições), bem como 9 embalagens envolvidas por plástico “bolha” (Testemunha). Para o acondicionamento nas embalagens da testemunha, foram utilizadas menos pencas que o acondicionamento normal, tomando-se cuidado para evitar que as frutas sofressem danos devido ao excesso de carga nas embalagens.

Para a quantificação dos danos foram contadas as manchas obtidas em cada etapa percorrida pelas frutas, subtraindo-as à medida que passava de uma etapa para outra. Assim, pode-se verificar o aumento de danos em cada etapa.

As pencas foram avaliadas quanto a presença de defeitos graves e leves após os diferentes processos de beneficiamento até o acondicionamento nas embalagens. A partir desse momento, além da avaliação dos danos físicos avaliaram-se, também, os danos causados por cada embalagem, determinando-se qual embalagem leva ao menor número de danos físicos.

3.5.2. Qualidade físico-química e sensorial das frutas nas embalagens X temperaturas

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado (DIC), sendo a estrutura de tratamentos fatorial, onde um dos fatores foi as embalagens e o outro, as

temperaturas. Foram feitos seis tratamentos, com três repetições para cada tratamento.

Tratamento 1: produto colocado na embalagem “torito”, em condições de ambiente (3 embalagens/repetição);

Tratamento 2: produto colocado na embalagem “torito modificada”, em condições de ambiente (3 embalagens/repetição);

Tratamento 3: produto colocado na embalagem de papelão, em condições de ambiente (3 embalagens/repetição);

Tratamento 4: produto colocado na embalagem “torito”, e armazenagem frigorificada a 13°C (3 embalagens/repetição);

Tratamento 5: produto colocado na embalagem “torito modificada”, e armazenagem frigorificada a 13°C (3 embalagens/repetição);

Tratamento 6: produto colocado na embalagem de papelão, e armazenagem frigorificada a 13°C (3 embalagens / repetição).

Com os resultados dos testes comparou-se a qualidade do produto, através dos parâmetros já citados, após ser submetido a estes diferentes processos de conservação e tipos de embalagem. Para analisar os resultados obtidos com a avaliação das variáveis físico-químicas e sensoriais e suas variações, ao longo do amadurecimento da banana, utilizou-se a análise estatística multivariada.

Um método de análise multivariada, chamado análise de componentes principais (ACP), reduz a dimensão de um conjunto de dados multivariados, de forma interpretativa, através de procedimentos matemáticos (determinísticos). Neste caso, um conjunto de variáveis correlacionados ou não, é transformado em um novo conjunto de variáveis não-correlacionadas, chamadas componentes principais. Tendo um dado conjunto de variáveis, os componentes principais são combinações lineares dessas variáveis, construídas de maneira à “explicar” o máximo da variância das variáveis originais (HOFFMANN, 1992). Com isso, a estrutura de dados (originalmente os indivíduos estão representados no espaço k), geralmente é simplificada em termos de representação. Muitas vezes, grande parte da informação contida nos dados chega a ser representada em R^3 , ou até, mesmo no plano. A técnica dos componentes principais opera condensando a variância de um conjunto de dados em uns poucos eixos, de modo que se torna possível visualizar a maior parte da variabilidade dos dados originais em duas ou três dimensões (componentes). Esta técnica possui a vantagem das

variáveis obtidas serem interpretadas independentemente (MOREIRA *et al.*, 1994).

Os dados obtidos neste trabalho foram analisados através de análise multivariada utilizando o método da Análise de Componentes Principais (ACP) através do “software” S-PLUS. Em seguida, a Análise de Variância foi feita sobre o primeiro e/ou segundo componente principal.

Foram realizadas duas análises de Componentes Principais. A primeira contendo as embalagens nas duas temperaturas testadas e a segunda somente com as embalagens contendo as frutas refrigeradas. O Delineamento dos Componentes Principais foi o seguinte:

Na primeira análise, os indivíduos (embalagem x temperatura x 3 repetições) se totalizaram em 18.

As variáveis foram acidez titulável, sólidos solúveis totais, pH, porcentagem de sacarose, perda de peso, coloração e imperfeições, no primeiro e terceiro dia de análise (05 e 07 de novembro de 2001, respectivamente).

Na segunda análise, os indivíduos totalizaram nove, pois somente as embalagens refrigeradas foram avaliadas. As variáveis foram as mesmas da análise anterior, mas os dias de análise foram o primeiro, o terceiro, o quinto e o oitavo (05, 07, 09 e 12 de Novembro de 2001).

Através da análise dos componentes principais pode-se verificar qual embalagem foi mais eficaz para a preservação da qualidade das frutas ao longo do período de armazenamento.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Avaliação de danos físicos nas frutas

Como descrito no item material e métodos, foram avaliadas as frutas através de defeitos graves e leves ao longo de cada etapa por onde a fruta percorreu até chegar no centro de distribuição. Foram avaliados 995 dedos num total 116 pencas e/ou buquês. O Programa Brasileiro para a Melhoria dos Padrões Comerciais e Embalagens de Hortigranjeiros (PBMPCEH) elaborou uma tabela contendo a porcentagem de defeitos graves e leves para cada categoria, descrita na revisão bibliográfica (Tabela 1). Essa porcentagem está relacionada com o lote do produto, podendo ser uma embalagem, um palete ou mesmo uma tonelada de frutas. Na Tabela 2 se encontram os números referentes aos dedos com defeitos graves e leves ao longo de cada etapa.

Tabela 2. Avaliação quantitativa de defeitos graves e leves ao longo de cada etapa da cadeia por onde as frutas percorreram, em relação ao número de dedos (995 dedos).

defeitos	Após colheita, despistilagem e primeira despenca	Após lavagem e classificação	Após acondicionamento e transporte	Após maturação
Defeitos leves				
Lesão / mancha	959	957	630	530
Restos florais	57	-	-	-
Desenvolvimento diferenciado	13	-	-	-
Defeitos graves				
Lesão / mancha	36	38	365	465
Amassados	4	2	40	56
Lesões de tripes	995	-	-	-
Dano profundo	2	2	4	8

Na Figura 10 se encontra um histograma para melhor visualização do número de dedos com defeitos leves e graves, ao longo de cada etapa por onde as frutas foram percorridas.

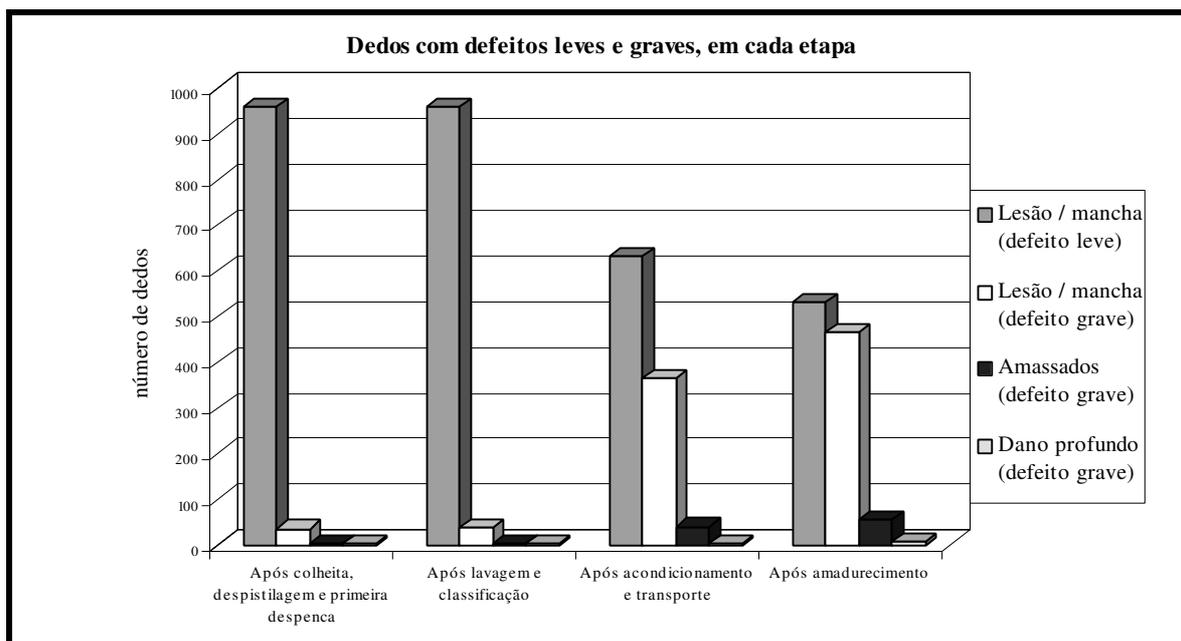


Figura 10. Avaliação quantitativa de defeitos graves ao longo de cada etapa da cadeia, em relação ao número de dedos.

Tabela 3. Porcentagem das frutas em relação a defeitos graves e leves encontrados em cada etapa da cadeia por onde as frutas percorreram.

defeitos	Após colheita, despistilagem e primeira despenca	Após lavagem e classificação	Após acondicionamento e transporte	Após amadurecimento
Defeitos graves				
Amassados	0,40%	0,20%	4,02%	5,63%
Dano profundo	0,20%	0,20%	0,40%	0,80%
Queimado de sol	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Podridão	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Lesão/mancha	3,62%	3,82%	36,68%	46,73%
Imaturo	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Total de defeitos graves	4,22%	4,22%	41,10%	53,16%
Defeitos leves	95,78%	95,78%	58,90%	46,84%

Observa-se que os defeitos graves aumentam conforme cada etapa, mas o transporte contribuiu para se ter 41,10% dos frutos com defeitos graves e como o limite máximo de frutos com defeitos graves é 20% (Categoria III), as frutas avaliadas não se encaixaram em nenhuma categoria (Tabela 3), sendo essas frutas de qualidade muito inferior. Vale a ressalva que até antes do acondicionamento das frutas nas embalagens as frutas apresentavam 4,22% de defeitos graves, se enquadrando na Categoria I do PBMPCEH e após o transporte essa porcentagem se elevou muito. Apesar de se tomar todo o cuidado possível no manuseio da fruta para quantificação dos danos, utilizando luvas e evitando o máximo de danos acondicionando-as em plástico “bolha” para a contagem, esse aumento deve ter recebido

contribuição devido ao manuseio da fruta.

Durante a avaliação dos danos observa-se que a população total das frutas (100%) apresentou lesões de tripes, o que por si só essas frutas já não se classificaram nas categorias, pois o limite permitido para a última categoria (categoria III) é de 20% desse tipo de lesão.

A Tabela 4 apresenta a quantidade (em números e porcentagem) de aumento de defeitos leves e graves ao longo de cada etapa por onde as frutas foram percorridas. Os danos de cada etapa foram desconsiderados em relação uma a outra, subtraindo-os.

Tabela 4. Avaliação quantitativa do aumento de defeitos graves e leves (em número e porcentagem) ao longo das etapas por onde as frutas percorreram (995 dedos e 766 dedos para testemunha).

	Após colheita, despistilagem e primeira despenca	Após lavagem e classificação	Após acondicionamento e transporte	Após amadurecimento	Total
Defeitos leves	3,6	3,2	6,4	2,0	15,2
% de defeitos leves	23,7	21,1	42,1	13,2	100,0
Defeitos graves	0,1	0,0	0,6	0,5	1,20
% de defeitos graves	8,3	0,0	50,0	41,7	100,0
Defeitos leves (testemunha)	5,4	0,0	0,5	0,9	6,8
% de defeitos leves (testemunha)	79,4	0,0	7,4	13,2	100,0
Defeitos graves (testemunha)	0,0	0,0	0,3	0,1	0,40
% de defeitos graves (testemunha)	0,0	0,0	75,0	25,0	100,0

Observa-se que após a colheita as frutas apresentaram em média 3,6 danos (23,7%) que pode ter ocorrido no campo e/ou transporte até a galpão de beneficiamento. Após o acondicionamento nas embalagens e transporte até o centro de distribuição, as frutas passaram a apresentar em média 6,4 (42,1%) a mais de defeitos leves, praticamente dobrando-os. Já os defeitos graves, 8,3% já vieram trazidos do campo e/ou transporte até a galpão de beneficiamento. Após o acondicionamento nas embalagens e transporte até o centro de distribuição, as frutas se apresentaram com 50,0% de defeitos graves.

Conforme descrito, anteriormente, as testemunhas foram envolvidas por plástico “bolha” para minimização dos danos e mesmo assim, após o transporte aumentaram em 7,4% os defeitos leves e em 13,2% os graves. Mas observa-se também, que apesar da proteção das frutas testemunhas terem sofrido danos, estes foram bem inferiores em relação às frutas acondicionadas nas embalagens de forma normal.

Conforme os resultados obtidos podemos observar que os pontos críticos de aumento de

danos são após o acondicionamento das frutas nas embalagens e durante o transporte até o centro de distribuição e até chegar ao galpão de beneficiamento, danos esses trazidos do campo. Deverá haver uma conscientização por parte do produtor para tentar a minimização dos danos o menos possível para atingir, no mínimo a classificação na categoria III, o que por enquanto está muito distante.

Na Figura 11 se encontra um histograma para melhor visualização da porcentagem de aumento dos defeitos leves e graves, ao longo de cada etapa por onde as frutas foram percorridas.

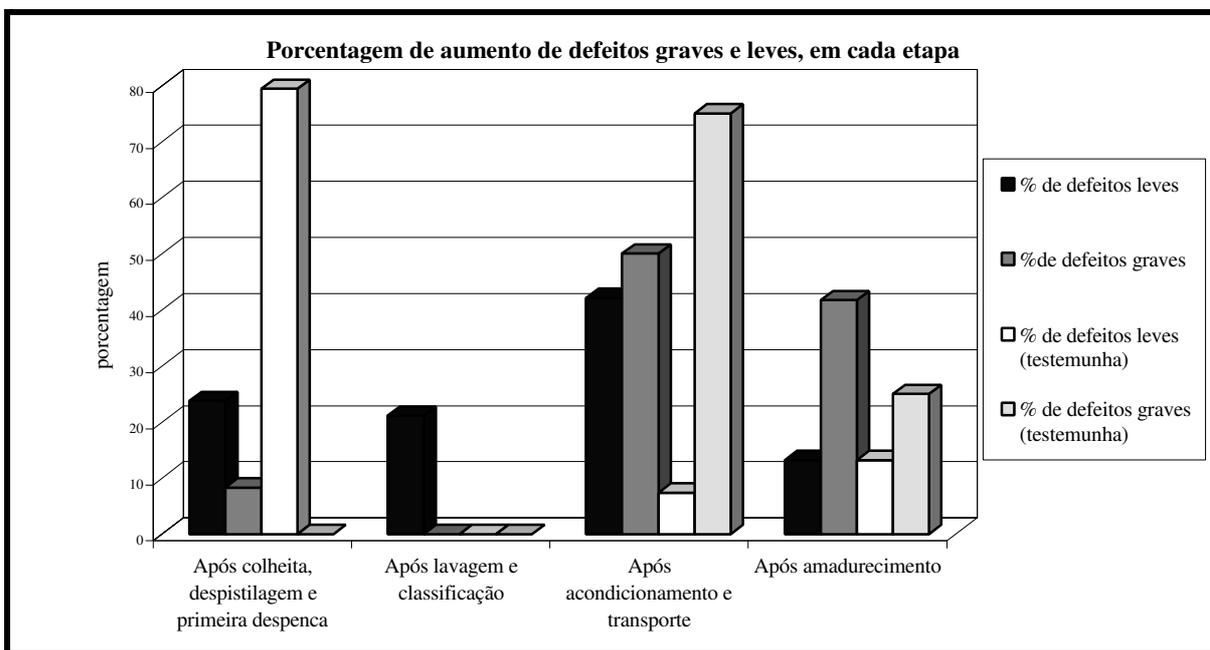


Figura 11. Avaliação quantitativa (em porcentagem), do aumento de defeitos graves e leves ao longo das etapas por onde as frutas percorreram.

A Tabela 5 apresenta o quanto as embalagens influenciaram no aumento de defeitos leves e graves. Foram somadas as porcentagens de defeitos leves e graves durante o transporte e após o amadurecimento e calculadas as respectivas porcentagens de cada embalagem.

Tabela 5. Número e porcentagem de aumento de defeitos leves e graves nas embalagens.

	defeitos leves	% defeitos leves	defeitos graves	% defeitos graves
Papelão	8,4	18,4	0,7	58,3
½ caixa	8,7	19,1	0,2	16,7
Torito	8,1	17,8	0,2	16,7
Total*	25,2	55,3*	1,1	91,7*

* Soma da porcentagem dos danos das frutas acondicionadas nas embalagens após acondicionamento e transporte mais após amadurecimento.

Na Tabela 5 observa-se que os defeitos leves foram praticamente distribuídos uniformemente entre as embalagens, mas a embalagem de papelão apresentou 58,3% dos defeitos graves em relação aos 16% das embalagens ½ caixa e torito, respectivamente. Isso provavelmente ocorreu, pois algumas embalagens de papelão não suportaram o empilhamento no palete e acabaram sofrendo deformações e esmagando as frutas.

4.2. Temperatura das frutas.

Para a medição das temperaturas na câmara frigorífica e no ambiente externo foram utilizados 48 termopares, sendo que 24 no interior da câmara e 24 no ambiente externo, respectivamente, como descrito no item material e métodos.

As embalagens contendo as frutas chegaram no Laboratório de Controle Ambiental da Feagri no dia 04 de novembro de 2001. Os termopares foram inseridos no mesmo dia da chegada das frutas e a temperatura foi medida até o dia 07 de novembro no caso das embalagens armazenadas no ambiente e até o dia 12 de novembro, no caso das embalagens armazenadas à 13°C.

A Tabela 6 apresenta a média da temperatura para cada termopar inserido no ambiente refrigerado ao longo do período de armazenamento.

Foi realizada uma média diária da temperatura de cada termopar e dessa média uma média geral para verificação da temperatura do período de armazenamento das embalagens.

Pelos resultados obtidos, observa-se que na temperatura da câmara frigorífica (13°C), a embalagem ½ caixa (13 kg) conservou as frutas em média de 13,94°C ao longo do tempo de armazenamento. A embalagem torito (20 kg) apresentou uma média de 14,21 °C e a embalagem de papelão (18 kg) manteve-se em média de 14,96°C nas frutas.

A embalagem ½ caixa (13kg) apresentou menor temperatura que as demais, pois apresenta menor quantidade de frutas, e com isso maior ventilação quando comparada com a torito (20kg) e papelão (18kg). A embalagem de papelão obteve a maior média de temperatura, pois o fluxo de ar no interior da mesma é prejudicado pela falta de abertura nas laterais da embalagem, e com isso o etileno produzido pela respiração da fruta tem maior dificuldade de ser eliminado do seu interior, fazendo com que ocorra o amadurecimento mais acelerado das frutas em relação às demais embalagens (madeira). SANCHES *et al.* (2001)

também, verificaram que a embalagem ½ caixa obteve menor média de temperatura que as demais, porém com a média de 11,79°C, menor que o ambiente refrigerado.

Tabela 6. Média da temperatura dos termopares ao longo do período de armazenamento das embalagens refrigeradas.

Quantificação	Tipo de termopar	Finalidade	Temperatura (°C)
1	Para gases	Temperatura do bulbo seco interna	12,77
2	Para gases	Temperatura do bulbo úmido interna	12,80
3	Contato	Temperatura na saída do evaporador	12,85
4	Para gases	Temperatura do ar entre as embalagens (½ caixa)	13,28
5	Para gases	Temperatura do ar entre as embalagens (torito)	13,40
6	Para gases	Temperatura do ar entre as embalagens (papelão)	13,51
7	Contato	Temperatura da superfície da casca (1) – ½ caixa	13,84
8	Contato	Temperatura da superfície da casca (2) – ½ caixa	14,03
9	Inserção central (polpa)	Temperatura da polpa (1) – ½ caixa	13,68
10	Inserção central (polpa)	Temperatura da polpa (2) – ½ caixa	14,15
11	Inserção casca	Temperatura da casca (1) – ½ caixa	13,88
12	Inserção casca	Temperatura da casca (2) – ½ caixa	14,04
13	Contato	Temperatura da superfície da casca (1) – torito	13,92
14	Contato	Temperatura da superfície da casca (2) – torito	14,31
15	Inserção central (polpa)	Temperatura da polpa (1) – torito	14,01
16	Inserção central (polpa)	Temperatura da polpa (2) – torito	14,52
17	Inserção casca	Temperatura da casca (1) – torito	14,11
18	Inserção casca	Temperatura da casca (2) – torito	14,42
19	Contato	Temperatura da superfície da casca (1) – papelão	14,81
20	Contato	Temperatura da superfície da casca (2) – papelão	14,73
21	Inserção central (polpa)	Temperatura da polpa (1) – papelão	14,92
22	Inserção central (polpa)	Temperatura da polpa (2) – papelão	15,03
23	Inserção casca	Temperatura da casca (1) – papelão	15,14
24	Inserção casca	Temperatura da casca (2) – papelão	15,14

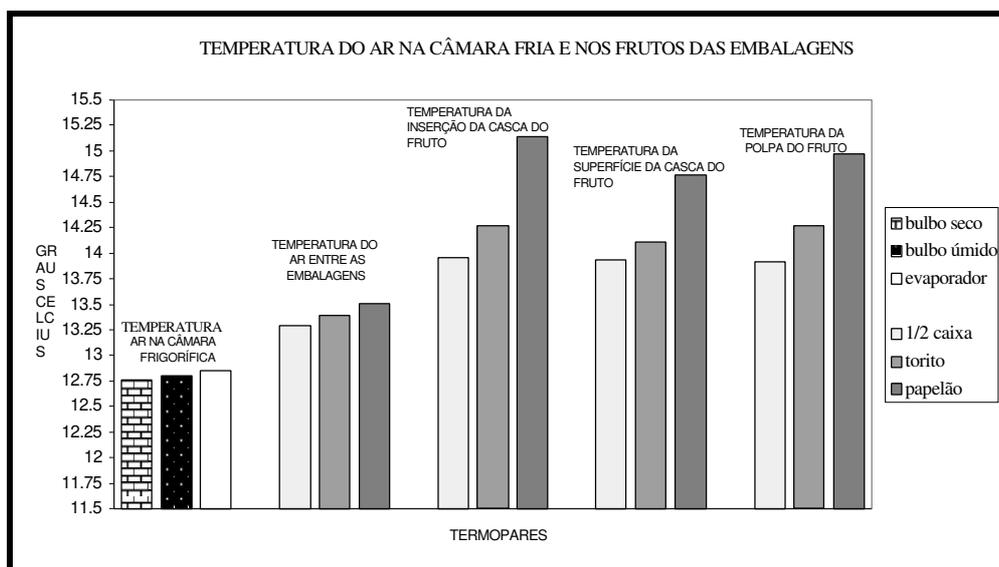


Figura 12. Temperaturas das frutas, através da inserção de termopares na casca da fruta, na superfície da casca e inserção central da polpa, nas três embalagens dos tratamentos.

Observa-se, na Figura 12, que a temperatura não variou em relação à inserção dos termopares em posições diferentes nas frutas, e sim somente em relação às embalagens.

A temperatura das frutas no ambiente (controle) também apresentou de forma similar a frigorificada e seu gráfico se encontra no Anexo 2.

4.3. Avaliação físico-química e sensorial.

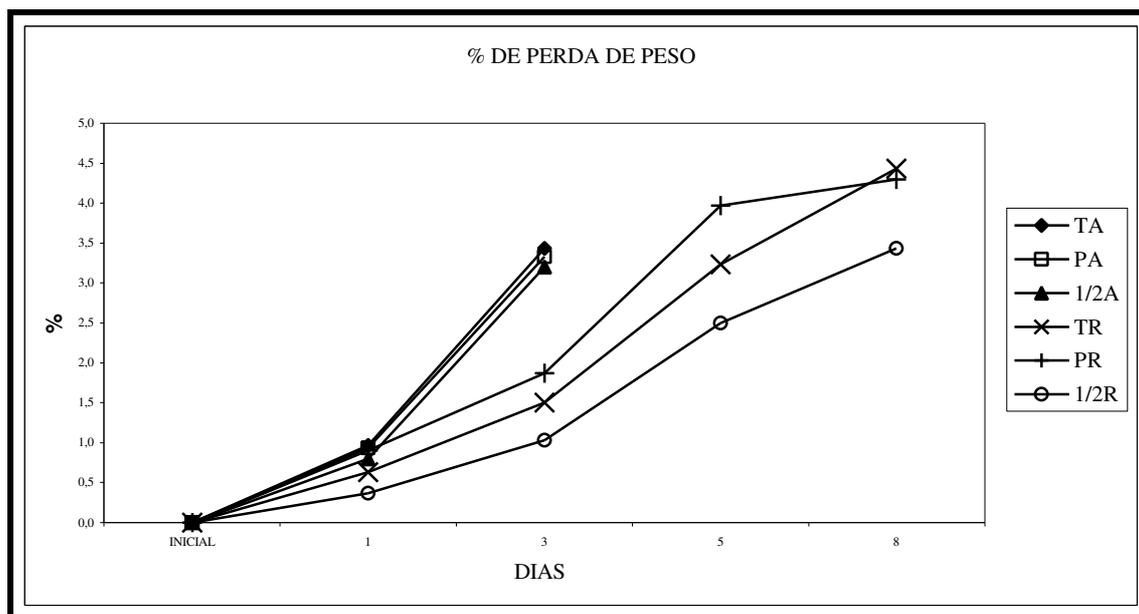
A seguir serão apresentadas as tabelas e gráficos contendo a evolução das análises físico-químicas e sensoriais nas três embalagens testadas e nas duas temperaturas. As frutas armazenadas em temperatura ambiente foram descartadas no terceiro dia e as armazenadas na temperatura frigorificada (13°C) no oitavo dia.

A Tabela 7 apresenta os valores de perda de peso em porcentagem, com suas respectivas médias, desvios padrões e coeficientes de variação dos tratamentos ao longo do período de armazenamento.

Tabela 7. Valores de perda de peso (porcentagem), com suas respectivas médias, desvios padrões e coeficientes de variação dos tratamentos ao longo do período de armazenamento.

Tratamentos	Perda de peso (%)						
	05/11/2001	07/11/2001	09/11/2001	12/11/2001			
Torito 1 A	0,9	3,6	-	-	m	2,2	
Torito 2 A	1,0	3,3	-	-	s	1,35	
Torito 3 A	1,0	3,4	-	-	CV (%)	60,95	
½ caixa 1 A	0,9	3,6	-	-	m	2,0	
½ caixa 2 A	0,9	3,3	-	-	s	1,34	
½ caixa 3 A	0,6	2,7	-	-	CV (%)	66,71	
Papelão 1 A	0,9	3,4	-	-	m	2,1	
Papelão 2 A	1,0	3,5	-	-	s	1,29	
Papelão 3 A	0,9	3,1	-	-	CV (%)	60,58	
Torito 1 R	0,6	1,8	4,3	5,9	m	2,5	
Torito 2 R	0,7	1,4	2,7	3,6	s	1,69	
Torito 3 R	0,6	1,3	2,7	3,8	CV (%)	68,79	
½ caixa 1 R	0,3	1,1	2,5	3,4	m	1,8	
½ caixa 2 R	0,4	1,0	2,4	3,3	s	1,24	
½ caixa 3 R	0,4	1,0	2,6	3,6	CV (%)	67,74	
Papelão 1 R	0,8	1,8	4,2	4,6	m	2,8	
Papelão 2 R	1,0	2,1	4,4	4,6	s	1,52	
Papelão 3 R	0,9	1,7	3,3	3,7	CV (%)	55,30	
m geral	0,8	2,4	3,2	4,1			
s geral	0,2	1,0	0,8	0,8			
CV (%) geral	28,7	42,2	25,4	20,8			

Onde: 1, 2 e 3 – número de repetições; A – armazenamento na temperatura ambiente (controle); R – armazenamento na temperatura a 13°C; m – média; s – desvio padrão; CV – coeficiente de variação.



Onde: PR – embalagem de papelão à 13°C; TR – embalagem torito à 13°C; 1/2 R – embalagem 1/2 caixa à 13°C; PA – embalagem papelão em temperatura ambiente; TA- embalagem torito em temperatura ambiente ;1/2 A- embalagem 1/2 caixa em temperatura ambiente.

Figura 13. Porcentagem de perda de peso das frutas nas diferentes embalagens e nas duas temperaturas.

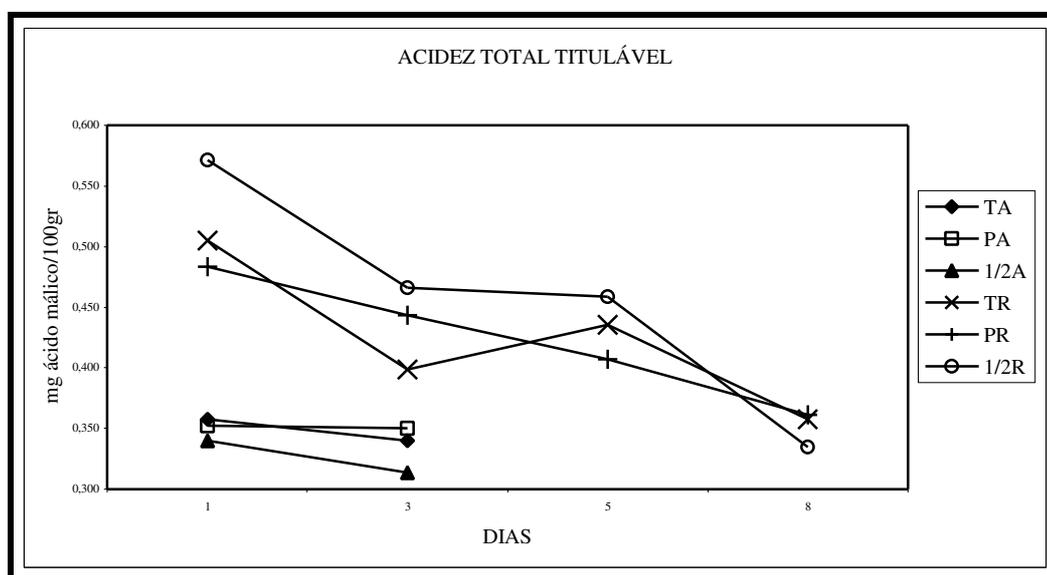
Observa-se na Figura 13, que a embalagem 1/2 caixa apresentou menor perda de peso que as demais embalagens, com média de 3,42% no oitavo dia de armazenamento enquanto que a torito e papelão perderam cerca de 4,36 e 4,26%, respectivamente. Isso provavelmente ocorreu devido à embalagem 1/2 caixa apresentar menor quantidade de fruta e maior ventilação que as demais embalagens.

A Tabela 8 apresenta os valores de acidez total titulável em mg de ácido málico / 100g, com suas respectivas médias, desvios padrões e coeficientes de variação dos tratamentos ao longo do período de armazenamento.

Tabela 8. Valores de acidez total titulável em mg de ácido málico/100g, com suas respectivas médias, desvios padrões e coeficientes de variação dos tratamentos ao longo do período de armazenamento.

Tratamentos	Acidez total titulável (mg ácido málico / 100g)					
	05/11/2001	07/11/2001	09/11/2001	12/11/2001		
Torito 1 A	0,330	0,338	-	-	m	0,349
Torito 2 A	0,379	0,349	-	-	s	0,019
Torito 3 A	0,363	0,334	-	-	CV (%)	5,443
½ caixa 1 A	0,332	0,342	-	-	m	0,327
½ caixa 2 A	0,346	0,287	-	-	s	0,023
½ caixa 3 A	0,342	0,312	-	-	CV (%)	7,058
Papelão 1 A	0,343	0,335	-	-	m	0,351
Papelão 2 A	0,339	0,371	-	-	s	0,017
Papelão 3 A	0,375	0,345	-	-	CV (%)	4,889
Torito 1 R	0,516	0,443	0,476	0,372	m	0,432
Torito 2 R	0,497	0,329	0,397	0,379	s	0,059
Torito 3 R	0,502	0,423	0,433	0,321	CV (%)	13,645
½ caixa 1 R	0,575	0,495	0,497	0,341	m	0,458
½ caixa 2 R	0,571	0,452	0,447	0,343	s	0,090
½ caixa 3 R	0,569	0,451	0,432	0,321	CV (%)	19,562
Papelão 1 R	0,492	0,411	0,372	0,318	m	0,424
Papelão 2 R	0,471	0,499	0,434	0,387	s	0,056
Papelão 3 R	0,488	0,420	0,415	0,378	CV (%)	13,186
m geral	0,435	0,385	0,434	0,351		
s geral	0,093	0,065	0,038	0,028		
CV (%) geral	21,312	16,768	8,735	7,994		

Onde: 1, 2 e 3 – número de repetições; A – armazenamento na temperatura ambiente (controle); R – armazenamento na temperatura a 13°C; m – média; s – desvio padrão; CV – coeficiente de variação.



Onde: PR – embalagem de papelão à 13°C; TR – embalagem torito à 13°C; ½ R – embalagem ½ caixa à 13°C; PA – embalagem papelão em temperatura ambiente; TA- embalagem torito em temperatura ambiente; ½ A- embalagem ½ caixa em temperatura ambiente.

Figura 14. Valores de acidez total titulável em mg de ácido málico /100g das frutas nas diferentes embalagens e nas duas temperaturas ao longo do período de armazenamento.

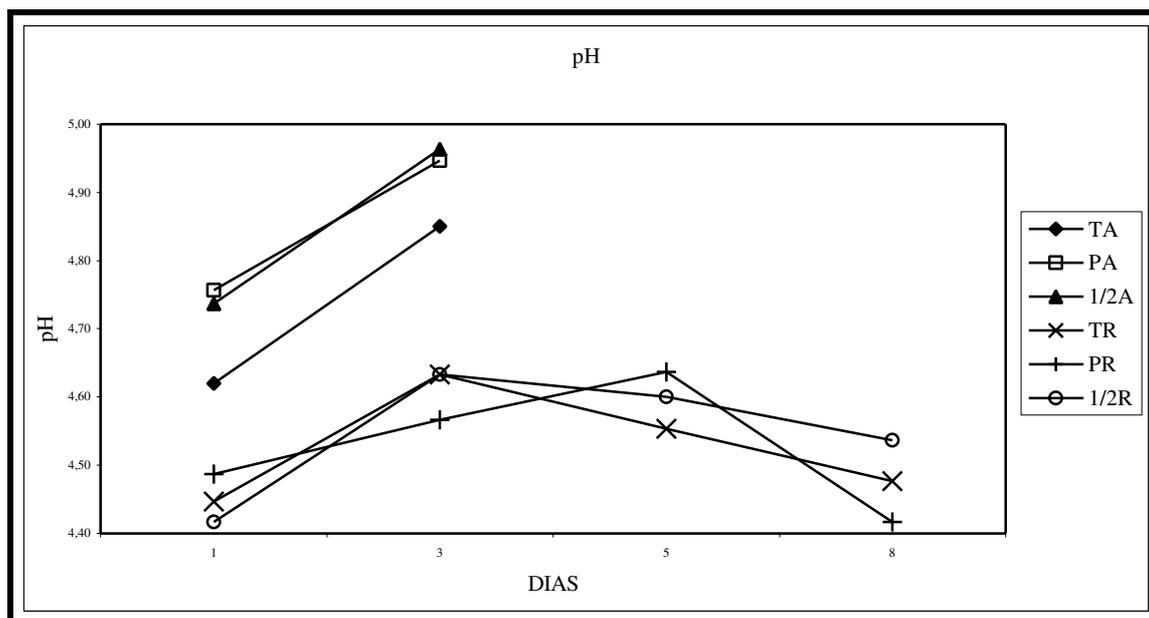
Observa-se na Figura 14 que a acidez total titulável apresentou decréscimo até o terceiro dia de armazenamento, e houve um súbito aumento do terceiro dia para depois decrescer novamente no oitavo dia. Esse resultado vem ao encontro de DURIGAN e RUGGIERO (1995), que também verificou esse aumento quando a fruta está amadurecendo para depois cair quando ele já está maduro.

A Tabela 9 apresenta os valores de pH, com suas respectivas médias, desvios padrões e coeficientes de variação dos tratamentos ao longo do período de armazenamento.

Tabela 9. Valores de pH, com suas respectivas médias, desvios padrões e coeficientes de variação dos tratamentos ao longo do período de armazenamento.

Tratamentos	pH					
	05/11/2001	07/11/2001	09/11/2001	12/11/2001		
Torito 1 A	4,64	5,02	-	-	m	4,74
Torito 2 A	4,59	4,62	-	-	s	0,18
Torito 3 A	4,63	4,91	-	-	CV (%)	3,85
½ caixa 1 A	4,74	4,91	-	-	m	4,85
½ caixa 2 A	4,78	5,01	-	-	s	0,13
½ caixa 3 A	4,69	4,97	-	-	CV (%)	2,71
Papelão 1 A	4,74	4,91	-	-	m	4,85
Papelão 2 A	4,75	4,98	-	-	s	0,11
Papelão 3 A	4,78	4,95	-	-	CV (%)	2,21
Torito 1 R	4,44	4,64	4,54	4,50	m	4,53
Torito 2 R	4,47	4,63	4,57	4,45	s	0,08
Torito 3 R	4,43	4,63	4,55	4,48	CV (%)	1,71
½ caixa 1 R	4,42	4,66	4,58	4,53	m	4,55
½ caixa 2 R	4,41	4,61	4,62	4,54	s	0,09
½ caixa 3 R	4,42	4,63	4,60	4,54	CV (%)	1,93
Papelão 1 R	4,47	4,59	4,59	4,40	m	4,53
Papelão 2 R	4,50	4,55	4,70	4,44	s	0,09
Papelão 3 R	4,49	4,56	4,62	4,41	CV (%)	2,01
m geral	4,58	4,77	4,60	4,48		
s geral	0,14	0,18	0,05	0,05		
CV (%) geral	3,09	3,79	1,04	1,22		

Onde: 1, 2 e 3 – número de repetições; A – armazenamento na temperatura ambiente (controle); R – armazenamento na temperatura a 13°C; m – média; s – desvio padrão; CV – coeficiente de variação.



Onde: PR – embalagem de papelão à 13°C; TR – embalagem torito à 13°C; 1/2 R – embalagem 1/2 caixa à 13°C; PA – embalagem papelão em temperatura ambiente; TA- embalagem torito em temperatura ambiente; 1/2 A- embalagem 1/2 caixa em temperatura ambiente.

Figura 15. Valores de pH das frutas nas diferentes embalagens e nas duas temperaturas, ao longo do período de armazenamento.

Na Figura 15 observa-se que as frutas armazenadas no ambiente apresentaram um aumento no valor de pH enquanto que as acondicionadas nas embalagens torito e papelão armazenados no ambiente refrigerado apresentaram um aumento no terceiro dia de armazenamento e logo após decresceram nos dias seguintes. Já a embalagem 1/2 caixa apresentou um aumento no pH somente no quinto dia e depois decresceu novamente. Com esse resultado, mais uma vez indica que a embalagem 1/2 caixa se mostrou superior quanto à conservação das frutas que as demais embalagens.

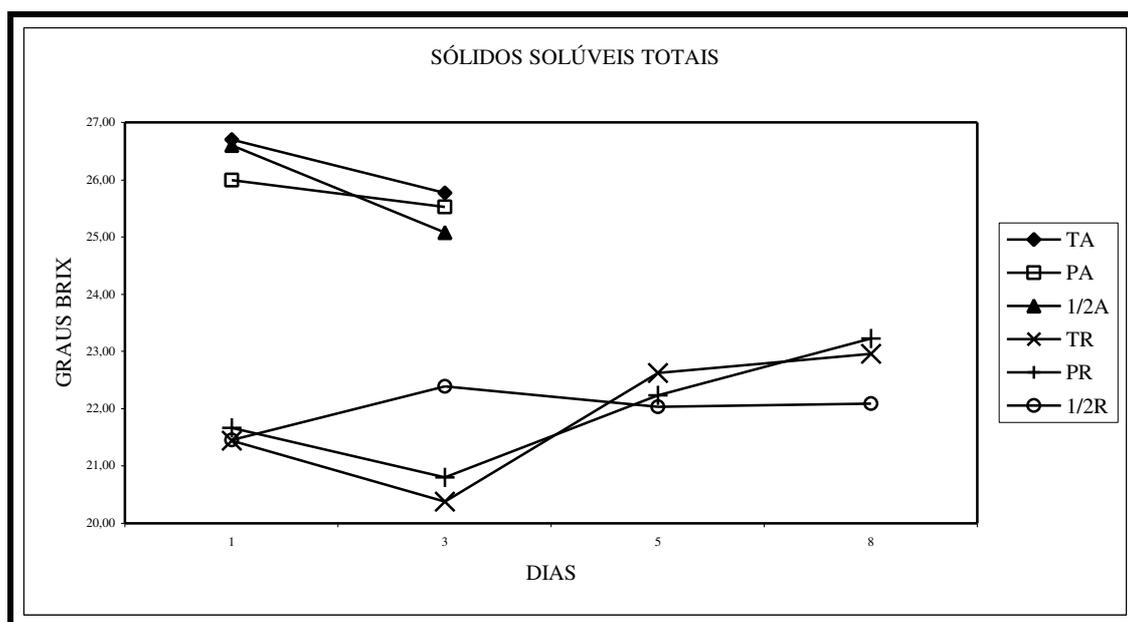
A Tabela 10 apresenta os valores de sólidos solúveis totais (°Brix), com suas respectivas médias, desvios padrões e coeficientes de variação dos tratamentos ao longo do período de armazenamento.

Tabela 10. Valores sólidos solúveis totais (°Brix), com suas respectivas médias, desvios padrões e coeficientes de variação dos tratamentos ao longo do período de armazenamento.

Tratamentos	Sólidos solúveis totais (°Brix)					
	05/11/2001	07/11/2001	09/11/2001	12/11/2001		
Torito 1 A	25,46	25,63	-	-	m	26,24
Torito 2 A	28,46	26,07	-	-	s	1,12
Torito 3 A	26,16	25,63	-	-	CV (%)	4,28
½ caixa 1 A	26,46	26,32	-	-	m	25,84
½ caixa 2 A	27,16	23,46	-	-	s	1,29
½ caixa 3 A	26,16	25,46	-	-	CV (%)	4,98
Papelão 1 A	27,16	25,47	-	-	m	25,76
Papelão 2 A	25,66	25,63	-	-	s	0,71
Papelão 3 A	25,16	25,47	-	-	CV (%)	2,75
Torito 1 R	21,16	19,95	22,78	22,49	m	21,85
Torito 2 R	21,71	20,59	22,32	22,61	s	1,13
Torito 3 R	21,46	20,59	22,78	23,78	CV (%)	5,18
½ caixa 1 R	21,62	22,79	21,54	21,41	m	21,99
½ caixa 2 R	21,16	21,79	21,76	21,25	s	0,76
½ caixa 3 R	21,58	22,59	22,78	23,59	CV (%)	3,46
Papelão 1 R	21,82	20,59	22,58	23,25	m	21,98
Papelão 2 R	21,58	20,99	21,56	23,18	s	0,96
Papelão 3 R	21,58	20,82	22,56	23,25	CV (%)	4,37
m geral	23,97	23,32	22,30	22,76		
s geral	2,63	2,36	0,53	0,91		
CV (%) geral	10,96	10,13	2,38	3,99		

Onde: 1, 2 e 3 – número de repetições; A – armazenamento na temperatura ambiente (controle); R – armazenamento na temperatura a 13°C; m – média; s – desvio padrão; CV – coeficiente de variação.

Na Figura 16 observa-se que as frutas armazenadas no ambiente apresentaram diminuição do valor de sólidos solúveis totais, enquanto que as frutas acondicionadas nas embalagens torito e papelão, armazenado no ambiente refrigerado, apresentaram um decréscimo no terceiro dia de armazenamento e logo após cresceram nos dias seguintes. Já a embalagem ½ caixa apresentou um aumento nos sólidos solúveis totais no terceiro dia e depois se estabilizou até o fim do experimento. Com esse resultado, mais uma vez indica que a embalagem ½ caixa se mostrou superior quanto à conservação das frutas que as demais embalagens.



Onde: PR – embalagem de papelão à 13°C; TR – embalagem torito à 13°C; ½ R – embalagem ½ caixa à 13°C; PA – embalagem papelão em temperatura ambiente; TA- embalagem torito em temperatura ambiente; ½ A- embalagem ½ caixa em temperatura ambiente.

Figura 16. Valores de sólidos solúveis totais (°Brix) das frutas nas diferentes embalagens e nas duas temperaturas, ao longo do período de armazenamento.

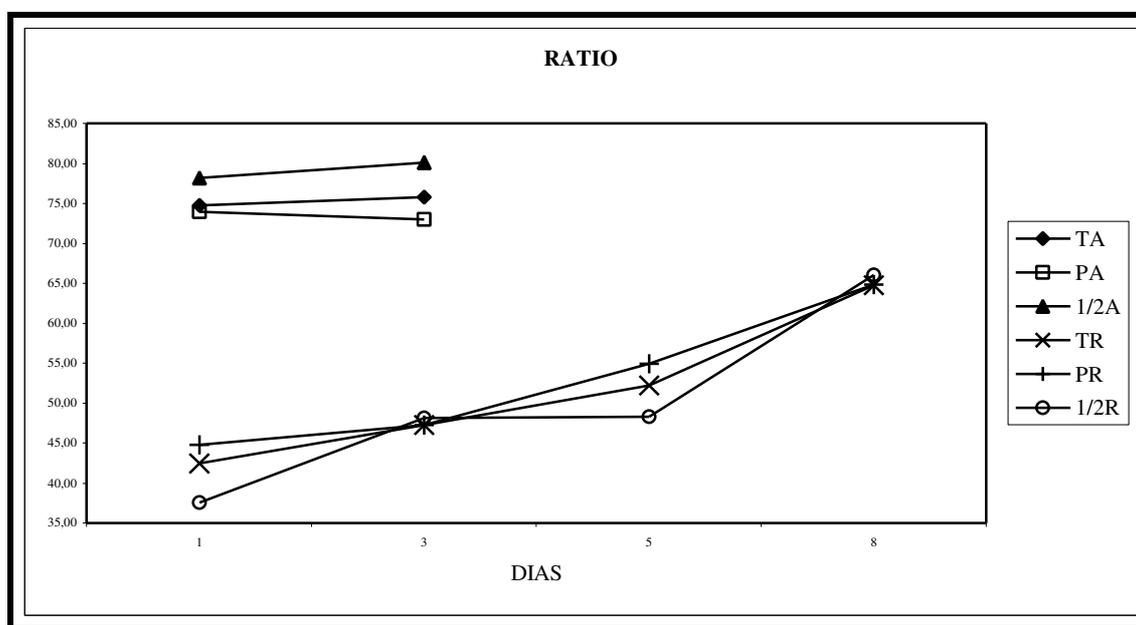
A Tabela 11 apresenta os valores da razão ou relação “ratio”, com suas respectivas médias, desvios padrões e coeficientes de variação dos tratamentos ao longo do período de armazenamento. Como descrito no item material e métodos, o “ratio” é a relação entre o teor de sólidos solúveis totais e a acidez total titulável de um produto e, é este parâmetro que dá indicação sobre o sabor e o estado de maturação de um determinado produto. Verifica-se nesta tabela que o “ratio” das frutas acondicionadas na embalagem ½ caixa, armazenada no ambiente obteve a maior média. Em contra-partida, no armazenamento refrigerado esta embalagem apresentou a menor média. Com isso pode-se dizer que a embalagem ½ caixa, no armazenamento refrigerado conservou as frutas por mais tempo, sem perder a qualidade.

Na Figura 17 observa-se que o “ratio” obteve um aumento lento e gradual durante o período de armazenamento em todos os tratamentos.

Tabela 11. Valores do “ratio” com suas respectivas médias, desvios padrões e coeficientes de variação dos tratamentos ao longo do período de armazenamento.

Tratamentos	Ratio				m		
	05/11/2001	07/11/2001	09/11/2001	12/11/2001			
Torito 1 A	77,15	75,83	-	-	m		75,26
Torito 2 A	75,09	74,71	-	-	s		1,82
Torito 3 A	72,07	76,74	-	-	CV (%)		2,42
½ caixa 1 A	79,70	76,96	-	-	m		79,17
½ caixa 2 A	78,50	81,74	-	-	s		2,25
½ caixa 3 A	76,49	81,60	-	-	CV (%)		2,84
Papelão 1 A	79,18	76,03	-	-	m		73,48
Papelão 2 A	75,69	69,08	-	-	s		4,56
Papelão 3 A	67,09	73,83	-	-	CV (%)		6,21
Torito 1 R	41,01	45,03	47,86	60,46	m		51,67
Torito 2 R	43,68	48,00	56,22	59,66	s		9,55
Torito 3 R	42,75	48,68	52,61	74,08	CV (%)		18,48
½ caixa 1 R	37,60	46,04	43,34	62,79	m		49,99
½ caixa 2 R	37,06	48,21	48,68	61,95	s		11,27
½ caixa 3 R	37,93	50,09	52,73	73,49	CV (%)		22,55
Papelão 1 R	44,35	50,10	60,70	73,11	m		52,95
Papelão 2 R	45,82	42,06	49,68	59,90	s		9,24
Papelão 3 R	44,22	49,57	54,36	61,51	CV (%)		17,46
m geral	58,63	61,91	51,80	65,22			
s geral	17,88	15,14	5,10	6,34			
CV (%) geral	30,50	24,46	9,85	9,72			

Onde: 1, 2 e 3 – número de repetições; A – armazenamento na temperatura ambiente (controle); R – armazenamento na temperatura a 13°C; m – média; s – desvio padrão; CV – coeficiente de variação.



Onde: PR – embalagem de papelão à 13°C; TR – embalagem torito à 13°C; ½ R – embalagem ½ caixa à 13°C; PA – embalagem papelão em temperatura ambiente; TA- embalagem torito em temperatura ambiente ; ½ A- embalagem ½ caixa em temperatura ambiente.

Figura 17. Valores de “ratio” das frutas nas diferentes embalagens e nas duas temperaturas, ao longo do período de armazenamento.

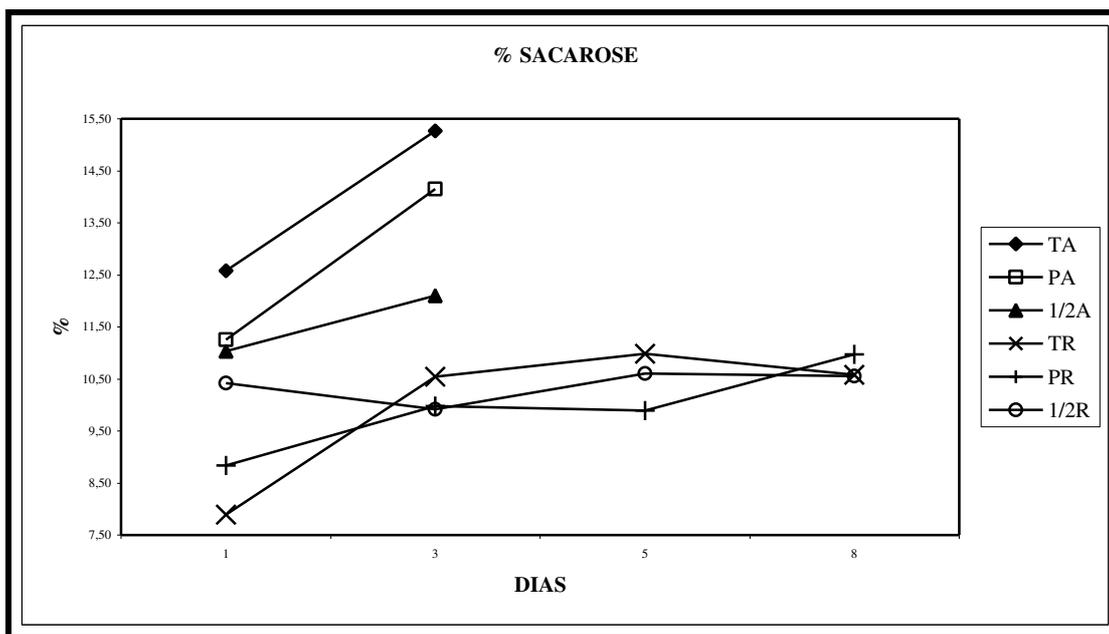
A Tabela 12 apresenta os valores da porcentagem de sacarose, com suas respectivas médias, desvios padrões e coeficientes de variação dos tratamentos ao longo do período de armazenamento.

Na Figura 18 observamos que as frutas armazenadas na temperatura ambiente apresentaram um aumento rápido na porcentagem de sacarose até o terceiro dia, enquanto que os armazenados no ambiente refrigerado sofreram um aumento lento e gradual ao longo do tempo de armazenamento. Esse resultado é conflitante em relação ao encontrado por ROCHA (1984), que diz que o teor de sacarose abaixa quando a banana atinge a fase madura.

Tabela 12. Valores de sacarose, em porcentagem, com suas respectivas médias, desvios padrões e coeficientes de variação dos tratamentos ao longo do período de armazenamento.

Tratamentos	Sacarose (%)					
	05/11/2001	07/11/2001	09/11/2001	12/11/2001		
Torito 1 A	12,41	15,41	-	-	m	13,92
Torito 2 A	12,38	15,97	-	-	s	1,57
Torito 3 A	12,94	14,42	-	-	CV (%)	11,26
½ caixa 1 A	10,34	12,96	-	-	m	11,57
½ caixa 2 A	10,89	11,72	-	-	s	0,90
½ caixa 3 A	11,86	11,62	-	-	CV (%)	7,75
Papelão 1 A	11,83	14,57	-	-	m	12,70
Papelão 2 A	11,26	14,74	-	-	s	1,72
Papelão 3 A	10,69	13,13	-	-	CV (%)	13,50
Torito 1 R	7,89	10,48	10,07	11,30	m	10,00
Torito 2 R	8,64	9,29	9,90	9,13	s	1,70
Torito 3 R	7,15	11,86	12,99	11,30	CV (%)	16,98
½ caixa 1 R	9,71	9,68	9,74	9,66	m	10,38
½ caixa 2 R	9,91	10,37	11,72	11,50	s	0,81
½ caixa 3 R	11,65	9,71	10,35	10,50	CV (%)	7,81
Papelão 1 R	8,64	9,86	9,37	12,42	m	9,92
Papelão 2 R	8,64	9,91	10,40	10,95	s	1,03
Papelão 3 R	9,25	10,16	9,90	9,54	CV (%)	10,43
m geral	10,34	11,99	10,49	10,70		
s geral	1,70	2,24	1,14	1,08		
CV (%) geral	16,48	18,65	10,90	10,08		

Onde: 1, 2 e 3 – número de repetições; A – armazenamento na temperatura ambiente (controle); R – armazenamento na temperatura a 13°C; m – média; s – desvio padrão; CV – coeficiente de variação.



Onde: PR – embalagem de papelão à 13°C; TR – embalagem torito à 13°C; 1/2 R – embalagem 1/2 caixa à 13°C; PA – embalagem papelão em temperatura ambiente; TA- embalagem torito em temperatura ambiente; 1/2 A- embalagem 1/2 caixa em temperatura ambiente.

Figura 18. Valores de porcentagem de sacarose das frutas nas diferentes embalagens e nas duas temperaturas, ao longo do período de armazenamento.

A avaliação sensorial foi baseada em notas conforme descrito anteriormente. Essas notas se basearam nas escalas marcadas pelos julgadores. A seguir apresenta as notas equivalentes a cada categoria de coloração e imperfeição das frutas.

Cor característica:

- Totalmente verde - Nota: 0 a 2,0;
- Mais verde que amarelo - Nota: 2,1 a 4,0;
- Mais amarelo que verde - Nota: 4,1 a 6,0;
- Todo amarelo - Nota: 6,1 a 8,0;
- Amarelo com áreas marrons - Nota: 8,1 a 10,0.

Imperfeição:

- Pouca (0 a 20%) - Nota: 0 a 2,0;
- 21 a 40% de casca com manchas, amassados e outras lesões - Nota: 2,1 a 4,0;
- 41 a 60% de casca com manchas, amassados e outras lesões - Nota: 4,1 a 6,0;
- 61 a 80% de casca com manchas, amassados e outras lesões - Nota: 6,1 a 8,0;
- 81 a 100% de casca com manchas, amassados e outras lesões - Nota: 8,1 a 10,0.

A Tabela 13 apresenta as notas dadas pelos 14 julgadores para a coloração da casca das frutas, com suas respectivas médias, desvios padrões e coeficientes de variação dos

tratamentos ao longo do período de armazenamento.

Tabela 13. Notas de coloração, com suas respectivas médias, desvios padrões e coeficientes de variação dos tratamentos ao longo do período de armazenamento.

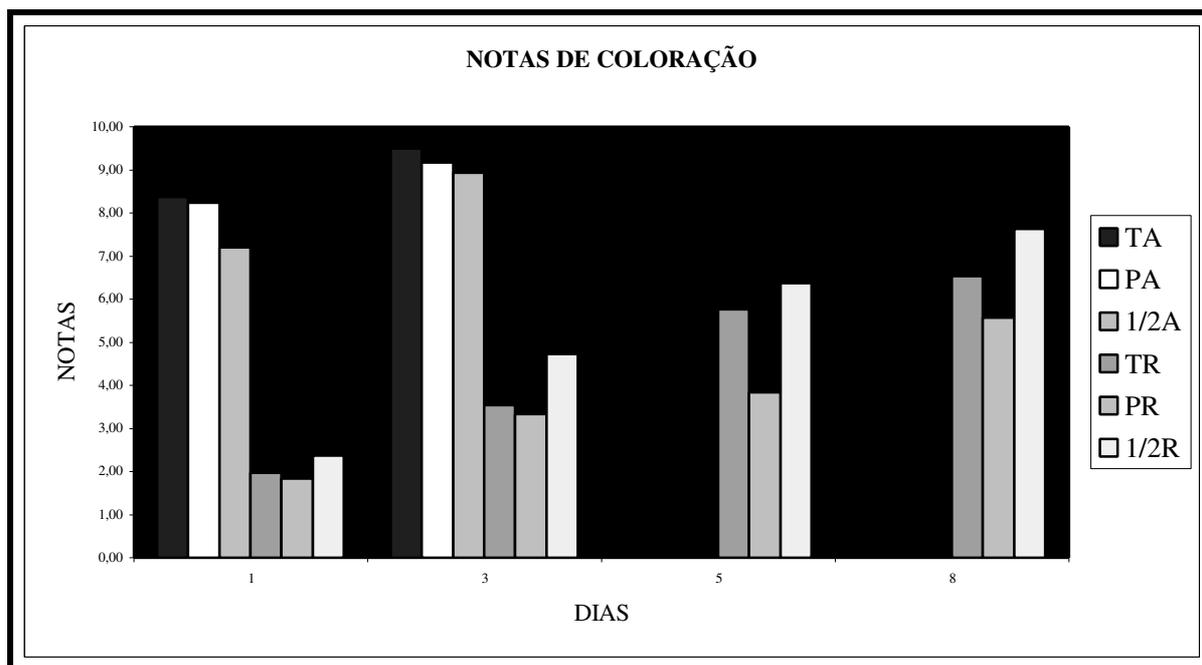
Tratamentos	Notas de coloração					
	05/11/2001	07/11/2001	09/11/2001	12/11/2001		
Torito 1 A	7,6	9,4	-	-	m	8,9
Torito 2 A	8,6	9,8	-	-	s	0,8
Torito 3 A	8,9	9,3	-	-	CV (%)	8,7
½ caixa 1 A	7,0	9,1	-	-	m	8,1
½ caixa 2 A	6,6	8,6	-	-	s	1,1
½ caixa 3 A	8,0	9,1	-	-	CV (%)	13,3
Papelão 1 A	7,9	9,5	-	-	m	8,7
Papelão 2 A	8,4	9,2	-	-	s	0,6
Papelão 3 A	8,4	8,8	-	-	CV (%)	6,7
Torito 1 R	2,3	3,7	5,6	6,5	m	4,5
Torito 2 R	1,2	3,2	5,7	6,6	s	1,9
Torito 3 R	2,4	3,7	6,0	6,5	CV (%)	43,1
½ caixa 1 R	1,8	3,9	6,3	7,4	m	5,3
½ caixa 2 R	2,2	5,5	6,0	8,1	s	2,1
½ caixa 3 R	3,1	4,8	6,8	7,4	CV (%)	40,2
Papelão 1 R	1,2	1,6	3,0	3,7	m	3,6
Papelão 2 R	2,4	4,1	4,4	6,5	s	1,7
Papelão 3 R	1,9	4,3	4,1	6,5	CV (%)	47,5
m geral	5,0	6,5	5,3	6,6		
s geral	3,1	2,9	1,2	1,2		
CV (%) geral	62,4	43,9	22,9	18,3		

Onde: 1, 2 e 3 – número de repetições; A – armazenamento na temperatura ambiente (controle); R – armazenamento na temperatura a 13°C; m – média; s – desvio padrão; CV – coeficiente de variação.

Na Tabela 13 observa-se que, para a temperatura ambiente as frutas apresentaram nota mínima de 7,0 (casca toda amarela) já para o primeiro dia de armazenamento e 8,6 (amarela com casca marrom) para o terceiro dia, e isso indica que as frutas amadureceram rapidamente quando deixadas na temperatura ambiente.

Na temperatura frigorificada, as frutas apresentaram uma evolução das notas, sendo que no primeiro dia havia desde frutas com coloração totalmente verde até com mais verde que amarelo. Observa-se que no primeiro dia havia frutas totalmente verdes, e isso provavelmente ocorreu devido às falhas na maturação das frutas. No último dia de armazenamento, as frutas apresentaram coloração da casca totalmente amarela e somente a embalagem ½ R 2 apresentou nota 8,1, indicando casca amarela com áreas marrons. Pela análise sensorial verificou que apesar da embalagem ½ caixa ter apresentado qualidade superior quanto aos parâmetros físico-químicos, neste caso ocorreu o inverso.

Na Figura 19, está apresentada a evolução das notas atribuídas da coloração pelos julgadores, para as diferentes embalagens e nas duas temperaturas, ao longo do tempo de armazenamento.



Onde: PR – embalagem de papelão à 13°C; TR – embalagem torito à 13°C; ½ R – embalagem ½ caixa à 13°C; PA – embalagem papelão em temperatura ambiente; TA- embalagem torito em temperatura ambiente; ½ A- embalagem ½ caixa em temperatura ambiente.

Figura 19. Notas atribuídas da coloração das frutas pelos julgadores, para as diferentes embalagens e nas duas temperaturas, ao longo do tempo de armazenamento.

A Tabela 14 apresenta as notas dadas pelos 14 julgadores para a imperfeição da casca das frutas, com suas respectivas médias, desvios padrões e coeficientes de variação dos tratamentos ao longo do período de armazenamento.

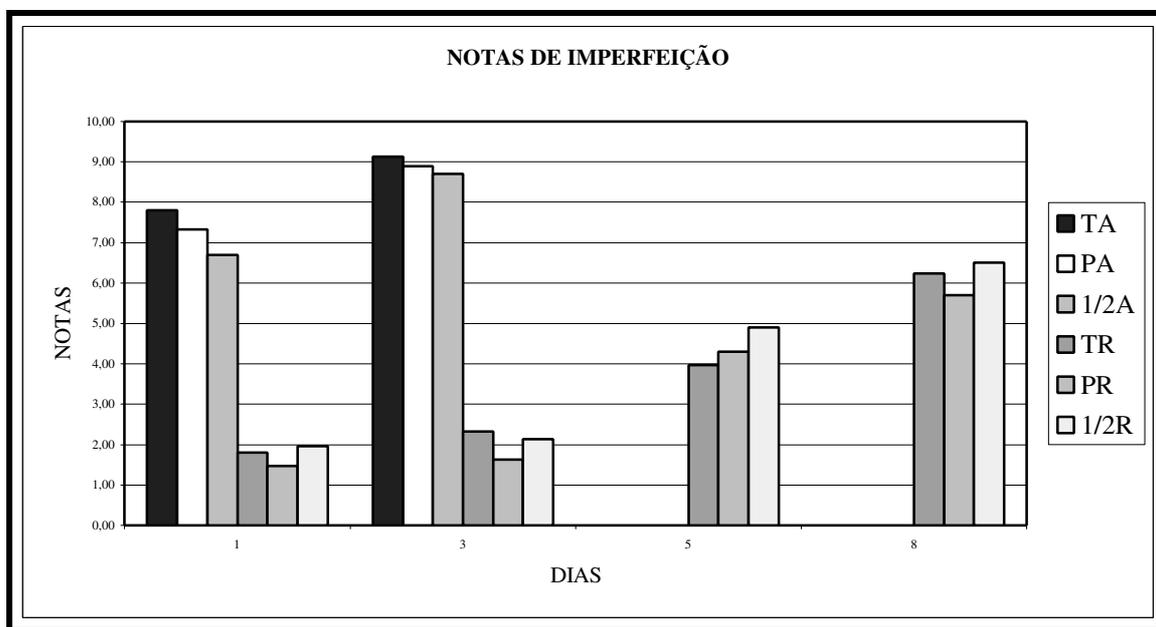
Observa-se que para a temperatura ambiente as frutas apresentaram nota mínima de 7,0 já para o primeiro dia de armazenamento, indicando que as frutas já apresentavam mais de 61% da casca com imperfeições e média de 8,3 para o terceiro dia, indicando que os mesmos apresentavam mais de 80% da casca com imperfeições (Tabela 14).

Na temperatura refrigerada, as frutas apresentaram uma evolução das notas, sendo que no primeiro dia as frutas estavam com no máximo 20% de imperfeições na casca, com exceção da embalagem torito 3 e ½ caixa 2 que apresentaram de 41 a 60% da casca com imperfeições e para o último dia de armazenamento, com no mínimo 60% e máximo de 80% de imperfeições na casca, com exceção da embalagem de papelão 3 que apresentou nota 5,5 (41 a 60% com manchas, amassados e outras lesões).

Tabela 14. Notas de imperfeição, com suas respectivas médias, desvios padrões e coeficientes de variação dos tratamentos ao longo do período de armazenamento.

Notas de imperfeição						
Tratamentos	05/11/2001	07/11/2001	09/11/2001	12/11/2001		
Torito 1 A	7,0	9,1	-	-	m	8,5
Torito 2 A	7,7	9,5	-	-	s	0,9
Torito 3 A	8,7	8,8	-	-	CV (%)	11,0
½ caixa 1 A	6,7	8,9	-	-	m	7,7
½ caixa 2 A	6,6	8,4	-	-	s	1,1
½ caixa 3 A	6,8	8,8	-	-	CV (%)	14,4
Papelão 1 A	6,9	9,6	-	-	m	8,1
Papelão 2 A	8,5	8,8	-	-	s	1,2
Papelão 3 A	6,6	8,3	-	-	CV (%)	14,2
Torito 1 R	1,7	1,8	3,7	6,1	m	3,6
Torito 2 R	1,6	2,4	3,4	6,1	s	1,8
Torito 3 R	2,1	2,8	4,8	6,5	CV (%)	51,6
½ caixa 1 R	1,3	1,7	2,9	6,4	m	3,9
½ caixa 2 R	2,9	2,9	6,2	6,4	s	2,2
½ caixa 3 R	1,7	1,8	5,6	6,7	CV (%)	56,3
Papelão 1 R	1,0	1,4	4,7	5,5	m	3,3
Papelão 2 R	1,9	1,8	4,6	6,1	s	1,9
Papelão 3 R	1,5	1,7	3,6	5,5	CV (%)	58,3
m geral	4,5	5,5	4,4	6,1		
s geral	2,9	3,6	1,1	0,4		
CV (%) geral	64,6	65,2	24,5	6,6		

Onde: 1, 2 e 3 – número de repetições; A – armazenamento na temperatura ambiente (controle); R – armazenamento na temperatura a 13°C; m – média; s – desvio padrão; CV – coeficiente de variação.



Onde: PR – embalagem de papelão à 13°C; TR – embalagem torito à 13°C; ½ R – embalagem ½ caixa à 13°C; PA – embalagem papelão em temperatura ambiente; TA- embalagem torito em temperatura ambiente; ½ A- embalagem ½ caixa em temperatura ambiente.

Figura 20. Notas atribuídas para imperfeição das frutas pelos julgadores, para as diferentes embalagens e nas duas temperaturas, ao longo do tempo de armazenamento.

Na Figura 20, está apresentada a evolução das notas atribuídas da imperfeição da casca da banana, pelos julgadores, para as diferentes embalagens e nas duas temperaturas, ao longo do tempo de armazenamento.

A seguir está apresentada a análise estatística através de componentes principais de todas as análises físico-químicas e sensoriais avaliadas chamadas de variáveis quando então foram transformadas em uma única variável.

Primeiramente, foram analisadas as variáveis das diferentes embalagens e nas duas temperaturas, do primeiro ao terceiro dia de armazenamento, quando então as embalagens da temperatura ambiente foram descartadas.

A Tabela 15 expressa os valores das médias e desvios padrões das variáveis químicas dos tratamentos do primeiro ao terceiro dia de armazenamento.

Tabela 15. Médias e desvios padrões das variáveis físico-químicas e sensoriais dos tratamentos do primeiro e terceiro dia de armazenamento, nas duas temperaturas.

Variáveis químicas	Média	Desvio padrão
Acidez 1	0,43500	0,09271
Acidez 3	0,38533	0,06461
Sólidos solúveis totais 1	23,97278	2,62654
Sólidos solúveis totais 3	23,32472	2,36384
pH 1	4,57722	0,14125
pH 3	4,76556	0,18082
% sacarose 1	10,33867	1,70356
% sacarose 3	11,99150	2,23632
% perda peso 1	0,78091	0,22401
% perda peso 3	2,38299	1,00534
Coloração casca 1	4,98729	3,11135
Coloração casca 3	6,52970	2,86411
Imperfeição casca 1	4,49780	2,90481
Imperfeição casca 3	5,46445	3,56267

Onde: 1= primeiro dia de armazenamento; 3= terceiro dia de armazenamento

A Tabela 16 expressa a proporção da variância, a proporção acumulada da variância e as correlações entre as variáveis iniciais e as novas variáveis, chamadas de componentes principais.

Tabela 16. Correlações, proporção da variância e proporção acumulada da variância entre as variáveis iniciais e as componentes principais.

	Comp. 1	Comp.2	Comp. 3
Acidez 1	-0,9529878	0,2508587	-0,0857728
Acidez 3	-0,7992602	0,1302166	-0,4239365
Sólidos solúveis totais 1	0,9594710	0,0165021	-0,0208485
Sólidos solúveis totais 3	0,9238271	0,2965401	-0,0877846
pH 1	0,9169461	-0,1783029	0,2378543
pH 3	0,8605648	0,0715111	0,3850852
% sacarose 1	0,7869865	0,4755259	-0,1597354
% sacarose 3	0,8766621	0,0126556	-0,3502211
% perda peso 1	0,6792082	-0,6323468	-0,3193741
% perda peso 3	0,9571694	-0,2313939	-0,7304560
Coloração casca 1	0,9774208	0,1147738	-0,0729224
Coloração casca 3	0,9637658	0,1833236	-0,0535435
Imperfeição casca 1	0,9797608	0,0726132	-0,0568583
Imperfeição casca 3	0,9900764	0,0615665	0,0294884
Prop. Var.	0,8208690	0,0671811	0,0477056
Prop. Acum.	0,8208690	0,8880500	0,9357556

Onde: 1= primeiro dia de armazenamento; 3= terceiro dia de armazenamento

Analisando a Tabela 16, observa-se que o primeiro componente principal totaliza 82,1% da variabilidade dos dados. Desta forma, esse componente pode, perfeitamente, ser utilizado para representar o conjunto das variáveis medidas nas embalagens e temperaturas testadas, uma vez que este incorpora mais de 80% da variância. Observa-se ainda nesta tabela que os coeficientes do primeiro componente principal está altamente relacionado com todas as variáveis testadas, em especial com a imperfeição na casca no terceiro dia de armazenamento cujo coeficiente foi o de maior carga. Observa-se que a acidez no primeiro e terceiro dia de armazenamento está com o sinal negativo. Isto indica que as frutas sofreram amadurecimento do primeiro ao terceiro dia de armazenamento.

A Figura 21 explicita a relação entre os dois primeiros componentes principais para o primeiro e terceiro dia de armazenamento das frutas. Observa-se que as embalagens numeradas de 1 a 9, que correspondem à armazenagem na temperatura ambiente, estão posicionadas no lado positivo do eixo da primeira componente principal conforme assinalados, indicando um amadurecimento mais rápido, quando comparadas às armazenadas a 13°C. Neste caso, o eixo da componente 1 (amadurecimento) está colocando a temperatura ambiente em oposição à temperatura de 13°C.

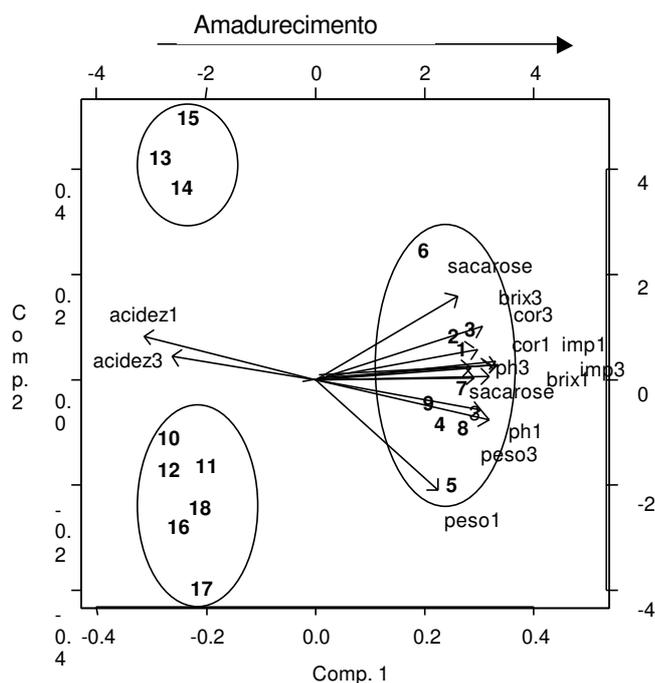


Figura 21. Relação entre os dois componentes principais para as variáveis físico-químicas e sensoriais dos tratamentos do primeiro ao terceiro dia de armazenamento.

Como descrito anteriormente, no item material e métodos, os componentes principais expressam combinações lineares correlacionadas ou não com as variáveis. Neste caso verifica-se através do componente 1 que as frutas perderam sua qualidade no terceiro dia de armazenamento, principalmente com relação à temperatura ambiente como mostrado na Figura 21.

Tabela 17. Números de repetições, média, desvio padrão e observações do componente 1 do primeiro ao terceiro dia de armazenamento.

Tratamentos	NR	Média	D. padrão	Obs. Componente 1		
Torito ambiente	3	3,6725	0,0143	3,7300	3,5351	3,7525
Torito 13°C	3	-3,3930	0,0470	-3,6304	-3,2054	-3,3433
½ caixa ambiente	3	2,9913	0,0407	3,1533	3,0554	2,7653
½ caixa 13°C	3	-3,5773	0,1424	-4,0016	-3,4512	-3,2791
Papelão ambiente	3	3,4518	0,2445	3,7325	3,7420	2,8809
Papelão 13°C	3	-3,1454	0,1099	-3,5280	-2,9471	-2,9610

Na Tabela 17 temos o número de repetições, a média, o desvio padrão e as observações originais do componente 1. A seguir mostraremos a análise de variância do componente 1, ou seja, grau de maturação, que explica cerca de 82% da variabilidade total dos dados.

Tabela 18. Quadro de Análise de Variância do componente 1.

C. V.	G.L.	S.Q	Q.M.	F _{CALC.}
Embalagem	2	0,77	0,39	3,87
Temperatura	1	204,65	204,65	2050,75
Embalagem X Temperatura	2	0,23	0,12	1,17
Resíduo	12	1,198	0,99	-

Como $F_{TAB.; 0,05;2;12} = 3,89 > F_{CALC.} = 3,87$, aceita a hipótese de que as embalagens apresentem a mesma performance em relação ao período de armazenamento, embora muito pouco ($P_{VALUE} = 0,050$), para o nível de 5% de probabilidade, e com isso pode-se afirmar que as embalagens não interferiram nas variáveis do componente 1, até o terceiro dia de armazenamento.

Como $F_{TAB.; 0,01;1;12} = 9,33 < F_{CALC.} = 2.050,75$, rejeita-se a hipótese de que as temperaturas apresentem a mesma performance em relação às variáveis do componente 1, ao nível de 1% de probabilidade. Portanto, pode-se afirmar que a temperatura influenciou na qualidade das frutas em relação ao tempo de armazenamento, sendo que a temperatura ambiente (controle) apresentou qualidade inferior das frutas já no terceiro dia de armazenamento.

Na interação, o $F_{TAB.; 0,05;2;12} = 3,89 > F_{CALC.} = 1,17$, verifica-se que não existe efeito interação entre o tipo de embalagem e a temperatura do componente 1 (Tabela 18), à um nível de 5% de probabilidade. Com isso pode-se afirmar que a temperatura não influenciou em relação às embalagens testadas.

A seguir está apresentada a análise estatística das variáveis em todas as embalagens na temperatura frigorificada (13°C), do primeiro ao oitavo dia de armazenamento, quando então as frutas foram descartadas.

A Tabela 19 expressa os valores das médias e desvios padrões das variáveis químicas dos tratamentos do primeiro ao oitavo dia de armazenamento.

Tabela 19. Médias e desvios padrões das variáveis físico-químicas e sensoriais dos tratamentos do primeiro ao oitavo dia de armazenamento, à 13°C.

Variáveis químicas	Média	Desvio padrão
Acidez 1	0,52011	0,04047
Acidez 3	0,44700	0,03160
Acidez 5	0,43367	0,03788
Acidez 8	0,35111	0,02807
Sólidos solúveis totais 1	21,51889	0,22630
Sólidos solúveis totais 3	21,18889	0,97944
Sólidos solúveis totais 5	22,29556	0,53083
Sólidos solúveis totais 8	22,75667	0,90718
pH 1	4,45000	0,03317
pH 3	4,61111	0,03723
pH 5	4,59667	0,04770
pH 8	4,47667	0,05454
% sacarose 1	9,05489	1,29667
% sacarose 3	10,14667	0,73985
% sacarose 5	10,49233	1,14361
% sacarose 8	10,70044	1,07816
% perda peso 1	0,64415	0,22690
% perda peso 3	1,46105	0,39612
% perda peso 5	3,23086	0,82149
% perda peso 8	4,05274	0,84230
Coloração casca 1	2,03493	0,61467
Coloração casca 3	3,85371	1,09187
Coloração casca 5	5,31186	1,21675
Coloração casca 8	6,57350	1,20488
Imperfeição casca 1	1,75146	0,54049
Imperfeição casca 3	2,03362	0,54628
Imperfeição casca 5	4,37614	1,07234
Imperfeição casca 8	6,14354	0,40273

Onde: 1= primeiro dia de armazenamento; 3= terceiro dia de armazenamento; 5= quinto dia de armazenamento; 8= oitavo dia de armazenamento.

A Tabela 20 expressa a proporção da variância, a proporção acumulada da variância e as correlações entre as variáveis iniciais e as novas variáveis, chamadas de componentes principais, do primeiro ao oitavo dia de armazenamento.

Tabela 20. Correlações, proporção da variância e proporção acumulada da variância entre as variáveis iniciais e os componentes principais, do primeiro ao oitavo dia de armazenamento, à 13°C.

	Comp. 1	Comp.2	Comp. 3
Acidez 1	0,8926739	-0,2147247	-0,2265076
Acidez 3	0,3601420	-0,5472888	0,5073713
Acidez 5	0,6322265	-0,1609002	0,1856689
Acidez 8	-0,3483883	-0,3388572	0,5590448
Sólidos solúveis totais 1	-0,5015140	-0,4512859	-0,4044890
Sólidos solúveis totais 3	0,7002629	-0,5384030	-0,0516472
Sólidos solúveis totais 5	-0,2280119	0,5742041	-0,5014985
Sólidos solúveis totais 8	-0,5019351	0,3879159	-0,0712219
pH 1	-0,8827111	-0,2217665	0,3222203
pH 3	0,6330731	0,0403890	-0,6230627
pH 5	-0,1926843	-0,3816025	0,7830227
pH 8	0,9538915	-0,0086411	-0,0041857
% sacarose 1	0,4863273	-0,5457850	-0,0214814
% sacarose 3	0,1369987	0,8700137	0,1099132
% sacarose 5	0,4624220	0,7493363	0,2601962
% sacarose 8	-0,1580298	0,6047631	0,0573261
% perda peso 1	-0,8593801	0,0733209	0,4666942
% perda peso 3	-0,8853104	0,0700249	0,3612516
% perda peso 5	-0,7978605	0,0766812	0,2623181
% perda peso 8	-0,5297980	0,2664984	0,0836311
Coloração casca 1	0,5094476	0,2513831	0,4008478
Coloração casca 3	0,7336354	-0,0440441	0,5721862
Coloração casca 5	0,8994709	0,0172528	-0,0916299
Coloração casca 8	0,8420477	-0,1521788	0,3826997
Imperfeição casca 1	0,5606972	0,4199874	0,6051731
Imperfeição casca 3	0,5523784	0,5375333	0,1774875
Imperfeição casca 5	0,3493016	0,4594695	0,2932852
Imperfeição casca 8	0,8650979	0,1257856	0,0795258
Prop. Var.	0,4057103	0,1609522	0,1365862
Prop. Acum.	0,4057103	0,5666625	0,7032487

Onde: 1= primeiro dia de armazenamento; 3= terceiro dia de armazenamento; 5= quinto dia de armazenamento; 8= oitavo dia de armazenamento.

Analisando a Tabela 20, observa-se que os dois primeiros componentes principais totalizam 56,1% da variabilidade dos dados. Desta forma, esses componentes podem ser utilizados para representar o conjunto das variáveis medidas nas embalagens testadas, uma vez que este incorpora mais de 56% da variância. Nota-se, ainda, nesta tabela que os coeficientes do primeiro componente principal estão altamente relacionados com a acidez total titulável no primeiro e quinto dia de armazenamento, sólidos solúveis totais no terceiro dia, pH no terceiro e oitavo dia, coloração da casca no terceiro, quinto e oitavo dia e imperfeição na casca no oitavo dia. Observa-se também que a porcentagem de perda de peso no primeiro, terceiro e quinto dia de armazenamento e pH no primeiro dia estão com o sinal negativo.

Através do componente 1 pode-se verificar que a qualidade das frutas foi mantida até o terceiro dia para as embalagens refrigeradas, indicando já no quinto dia qualidade inferior. No oitavo dia de armazenamento as frutas apresentaram redução do pH e aumento na imperfeição da casca, também influenciando na qualidade das frutas.

O segundo componente principal possui alta correlação positiva com a porcentagem de sacarose no terceiro, quinto e oitavo dia de armazenamento, e através desse resultado, pode-se verificar que a porcentagem de sacarose aumentou até ao oitavo dia, indicando perda da qualidade da fruta no último dia de armazenamento.

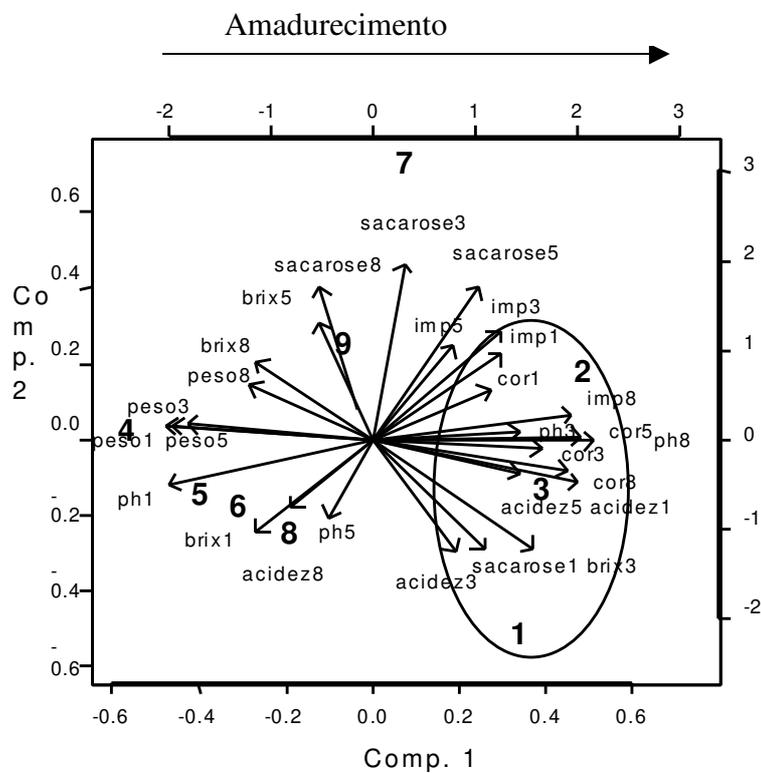


Figura 22. Relação entre os dois componentes principais para as variáveis físico-químicas e sensoriais dos tratamentos do primeiro ao oitavo dia de armazenamento.

A Figura 22 explicita a relação entre os dois primeiros componentes principais do primeiro ao oitavo dia de armazenamento das frutas. Observamos que as embalagens numeradas de 1, 2 e 3 (torito) estão posicionadas no lado positivo do eixo da primeira componente principal conforme assinalados, indicando um amadurecimento mais rápido, e conseqüentemente perda da qualidade quando comparadas às demais embalagens.

A seguir, apresenta-se a análise de variância do componente 1, ou seja, grau de maturação, que explica cerca de 41,0% da variabilidade total dos dados para as embalagens testadas no ambiente refrigerado.

Tabela 21. Quadro de Análise de Variância do Componente 1, para primeiro ao oitavo dia de armazenamento das frutas, à 13°C.

C. V.	G.L.	S.Q	Q.M.	F
Embalagens	2	94,0614	47,0307	34,51
Resíduo	6	8,1769	1,3628	-
Total	8	102,2383	-	-

Como o valor de $F_{TAB.; 0,01;2;6} = 10,92 < F_{CALC.} = 34,51$, rejeita-se a hipótese de que as embalagens apresentem o mesmo comportamento na temperatura frigorificada, em relação às variáveis do componente 1, um nível de 1% de significância. Com isso pode-se afirmar que as embalagens apresentam comportamentos diferentes, em relação à qualidade das frutas, na temperatura de 13°C (Tabela 21).

Tabela 22. Teste de Tukey para as médias do componente 1 das embalagens testadas do primeiro ao oitavo dia de armazenamento das frutas, à 13°C.

Teste de Tukey	
DMS (Tukey)= 2,9251	
Torito	4,0580 A
Papelão	-0,2052 B
½ caixa	- 3,8528 C

Com o auxílio dos resultados das análises estatísticas do teste F descrito na tabela anterior, pode-se observar que houve diferença significativa ao nível de 1% de probabilidade. Com isso aplicou-se o teste Tukey, para ordenar as embalagens. Verifica-se que existiu efeito das embalagens testadas do primeiro ao oitavo dia de armazenamento refrigerado, e, portanto as embalagens influenciaram sobre a perda de qualidade das frutas (Tabela 22). Verifica-se que a embalagem ½ caixa se apresentou superior às demais embalagens, conservando melhor as frutas e também, verifica-se que a embalagem torito apresentou inferioridade quanto às demais embalagens conforme indicado na Figura 22. Isso se deve ao fato da embalagem ½ caixa apresentar menor quantidade de frutas e maior ventilação que as demais embalagens e conseqüentemente a qualidade da fruta se torna superior quando comparada com as

embalagens com maior quantidade de fruta.

Tabela 23. Quadro de Análise de Variância do componente 2 para primeiro ao oitavo dia de armazenamento das frutas, à 13°C.

C. V.	G.L.	S.Q	Q.M.	F
Embalagens	2	11,7465	5,8732	1,22
Resíduo	6	28,8127	4,8021	-
Total	8	40,5591	-	-

Como o valor de $F_{TAB.; 0,05;2;6} = 10,92 > F_{CALC.} = 1,22$, aceita-se a hipótese de que as variáveis (porcentagem de sacarose no terceiro, quinto e oitavo dia de armazenamento) do componente 2, não foram influenciadas pelas embalagens testadas, a um nível de 5% de significância (Tabela 23). Com isso pode-se afirmar que do terceiro ao oitavo dia de armazenamento a 13°C, as frutas apresentaram um aumento uniforme da porcentagem de sacarose entre as três embalagens testadas.

4.4. Considerações finais

Em relação à avaliação dos danos físicos ou mecânicos nas frutas quanto a passagem nas diferentes etapas do beneficiamento, observou-se que a lavoura, a colheita e transporte do produto até o galpão de beneficiamento provocaram danos acumulativos na banana e que as etapas sucessivas como acondicionamento nas embalagens e o transporte até o centro de distribuição, estes danos foram acentuados, duplicando os defeitos leves e quintuplicando os defeitos graves, acarretando em podridões as frutas após a climatização. Isto pode ser explicado pela sobrecarga na embalagem e, conseqüentemente, o maceramento dos dedos entre eles e com as embalagens e pelas más condições das rodovias, devido a alta vibração do produto no decorrer da propriedade produtora até os centros de distribuição.

Outra observação, feita nas avaliações, foi que a falta de tratamentos culturais adequados no processo de produção provocou um aumento expressivo da praga tripses, a qual foi observada por pintas na casca, provocada pelo inseto sugador, e manchas entre os dedos, causado pelo inseto raspador, desclassificando as frutas automaticamente para a categoria III do Programa Brasileiro para a Melhoria dos Padrões Comerciais e Embalagens de Hortigranjeiros. O

produtor deverá, urgente, tomar medidas quanto aos tratamentos culturais na lavoura para a erradicação dessa praga e atingir, pelo menos a classificação em categoria II.

Em relação às embalagens utilizadas para os experimentos, observou-se que a embalagem de papelão não se mostrou apropriada para o acondicionamento das frutas devido sua pouca resistência no empilhamento das caixas, não suportando o peso e sofrendo deformações e como consequência amassando as frutas, causando um aumento significativo nos defeitos graves. Verificou-se, então, a necessidade de estudos para a elaboração de uma embalagem de papelão mais apropriada, aonde apresente reforços laterais para que possam suportar o empilhamento e conseqüentemente a paletização.

Outro aspecto observado e de bastante interesse para a comercialização desse produto foi o envolvimento das pencas com o plástico “bolha”, metodologia aplicada com o intuito de minimizar danos para os tratamentos testemunhas, o qual proporcionou uma redução no número de danos graves para as frutas protegidas. Fica com isso uma indicação para, futuramente, a aplicação dessa metodologia como forma de redução desses danos no processo de comercialização, não esquecendo que, também, a diminuição do peso de frutas por embalagem se faz necessária.

Quando se avaliaram os defeitos graves e leves em cada etapa do beneficiamento, tomou-se o máximo de cuidado para que o manuseio adotado na metodologia aplicada não provocasse danos, mas, mesmo assim, este manuseio contribuiu muito para o aumento destes danos, principalmente após o transporte das frutas. O Programa Brasileiro para a Melhoria dos Padrões Comerciais e Embalagens de Hortigranjeiros estabelece que para o enquadramento da banana em categorias de venda, há a necessidade de se avaliar todo o lote, e isso sempre causará aumento de danos, ocasionados com o aumento no manuseio da fruta para a avaliação em questão, comprovando que o aumento no manuseio proporciona perda de qualidade.

Quanto às avaliações de defeitos, para quantificar em graves e leves, foi encontrada uma dificuldade no critério adotado para o tamanho de lesão grave e leve. É muito trabalhoso e leva um considerável tempo para a avaliação das frutas de uma única embalagem. Portanto, faz-se necessário uma possível reavaliação desse critério, sem perder a confiabilidade. Embora ocorra dificuldades na avaliação é muito importante a utilização de uma metodologia de classificação dos produtos brasileiros, para começar a tornar os produtos hortifrutícolas

competitivos, e conseqüentemente, um aumento da qualidade dos produtos vendidos internamente, principalmente no caso da banana, para quem sabe atingir a exportação.

Em relação à segunda parte do experimento, a conservação das frutas em ambiente refrigerado aumentou a vida útil das frutas, em 5 dias, sofrendo o processo de maturação vagarosamente, porém continuamente, verificadas através das avaliações sensoriais e físico-químicas das frutas.

Quando os resultados das avaliações físico-químicas e sensoriais das frutas foram todos agrupados em uma única variável, através do método estatístico de componentes principais, pode-se chegar a conclusão que a melhor embalagem para o acondicionamento das frutas é a ½ caixa, provando que a redução de frutas por embalagem se faz necessária, e também maior ventilação, pois assim há menos etileno no interior das embalagens, preservando a qualidade por mais tempo.

Ainda há muito estudo a ser realizado em relação à pós-colheita de frutas, principalmente a banana, pois esta é uma fruta muito perecível e a qualidade ainda é muito inferior à aceitável. Deverá haver uma conscientização por parte dos produtores, distribuidores e consumidores para o aumento dessa qualidade, que deve vir do campo e preservada até o consumo final.

5. CONCLUSÕES

Pode-se concluir com este trabalho que:

- ✍ Os métodos de manuseio utilizados pela propriedade, o acondicionamento das frutas nas embalagens e o transporte até o centro de distribuição favorecem o aumento de danos físicos nas bananas;
- ✍ A falta de sanidade da lavoura provocou uma desclassificação da banana;
- ✍ A estocagem frigorificada (13°C) aumenta a vida útil da banana em cinco dias;
- ✍ A melhor embalagem para o acondicionamento da banana é a torito ½ caixa, de capacidade para 13 kg de produto.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANUÁRIO DA AGRICULTURA BRASILEIRA (AGRIANUAL). São Paulo. 2002. 545p.

ALVES, E.J. **A cultura da banana**. Aspectos Técnicos, Socioeconômicos e Agroindustriais. EMBRAPA, Brasília, DF, 1999. 585p.

ASHRAE. Methods of precooling fruits, vegetables, and cut flowers. **Refrigeration Systems and Applications Handbook**. C. 10. American Society of Heating, Refrigerating and Air - Conditioning Engineers, Inc. ASHRAE, Atlanta, Georgia. 1994.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 6023: Informação e Documentação – Referências – Elaboração. Rio de Janeiro: ABNT, 2000.

BELALCÁZAR CARVAJAL, S. L. **El cultivo del plátano en el trópico**. Cali, Colombia: Impresora Feriva, 1991. 376p.

BLEINROTH, E.W. **Manuseio pós-colheita, classificação, embalagem e transporte de banana**. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE BANANICILTURA, 1, Jaboticabal, 1984. Anais... Jaboticabal: FCAVJ, 1984. p. 368-390.

BLEINROTH, E. W.; SIGRIST, J. M.; ARDITO, E. F.; CASTRO, J. V.; SPAGNOL, W. A.; NEVES Fº, L. C. **Tecnologia de Pós-colheita de Frutas Tropicais**. Campinas: Instituto de Tecnologia de Alimentos-ITAL. 1992. p.203.

BLEINROTH, E. W. **Banana: cultura, matéria-prima, processamento e aspectos econômicos**. 2ª ed. rev. e ampl. Campinas. Instituto de Tecnologia de Alimentos-ITAL. 1995. 302p.

BORDIN, M.R. **Embalagem para frutas e hortaliças** In: Tecnologia de resfriamento de frutas e hortaliças. Campinas. 1998. p. 19-27.

BRASIL. Ministério da Agricultura. Secretaria Nacional de Abastecimento. **Normas e padrões de identidade, qualidade e embalagem para classificação e comercialização – Banana**. Brasília, 1986. 22p.

CAMARGO, G. A. Perdas pós-colheita de verduras e frutas frescas. In: Anuário da Agricultura Brasileira (AGRIANUAL). São Paulo. 2002. p. 41-42.

CHAMPION, J. **El plátano**. Barcelona: Blume, 1975. p. 11-41.

CHITARRA, A. B.; CHITARRA, M. I. F. Manejo pós-colheita amadurecimento comercial de banana. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 19, n. 6, p. 761-771, 1984.

CHITARRA, M.I.F.; CHITARRA, A.B. **Pós-colheita de frutas e hortaliças. Fisiologia e manuseio**. ESAL/FAEPE. Lavras. 1990. 293p.

CHITARRA, A. B. **Armazenamento de frutos e hortaliças por refrigeração**. UFLA/FAEPE. Lavras. 1999. 58p.

DURIGAN, J. F.; RUGGIERO, C. **Bananas de qualidades**. Jaboticabal, SP. FUNEP, 1995. 37p.

EMBRAPA. **Perdas na Agropecuária Brasileira**. Centro de Pesquisas. Relatório Preliminar. Ministério da Agricultura, Abastecimento e Reforma Agrária. Brasília, DF. 05/1993.

ESCHKE, F. **The world of packaging**. IAPRI. Califórnia. 1998.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. FAO. Disponível em <<http://www.fao.org>> Acesso em: 5 Setembro 2000.

FRUTISÉRIES. **Banana**. Ministério da Integração Nacional – MI, 2000.

GOTTREICH, M.; HALEVY, Y. Delaying ripening of pre-harvest bananas (Dwarf Cavendish) with Gibberellins. **Fruits D'Outre Mer**. v. 37. n. 2. p. 97-102. 1982.

HADDAD G. O.; BORGES, F. O. **Los bananos en Venezuela**; estudio y descripción de clones de plátano y cambur: Maracay, Venezuela: Universidad Central de Venezuela, 1973. 106p.

HOFFMAN, R. **Componentes Principais**. Série Didática, Número 76. ESALQ, Piracicaba,

SP, 25 p. 1992.

HONÓRIO, S. L. **Fisiologia pós-colheita de frutas e hortaliças** in: II Curso de Atualização em Tecnologia de Resfriamento de Frutas e Hortaliças. UNICAMP. Campinas, SP. 1998. 161p.

INSTITUTO DE ECONOMIA AGRÍCOLA. Previsão e estimativa das safras agrícolas no estado de São Paulo. Disponível em: <<http://www.iea.sp.gov.br>> Acesso em: 3 Maio 2000.

KADER, A. A. (ed.) **Postharvest technology of horticultural crops**. Publ. no. 3311. 2nd. edition. Coop Ext. Uni. of Ca. USA. 1992. 295p.

LICHTENBERG, L. A. Colheita e pós-colheita da banana. **Informe Agropecuário**, v.20, n. 196, p. 73-90, jan./fev.1999.

MANICA, I. Fruticultura tropical 4: **Banana**. Porto Alegre: Cinco Continentes, 1997. 485 p.

MASCARENHAS, G. C. C. Banana: comercialização e Mercados. **Informe Agropecuário**, v.20, n. 196, p. 97-108, jan./fev. 1999.

MARRIOT, J. Bananas: physiology and biochemistry of storage and ripening for optimum quality. Critical Reviews in **Food Science and Nutrition**, v. 13, n. 1, p. 41-88, 1980.

MITCHELL, F. G. The Need for Cooling. In: Kader, A. A. (ed.) **Postharvest Technology of Horticultural Crops**. Publ. no. 3311. p. 53-56. 2nd. edition. Coop. Ext. Uni. of Ca. Division of Agriculture and Natural Resources. University of California. Davis, California. USA. 1992.

MOREIRA, R. S.; SAES, L. A. Considerações sobre o banco de germoplasma do IAC. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 7., 1984, Florianópolis, SC. Anais... Florianópolis: SBF/EMPASC, 1984. v. 1, p. 220-236.

MOREIRA, R. S. **Banana: teoria e prática de cultivo**. Campinas: Fundação Cargill, 1987. 335p.

MOREIRA, J. A. N.; SANTOS, J. W.; OLIVEIRA, S. R. M. **Abordagens e metodologias para avaliação de germoplasma**. Embrapa – CNPA/SPI. Campina Grande. 1994. 115p.

NEVES Fº, L. C. **A Cadeia do Frio no Brasil**. Revista ABRAVA. São Paulo, SP. 1993.

OLIVEIRA, S. S. et al. In: **A Cultura da banana**: Aspectos técnicos, sócio-econômicos e agroindustriais. EMBRAPA, Brasília, DF, 1999. p. 85-105.

PALMER, J. K. The banana. In: HULME, A. C. **The biochemistry of fruits and their products**. London: Academic Press. 1971. v. 2, p. 65-105.

PEACOCK, B. C. Banana ripening - effect of temperature on fruit quality. **Journal of Agricultural and Animal Sciences**, Queensland v. 37, n. 1. 1980. p.39-45.

PROGRAMA BRASILEIRO PARA A MELHORIA DOS PADRÕES COMERCIAIS E EMBALAGENS DE HORTIGRANJEIROS. Centro de Qualidade em Horticultura - CEAGESP. 1998.

ROCHA, J. L. V. Fisiologia pós-colheita de banana. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE BANANICULTURA, 1, 1984, Jaboticabal. Anais... Jaboticabal: FCAVJ, 1984. p. 353-67.

RYALL, A. L.; LIPTON, W. J. **Handling, transportatios and storage of fruits and vegetables**, Vol 1. The AVI Publishing Company, Inc. Westport, Connecticut, 1972. 473p.

SANCHES, J.; LEAL, P. A. M.; FERNANDES, E. G. Avaliação da qualidade de banana 'Nanicão' em diferentes embalagens, refrigeradas à 13°C. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, XXX, 2001, Foz do Iguaçu. Anais... Foz do Iguaçu: SBEA, 2001. CD-ROM.

SANTOS, J.H. **Processamento Pós – Colheita de Banana (Musa Cavendishii cultivar Nanicão): Injúrias Mecânicas do Fruto Devido ao Transporte Manual**. 1998. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Curso de Pós-graduação em Engenharia Agrícola, Universidade Estadual de Campinas, 1998.

SARANTÓPOULOS, C.I.G.L. **Embalagens com atmosfera modificada**. Campinas: CETEA. 1996. 114p.

SARANTOPOULOS, C. I. G. L.; FERNANDES, T. Embalagens ativas. CETEA-Informativo, ITAL, Campinas, outubro 2001. Disponível em <<http://www.jorplast.com.br/jpout01/pag11.html>>. Acesso em: 19 dezembro 2001.

SASTRY, S. K. & BUFFINGTON, D. E. Transpiration rates of stored perishable commodities: a mathematical model and experiments on tomatoes. **International Journal of Refrigeration**. v. 6(2), p.84-96. 1983.

SIMMONDS, N. W. **Los platanos**. Barcelona: Blume, 1973. 539p.

SOTO, B. M. **Bananos**. San José: Litografía e Imprensa LIL.. 1985. p. 453-63, 625-57.

_____. **Banano: cultivo y comercialización**. San José: Litografía e Imprensa LIL 1992. 649p.

SOUZA, K. C. M. **Aspectos tecnológicos e ergonômicos da colheita e pós-colheita da banana (musa cavendishii): um estudo de caso na Região do Vale do Ribeira**. 2000. 63 f.. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – curso de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, Universidade Estadual de Campinas, Campinas.

S-PLUS 4. **Guide to Statistics**. Data Analysis Products Division, MathSoft, Seattle, Washington, 1997. 877p.

STOVER, R. H.; SIMMONDS, N. W. **Bananas**. 3. ed. New York: Longman, 1987. 468p.

TAGLIARI, P. S.; FRANCO, H. M. **Manejo pós-colheita da banana**. Agropecuário Catarinense, v. 7, n. 2, Junho 1994.

THOMPSON, A. K.; BURDEN, O. J. **Harvesting and fruit care**. In: Bananas and Plantains. Gowen, S. (Ed.), Chapman e Hall. London, 1996.

VIGNEAULT, C., et al. **Reusable plastic containers for fresh fruit and vegetable handling**. In: CONGRÈS CONJOINT DE LA SCGC DE LA CSAE. Sherbrook, Québec. 1997.

WILLS, R. H. H. et al. **Postharvest: an introduction to the physiology and handling of fruit and vegetables**. Wesport: AVI Publishing Company Inc., 1981. 163p.

ANEXOS

ANEXO 1. Dados referentes ao tipo e finalidade dos sensores instalados.

Identificação	Tipo do termopar	Finalidade
1	Para gases	Temperatura de bulbo seco interna
2	Para gases	Temperatura de bulbo úmido interna
3	Contato	Temperatura na saída do evaporador
4	Para gases	Temperatura do ar entre as embalagens de madeira tipo ½ caixa
5	Para gases	Temperatura do ar entre as embalagens de madeira torito
6	Para gases	Temperatura do ar entre as embalagens de papelão
7	Contato	Temperatura superficial da banana (1) – embalagem de madeira tipo ½ caixa
8	Contato	Temperatura superficial da banana (2) – embalagem de madeira tipo ½ caixa
9	Inserção central (polpa)	Temperatura da polpa da banana (1) – embalagem de madeira tipo ½ caixa
10	Inserção central (polpa)	Temperatura da polpa da banana (2) – embalagem de madeira tipo ½ caixa
11	Inserção (casca)	Temperatura da casca da banana (1) – embalagem de madeira tipo ½ caixa
12	Inserção (casca)	Temperatura da casca da banana (2) – embalagem de madeira tipo ½ caixa
13	Contato	Temperatura superficial da banana (1) – embalagem de madeira torito
14	Contato	Temperatura superficial da banana (2) – embalagem de madeira torito
15	Inserção central (polpa)	Temperatura da polpa da banana (1) – embalagem de madeira torito
16	Inserção central (polpa)	Temperatura da polpa da banana (2) – embalagem de madeira torito
17	Inserção (casca)	Temperatura da casca da banana (1) – embalagem de madeira torito
18	Inserção (casca)	Temperatura da casca da banana (2) – embalagem de madeira torito
19	Contato	Temperatura superficial da banana (1) – embalagem de papelão
20	Contato	Temperatura superficial da banana (2) – embalagem de papelão
21	Inserção central (polpa)	Temperatura da polpa da banana (1) – embalagem de papelão
22	Inserção central (polpa)	Temperatura da polpa da banana (2) – embalagem de papelão
23	Inserção (casca)	Temperatura da casca da banana (1) – embalagem de papelão
24	Inserção (casca)	Temperatura da casca da banana (2) – embalagem de papelão
25	Para gases	Temperatura de bulbo seco externa
26	Para gases	Temperatura de bulbo úmido externa

27	Para gases	Temperatura do ar no ambiente
28	Para gases	Temperatura do ar entre as embalagens de madeira tipo ½ caixa
29	Para gases	Temperatura do ar entre as embalagens de madeira torito
30	Para gases	Temperatura do ar entre as embalagens de papelão
31	Contato	Temperatura superficial da banana (1) – embalagem de madeira tipo ½ caixa
32	Contato	Temperatura superficial da banana (2) – embalagem de madeira tipo ½ caixa
33	Inserção central (polpa)	Temperatura da polpa da banana (1) – embalagem de madeira tipo ½ caixa
34	Inserção central (polpa)	Temperatura da polpa da banana (2) – embalagem de madeira tipo ½ caixa
35	Inserção (casca)	Temperatura da casca da banana (1) – embalagem de madeira tipo ½ caixa
36	Inserção (casca)	Temperatura da casca da banana (2) – embalagem de madeira tipo ½ caixa
37	Contato	Temperatura superficial da banana (1) – embalagem de madeira torito
38	Contato	Temperatura superficial da banana (2) – embalagem de madeira torito
39	Inserção central (polpa)	Temperatura da polpa da banana (1) – embalagem de madeira torito
40	Inserção central (polpa)	Temperatura da polpa da banana (2) – embalagem de madeira torito
41	Inserção (casca)	Temperatura da casca da banana (1) – embalagem de madeira torito
42	Inserção (casca)	Temperatura da casca da banana (2) – embalagem de madeira torito
43	Contato	Temperatura superficial da banana (1) – embalagem de papelão
44	Contato	Temperatura superficial da banana (2) – embalagem de papelão
45	Inserção central (polpa)	Temperatura da polpa da banana (1) – embalagem de papelão
46	Inserção central (polpa)	Temperatura da polpa da banana (2) – embalagem de papelão
47	Inserção (casca)	Temperatura da casca da banana (1) – embalagem de papelão
48	Inserção (casca)	Temperatura da casca da banana (2) – embalagem de papelão

ANEXO 2. Temperatura do ar e embalagens na armazenagem ambiente.

