

**CARACTERIZAÇÃO DA QUALIDADE DE BANANA PRATA-ANÃ
ARMAZENADA EM DIFERENTES CONDIÇÕES DE ATMOSFERA
CONTROLADA**

MANUELA DE SOUZA BRITO SIQUEIRA

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO NORTE FLUMINENSE

DARCY RIBEIRO

CAMPOS DOS GOYTACAZES – RJ

JANEIRO - 2014

**CARACTERIZAÇÃO DA QUALIDADE DE BANANA PRATA-ANÃ
ARMAZENADA EM DIFERENTES CONDIÇÕES DE ATMOSFERA
CONTROLADA**

MANUELA DE SOUZA BRITO SIQUEIRA

Dissertação apresentada ao Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias da Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, como parte das exigências para a obtenção do título de Mestre em Produção Vegetal.

Orientador: Prof^o. Eder Dutra de Resende

Coorientadora: Prof.^a Beatriz Rosana Cordenunsi

CAMPOS DOS GOYTACAZES – RJ

JANEIRO - 2014

FICHA CATALOGRÁFICA

Preparada pela Biblioteca do CCTA / UENF 073/2014

Siqueira, Manuela de Souza Brito

Caracterização da qualidade de banana prata-anã armazenada em diferentes condições de atmosfera controlada / Manuela de Souza Brito Siqueira. – 2014.

114 f. : il.

Orientador: Eder Dutra de Resende.

Dissertação (Mestrado - Produção Vegetal) – Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias. Campos dos Goytacazes, RJ, 2014.

Bibliografia: f. 61 – 69.

1. Banana 2. Qualidade 3. Pós-colheita 4. Atmosfera controlada 5. Compostos fenólicos I. Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro. Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias. II. Título.

CDD – 664.8

**CARACTERIZAÇÃO DA QUALIDADE DE BANANA PRATA-ANÃ
ARMAZENADA EM DIFERENTES CONDIÇÕES DE ATMOSFERA
CONTROLADA**

MANUELA DE SOUZA BRITO SIQUEIRA

Dissertação apresentada ao Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias da Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, como parte das exigências para a obtenção do título de Mestre em Produção Vegetal.

Aprovada em 21 de janeiro de 2014.

Comissão Examinadora:

Nathália Ramos de Melo (D.Sc.em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - UFF

Nádia Rosa Pereira (D.Sc. em Engenharia de Alimentos) - UENF

Rogério Figueiredo Daher(D.Sc.em Produção Vegetal) – UENF

Eder Dutra de Resende (D.Sc. em Engenharia Química) – UENF

Orientador

Dedico este trabalho de pesquisa
ao meu filho muito amado Felipe...Amor eterno!!!

AGRADECIMENTOS

À Deus por sempre estar ao meu lado, me dando forças e colocando pessoas tão especiais em minha vida;

Ao meu filho Felipe, o meu maior e incondicional amor, que tão pequeno já compreendia quando eu precisava me ausentar devido aos trabalhos acadêmicos e que me proporcionou os melhores momentos da minha vida. Estaremos em breve juntos novamente;

Ao meu marido, que me apoiou e me incentivou, incansavelmente, para que eu pudesse finalizar este trabalho, te amo muito!

Aos meus pais pela dedicação e pelo amor incondicional;

Ao meu irmão Júnior por estar tão presente na minha vida;

À minha amiga mais querida Nayara, sem a qual não teria finalizado este mestrado. Obrigada por estar SEMPRE tão perto de mim!

Ao meu orientador Eder Dutra de Resende pelos ensinamentos, pela amizade, pela confiança e pelo incentivo;

À minha coorientadora por ter aberto as portas do Laboratório de Ciência de Alimentos da USP para mim, pelos ensinamentos, pelos conselhos, pela amizade e pela disponibilidade;

À professora Neuza Hassimotto do Laboratório de Ciências de Alimentos da USP pelos ensinamentos e pela disponibilidade;

Aos Professores Rogério Figueiredo Dahlen, Nádia Rosa Pereira e Nathália Ramos de Melo pela participação na banca e pelas orientações;

A Universidade Estadual do Norte Fluminense - UENF;

A Universidade de São Paulo - USP;

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão da bolsa;

A empresa Bananas EP pela concessão das bananas utilizadas no experimento;

Aos professores do LTA por aumentarem meus conhecimentos técnicos e científicos;

À Professora Cláudia Dolinski pela compreensão e pelo apoio;

Às secretárias do Programa de pós-graduação em Produção Vegetal Fátima e Patrícia;

Às colegas de laboratório da UENF Derliane, Simone e Suelen pelo auxílio nos experimentos;

À funcionária do Laboratório de Química, Bioquímica e Biologia Molecular de Alimentos da USP Márcia de Moraes pela amizade, pela ajuda nos experimentos e pelos conselhos;

Às técnicas, Lúcia Justino e Tânia Shiga, e à aluna de Doutorado Luciane Teixeira do Laboratório de Química, Bioquímica e Biologia Molecular de Alimentos da USP que dedicaram tempo para me ensinar as metodologias necessárias para o desenvolvimento deste trabalho. Agradeço também pelos momentos de descontração que tivemos juntas!

Aos meus amigos do Laboratório de Química, Bioquímica e Biologia Molecular de Alimentos da USP pelo carinho, pelo incentivo e pela paciência. Todos contribuíram com informações que aumentaram a minha base de conhecimento: Afonso, Talita, Victor, Vanessa, Renata, Juliana, Aline, Sara, Florence, Carol e Laís;

Aos funcionários da secretaria do Departamento de Alimentos e Nutrição Experimental, em especial a Mônica e Edílson;

Aos funcionários da portaria da USP, em especial ao senhor Januário e Paulo;

À minha terapeuta querida Ingrid e minha médica Márcia pelos conselhos, pelas orientações e pela disponibilidade nestes quase dois anos que estamos juntas;

A todos que contribuíram de alguma forma para que eu pudesse finalizar este trabalho.

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS	vii
LISTA DE TABELAS	ix
RESUMO	x
ABSTRACT	xii
1. INTRODUÇÃO	1
2. OBJETIVOS	3
2.1. Objetivo Geral	3
2.2. Objetivo Específico	3
3. REVISÃO DE LITERATURA	4
3.1. Aspectos Gerais do cultivo de banana	4
3.1.1. Origem da banana	4
3.1.2. Classificação e Morfologia	5
3.1.3. Principais Fatores do Cultivo	7
3.2. Produção e importância econômica	9
3.3. Atributos de qualidade	13
3.3.1. Valor Nutricional	13
3.3.2. Coloração	14
3.3.3. Acidez Total Titulável e pH	16
3.3.4. Sólidos Solúveis Totais (SST), açúcares solúveis e amido	16
3.3.5. Compostos Fenólicos	18
3.4. Estudo fisiológico	24
3.4.1. Atividade Respiratória dos Frutos	24
3.5. Conservação em Atmosfera Controlada (AC)	27

4. METODOLOGIA	30
4.1. Matéria-prima.....	30
4.2. Planejamento experimental.....	33
4.3. Operação das microcâmaras de atmosfera controlada	34
4.3.1. Controle manual	34
4.3.2. Controle automático	35
4.3.3. Instrumentação do sistema de medidas dos gases	36
4.4. Determinação da cor dos frutos	37
4.5. Determinação da perda de massa	37
4.6. Preparo do material para as análises físico-químicas	38
4.6.1. Determinação de açúcares solúveis.....	38
4.6.2. Determinação de amido total	39
4.6.3. Determinação de compostos fenólicos totais	40
4.6.4. Determinação de acidez titulável.....	40
4.6.5. Determinação do pH	41
4.6.6. Determinação de conteúdo de sólidos solúveis totais	41
4.7. Análise estatística	42
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	43
5.1. Caracterização da cor da casca dos frutos armazenados em diferentes condições de atmosfera controlada (AC).....	43
5.2. Caracterização da perda de massa dos frutos armazenados em diferentes condições de atmosfera controlada (AC)	47
5.3. Caracterização do conteúdo de acidez e pH da polpa dos frutos armazenados em diferentes condições de atmosfera controlada.....	49
5.4. Caracterização do conteúdo de sólidos solúveis totais, amido e açúcares da polpa dos frutos armazenados em diferentes condições de atmosfera controlada	51
5.5. Caracterização do conteúdo de compostos fenólicos totais da polpa dos frutos armazenados em diferentes condições de atmosfera controlada.....	57
6. RESUMO E CONCLUSÕES	61
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	63
APÊNDICES	72
APÊNDICE A: Análise estatística: Caracterização da qualidade dos frutos estocados em diferentes composições de atmosfera controlada:.....	72

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1. CORTE TRANSVERSAL DA BANANA.	7
FIGURA 2. DISTRIBUIÇÃO DA PRODUÇÃO NACIONAL DE BANANAS NO BRASIL POR REGIÃO EM 2011.	11
FIGURA 3. PRINCIPAIS ESTADOS BRASILEIROS PRODUTORES DE BANANAS EM 2011.	11
FIGURA 4. PRINCIPAIS PAÍSES EXPORTADORES DE BANANAS EM 2011.....	12
FIGURA 5. A) FORMAÇÃO DO ÁCIDO CINÂMICO PELA AÇÃO DA PAL. B) ÁCIDO BENZOICO.	19
FIGURA 6. ESTRUTURA DE ALGUNS DOS COMPOSTOS FENÓLICOS ENCONTRADOS EM BANANAS.....	23
FIGURA 7. A) FASES DO DESENVOLVIMENTO DO FRUTO. B) FASES DO DESENVOLVIMENTO DO TOMATE, FRUTO CLIMATÉRICO.	25
FIGURA 8. ESTÁDIOS DE MATURAÇÃO DA BANANA.	31
FIGURA 9. OPERAÇÕES DE RECEPÇÃO, CORTE DAS PENCAS, SELEÇÃO, LIMPEZA E EMBALAGEM DOS BUQUÊS DE BANANA EM CAIXAS DE MADEIRA REVESTIDAS COM PAPEL DE SEDA. CASA DE EMBALAGEM DA EMPRESA BANANAS EP (CARIACICA – ES).	32
FIGURA 10. ESQUEMA REPRESENTATIVO DO FUNCIONAMENTO DAS MICROCÂMARAS DE ATMOSFERA CONTROLADA.	36
FIGURA 11. SISTEMAS DE VISUALIZAÇÃO DAS MEDIDAS NAS MICROCÂMARAS EM ANALISADOR ACOPLADO E COMPUTADOR.	37
FIGURA 12. VALORES DOS PARÂMETROS DE HUNTER L, HUNTER B E HUNTER A, MEDIDOS NA CASCA DE BANANAS PRATA-ANÃ ARMazenadas POR 14 DIAS À 23 °C E 85-95% UR EM DIFERENTES CONDIÇÕES DE ATMOSFERA CONTROLADA, E APÓS 3 DIAS DE	

REMOÇÃO DAS ATMOSFERAS E MANUTENÇÃO EM ATMOSFERA AMBIENTE. AS BARRAS VERTICAIS ESTÃO REPRESENTADAS COM OS INTERVALOS DE CONFIANÇA DEFINIDOS PELO TESTE T-STUDENT A $P \leq 0,05$	44
FIGURA 13. PERDA DE MASSA DE BANANAS PRATA-ANÃ ARMazenadas POR 14 DIAS A 23 °C E 85-95% UR EM DIFERENTES CONDIÇÕES DE ATMOSFERA CONTROLADA, E APÓS 3 DIAS DE REMOÇÃO DAS ATMOSFERAS E MANUTENÇÃO EM ATMOSFERA AMBIENTE. AS BARRAS VERTICAIS ESTÃO REPRESENTADAS COM OS INTERVALOS DE CONFIANÇA DEFINIDOS PELO TESTE T-STUDENT A $P \leq 0,05$	47
FIGURA 14. CONTEÚDO DE ACIDEZ E PH DA POLPA DE BANANAS PRATA-ANÃ ARMazenadas POR 14 DIAS A 23 °C E 85-95% UR EM DIFERENTES CONDIÇÕES DE ATMOSFERA CONTROLADA, E APÓS 3 DIAS DE REMOÇÃO DAS ATMOSFERAS E MANUTENÇÃO EM ATMOSFERA AMBIENTE. AS BARRAS VERTICAIS ESTÃO REPRESENTADAS COM OS INTERVALOS DE CONFIANÇA DEFINIDOS PELO TESTE T-STUDENT A $P \leq 0,05$	50
FIGURA 15. CONTEÚDO DE SÓLIDOS SOLÚVEIS TOTAIS E AMIDO DA POLPA DE BANANAS PRATA-ANÃ ARMazenadas POR 14 DIAS A 23 °C E 85-95% UR EM DIFERENTES CONDIÇÕES DE ATMOSFERA CONTROLADA, E APÓS 3 DIAS DE REMOÇÃO DAS ATMOSFERAS E MANUTENÇÃO EM ATMOSFERA AMBIENTE. AS BARRAS VERTICAIS ESTÃO REPRESENTADAS COM OS INTERVALOS DE CONFIANÇA DEFINIDOS PELO TESTE T-STUDENT A $P \leq 0,05$	52
FIGURA 16. CONTEÚDO DE SACAROSE, GLICOSE E FRUTOSE DA POLPA DE BANANAS PRATA-ANÃ ARMazenadas POR 14 DIAS A 23 °C E 85-95% UR EM DIFERENTES CONDIÇÕES DE ATMOSFERA CONTROLADA, E APÓS 3 DIAS DE REMOÇÃO DAS ATMOSFERAS E MANUTENÇÃO EM ATMOSFERA AMBIENTE. AS BARRAS VERTICAIS ESTÃO REPRESENTADAS COM OS INTERVALOS DE CONFIANÇA DEFINIDOS PELO TESTE T-STUDENT A $P \leq 0,05$	55
FIGURA 17. CONTEÚDO DE COMPOSTOS FENÓLICOS TOTAIS DA POLPA DE BANANAS PRATA-ANÃ ARMazenadas POR 14 DIAS A 23 °C E 85-95% UR EM DIFERENTES CONDIÇÕES DE ATMOSFERA CONTROLADA, E APÓS 3 DIAS DE REMOÇÃO DAS ATMOSFERAS E MANUTENÇÃO EM ATMOSFERA AMBIENTE. AS BARRAS VERTICAIS ESTÃO REPRESENTADAS COM OS INTERVALOS DE CONFIANÇA DEFINIDOS PELO TESTE T-STUDENT A $P \leq 0,05$	58

LISTA DE TABELAS

TABELA 1. GRUPO GENÔMICO E SUBGRUPO DAS PRINCIPAIS CULTIVARES DE BANANA NO BRASIL EM 1994	6
TABELA 2. PRODUÇÃO DE BANANA NO MUNDO EM 2011	10
TABELA 3. COMPOSIÇÃO NUTRICIONAL DE DIFERENTES VARIEDADES DE BANANA	14
TABELA 4. CARACTERÍSTICAS DAS CLASSES DOS FLAVONOIDES	21
TABELA 5. COMPOSIÇÕES DE ATMOSFERAS NAS MICROCÂMARAS DE ARMAZENAMENTO DAS BANANAS PRATA-ANÃ, MANTIDAS SOB CONDIÇÕES DE ADSORÇÃO DE ETILENO. O TRATAMENTO CONTROLE FOI FEITO EM ATMOSFERA AMBIENTE SEM ADSORÇÃO DE ETILENO	34

RESUMO

SIQUEIRA, Manuela de Souza Brito, M.Sc., CARACTERIZAÇÃO DA QUALIDADE DE BANANA PRATA-ANÃ ARMAZENADA EM DIFERENTES CONDIÇÕES DE ATMOSFERA CONTROLADA. Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro. Janeiro de 2014. Orientador: Prof. Eder Dutra de Resende.

A banana é um fruto extremamente perecível por ser climatérico e por apresentar elevada taxa respiratória e alta produção de etileno, resultando na aceleração dos processos físicos e químicos que afetam a qualidade sensorial dos frutos. O Brasil é o quinto maior produtor de bananas, porém apresenta baixo volume de exportação, devido, principalmente, à qualidade reduzida dos frutos e deficiência de tecnologias avançadas de cultivo, colheita, transporte e armazenamento. Acredita-se que as perdas pós-colheita podem chegar a 40% da produção. O trabalho foi realizado com bananas Prata Anã, colhidas no estágio 2 de maturação e armazenadas em microcâmaras de atmosfera controlada com combinações de gases predeterminadas (1%, 3%, 5% de O₂ e 2%, 6% e 10% de CO₂), resultando em nove tratamentos. Mais dois tratamentos foram avaliados, sendo um com controle de ar atmosférico (20,8% de O₂ e 0,1% de CO₂) com adsorção de etileno e o outro foi o Controle, em que as bananas foram mantidas em ar atmosférico normal sem adsorção de etileno. Para a avaliação da qualidade do fruto antes e após seu armazenamento foram realizadas as análises de cor, perda de massa, acidez, pH, amido, açúcares solúveis, sólidos solúveis totais e compostos fenólicos totais. A amostragem para as análises físico-químicas aconteceram em três diferentes tempos: antes do armazenamento, após os 14 dias de armazenamento em atmosfera controlada e após 3 dias de remoção das atmosferas e manutenção dos frutos em câmara de estocagem a 23°C e 85-95 %UR. Para cada análise química dos frutos nos diferentes tratamentos foram

feitas 3 repetições em triplicata. Verificou-se que as atmosferas controladas com as composições de gases estudadas no presente trabalho foram eficientes no retardo do amadurecimento, durante o armazenamento dos frutos e no período avaliado após a remoção das bananas das atmosferas controladas. A coloração da casca, representada, principalmente, pelo Hunter a, manteve-se verde; a acidez permaneceu baixa, entre 0,15% e 0,2%; o teor de amido ficou próximo ao encontrado antes do armazenamento, em torno de 25% e, conseqüentemente, o conteúdo de açúcares solúveis manteve-se baixo, entre 0,55% e 0,9%. Frutos do tratamento controle sem adsorção de etileno ao final do período avaliado apresentavam casca totalmente amarela; alto teor de acidez, 0,61%; teor de amido de 5,01% e teor de açúcares solúveis de 19,1%. A adsorção de etileno foi efetiva no atraso do amadurecimento comparado com os efeitos da atmosfera Controle. O incremento do teor de compostos fenólicos na polpa das bananas, durante o período avaliado, sugere que os frutos foram submetidos a estresse atmosférico quando armazenados em atmosferas com baixas concentrações de O₂, ou seja, houve um aumento destes compostos que podem ter sido produzidos comomecanismo de defesa.

Palavras-chave: banana, qualidade, pós-colheita, atmosfera controlada, compostos fenólicos, amido, açúcares solúveis.

ABSTRACT

SIQUEIRA, Manuela de Souza Brito, M.Sc., QUALITY CHARACTERIZATION OF 'PRATA-ANÃ' BANANAS STORED UNDER DIFFERENT CONDITIONS OF CONTROLLED ATMOSPHERE. Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro. January, 2014. Advisor: Prof. Eder Dutra de Resende.

The bananas are an extremely perishable fruit due to its climacteric behavior and elevated respiratory rate and high ethylene production, resulting in the acceleration of physical and chemical processes that affect the sensory quality of fruits. Brazil is the fifth largest producer of bananas, but has minimal volume of exports, due mainly to lower fruit quality and deficiency in advanced technologies of cultivation, harvest, transport and storage conditions. It is believed that post-harvest losses can reach 40% by volume. This work was done with 'Prata-Anã' bananas, harvested at stage 2 maturity and stored in small chambers with controlled atmosphere containing predetermined combinations of gases (1%, 3%, 5% O₂ and 2%, 6% and 10% CO₂), resulting in nine treatments. Two more treatments were evaluated: one with control of atmospheric air (20.8% O₂ and 0.1% CO₂) with ethylene adsorption and the other was the control, in which the bananas were maintained at normal atmospheric air without ethylene adsorption. For evaluating the quality of the fruit before and after storage the color analysis, weight loss, acidity, pH, starch, soluble sugars, total soluble solids and total phenolic compounds were performed. The sampling for physico-chemical analysis took place in three different times: before storage, after 14 days of storage in controlled atmosphere and after 3 days of removal of the atmospheres and maintenance of fruit in storage chamber at 23 ° C and 85-95 % RH. For each analysis in the different treatments were used 3 replicates performed in triplicate. It

has been found that the compositions with controlled gas atmospheres studied in the present work were efficient in slowing the ripening of fruits during storage period and after removal of the banana from the controlled atmospheres. The peel color represented mainly by the Hunter a, remained green; acidity remained low, between 0.15% and 0.2%, the starch content was close to that found before storage, around 25 %, and hence the content of soluble sugars remained low, between 0.55% and 0.9%. Control fruits without adsorption of ethylene at the end of the storage period had fully yellow peel, high acidity, 0.61%, starch content of 5.01% and soluble solids content of 19.1%. The adsorption of ethylene was effective in delaying ripening compared with the effects of the normal atmosphere. The increase of the phenolic content in the pulp of bananas during the storage period suggests that the fruits were subjected to atmospheric stress when stored in atmospheres with low concentrations of O₂, it means that the increase of these compounds may have been produced as defense mechanism.

Keywords: banana, quality, post-harvest, controlled atmosphere, phenolic compounds, starch, soluble sugars.

1. INTRODUÇÃO

Segundo a FAO (2013), a banana é a fruta mais cultivada no mundo, sendo em muitos países responsável pela arrecadação e geração de emprego para expressiva parte da população. A fruta é rica em carboidratos, vitaminas e minerais e é considerada por nutricionistas um alimento importante em todas as idades. No Brasil, a banana possui forte aceitação e sua produção é destinada quase que totalmente ao consumo interno.

Após a colheita a respiração torna-se o principal processo fisiológico do fruto, já que ele não consegue mais absorver água, minerais e nem realizar a fotossíntese. Esta promove a transformação de compostos orgânicos em água e dióxido de carbono com a produção de energia química, que será utilizada para a biossíntese de novos compostos indispensáveis ao seu amadurecimento e ao seu padrão de qualidade sensorial e nutricional.

A atividade respiratória dos frutos é influenciada pela sua fisiologia e pelas alterações químicas da maturação após a colheita, sendo que a intensidade e o tipo de atividade respiratória dependem da origem e das funções naturais de cada parte do vegetal.

Chitarra e Chitarra (2005) relataram que a correta utilização de embalagens, combinadas a um correto armazenamento do fruto são requisitos básicos para a manutenção de sua qualidade pós-colheita.

A função básica da embalagem é acondicionar o produto em quantidade ideal para evitar perdas e/ou danos durante o seu transporte, servindo, portanto, como uma resistência aos possíveis danos causados pelo manuseio, transporte e

armazenamento. Contudo, a embalagem a ser utilizada deve ser corretamente identificada, pois cada fruto tem uma natureza, uma qualidade, uma origem e uns destinos diferentes.

O Brasil foi o 5º maior produtor de bananas em 2011, sendo o primeiro lugar ocupado pela Índia (FAOSTAT, 2013). Em contrapartida, o alcance internacional da produção brasileira é comprometido pela falta de qualidade e a ausência de padrões para a exportação (Vilas-Boas et al., 2001).

No Brasil, as perdas pós-colheita de bananas podem chegar a 40%, sendo as principais causas: as falhas no processo de cultivo, o ponto de colheita incorreto, o armazenamento e a embalagem inadequados, as péssimas condições de transporte e a ausência de tecnologias de conservação do fruto (Borges et al., 2004).

O transporte da banana é realizado em sua maioria de forma inadequada, em embalagens baratas, como as caixas de madeira, que ocasionam riscos de abrasão, não possuem correta higienização, podem possuir quinhas e lascas que causam danos ao fruto, não apresentando, portanto, os requisitos de qualidade necessários à preservação das características dos produtos hortícolas (Chitarra e Chitarra, 2005).

Uma alternativa para o correto armazenamento do produto é a utilização das embalagens ativas ou inteligentes, que podem conter o ar atmosférico normal e ao serem submetidas a um vácuo parcial ou total com subsequente injeção de uma atmosfera otimizada proporcionam uma ‘atmosfera de equilíbrio’, em que ocorre a estabilidade dos gases dentro da embalagem após um determinado período de tempo (Chitarra e Chitarra, 2005).

Para cada fruto existe uma atmosfera de equilíbrio ideal que não ocasione injúrias e nem danos à sua atividade respiratória, sendo seu estudo essencial, para a observação do comportamento do fruto nas diferentes composições atmosféricas e posterior identificação e adequação de filmes.

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo Geral

Avaliar o comportamento fisiológico e as transformações químicas que ocorrem com a banana prata 'Anã', armazenada em condições limitantes de O₂ e CO₂.

2.2. Objetivo Específico

- Avaliar a qualidade dos frutos e o tempo de amadurecimento em condições de armazenamento sob temperatura e atmosfera ambiente;
- Avaliar a qualidade dos frutos mantidos à temperatura ambiente sob condição controlada de composição de atmosfera ambiente e promovendo a adsorção de etileno;
- Avaliar a qualidade dos frutos mantidos em condições decrescentes de concentração de O₂, combinadas com condições de aumento da concentração de CO₂ na atmosfera de armazenamento;
- Realizar medidas de coloração da casca, da acidez, do pH e de composições de amido e açúcares da polpa dos frutos armazenados em diferentes condições de atmosfera controlada e ar atmosférico, para avaliar a qualidade das bananas;
- Realizar medidas de compostos fenólicos da polpa dos frutos mantidos em diferentes condições de atmosfera de armazenamento e em ar atmosférico, para identificar eventuais distúrbios fisiológicos.

3. REVISÃO DE LITERATURA

3.1. Aspectos Gerais do cultivo de banana

3.1.1. Origem da banana

Admite-se que a maior parte das cultivares de banana sejam originárias do continente asiático, considerando-se, ainda, que a África Oriental, algumas ilhas do Pacífico e uma parte da África Ocidental seriam os centros de origem secundários (Sheperd, 1984). De acordo com Soluri (2008), uma teoria proposta pelo perito Norman W. Simmonds explica que as primeiras variedades comestíveis de bananas teriam sido encontradas na Malásia e que por volta do século V foram levadas para Madagascar, de onde se multiplicaram pela costa leste e pela África, entretanto, existem evidências que sugerem o cultivo da fruta entre 5.000 e 10.000 a.C. em Papua Nova-Guiné (De Langué, 1996).

Segundo Morton e Macleod (1990), a difusão das cultivares de bananas na América ocorreu por meio das navegações portuguesas e espanholas no século XV. Na América elas encontram condições propícias ao seu desenvolvimento, e no Brasil os índios já consumiam a fruta in natura antes da chegada de Pedro Álvares Cabral ao país (Moreira, 1987).

Apesar de possuir origem asiática, a palavra banana é originária da África, sendo o nome “banano” mantido pelos navegantes portugueses que ao notarem o excelente sabor da fruta cultivada pelos nativos decidiram propagar

sua cultura pelos territórios sob seu domínio. Entretanto, outros nomes como "plátano", "guineo", "camburre", entre outros também foram utilizados (Soto-Ballastero, 1992).

Segundo dados da FAO (2009), a banana atualmente é cultivada em 129 países, sendo que no Brasil o seu plantio vai desde a faixa litorânea até os planaltos do interior.

3.1.2. Classificação e Morfologia

As bananeiras comestíveis, segundo a sistemática de botânica de classificação hierárquica, são plantas da classe das monocotiledôneas, ordem Scitaminales, família Musaceae, na qual pertencem as subfamílias Heliconioideae, Strelitzioideae e Musoideae. Possuindo além do gênero *Ensete*, o gênero *Musa*, que engloba entre 24 e 30 espécies, em que se incluem todos os cultivares produtores de frutos partenocárpicos, ou seja, frutos de polpa abundante, ausentes de sementes e comestíveis (Simmonds e Sheperd, 1955; Simmonds, 1973).

O gênero *Musa* é formado por quatro séries ou seções: *Australimusa*, *Callimusa*, *Rhodochlamys* e (Eu-) *Musa*. A seção (Eu-) *Musa* é a mais importante, pois inclui a grande maioria das bananas comestíveis, derivadas da *Musa acuminata* e *Musa balbisiana* (Simmonds e Sheperd, 1955; Simmonds, 1973).

Dessa forma, na evolução das bananeiras comestíveis, cada cultivar deve possuir variadas combinações de genomas completos das espécies parentais. Esses genomas são identificados pelas letras A (*M. acuminata*) e B (*M. balbisiana*), de cujas combinações resultam os grupos conhecidos: diploides (AA e AB), triploides (AAA, AAB e ABB) e tetraploides (AAAA, AAAB AABB e AB BB) (Oliveira et al., 1999).

As cultivares mais difundidas no Brasil são as do subgrupo Prata formado pela Prata, Pacovan e Branca, do subgrupo Cavendish que inclui Nanica, Nanicão e Grande Naine e as cultivares Maçã, Terra e Prata-Anã, outros cultivares também ocorrem no país, porém em menor escala (Tabela 1) (SILVA, 1999). Segundo Oliveira et al., (1999), as variedades Prata e Pacovan ocupam aproximadamente 60% da área cultivada com banana no Brasil.

Tabela 1. Grupo genômico e subgrupo das principais cultivares de banana no Brasil em 1994

GRUPO GENÔMICO	SUBGRUPO	CULTIVARES
AA	-	Ouro
AAA	-	Caipira, Caru Verde e CaruRoxa
AAA	Cavendish	Nanica, Nanicão, Grande Naine, Williams
AAA	Gros Michel	Gros Michel, Highgate
AAB	-	Maçã
AAB	-	Prata-Anã ou Enxerto
AAB	-	Mysore
AAB	Prata	Prata, Branca, Pacovan
AAB	Terra	Terra, Terrinha, Pacova, D'Angola
ABB	Figo	Figo Vermelho, Figo Cinza
AAAB	-	Ouro da Mata
AAAB	-	Pioneira ¹

¹Híbrido lançado pelo CNPMF
 FONTE: SILVA et al (1999)

A bananeira pode ser considerada um vegetal completo, uma vez que apresenta raízes, tronco, folhas, flores, frutos e sementes. Seu sistema radicular é subterrâneo e fasciculado. O rizoma, de onde saem as raízes primárias é a parte da bananeira onde todos os órgãos se apoiam. O tronco, ou pseudocaule, é formado por bainhas foliares, terminando com uma copa de folhas compridas e largas, com nervura central desenvolvida. A inflorescência sai do centro da copa aparentando uma espécie de espiga protegida por brácteas ovaladas arroxeadas, e em cujas axilas nascem as flores. De cada conjunto de flores formam-se as pencas, que se agrupam em cachos, apresentando número variável de frutos, dependendo da variedade (Borges e Souza, 2004).

O cacho é formado por pedúnculo ou engaço, ráquis, pencas ou mão, frutos ou dedos e botão floral ou coração (Medina, 1978). A penca é o conjunto de frutos, reunidos pelos seus pedúnculos em duas fileiras horizontais e paralelas. Os dedos são os frutos que apresentam quinas, angulosidades, ápice e restos florais (Moreira, 1987).

Em corte transversal verifica-se que os frutos são compostos de pericarpo e endocarpo (Figura 1). O pericarpo é definido como sendo a casca da banana composta de epicarpo, parte mais externa, e mesocarpo, interior da casca onde

estão os vasos condutores. O endocarpo é a polpa, onde estão inseridos os minúsculos pontos escuros que são os óvulos secos (Stover e Simmonds, 1987).

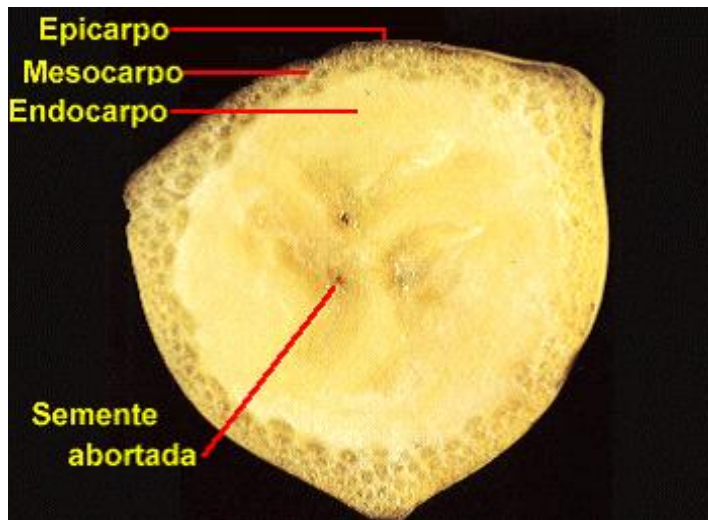


Figura 1. Corte transversal da banana.

Fonte: PBMH e PIF (2006)

3.1.3. Principais Fatores do Cultivo

Embora a bananeira seja cultivada em todos os continentes e em diferentes proporções, existem alguns fatores do cultivo que influenciam na maximização do crescimento, na produção e na qualidade da cultura.

Os fatores internos estão relacionados com as características intrínsecas da variedade utilizada, e os externos se referem às condições de solo, clima, pragas e doenças e o manejo da cultura pelo homem (Borges e Souza, 2004).

Por ser uma planta tipicamente tropical, a bananeira se desenvolve melhor em elevada umidade e constante calor (Borges e Souza, 2004). Seu cultivo exige alta demanda hídrica com precipitação anual média de 2.000 a 2.500 mm uniformemente distribuída durante o ano para o crescimento satisfatório (Robinson, 1996). De acordo com Coelho et al. (2009), quando existe uma distribuição irregular das chuvas é recomendado o uso da irrigação, que induz aumentos na produtividade e ocasiona frutos de melhor qualidade nas áreas onde a cultura já está implantada, como também permite o aumento das áreas de produção, inclusive na região semiárida do Nordeste.

A insuficiência de água é percebida nas bananeiras inicialmente por meio do murchamento e amarelamento das folhas, apresentando sintomas de queimadura e podendo ocorrer redução no tamanho das plantas e redução na emissão foliar, com cachos obstruídos, dedos curtos e enegrecidos (Stover e Simmonds, 1987; Soto Ballester, 1992; Robinson, 1996).

A temperatura nas áreas onde serão cultivadas as bananeiras é de grande importância, uma vez que esse fator influencia os processos de respiração e fotossíntese da planta. As temperaturas consideradas ótimas estão entre 26° e 28 °C com o limite extremo mínimo de 15°C e máximo de 35°C (Borges et al., 1997).

Em baixas temperaturas pode ocorrer um distúrbio fisiológico, o “chilling”, que prejudica os tecidos dos frutos, principalmente os da casca, além de provocar deformações nos cachos. Acima de 38°C o crescimento é paralisado, os estômatos fecham e a folha murcha, podendo ocorrer queimaduras e a morte de partes da planta. (Robinson, 1996).

Os terrenos para a plantação das bananeiras devem ser planos a levemente ondulados, sendo consideradas inadequadas áreas com declividade acima de 30%. A preparação adequada do solo, como o uso de coberturas mortas, com disponibilidade adequada de oxigênio são fatores importantes para o cultivo. Parte das necessidades nutricionais da bananeira pode ser suprida pelo próprio solo e pelos resíduos das colheitas, porém, há a necessidade de aplicação de calcário e fertilizantes para se obter produções economicamente rentáveis e frutos de melhor qualidade (Borges e Souza, 2004).

Nutrientes como o potássio têm o efeito de aumentar o açúcar e reduzir a acidez, interferindo tanto na qualidade do fruto quanto no rendimento (Lahav, 1995). Quantidades insuficientes de enxofre produzem cachos pequenos, de boro podem resultar em deformações nos cachos com redução de frutos, além de empedramento da banana Maçã. Plantas deficientes em zinco podem produzir frutos pequenos, enrolados, com as pontas verde-claras e o ápice em formato de mamilo (Borges e Souza, 2004).

Segundo Borges et. al (2000), a execução adequada da fitossanidade é imprescindível a fim de se reduzir os prejuízos à lavoura devido ao aparecimento de pragas e doenças, das quais se destacam: broca do rizoma (*Cosmopolites sordidus*), pulgões (*Pentalonia nigronervosa* Coq., *Homoptera Aphididae* e *Myzus*

persicae, os dois últimos causam uma virose conhecida como mosaico da bananeira), tripés, traça-da-bananeira (*Opogona sacchari*), doenças fúngicas como sigatoka amarela (*Mycosphaerella fijiensis*), sigatoka preta (*Mycosphaerella fijiensis*), mal-do-Panamá (*Fusarium oxysporum*), antracnose (*Colletotrichum musae*) e doenças bacterianas como moko (*Ralstonia solanacearum*) e podridão mole (*Erwinia* spp.).

Os tratos culturais dedicados à cultura são fundamentais para maximizar a sua produção, produtividade e rentabilidade. Dentre estes, se destacam o preparo do solo, o manejo das plantas infestantes, o controle cultural, o desbaste, a desfolha, o escoramento da planta, o ensacamento do cacho, a colheita e o corte do pseudocaule após a colheita (Alves, 1999).

A colheita deve ser uma atividade realizada com planejamento adequado a fim de reduzir a perda dos frutos durante a sua ocorrência e na pós-colheita. A seleção do grau de maturação para a colheita deve ser cuidadosa, pois frutos fisiologicamente imaturos terão o seu amadurecimento comprometido, ao passo que os frutos colhidos em estágio de maturação mais avançado são mais susceptíveis a doenças e se deterioram mais rapidamente (Coursey et al., 1976). Deve-se levar em conta o tempo de transporte das bananas da área produtora até o mercado consumidor, as normas de exigência do mercado comprador, as estações do ano, o tipo de embalagem e a utilização dos frutos para consumo local, para exportação ou para industrialização.

Na operação da colheita, executada por cortadores e carregadores, após o corte utiliza-se cabo aéreo, carreta ou carrinho de mão devidamente almofadado, para transportar o cacho até o local de despencamento (Alves, 1999). Se necessário, os cachos podem ser colocados sobre o chão com cobertura, em áreas sombreadas e não amontoados para evitar atrito entre os frutos e escorrimento de látex nas pencas (CNPMPF, 1994).

3.2. Produção e importância econômica

Conforme a FAOSTAT (2013), a banana é a fruta mais cultivada no mundo com uma produção total, em 2011, de 107.142.187 toneladas. Melancia, maçã, laranja e uva são, nesta ordem, as frutas mais produzidas depois da banana. No ranking mundial, considerando a safra de 2011, o Brasil é o

quintomaior produtor com 7.329.471 toneladas. A Índia ocupa o primeiro lugar sendo responsável por, aproximadamente, 28% da produção mundial (Tabela 2).

Tabela 2. Produção de banana no mundo em 2011

	Produção (ton)	Participação (%)
Índia	29.666.973	27,69
China	10.400.000	9,71
Filipinas	9.165.043	8,55
Equador	7.427.776	6,93
Brasil	7.329.471	6,84
Indonésia	6.132.695	5,72
Outros*	37.020.229	34,56
Total	107.142.187	100

FONTE: FAOSTAT (2013)

*Outros: somatório das produções de bananas de 124 países

No Brasil a banana é a segunda maior cultura frutífera do país, sendo o seu valor de produção em 2011 de US\$1,592 bilhão de reais decorrentes da produção anual de 7.329.471 toneladas. A laranja é a fruta mais produzida com 19.811.064 toneladas, que gerou uma receita bruta de aproximadamente US\$2,254 bilhões de reais (FAO, 2013).

Segundo IBGE, em 2011 foram produzidas no país cerca de sete milhões de toneladas de banana em uma área de 503,354 mil hectares, sendo as principais regiões produtoras o Nordeste e o Sudeste, com 39,05% e 32,46%, respectivamente (Figura 2). Na região Nordeste se destacou o estado da Bahia, responsável por 16,91% da safra de 2011, já a região Sudeste possui o principal produtor nacional, o estado de São Paulo que colheu 18,48% da produção total de 2011 (Figura 3).

São Paulo se destaca dos demais estados pela facilidade de acesso a melhores tecnologias de plantio, de colheita e de transporte da fruta, visto que em termos de área cultivada, a Bahia supera São Paulo com 74.965 hectares e 59.157 hectares, respectivamente (IBGE, 2011). Considerando não somente a área para cultivo como também as condições climáticas, a região Nordeste como um todo tem um alto potencial para o cultivo de banana, desde que os processos tecnológicos sejam aprimorados (SEBRAE, 2008).

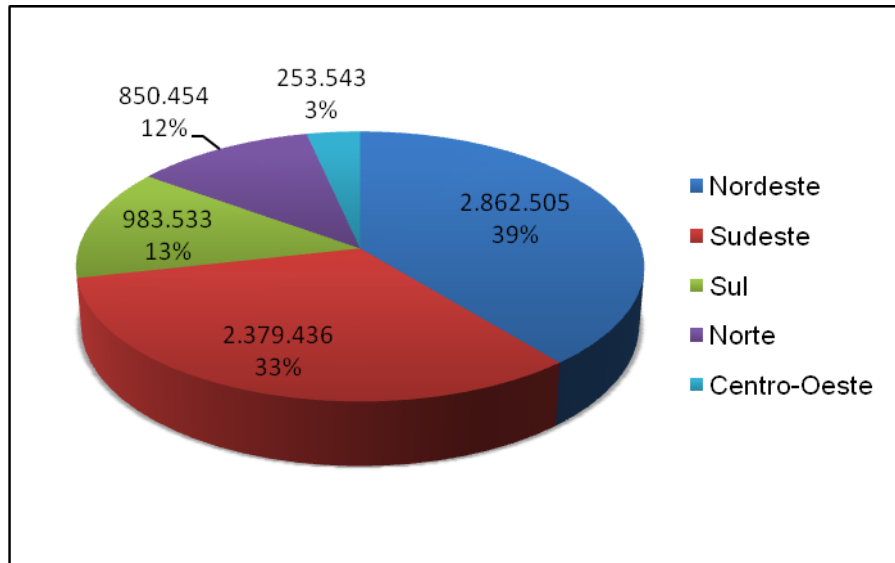


Figura 2. Distribuição da produção nacional de bananas no Brasil por Região em 2011.

FONTE: IBGE (2011)

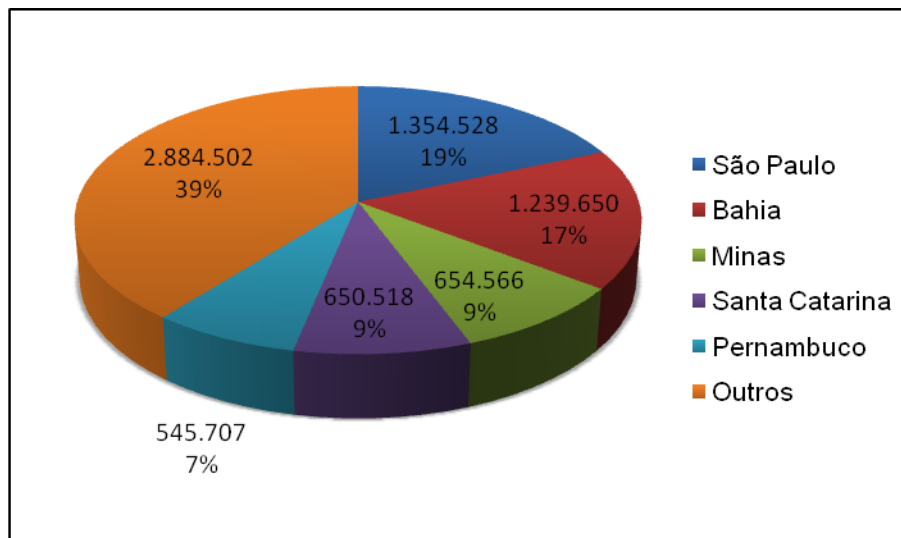


Figura 3. Principais estados brasileiros produtores de bananas em 2011.

FONTE: IBGE (2011)

O Brasil, apesar de estar entre os maiores produtores de bananas no mundo possui uma participação muito pequena nas exportações de banana. A produção do país se destina, quase que inteiramente, ao mercado interno. Conforme a FAO (2013), no ano de 2011, somente 110.054 toneladas foram exportadas, deixando o Brasil na 17ª posição no ranking de exportação. A

participação do país é de 0,59% do volume mundial exportado de 18.720.855 toneladas. A banana é a fruta mais exportada mundialmente e o principal país exportador é o Equador com 5.778.170 toneladas, que representa 30,86% do total (Figura 4).

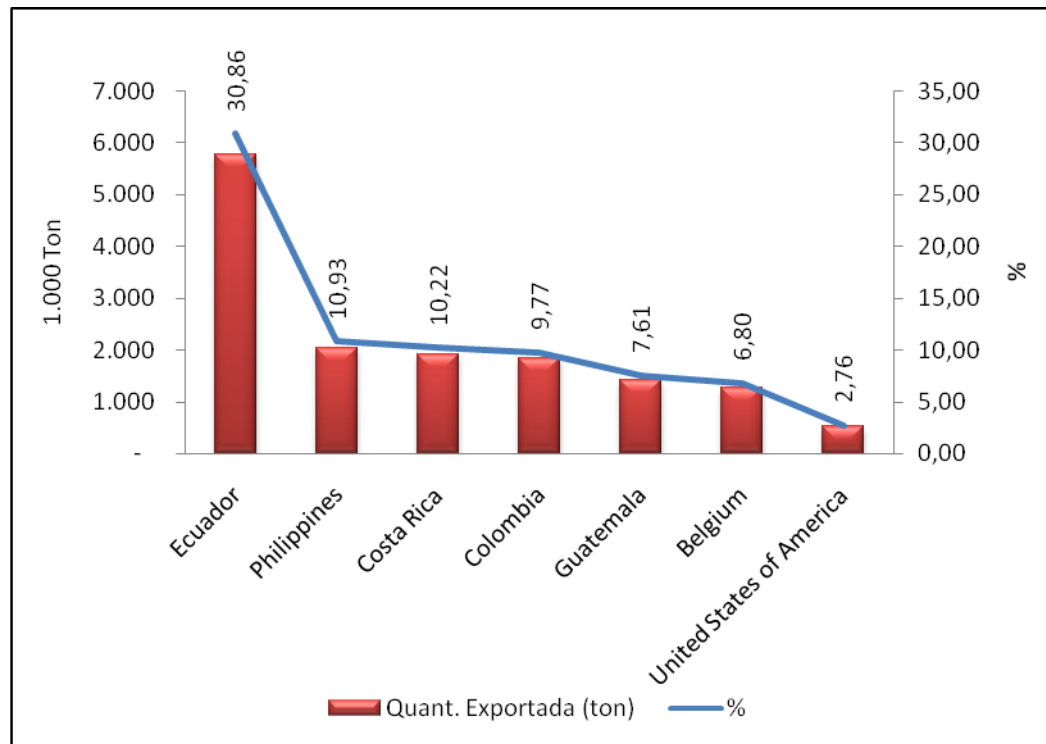


Figura 4. Principais países exportadores de bananas em 2011.

FONTE: FAOSTAT (2013)

As dificuldades de comercialização da banana brasileira no mercado externo se devem, em grande parte, à sua baixa qualidade. O mercado europeu e o norte-americano são mais exigentes e requerem tecnologias de produção, de pós-colheita e de comercialização mais desenvolvidas do que as praticadas no país (Matthiesen et al., 2003). Assim, o pequeno volume de exportação do Brasil se destina aos países do Mercosul, com destaque para Uruguai e Argentina (FAO, 2013).

No Brasil, as perdas pós-colheita de bananas podem chegar a 40%, sendo as principais causas: as falhas no processo de cultivo, o ponto de colheita incorreto, o armazenamento e a embalagem inadequados, as péssimas condições de transporte e a ausência de tecnologias de conservação do fruto (Borges et al., 2004).

O investimento em tecnologias de ponta para conservação do fruto reduziria as perdas pós-colheita e poderia dar ao Brasil uma maior participação nas exportações do fruto, já que o mercado internacional de bananas movimentou quase nove bilhões de dólares (FAO, 2013). As principais tecnologias utilizadas para aumentar a vida de prateleira das frutas são a estruturação de uma cadeia de frio até o mercado final, as embalagens modificadas (AM), as atmosferas controladas (AC) e o uso de adsorvedores de etileno.

De acordo com Yahia (2009), AM e AC são utilizados há sete décadas para armazenamento, transporte e embalagem de alimentos, porém, devido aos avanços atuais na tecnologia desses métodos, suas utilizações tornaram-se mais viáveis e eficientes. Hoje já é possível aplicar AC em containers para via marítima, aérea e rodoviária proporcionando uma vida pós-colheita de até dois meses para frutas. Recentemente mais de 10 milhões de toneladas de maçãs são estocadas em AC em muitos países desenvolvidos e em desenvolvimento (Yahia, 2009). No Brasil, segundo Torres et al., 2002, foram realizados investimentos em desenvolvimentos de embalagens para retardar o amadurecimento de melões para exportação no pólo de Morróró/Baraúna no Rio Grande do Norte.

3.3. Atributos de qualidade

3.3.1. Valor Nutricional

A banana é um fruto considerado por nutricionistas de grande importância em todas as idades, pois além de ser uma fruta energética, possui teor considerável de vitaminas C e apresenta maiores teores de potássio, fósforo e ferro quando comparados com outras frutas (Coelho, 2009).

De forma geral, apesar de ser pobre em proteínas e lipídios, como mostrado pela Tabela 3, a banana é considerada uma fruta de elevado valor nutricional. Fonte de energia devido ao alto teor de carboidratos representado pelo amido e açúcares em sua composição, também possui quantidade significativa de sais minerais como potássio, fósforo, cálcio e magnésio, além de presença significativa de vitamina C (Borges e Souza, 2004).

De acordo com a Tabela Brasileira de Composição de Alimentos – TACO (2011), a laranja, conhecida por ser fonte de vitamina C, apresenta para as variedades baía, da terra, lima, pera e valência, os seguintes teores de vitamina

C: 56,9 mg, 34,7 mg, 43,5 mg, 53,7 mg e 47,8 mg por 100 g de parte comestível do fruto, respectivamente.

A composição nutricional apresenta diferenças de acordo com a variedade da banana, conforme apresentado pela Universidade Estadual de Campinas - UNICAMP (Tabela 3). Os valores são por 100 g de parte comestível do fruto.

Tabela 3. Composição Nutricional de diferentes variedades de banana

		TERRA	FIGO	MAÇÃ	NANICA	OURO	PACOVÃ	PRATA
Umidade	(%)	63,9	70,1	75,2	73,8	68,2	77,7	71,9
Energia	(kcal)	128,0	105,0	87,0	92,0	112,0	78,0	98,0
Proteína	(g)	1,4	1,1	1,8	1,4	1,5	1,2	1,3
Lipídeos	(g)	0,2	0,1	0,1	0,1	0,2	0,1	0,1
Coolesterol	(mg)	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
Carboidrato	(g)	33,7	27,8	22,3	23,8	29,3	20,3	26,0
Fibra Alimentar	(g)	1,5	2,8	2,6	1,9	2,0	2,0	2,0
Cinzas	(g)	0,8	0,8	0,6	0,8	0,8	0,7	0,8
Cálcio	(mg)	4,0	6,0	3,0	3,0	3,0	5,0	8,0
Magnésio	(mg)	24,0	30,0	24,0	28,0	28,0	30,0	26,0
Manganês	(mg)	0,2	0,2	0,6	0,1	0,1	0,4	0,4
Fósforo	(mg)	26,0	16,0	29,0	27,0	22,0	20,0	22,0
Ferro	(mg)	0,3	0,2	0,2	0,3	0,3	0,4	0,4
Sódio	(mg)	Tr	Tr	Tr	Tr	Tr	1,0	Tr
Potássio	(mg)	328,0	387,0	264,0	376,0	355,0	267,0	358,0
Cobre	(mg)	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Zinco	(mg)	0,2	0,1	0,1	0,2	0,3	0,1	0,1
Retinol	(µg)	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
Tiamina	(mg)	0,0	0,1	Tr	Tr	Tr	0,1	Tr
Riboflavina	(mg)	0,0	Tr	Tr	0,0	Tr	0,0	0,0
Pyridoxina	(mg)	0,1	0,0	0,1	0,1	0,1	0,2	0,1
Niacina	(mg)	Tr	Tr	Tr	Tr	Tr	Tr	Tr
Vitamina C	(mg)	15,7	17,5	10,5	5,9	7,6	Tr	21,6

NA: Não Aplicável; Tr: Traços.

FONTE: NEPA – UNICAMP (2011).

3.3.2. Coloração

A cor verde da casca da banana no período pré-climatérico é devido à presença de pigmentos de clorofila, que é degradada rapidamente durante o amadurecimento do fruto, revelando os carotenoides que são os pigmentos responsáveis pela cor amarela da casca da banana madura (VilasBoas et al, 2001).

De acordo com Awad (1993), a síntese de carotenoides na casca da banana acontece durante o desenvolvimento do fruto e antes do início da degradação da clorofila promovida pela ação de enzimas, principalmente, a clorofilase. A atividade destas enzimas aumenta durante o amadurecimento, tornando visível a cor amarela pela presença de carotenoides preexistentes.

Ao estudarem bananas prata armazenadas sob atmosferas modificadas e controladas com absorção de etileno, Brackmann et al (2006) observaram que houve um escurecimento tardio da casca, possivelmente devido à diminuição da atividade de enzimas clorofilases e sistemas oxidantes, o que ocasiona no aumento da vida de prateleira. Entretanto, ao se trabalhar com inibidores de etileno, como o 1-metil-ciclopropano (1-MCP), Pinheiro et.al. (2006) observaram que sua utilização pode causar perda da cor verde desuniforme e tonalidade avermelhada, causando o comprometimento da aparência do fruto.

As medições de cor em frutos podem ser feitas de forma subjetiva, ou seja, visualmente utilizando padrões de escalas de cor previamente estabelecidas, ou serem realizadas objetivamente, sendo necessários instrumentos como os colorímetros. Entre os sistemas colorimétricos desenvolvidos mais utilizados, pela rapidez nos resultados, estão o Hunter Lab e o CIE $L^*a^*b^*$ (Ribeiro, 2006).

De acordo com Farkas (2003), os dois sistemas são semelhantes (CIELAB e HUNTERLAB), sendo os dois definidos por três coordenadas: luminosidade L^* em uma escala de 0 (totalmente preto) a 100 (totalmente branco); parâmetro a^* , que define o eixo que varia entre o verde (-60) e o vermelho (+60), em que valores negativos significam a predominância do verde e os positivos do vermelho; parâmetro b^* , representado pelo eixo que varia entre o azul (-60) e o amarelo (+60), com valores negativos indicando a predominância do azul e os positivos do amarelo.

A banana, durante seu amadurecimento, apresenta uma mudança de coloração de casca de verde para amarelo, resultando em aumento nos valores dos parâmetros de cor a^* e b^* . O aumento da coordenada a^* reflete a perda da cor verde e o aumento de b^* representa o amarelecimento da casca (Yang et al., 2009).

3.3.3. Acidez Total Titulável e pH

De acordo com Wills et al. (1981), o teor de ácidos orgânicos reduz com a maturação dos frutos, sendo a banana uma exceção, onde os maiores níveis de ATT são obtidos com os frutos completamente maduros.

Em bananas o ácido que é predominante tanto no início quanto no final do seu desenvolvimento é o málico, que em bananas 'Nanica' podem variar de 0,32 % quando verde a 0,51 % quando maduro (Sgarbieri et al., 1966).

Segundo Rossignoli (1983) e Fernandes et al (1979), o teor de ácidos em bananas pode variar de 0,17 % a 0,67 % e o pH, de 4,2 a 4,8. Porém, estas faixas podem mudar de acordo com a variedade, o estágio de maturação e as condições de cultivo das bananas.

Pimentel et al. (2010) encontraram para bananas verdes da variedade Prata-Anã acidez titulável de 0,18% e para os frutos maduros acidez de 0,69%. O pH caiu de 5,60 para 4,13.

Entretanto, a banana verde pode apresentar baixa acidez, e embora esta aumente no início da maturação até um pico máximo, ela decresce lentamente no fruto muito maduro ou senescente, como observado por Carvalho (1989). Essa queda corresponde à redução de ácidos orgânicos na polpa que começam a ser mais consumidos como fonte de energia pela respiração do que formados.

3.3.4. Sólidos Solúveis Totais (SST), açúcares solúveis e amido

Segundo Costa et.al. (2004), dos componentes existentes nos frutos, os sólidos solúveis totais (°Brix) desempenham um importante papel em sua qualidade, pois eles possuem influência nas propriedades termofísicas, químicas e biológicas das frutas, sendo este de grande importância em indústrias para um maior controle sob os ingredientes a serem adicionados ao produto e na qualidade final, visto que quanto maior a quantidade de sólidos solúveis existentes, menor será a quantidade de açúcar a ser adicionada aos frutos quando processados pela indústria, diminuindo assim o custo de produção e aumentando a qualidade do produto.

A degradação do amido e o consequente acúmulo de sacarose são algumas das maiores mudanças que ocorrem durante o amadurecimento da

banana, conferindo-lhes doçura durante o período pós-colheita (Areas e Lajolo, 1981).

Terra et al. (1983) relataram as concentrações de amido, sacarose, glicose e frutose, principais açúcares da banana madura, e atividade de algumas enzimas de síntese de sacarose durante a maturação de bananas (*M. acuminata*). Como amido foi degradado, o teor de sacarose aumentou e precedeu ao acúmulo de glicose e frutose. A atividade da UDP-glucose-pirofosforilase permaneceu constante, enquanto a atividade de sacarose fosfato sintase (SPS) e invertase aumentaram. Cordenunsi e Lajolo (1995) observaram correlação direta entre acúmulo de sacarose e aumento da atividade da enzima SPS. As modificações observadas dos açúcares e das enzimas indicaram que a transformação do amido em sacarose, através da via glucose 1-fosfato e UDP-glucose pode ser o mecanismo para a degradação do amido durante o amadurecimento.

Garcia e Lajolo (1988) detectaram atividades de três α - e quatro β -amilases e α -1, 4 - e α -1,6-glicosidase em todas as fases de amadurecimento da fruta, mas aumentaram significativamente somente no pico climatérico, quando grande parte do amido já havia desaparecido. Apenas a atividade das β -amilases aumentou no período do pré-climatérico, simultâneo à diminuição do amido.

O teor de amido, o tipo e a quantidade dos açúcares solúveis se alteram de acordo com as variedades das bananas, os estádios de maturação e as condições de cultivo das bananeiras (Mota et al. 1997; Jesus et al. 2004; Chitarra e Chitarra, 2005). Jesus et al. (2004), estudando diversos cultivares de banana, observaram que os teores médios de açúcares solúveis totais variavam entre 18,8% e 24,9%, sendo que a cultivar 'Prata-Anã' apresentou os teores mais altos ($24,9\% \pm 0,47$). O teor de amido encontrado para esta variedade foi de $4,5 \pm 0,21$. De acordo com Chitarra & Chitarra (2005), os teores de amido na polpa da banana 'Prata' diminuem cerca de 20% a 25% para 0,2% a 1,5% com o amadurecimento. Simultaneamente, há um aumento nos teores de açúcares solúveis de 1% para 20% na polpa fresca, com consequente aumento de teor de sólidos solúveis. Pimentel et al. (2010) observaram que bananas verdes Prata-Anã apresentavam teor de sólidos solúveis de 2,13% e para os frutos maduros da mesma variedade foram encontrados 20,48%.

Santos et al (2006) estudaram o armazenamento de banana prata-Anã em atmosferas controladas e observaram para o fruto fora do ambiente em atmosfera controlada, que seu teor de amido era menor e o de açúcares totais maior. Mas, em atmosfera controlada, observou-se o comportamento contrário, ou seja, a degradação do amido diminuiu, provocando um maior teor de amido e menor teor de açúcares solúveis totais. O estudo ainda observou que existe em atmosfera controlada contendo 4 % de O₂ e 10 % de CO₂ uma predominância de açúcares redutores sob os açúcares não redutores.

Em um estudo sobre a resposta ao estresse atmosférico promovido por baixa concentração de oxigênio realizado por Kanellis et al.(1989), foi observado que bananas após 4 dias de estocagem apresentaram maiores níveis de frutose, glicose e sacarose, porém, enfatizaram também que o acúmulo de açúcares se deu primeiro pela sacarose, indicando que a mesma trata-se de um precursor dos açúcares redutores.

3.3.5. Compostos Fenólicos

Os compostos fenólicos são resultantes do metabolismo secundário das plantas, sendo essenciais para seu desenvolvimento e de grande relevância na resposta à ação de predadores, radiação UV, adversidades climáticas, dentre outros (Taiz e Zeiger, 2004).

Fatores bióticos, como infestação de patógenos, e abióticos, como excesso de radiação luminosa, deficiência nutricional, baixa temperatura e danos mecânicos podem alterar o metabolismo dos compostos fenólicos (Dixon & Paiva, 1995).

Esses fatores podem provocar um estresse oxidativo na planta, ou seja, há um desequilíbrio no sistema pró-oxidante e antioxidante, que funciona de maneira contínua para produzir e remover substâncias oxidantes formadas durante o metabolismo aeróbico normal (Thomas, 1994). Os compostos fenólicos, diante do estresse, podem funcionar como antioxidantes naturais, reduzindo as espécies reativas de oxigênio. Os fenólicos também podem ser desviados para rotas de síntese de lignina e suberina como resposta de defesa ou ainda constituírem substratos para oxidação pelas polifenoloxidasas (Reyes et al., 2007).

A presença dos compostos fenólicos nos frutos tem papel fundamental no escurecimento enzimático da polpa e da casca. A enzima polifenoloxidase (PPO) catalisa a hidroxilação de monofenóis a o-difenóis e a oxidação destes últimos a quinonas, resultando na formação de pigmentos de cor marrom (Zawistowski et al., 1991).

Os compostos fenólicos, estruturalmente, possuem pelo menos um anel aromático com um ou mais grupos hidroxilas (-OH) em substituição a um hidrogênio (-H) (Santos et. al., 2012). Incluem desde moléculas simples até moléculas com alto grau de polimerização, como os taninos e as ligninas. Apresentam-se nos vegetais na forma livre ou ligados a açúcares e proteínas (Bravo, 1998).

A grande maioria dos compostos fenólicos em plantas é derivada da rota metabólica do ácido chiquímico. Durante essa via, a amônia do aminoácido fenilalanina é eliminada pela atividade da enzima fenilalanina liase (PAL, E.C 4.3.1.24), produzindo o ácido cinâmico (Figura 5A), que dará origem a diversos fenólicos (Ângelo et.al., 2007). Além do ácido cinâmico, o ácido benzoico também forma os compostos fenólicos de maior importância presentes nas frutas (Figura 5B).

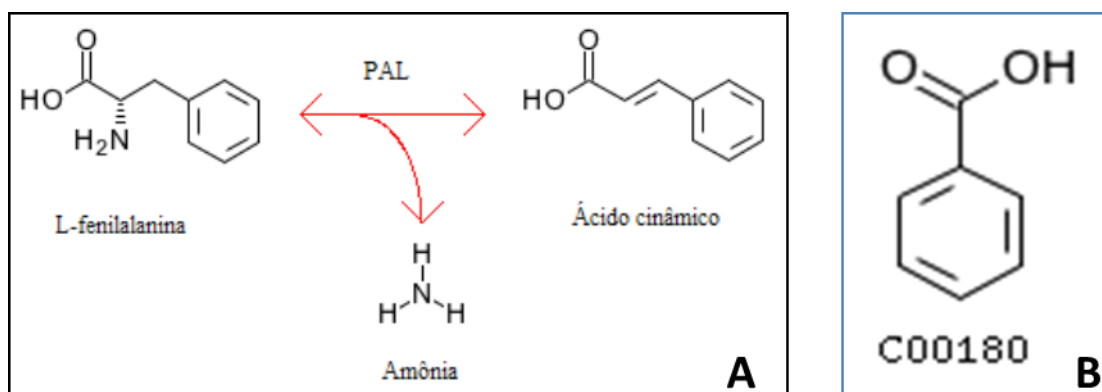


Figura 5. A) Formação do ácido cinâmico pela ação da PAL. B) Ácido benzoico.

Fonte: KEGG, 2013

Nos vegetais, os compostos fenólicos mais abundantes fazem parte dos grupos dos flavonoides, dos ácidos fenólicos, dos taninos e dos tocoferóis (King et.al., 1999).

A estrutura geral dos ácidos fenólicos caracteriza-se por apresentar um anel aromático ligado a um grupo carboxílico (-COOH) e a um ou mais grupamentos hidroxila (-OH) e/ou metoxila (-OCH₃), conferindo aos vegetais a função antioxidante (Bravo, 1998). Os ácidos fenólicos podem se originar tanto do ácido benzoico, sendo os mais comuns o ácido gálico, vanílico e p-hidroxibenzoico, quanto do ácido cinâmico representado pelos ácidos cafeico, ferúlico, p-cumárico e sináptico (Soares, 2002).

Os flavonoides são derivados da via metabólica do ácido chiquímico e da viametabólica do ácido malônico, sendo sua estrutura formada por dois anéis aromáticos, em que cada um desses anéis é proveniente de cada uma destas rotas. Variações no anel heterocíclico, que une esses dois anéis aromáticos, resultam em importantes classes de flavonoides (Tabela 4) (Pimentel et al., 2005; Ferrer et al., 2008).

As antocianidinas são as principais responsáveis pela coloração dos frutos que estão na faixa de cor que varia de vermelho a azul. A determinação da cor nesta faixa é de acordo com o pH em que esses compostos estão armazenados no vacúolo celular (Castañeda-Ovando et. al., 2009).

Tabela 4. Características das classes dos flavonoides

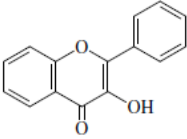
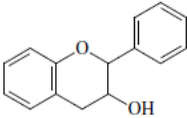
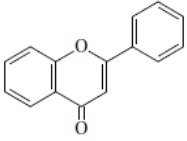
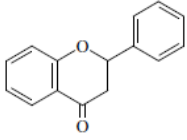
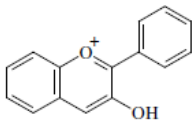
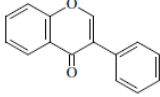
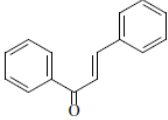
Classes dos flavonoides	Característica estrutural	Estrutura geral	Exemplos	Obs.
Flavonol	Caracterizado por ligação dupla entre C2-C3, presença de 3-OH e um grupo ceto em C4		Quercetina Caempferol Miricetina	Geralmente de cor amarela. É o flavonóide mais frequente nos vegetais.
Flavan-3-ol	Caracterizam-se por C3 saturado, presença de 3-OH e ausência do grupo ceto em C4		Catequina Epicatequina Epigallocatequina	Geralmente incolor. Está presente em frutas(maçã) e chás (verde e preto).
Flavona	Ligação dupla entre C2-C3, presença grupo ceto em C4 e ausência de 3-OH		Apigenina Luteolina	Geralmente de cor amarela. Encontrada principalmente em cereais e ervas.
Flavanona	Caracteriza-se por C3 saturado e grupo ceto em C4		Naringenina Hesperitina	Geralmente incolor ou ligeiramente amarelo. Encontrado quase exclusivamente de frutos cítricos.
Antocianidina	Caracteriza-se por íon flavílio e 3-OH		Cianidina Delfinidina Peonidina	Apresenta-se nas cores azul, vermelha ou violeta. Encontrado em flores e frutas

Tabela 4, Cont.

Classe dos flavonóides	Característica Estrutural	Estrutura Geral	Exemplos	Obs.
Isoflavona	Difere estruturalment e dos demais flavonoides pela orientação do anel B ligado em C3		Genisteína Daidzeína	Apresenta-se incolor. Encontrado quase em leguminosas.
Chalcona	Esqueleto C15 com abertura no anel C		Floretina	Encontrada em frutas como maçã

Fonte: Hassimotto, 2005.

Os taninos são polifenóis de alto peso molecular que são divididos, de acordo com sua estrutura química, em taninos hidrolisáveis e taninos condensáveis. Os taninos condensáveis ou proantocianidinas são oligômeros e polímeros de flavonoides, especificamente, a catequina e/ou leucocianidina, e é assim chamado por apresentar pigmentos da classe das antocianidinas. Os taninos hidrolisáveis são ésteres de ácidos gálico e elágicos, glicosilados, em que os grupos hidroxilas do açúcar são esterificados com os ácidos fenólicos (King, 1999).

Os tocoferóis são compostos monofenólicos, presentes em vegetais, principalmente em folhas e sementes oleaginosas, conferindo-lhes propriedades antioxidantes e vitamina E (Shahidi, 1992).

Estudos recentes encontraram níveis significativos de compostos fenólicos livres em polpa de banana, variando entre 11,8 a 90,4 mg de ácido gálico por 100 g de peso fresco (Balasundrum et al., 2006). Diversos destes compostos foram identificados na polpa da banana (Figura 6): ácido gálico, catequina, galocatequina, epicatequinas e taninos condensáveis (Someya et al., 2002; Mar Verde Méndez et al., 2003; Benett et al., 2010).

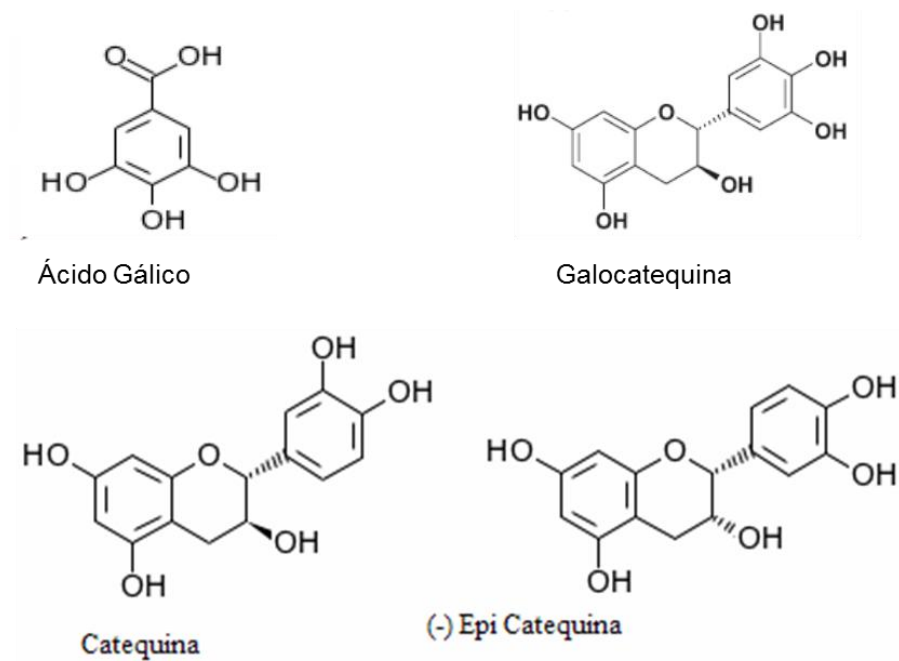


Figura 6. Estrutura de alguns dos compostos fenólicos encontrados em bananas
 Fonte: KEGG, 2009.

Os compostos fenólicos estão presentes em muitas frutas e quando quantificados revelam importantes informações sobre a qualidade dos alimentos e do seu potencial benefício à saúde (Talcott et al, 2003). De acordo com Marshall et al. (2000) citados por Santos et al (2012), a composição fenólica de frutas e hortaliças pode variar de acordo com a espécie, o cultivo, o grau de amadurecimento e as condições ambientais de desenvolvimento e de armazenamento.

Diversos estudos constataram que o conteúdo de compostos fenólicos reduz durante o amadurecimento de frutos (Murata, et al. 1995). Brandão et al. (2009) verificaram que frutos imaturos de jamaica continham quantidade de fenólicos totais superior que os jamaicas maduros. O mesmo foi observado por Bennett et al. (2010) em diferentes variedades de bananas.

Durante o amadurecimento dos frutos ocorre a diminuição da concentração de taninos, devido à sua polimerização promovida pela ação de acetaldeído, convertendo-os em açúcares ou sendo consumidos durante o processo de respiração (Galvani et.al, 2006). Os taninos conferem adstringência aos frutos por se ligarem às proteínas presentes na saliva, precipitando-as, o que causa a sensação de secura no palato. A polpa da banana verde é caracterizada por uma forte adstringência devido à presença de taninos e conforme ocorre o

amadurecimento da banana, esses compostos se polimerizam, reduzindo desta forma a adstringência do fruto (Pinheiro, 2004).

3.4. Estudo fisiológico

3.4.1. Atividade Respiratória dos Frutos

Após a colheita, a respiração torna-se o principal processo fisiológico da planta, já que a planta não consegue mais absorver água, minerais e nem realizar a fotossíntese. A respiração vegetal corresponde à transformação de compostos orgânicos em água e dióxido de carbono com a produção de energia química, que será utilizada para a biossíntese de novos compostos indispensáveis ao funcionamento da planta, de forma que ela continue a produzir enzimas e estruturas moleculares essenciais ao seu amadurecimento (Chitara e Chitarra, 2003).

O ciclo vital dos frutos possui diferentes fases (Figura 7A): o crescimento, a maturação, o amadurecimento e a senescência. O crescimento do fruto ocorre por meio de diferentes processos fisiológicos e metabólicos, como a inibição dos mecanismos de oposição ao crescimento, a canalização de nutrientes para o órgão em crescimento, a produção de energia necessária ao processo e o estímulo dos mecanismos biossintéticos (Chitarra e Chitarra, 2003). A maturação ocorre antes do desenvolvimento completo do fruto e é neste estágio que ele se torna apto para o consumo humano e é o estágio em que são, em sua maioria, colhidos. O amadurecimento marca o início dos processos degradativos, no qual se tem uma modificação da pigmentação, da textura, do sabor e do aroma. A senescência marca a diminuição dos processos anabólicos e a predominância dos processos catabólicos responsáveis pelo envelhecimento e pela morte dos tecidos.

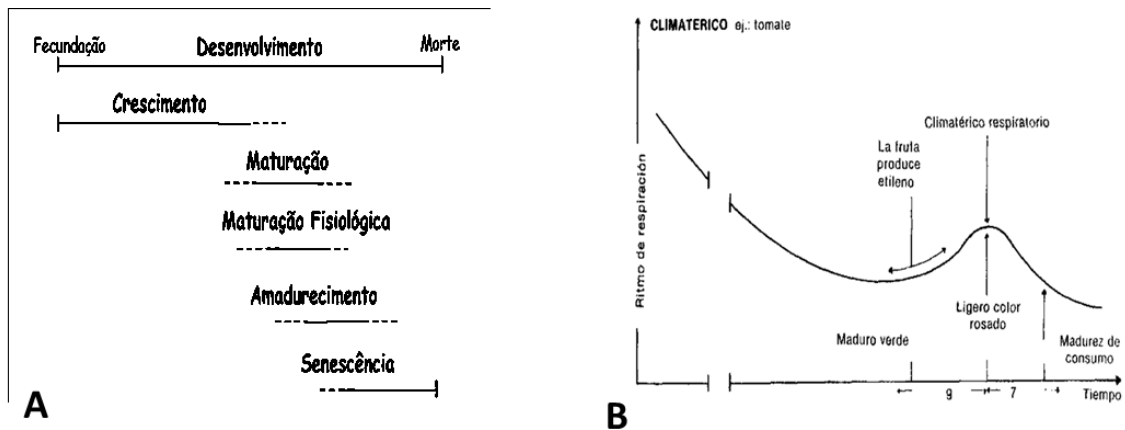


Figura 7. A) Fases do desenvolvimento do fruto. B) Fases do desenvolvimento do tomate, fruto climatérico.

Fonte: Watada et al. (1984)

Quanto à sua categoria respiratória, os frutos podem ser divididos em dois grupos: os climatéricos e os não-climatéricos (Figura 7B). Os frutos não-climatéricos possuem baixa atividade respiratória e após a colheita esta sofre um declínio, o que impede o fruto a continuar o seu processo de amadurecimento. Os frutos colhidos fora do estágio de maturação não irão completar o seu amadurecimento, mas apenas senescer (Jacomino et al., 2002).

Os frutos climatéricos possuem uma maior atividade respiratória, e após a colheita, ocorre um aumento nesta taxa, o que leva ao seu amadurecimento imediato. Neste caso, os frutos podem atingir o estágio de maturação comestível na planta ou fora dela.

Os frutos climatéricos devem ser colhidos no seu estágio de amadurecimento fisiológico (maturação), pois fora deste ocorrem perdas após a colheita. O fruto colhido maduro é mais resistente às injúrias e ao armazenamento, enquanto o fruto maduro, apesar de possuir boa qualidade sensorial, não suporta as condições de transporte e armazenamento (Jacomino et al., 2003).

A atividade respiratória dos frutos é influenciada pela sua composição e pelas alterações químicas da maturação após a colheita, sendo que a intensidade e o tipo de atividade respiratória dependem das funções naturais de cada parte do fruto. Dentre os fatores que podem influenciar a respiração dos frutos, têm-se os extrínsecos, ou seja, aqueles inerentes ao ambiente em que o fruto se encontra, e os intrínsecos, que são aqueles ligados à composição do fruto.

A superfície do produto é responsável pelas trocas hídricas e gasosas, pela proteção contra o ataque físico, químico e biológico do fruto, e atua na resistência à difusão dos gases (O_2 e CO_2). Quando esta resistência da superfície torna-se elevada, poderá ocorrer a alteração da respiração dos frutos por meio de uma diferença na pressão parcial dos gases internos e externos (Chitarra e Chitarra, 2003).

A transpiração do fruto quando em excesso, ou seja, quando sua umidade está maior do que a do ambiente, pode levar a uma maior saída de água do fruto, levando à perda de textura, ao enrugamento, à opacidade e à redução de até 10% do seu peso original (Chitarra, 2001). Segundo Chitarra e Chitarra (2003), a perda de umidade para o ambiente está diretamente relacionada à área da superfície exposta por unidade de volume, ou seja, quanto maior a área exposta, maior será a perda de água por evaporação.

Segundo Saquet e Streif (2001), a produção de etileno, um hormônio responsável pelo amadurecimento do fruto, é outro fator a se considerar, pois com o amadurecimento, sua produção aumenta, ocasionando um estímulo para a atividade respiratória. Chitarra e Chitarra (2003) sugerem que a resposta do fruto ao etileno correlaciona-se com a presença da via alternativa (oxidase) ou via de transportes resistente ao cianureto.

O efeito da temperatura sobre os frutos pode ser benéfico ou não, pois com o seu aumento ocorre uma aceleração no processo de amadurecimento/deterioração do fruto, e com sua redução ocorre um maior tempo de conservação, porém podem ocorrer injúrias e distúrbios provocados pelo frio. Segundo Chitarra e Chitarra (2003), a manutenção da qualidade do fruto com o aumento de vida útil é possível com a redução da temperatura, contudo, deve-se conhecer o limite mínimo suportado por ele, a TMS (Temperatura Mínima de Segurança).

Segundo Brackman et.al. (2004), a intensidade respiratória dos frutos é influenciada pela temperatura em que são mantidos, visto que os frutos são organismos vivos. As temperaturas baixas retardam alterações típicas do amadurecimento e o desenvolvimento de microrganismos.

A composição atmosférica a qual os produtos estão expostos também pode influenciar de forma positiva ou negativa, pois a atmosfera de crescimento ideal para os frutos é rica em oxigênio (O_2) e pobre em dióxido de carbono (CO_2). No entanto, após a colheita esses gases são modificados e em geral aumenta-se

o teor de CO₂ (Fonseca et al., 2002). Deve-se conhecer o limite das condições atmosféricas necessárias para cada fruto, para que não ocorram injúrias, como escurecimentos, doenças, modificações no sabor e outros.

Os danos mecânicos ocorridos na colheita, no manuseio, no transporte e outros, estimulam a atividade respiratória dos frutos e possibilitam a infecção do mesmo por microrganismos (Caldarelli et.al., 2009).

3.5. Conservação em Atmosfera Controlada (AC)

Muitos estudos relacionados ao monitoramento dos gases e os atributos de qualidade vêm sendo realizados nos últimos anos para uma melhor utilização da atmosfera controlada (Kader, 2000).

A atmosfera controlada consiste na modificação e no controle dos gases no meio do armazenamento, prolongando a vida dos frutos após a colheita, por promover a diminuição da concentração de O₂ e aumentar a de CO₂. Para Brackmann (2004), o armazenamento em atmosfera controlada é baseado na modificação da concentração dos gases na atmosfera natural.

Kader (1994) já diz que a atmosfera controlada pode auxiliar na manutenção da qualidade de frutos tropicais, e seus benefícios incluem a redução da taxa de respiração, a inibição da produção e ação do etileno, o retardo do amadurecimento e a manutenção da qualidade nutricional, contudo Brackmann (2004) cita que tem-se como desvantagens o elevado investimento com a instalação das câmaras, a possível ocorrência de distúrbios fisiológicos, a necessidade de mão de obra qualificada para acompanhamento diário das câmaras e a redução do aroma do fruto se armazenado por longos períodos.

As frutas frescas possuem diferentes aceitações quanto à redução de O₂ e ao aumento do CO₂, conhecidas como limite de tolerância.

O entendimento do correto modo de ação da baixa concentração de O₂ e elevada concentração de CO₂ no metabolismo dos frutos pode auxiliar na escolha correta das condições da atmosfera controlada (Kader, 1995).

Uma atuação ótima de atmosfera controlada retarda a perda da clorofila, a síntese de carotenoides e antocianinas, a biossíntese e a oxidação de compostos fenólicos e reduz a atividade de degradação enzimática nas células (Jacomino et.al., 2003). Já um estresse severo poderia diminuir o pH citoplasmático e os níveis de ATP, reduzir a atividade da Piruvato desidrogenase

e a ativação da Piruvato descarboxilase, lactato desidrogenase e outros, que leva a um acúmulo de acetaldeído, etanol e outros compostos prejudiciais aos frutos (Kader, 2003).

O uso de atmosfera controlada se mostrou uma eficaz ferramenta para a redução do processo de amadurecimento de frutos de mamoeiro “Golden” e “Sunrise Solo”, obtendo melhores resultados com as combinações 3%O₂ com 3%CO₂e 3%O₂ com 6%CO₂ (Fonseca et al.,2003).

Brackmann et al. (2007) estudando o armazenamento de pêssegos cv. “Granada” em atmosferas controladas observaram que uma menor respiração foi encontrada utilizando-se 1%O₂ com 3%CO₂, resultado semelhante ao encontrado por Sestari et al. (2008) para pêssegos “Maciel” colhidos em dois estádios de maturação.

No estudo de morangos “Camarosa”, Schünemann (2008) observou que o uso de 4%O₂ com 10%CO₂ em atmosfera controlada foi eficiente na preservação de ácido ascórbico e reduziu a perda de peso durante os 9 dias de armazenamento, o que não foi observado por Júnior (2011) com morangos ‘Oso Grande’ em diferentes condições de atmosferas.

Galarça et al. (2008) estudaram a influência da atmosfera controlada em mirtilo e observaram a redução dos processos metabólicos das frutas e ainda concluíram que a atmosfera controlada é capaz de melhor preservar o sabor das frutas em relação à refrigeração.

Kader (2002) determinou que bananas Cavendish toleram um máximo de 5% de CO₂ e um mínimo de 2% a 5% de O₂, quando armazenadas entre 12 e 16°C, podendo haver diferentes limites para diferentes cultivares.

No estudo de maçãs ‘Gala’, Weber et.al (2013) verificaram que a utilização de diferentes atmosferas controladas garantiu uma menor perda de firmeza dos frutos, não influenciando no teor de sólidos solúveis e nem na acidez titulável, o que também foi encontrado por Correa et.al. (2012) no estudo de diferentes porta-enxertos de polpa de maçã. Entretanto, Brackmann et.al. (2009) observaram que pêssegos ‘Eragil’ armazenados em atmosferas controladas, apesar de não sofrerem influência no teor de sólidos solúveis, apresentaram um maior teor de acidez titulável quando sob condições de atmosfera controlada, e ainda concluíram que o uso da atmosfera controlada reduz a lanosidade e o

escurecimento interno da polpa, além de reduzir a ocorrência de distúrbios fisiológicos.

4. METODOLOGIA

4.1. Matéria-prima

Neste experimento foram utilizadas bananas da cultivar Prata-Anã [*Musa* spp. (AAB)] selecionadas na casa de embalagem da empresa Bananas EP, situada no município de Cariacica (ES), de coordenadas geográficas (-20° 15' 59,1270" S, -40° 25' 18,9422" W), plantadas em solo argiloso e enriquecido com matéria orgânica (rica em nitrogênio) e potássio, sendo que os cachos de frutos foram colhidos em 25 de novembro de 2012, com 18 semanas após a floração, com estágio de maturação 2 (Figura 8), sem ranhuras e manchas, com padrão de tamanho médio.

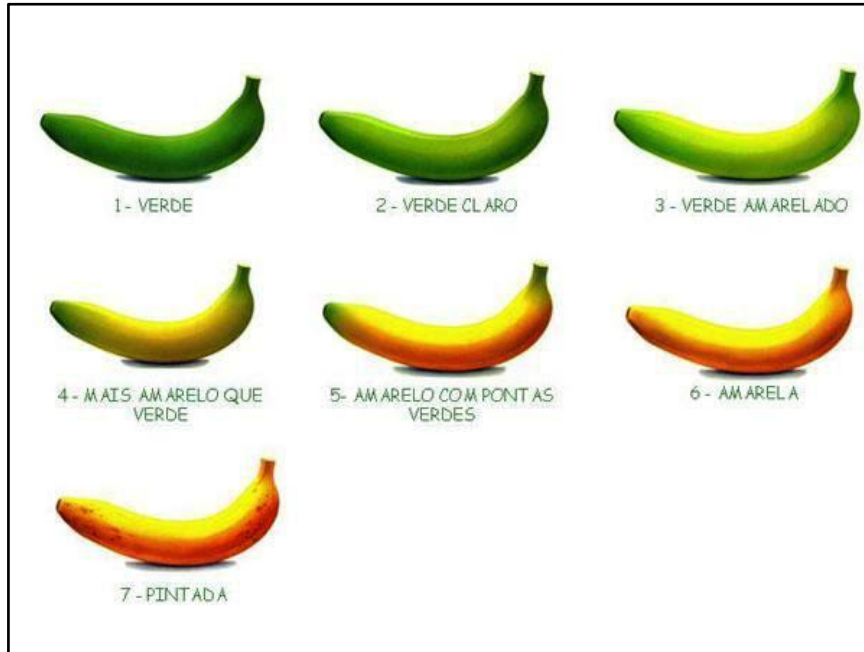


Figura 8. Estádios de maturação da banana.

Fonte: www.kdfrutas.com.br

Os cachos chegaram à área de recepção da casa de embalagem por meio de roldanas e cobertos por um plástico azul claro contendo alguns furos com a finalidade de proteger a casca da banana e acelerar o seu desenvolvimento, assim como evitar o ataque de insetos. Após a seleção manual de pencas dos frutos da segunda carreira do cacho, sem deformações e cortes, as pencas foram higienizadas para remoção de impurezas do campo e retirada do látex em um banho contendo solução de alumínio. Em seguida foram selecionadas pela ausência de ranhuras e manchas e as pencas foram cortadas ao meio, e os buquês foram colocados em outro banho contendo a mesma concentração de sulfato de alumínio para sedimentação da sica. (Figura 9).

Ao final, os buquês foram drenados para retirar o excesso de umidade, pesados e acondicionados em caixas de madeira cobertas com papel de seda e transportados até o Laboratório de Tecnologia de Alimentos (LTA/CCTA) da Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, onde os experimentos foram conduzidos 4 horas após a colheita.



Figura 9. Operações de recepção, corte das pencas, seleção, limpeza e embalagem dos buquês de banana em caixas de madeira revestidas com papel de seda. Casa de embalagem da empresa Bananas EP (Cariacica – ES).

No Laboratório de Tecnologia de Alimentos (LTA/CCTA), os frutos foram inspecionados para evitar defeitos de injúria mecânica e individualmente identificados para análises de qualidade. Posteriormente os buquês foram divididos em buquês de 2 frutos e sanitizados em solução clorada 100 ppm por imersão de 15 minutos e secos ao ar livre para depois serem armazenados nas microcâmaras de atmosfera controlada, previamente higienizadas com solução de formaldeído 50%. As microcâmaras possuem estantes de aço inoxidável com bandejas perfuradas que permitem o arranjo dos buquês sem a ocorrência de amassamentos e facilitando a circulação interna de ar por meio de um pequeno ventilador instalado na parte superior traseira da microcâmara.

4.2. Planejamento experimental

Em cada microcâmara foram armazenados 16 buquês com dois dedos, totalizando 32 frutos, resultando em uma massa de aproximadamente 12 quilogramas. As concentrações de O₂ nas microcâmaras foram definidas em três níveis, contemplando uma faixa de níveis mínimos de O₂. Os níveis de CO₂ foram fixados em concentrações gasosas crescentes até valores máximos que não causem sensíveis distúrbios fisiológicos (Tabela 5). Promoveu-se a adsorção de etileno em todos os tratamentos de atmosfera controlada.

Foi realizado um tratamento controle contendo frutos em uma câmara de atmosfera controlada com adsorção de etileno e de composição de 20,8% de O₂ e 0,1% de CO₂ e outro em que os frutos foram mantidos em atmosfera ambiente, mas sem a adsorção de etileno. As microcâmaras foram mantidas em câmara de armazenamento à temperatura de 23 °C e 85-95 %UR. A circulação de ar nas microcâmaras foi garantida por pequenos ventiladores instalados na parte superior do fundo de cada microcâmara.

As avaliações físicas e químicas dos frutos foram feitas antes do armazenamento, após os 14 dias de armazenamento em atmosfera controlada e após 3 dias de remoção das atmosferas e manutenção dos frutos em estantes na câmara de armazenamento a 23 °C e 85-95 %UR.

As amostras da polpa para as análises químicas foram retiradas da porção equatorial dos frutos realizando cortes com faca de aço inoxidável. O material foi envolvido em folha de alumínio e imediatamente congelado em nitrogênio líquido. As amostras foram embaladas em sacos de polietileno e armazenadas em ultrafreezer a – 80 °C.

Tabela 5. Composições de atmosferas nas microcâmaras de armazenamento das bananas Prata-Anã, mantidas sob condições de adsorção de etileno. O tratamento controle foi feito em atmosfera ambiente sem adsorção de etileno

Concentrações dos gases nas microcâmaras		
Tratamentos	% O₂	% CO₂
1	1,0 %	2,0%
2	1,0 %	6,0%
3	1,0 %	10,0%
4	3,0 %	2,0%
5	3,0 %	6,0%
6	3,0 %	10,0%
7	5,0 %	2,0%
8	5,0 %	6,0%
9	5,0 %	10,0%
Atmosfera controlada	20,8%	0,1%
Controle (atmosfera ambiente)	20,8%	0,1%

4.3. Operação das microcâmaras de atmosfera controlada

4.3.1. Controle manual

A operação de funcionamento das microcâmaras consiste na calibração das microcâmaras de acordo com as atmosferas desejadas. Este controle manual permite a injeção de O₂, CO₂ e N₂ e a adsorção do CO₂ e de etileno nas microcâmaras.

Para alcançar níveis inferiores de O₂, foram realizadas injeções do gás nitrogênio (N₂) na microcâmara, e posteriormente, injeções de CO₂ para que o nível desejado fosse obtido.

Os procedimentos manuais só foram iniciados após a estocagem dos frutos nas microcâmaras devidamente identificados e correta vedação das mesmas.

4.3.2. Controle automático

O controle automático foi ativado após todas as microcâmaras terem sido ajustadas manualmente, e consiste em uma automação em que se define o tempo de injeção de O_2 , N_2 e CO_2 e também a adsorção de CO_2 e C_2H_4 (etileno), sendo estes valores ajustados ao longo da estocagem conforme a taxa de respiração dos frutos, possibilitando um ajuste fino da concentração dos gases nas microcâmaras.

A adsorção do CO_2 foi obtida pela passagem do gás em um tanque (0,7 x 0,41 x 0,4m) contendo uma solução de hidróxido de sódio (NaOH) a 30% PA, enquanto a adsorção do gás C_2H_4 foi realizada por meio da passagem do gás das microcâmaras em colunas de permanganato de potássio.

A leitura da concentração de O_2 e CO_2 foi realizada em 220 segundos na microcâmara correspondente e após a leitura ocorreu a correção das concentrações nos níveis pré-fixados.

A adsorção de C_2H_4 foi conduzida durante 2 minutos em cada microcâmara, possibilitando uma adsorção de aproximadamente 12 ppm do gás em cada intervalo de adsorção. O esquema operacional do sistema de microcâmaras de atmosfera controlada está indicado na Figura 10.

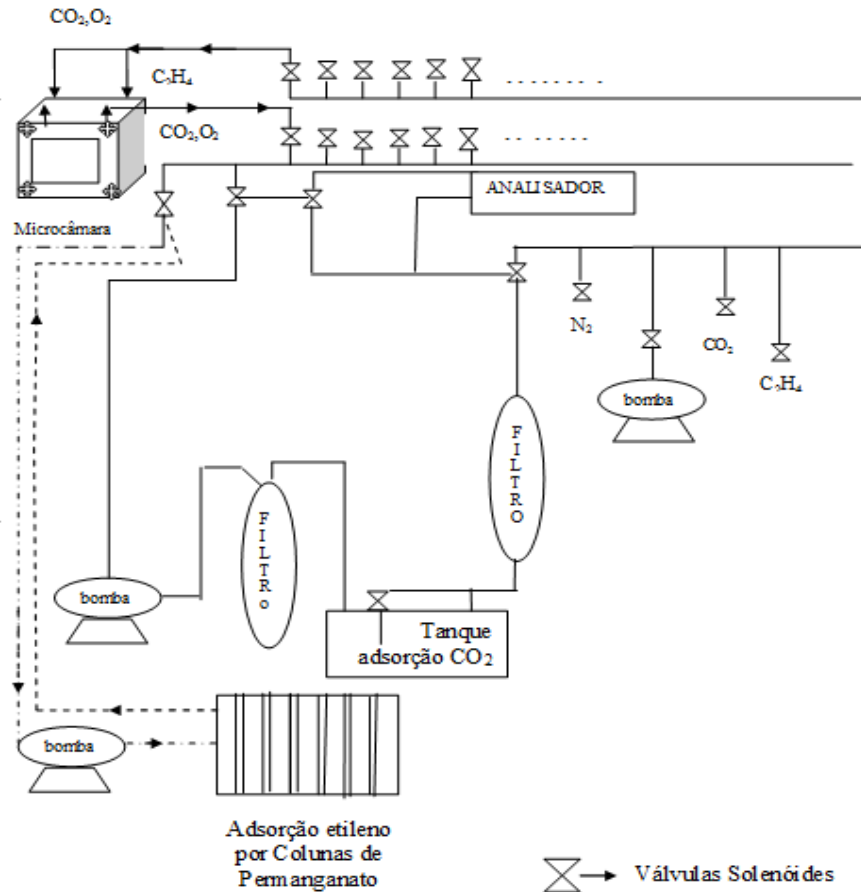


Figura 10. Esquema representativo do funcionamento das microcâmaras de atmosfera controlada.

Fonte: Martins (2005)

4.3.3. Instrumentação do sistema de medidas dos gases

A concentração dos gases no interior das microcâmaras foi obtida por meio de um analisador de gases, sendo o O_2 por um sensor paramagnético, medindo a difusão do gás em coluna a partir de uma placa de zircônio aquecida a 80°C com o sistema previamente calibrado, e o CO_2 por um sensor infravermelho acoplado ao sistema e previamente calibrado. Os resultados, tanto para O_2 como para CO_2 , são expressos em $\% \text{ Kg}^{-1}\text{h}^{-1}$ com uma precisão de 0,01% (Figura 11).



Figura 11. Sistemas de visualização das medidas nas microcâmaras em analisador acoplado e computador.

4.4. Determinação da cor dos frutos

As medidas da cor da casca foram realizadas em dois pontos de cada um dos frutos que pertenciam aos tratamentos estudados, com 16 repetições. Foi realizada a determinação da cor no início do experimento e após cada tempo de armazenamento, utilizando o colorímetro da marca Hunterlab Miniscan Spectrophotometer XE Plus, previamente calibrado com placas refletivas de cores preta e branca, com padrão de iluminação D65 e observador com ângulo de 10°. Os resultados foram expressos pelo sistema L, a e b de Hunter, em que os valores de L (luminosidade ou brilho) variam do preto (0) ao branco (100), os valores de a correspondem ao vermelho (+a) e verde (-a) e de b, amarelo (+b) ou azul (-b).

4.5. Determinação da perda de massa

A massa de cada buquê com dois frutos foi medida em balança eletrônica GEHAKA, modelo BC 2000, com capacidade para 2,020 Kg e precisão de 0,01 g. A perda de massa foi considerada como a diferença entre o peso inicial do buquê na colheita e o peso do mesmo buquê nos tempos de 14 dias de armazenamento em atmosfera controlada e após 3 dias de armazenamento em atmosfera ambiente, normalizados para 100 g do fruto. As medidas foram realizadas com oito repetições.

4.6. Preparo do material para as análises físico-químicas

No preparo das amostras para a realização das análises químicas, o material previamente congelado foi macerado em almofariz com auxílio de pistilo, na presença de nitrogênio líquido para evitar o descongelamento. O maceramento foi conduzido até obter amostras com partículas muito finas. Esse material foi rapidamente embalado em tubos de polietileno previamente identificados, e mantidos em ultrafreezer a -80°C . Para cada intervalo de tempo foram obtidas três repetições de amostras homogêneas da polpa dos frutos, utilizando 10 g de amostra para cada repetição.

As análises foram realizadas no laboratório do Departamento de Ciência dos Alimentos e Nutrição Experimental da Faculdade de Ciências Farmacêuticas da Universidade de São Paulo (USP). As amostras foram transportadas em caixas de isopor de parede dupla, preenchidas com gelo seco, e fechadas com tampa de borda de encaixe e lacradas com fita adesiva. No laboratório da USP o material foi mantido em ultrafreezer a -80°C .

4.6.1. Determinação de açúcares solúveis

Os açúcares solúveis (glicose, frutose e sacarose) foram quantificados de acordo com a metodologia descrita por Cordenunsi, Shiga e Lajolo (2008). Para extração dos açúcares 100 mg de amostra, macerada em nitrogênio líquido, foi lavada duas vezes com 1ml de etanol 80%. A cada lavagem, a amostra com etanol foi colocada sob agitação a 80°C por 20 minutos no agitador com regulação de temperatura (Eppendorf AG, Thermomixer Compact) em seguida, foi realizada a centrifugação (Eppendorf AG, 5417R) a 10.000 rpm por 5 minutos e os sobrenadantes foram combinados. O etanol foi completamente evaporado em um concentrador a vácuo da LABCONCO modelo CentriVap, obtendo-se no fim somente os açúcares da amostra.

Para a quantificação, os açúcares extraídos foram ressuspensos em 1 ml de água ultrafiltrada e determinados por Cromatografia de troca aniônica de alta eficiência – HPAEC(Dionex, DX500) com detecção amperométrica pulsada (PAD), utilizando-se uma coluna PA1 (Dionex). A fase móvel foi constituída de 100% de NaOH 20mM com fluxo constante de 1,0 ml/min a 30°C . Os resultados foram expressos em g de glicose, g de frutose e g sacarose por 100 g de amostra.

O conteúdo de açúcares solúveis totais é a soma de glicose, frutose e sacarose determinadas na amostra.

4.6.2. Determinação de amido total

A quantificação do amido foi realizada segundo método descrito por Cordenunsi e Lajolo (1995). Para a extração, 300 mg de amostra previamente triturada em nitrogênio líquido, acondicionados em tubo, foram homogeneizados com 4ml de NaOH 0,5N e , em seguida, neutralizados com 4 ml de ácido acético 0,5N. O conteúdo do tubo foi transferido para um balão volumétrico de 25 ml. Na sequência, o tubo foi lavado 3 vezes com água ultrafiltrada. Cada lavagem foi adicionada ao balão contendo o homogenato e ao final seu volume foi completado com água ultrafiltrada. Foi retirado do balão uma alíquota de 1 mL e transferido para um tubo de centrifuga Corex, em que foi adicionado 4 ml de etanol absoluto. Procedeu-se à centrifugação a 10000 rpm por 15 minutos, o sobrenadante foi descartado e o etanol misturado ao precipitado foi evaporado em capela.

O precipitado seco foi hidrolisado com 1mL da solução de amiloglicosidase (14 U/mL, pH 4,8) a 37°C por 2 horas. Em seguida, foi adicionado 100µl de ácido perclórico 0,6N para interromper a reação. A glicose resultante foi quantificada pelo sistema glicose oxidase/peroxidase/ABTS [2,2'-azino-di-(3-etilbenzotizolina)-6-sulfonato] solução conhecida como GOD/POD-ABTS, segundo Bergmeyer (1974). Uma alíquota de 100 µL da amostra foi transferida para um tubo de ensaio e adicionou-se 1,5 mL de solução GOD/POD-ABTS que foi incubado em banho-maria a 37°C por 15 minutos, ao mesmo tempo que os padrões de glicose. A leitura da absorbância no espectrofotômetro foi realizada em comprimento de onda de 450 nm. A concentração de amido foi obtida com a utilização de uma curva padrão preparada com soluções de diferentes concentrações conhecidas de glicose. Os resultados foram expressos em g de amido por 100 g de amostra.

4.6.3. Determinação de compostos fenólicos totais

A quantificação de compostos fenólicos totais foi realizada pelo método desenvolvido por Swain e Hills (1959). A extração foi realizada com 25 ml de metanol a 70% adicionado em 0,6 g de amostra para banana verde e 1 g de amostra para banana madura. A amostra com metanol foi triturada e homogeneizada por 60 segundos (Kinematica Polytron da Brinkmann Instruments), em seguida, colocada sobre uma placa agitadora (Variomag) no escuro a 300 rpm por 30 minutos a 4°C. A solução foi filtrada em papel filtro e mantida em freezer a -20°C por 24 horas, quando foram quantificados os compostos fenólicos.

Para a quantificação foi colocado em um tubo de ensaio 250 µL da amostra (filtrado), 2 ml de água ultrafiltrada e 250 µL do reagente de Folin. Homogeneizou-se a solução em um Vortex e após 3 minutos acrescentou-se 250 µL de solução saturada de carbonato de sódio (3,5 partes de água para 1 parte de sal). Essa solução foi colocada em banho-maria a 37°C por 30 minutos. A leitura da absorbância foi feita em espectrofotômetro de UV-visível da Hewlett-Packard modelo Agilent 8453 em 765 nm de comprimento de onda. Para determinar a concentração de compostos fenólicos da amostra por meio da absorbância, foi realizada uma curva padrão com soluções de diferentes concentrações conhecidas de ácido gálico. Assim, o resultado foi expresso em miligramas de ácido gálico por 100 g de base úmida.

4.6.4. Determinação de acidez titulável

A medição foi realizada por meio de titulação volumétrica com Hidróxido de sódio 0,1N padronizado com biftalato de potássio, segundo o método da Association of Official Analytical Chemistry - AOAC (1992). Descongelou-se 10 g de amostra, que foi diluída em 90 mL de água destilada, homogeneizada (Brinkmann Instruments, Kinematica Polytron) e filtrada em tecido de nylon. Ao filtrado adicionou-se 3 gotas da solução indicadora fenolftaleína 1%. A titulação com hidróxido de sódio foi realizada com agitação constante (Sybron, S-780) até se obter uma coloração rósea persistente por 30 segundos no titulado. Para calcular a acidez titulável (AT), a qual é expressa em porcentagem de ácido málico, utilizou-se a seguinte fórmula:

$$\% \text{ Ácido málico} = \left(\frac{V \times f_c \times N \times Eq}{P} \right) \times 100$$

Em que:

V: volume em L de hidróxido de sódio gasto na titulação;

f_c : fator de correção da solução de hidróxido de sódio;

N: normalidade da solução de hidróxido de sódio;

Eq: equivalente grama do ácido málico;

P: massa da amostra em gramas.

4.6.5. Determinação do pH

A determinação do potencial hidrogeniônico (pH) foi realizada segundo a metodologia descrita pela Association of Official Analytical Chemistry – AOAC (1992). Descongelou-se 10 g de amostra, que foi diluída em 90 mL de água destilada, homogeneizada em Turrax e filtrada em tecido de nylon. O pH do filtrado foi medido por meio de um potenciômetro digital (Metrohm, 827) calibrado com solução tampão pH igual a 7 e solução tampão pH igual a 4.

4.6.6. Determinação de conteúdo de sólidos solúveis totais

A metodologia seguida foi de acordo com a Association of Official Analytical Chemistry – AOAC (1992). Foram trituradas em homogeneizador (Brinkmann Instruments, Kinematica Polytron) 5 g de amostra descongelada que em seguida foram filtradas em tecido de nylon a fim de se obter 3 gotas de polpa, que foram depositadas no prisma de refratômetro manual digital calibrado da Krüss modelo DR 201-95 e com correção automática de temperatura. Procedeu-se a leitura, que forneceu os resultados em °Brix.

4.7. Análise estatística

O experimento foi montado em um Delineamento em Blocos Casualizados utilizando um Arranjo Fatorial para avaliar os 10 tratamentos de atmosferas de armazenamento, mais o tratamento controle, com três repetições. Os dados referentes à coloração da casca e perda de massa fresca foram interpretados por estatística descritiva e as características analisadas foram avaliadas considerando uma população infinita de frutos, segundo o método de amostragem simples ao acaso (ASA), considerando o nível de 5% de probabilidade. As médias foram comparadas utilizando-se o teste “t” de Student por intervalo de confiança. A amostra ideal foi dimensionada para população infinita de frutos considerando além do nível de significância, o desvio de 10% em torno da média amostral, para todas as características analisadas.

Os dados referentes às análises físico-químicas foram avaliados por meio de Arranjos fatoriais. Os resultados foram processados por meio do programa de Sistema para Análises Estatísticas e Genéticas, versão 9.0, desenvolvido pela Universidade Federal de Viçosa (SAEG, 2007).

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1. Caracterização da cor da casca dos frutos armazenados em diferentes condições de atmosfera controlada (AC)

As medidas de cor da casca dos frutos armazenados em diferentes condições de atmosfera controlada estão apresentadas na Figura 12.

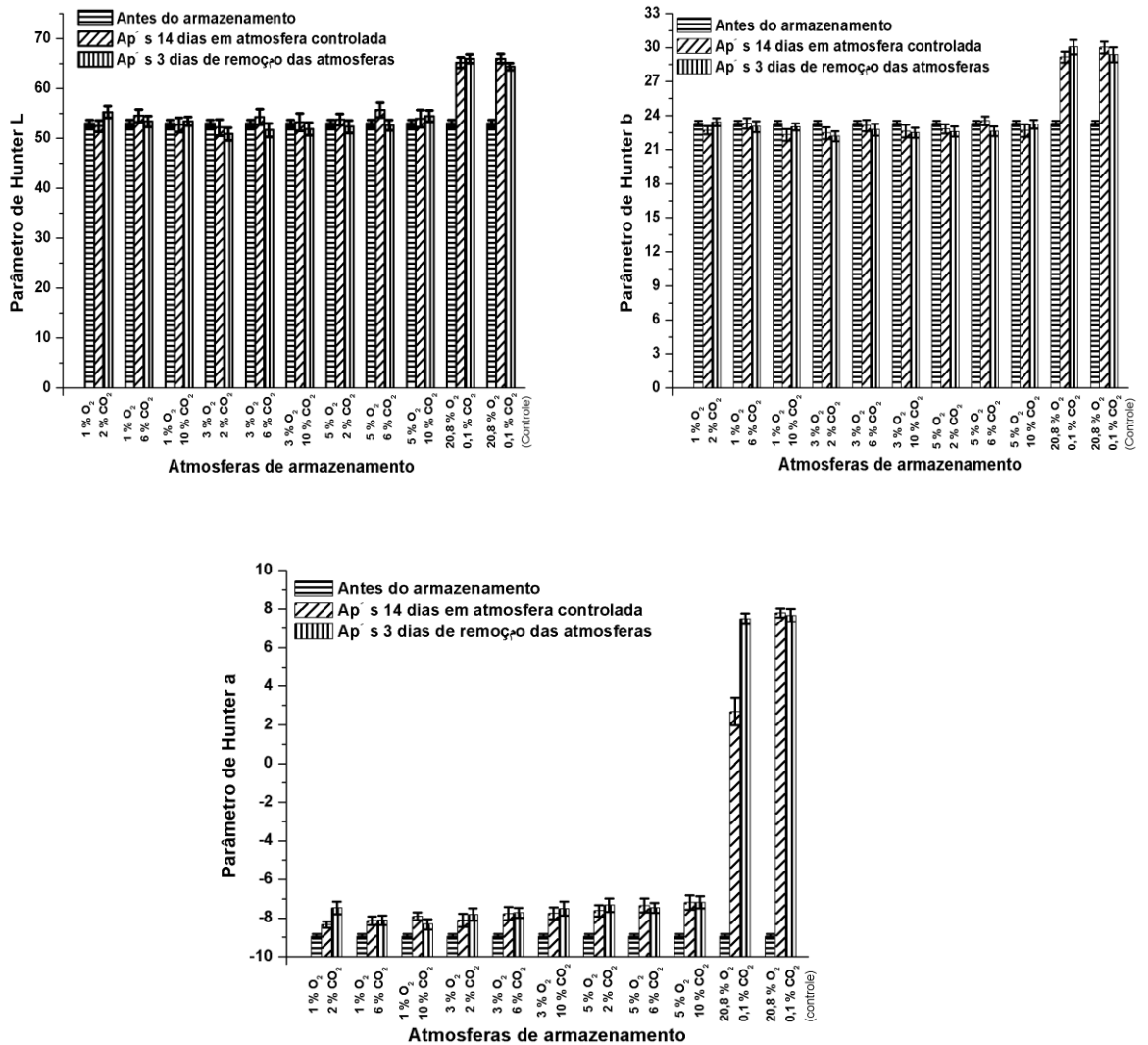


Figura 12. Valores dos parâmetros de Hunter L, Hunter b e Hunter a, medidos na casca de bananas Prata-Anã armazenadas por 14 dias à 23 °C e 85-95% UR em diferentes condições de atmosfera controlada, e após 3 dias de remoção das atmosferas e manutenção em atmosfera ambiente. As barras verticais estão representadas com os intervalos de confiança definidos pelo Teste t-Student a $p \leq 0,05$.

As mudanças de luminosidade da casca (parâmetro de Hunter L), do desenvolvimento da coloração amarela (Hunter b) e da perda da coloração verde (Hunter a) dos frutos mantidos por 14 dias em atmosfera controlada e após a sua remoção e manutenção por 3 dias nas condições de atmosfera ambiente, estão apresentadas na Figura 12.

Os frutos do tratamento Controle (atmosfera ambiente, sem adsorção de etileno) apresentaram uma evolução completa do processo de amadurecimento

durante 14 dias de armazenamento a 23 °C, quando as bananas atingiram o amarelecimento total da casca. Nos 3 dias seguintes, os índices de coloração da casca permaneceram constantes (Figura 12). No caso das bananas armazenadas na microcâmara em condições de atmosfera ambiente (20,8 % O₂ e 0,1 % CO₂), mas com adsorção de etileno, notou-se um pequeno retardo no processo de amadurecimento, sendo evidenciado principalmente pelos menores valores do parâmetro de Hunter a, após 14 dias sob atmosfera controlada. No entanto, após 3 dias de manutenção na câmara sob condições de atmosfera ambiente, sem adsorção de etileno, os frutos atingiram os mesmos índices de coloração da casca observados para os frutos plenamente maduros do tratamento Controle. Esses resultados, notadamente as medidas do parâmetro de Hunter a, evidenciam a importância da técnica de adsorção de etileno no retardo do processo de amadurecimento da banana. Lobo et al. (2005) observaram que a medida que se aumentava a concentração de etileno em que as bananas estavam expostas, o processo de amarelecimento de suas cascas se acelerava. É possível que uma coordenada demonstre de forma mais acentuada as alterações de cor do que outra, como notado por Álvares et al. (2003), que perceberam um aumento mais acentuado para o parâmetro a*, que reflete a perda da cor verde.

No estudo realizado por Sampaio et al. (2007) foi verificada mudanças nos pigmentos de clorofila e carotenoides durante o amadurecimento do cajá, sendo observado uma contínua redução no conteúdo do primeiro e um aumento contínuo no conteúdo do segundo. A perda da cor verde da clorofila é resultado da degradação de sua estrutura causada por mudança de pH, ação do sistema oxidativo e atividade da enzima clorofilase. A cor amarela é atribuída à exposição e à síntese de carotenoides. Yang et al. (2009) correlacionaram o conteúdo de clorofila na casca de banana com os valores de Hunter a e b, sugerindo que esses parâmetros possam ser utilizados como indicadores visuais de cor durante o amadurecimento da banana.

No caso das bananas armazenadas nas microcâmaras em condições de atmosfera controlada contendo baixas concentrações de O₂, abrangendo os teores de 1%, 3% e 5%, verificou-se que os frutos apresentaram índices de cor similares àqueles observados nos frutos avaliados antes do armazenamento. Nota-se na Figura 12 que as medidas do parâmetro de Hunter a mostraram

apenas um aumento mínimo com relação ao tempo inicial de armazenamento dos frutos, ocorrendo uma tendência de maiores valores na condição de maior teor de O_2 (5 %). A remoção dos frutos das atmosferas e a manutenção por 3 dias na câmara em atmosfera ambiente não foi suficiente para alterar as medidas dos índices de cor da casca, indicando que as bananas permaneceram verdes após todo o período de armazenamento. Esses resultados confirmam que a banana armazenada em condições de atmosferas contendo concentrações de O_2 até 5 % apresenta um processo de amadurecimento muito lento, mesmo quando mantida em condições de temperatura ambiente (23 °C).

Kanellis et al. (1989) também verificaram que bananas mantidas a 20°C em atmosferas controladas com 2,5% de oxigênio sem adsorção de etileno tiveram uma taxa de mudança de coloração da casca muito lenta comparada com as bananas do controle (ar atmosférico sem adsorção de etileno), sendo que no oitavo dia os frutos mantidos em 2,5% de oxigênio ainda estavam verdes e os mantidos em ambiente já estavam amarelados. Imahori (2002) observou que os índices de cor permaneceram constantes em peras armazenadas em atmosferas controladas com baixas concentrações de O_2 (0%, 1%, 3%, 5% e 10% de O_2) por 7 dias a 20°C. Santos et al. (2006) constataram que as bananas armazenadas a 12,5°C em condições de ar ambiente ao fim de 16 dias já apresentavam suas cascas totalmente amarelas enquanto os frutos mantidos em atmosferas modificadas com 2, 3 e 4 kPa O_2 permaneceram verdes.

Entre os tratamentos da mesma concentração de O_2 não foi possível identificar qualquer influência da concentração de CO_2 no retardo do amadurecimento dos frutos, tendo em vista que ocorreram variações pouco significativas nos índices de coloração da casca, dentro do intervalo de 14 dias em atmosfera controlada, mais 3 dias após a remoção das atmosferas e manutenção dos frutos em atmosfera ambiente.

5.2. Caracterização da perda de massa dos frutos armazenados em diferentes condições de atmosfera controlada (AC)

A perda de massa foi avaliada após 14 dias de armazenamento a 23 °C em diferentes condições de atmosfera controlada e após 3 dias de remoção das atmosferas e manutenção dos frutos em atmosfera ambiente (Figura 13).

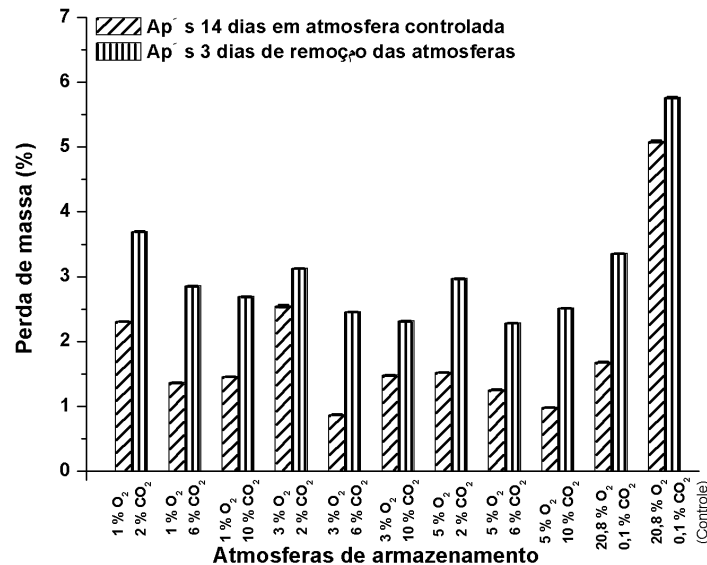


Figura 13. Perda de massa de bananas Prata-Anã armazenadas por 14 dias a 23 °C e 85-95% UR em diferentes condições de atmosfera controlada, e após 3 dias de remoção das atmosferas e manutenção em atmosfera ambiente. As barras verticais estão representadas com os intervalos de confiança definidos pelo Teste t-Student a $p \leq 0,05$.

Os resultados confirmam que a perda de massa foi mais destacada nos frutos do tratamento Controle (frutos mantidos na câmara a 23 °C e 85-95% UR, sem adsorção de etileno) durante 14 dias de armazenamento. Verifica-se também que a perda de massa aumentou quando os frutos foram mantidos por mais 3 dias nestas mesmas condições de armazenamento (Figura 13), alcançando o valor médio de aproximadamente 6%. Santana et al. (2011) também relataram maior perda de massa em pêssegos pertencentes ao tratamento controle do que nos frutos armazenados em atmosferas controladas, tanto durante o armazenamento quanto depois da remoção.

Os frutos mantidos nas microcâmaras com diferentes condições de atmosfera controlada durante 14 dias apresentaram uma menor perda de massa

com relação ao tratamento Controle. Isto ocorreu até mesmo com os frutos mantidos na microcâmara em condições de atmosfera ambiente (20,8 % O₂ e 0,1 % CO₂) com adsorção de etileno. Destaca-se que nestas condições os frutos apresentaram um processo de amadurecimento mais acelerado do que aquele observado nos frutos mantidos nas condições de atmosfera com menores concentrações de O₂, conforme indicado pelos menores valores do parâmetro de Hunter a (Figura 12). No entanto, este amadurecimento mais intenso não proporcionou uma maior perda de massa relacionada com a maior atividade bioquímica dos frutos. A possível explicação para este fato pode ser atribuída ao pequeno número de amostras utilizadas para as medidas de perda de massa, sendo esta variável muito dependente de uma amostragem mais representativa da população dos frutos que contêm uma grande variabilidade biológica.

Após a remoção dos frutos das microcâmaras mantidas nas diferentes condições de atmosfera controlada, e posterior manutenção por 3 dias na câmara em condições de atmosfera ambiente, notou-se um aumento significativo da perda de massa das bananas, para todos os tratamentos (Figura 13), porém as bananas dos tratamentos em atmosferas controladas tiveram menores perdas de massa que os frutos pertencentes ao tratamento Controle. Ressalta-se que, embora não tenha ocorrido uma variação significativa no processo de amadurecimento dos frutos durante este período, conforme indicado pelos índices de cor da casca (Figura 12), o aumento da perda de massa pode ser devido à retirada dos frutos das microcâmaras que estavam hermeticamente fechadas e com alta umidade de equilíbrio. Desta forma, após a manutenção dos frutos por 3 dias na câmara em condições de atmosfera ambiente pode ter ocorrido uma maior perda de água, mesmo havendo um dispositivo de controle de umidade na faixa de 85% a 95% UR. Santana et al.(2013), perceberam o mesmo comportamento durante o amadurecimento de pêssegos utilizando atmosferas controladas, em que ao final de quatro dias após a remoção dos frutos da AC e colocados em ar ambiente houve uma aceleração da perda de massa. Abel et al. (2010) em estudo com pêssegos observaram que, em frutos armazenados a 0°C por 21 dias em atmosfera controlada composta de 3 kPa de O₂ e 10 kPa de CO₂, após a remoção para ar ambiente a 20°C por sete dias, apresentaram menor perda de massa que o controle tendo como referência o peso no dia da colheita.

A perda de massa está relacionada, principalmente, à perda d'água causada pela transpiração e, em menor proporção pela respiração do fruto, processo que continua após a sua remoção da planta (Sigrist, 1992).

5.3. Caracterização do conteúdo de acidez e pH da polpa dos frutos armazenados em diferentes condições de atmosfera controlada

As medidas de acidez total e pH da polpa dos frutos armazenados em diferentes condições de atmosfera controlada estão apresentadas na Figura 14. A acidez da polpa dos frutos antes do armazenamento foi de 0,13 % e o pH 5,89. No caso dos frutos do tratamento Controle, o conteúdo de acidez atingiu 0,68 %, com pH 4,13, após 14 dias de armazenamento na câmara em atmosfera ambiente. No entanto, após 3 dias a partir desta data ocorreu uma pequena redução da acidez para 0,61% e o aumento de pH para 4,29. Esta redução de acidez ocorreu no período após o completo amadurecimento dos frutos, indicando um processo de consumo de ácidos orgânicos na fase de senescência da banana. Segundo Kader et al. (2002), a redução da acidez, pode indicar estado avançado de amadurecimento do fruto, em que há elevada procura de substratos e metabólitos como fonte de energia ou desvio destes para outras rotas metabólicas. Resposta semelhante com morangos foi relatado por Zhang et al.(2011), em que a acidez desses frutos aumentou durante o amadurecimento e em um estágio avançado do processo apresentaram uma inversão metabólica, ou seja, houve queda dos níveis de ácidos orgânicos, indicando um estado de senescência mais avançado.

Estudos com banana Prata-Anã mostraram valores de acidez titulável total e pH próximos aos encontrados neste trabalho. Gomes et al. (2004) e Ramos et al. (2009) relataram para bananas verdes com desenvolvimento fisiológico completo, pH igual a 5,86 e 5,92, respectivamente e acidez titulável igual a 0,12% e 0,13%, respectivamente. Botelho et al.(2002) avaliaram a banana Thap Maeo madura que pertence ao mesmo grupo genômico da banana Prata-Anã (AAB) e encontraram pH igual 4,20 e acidez igual a 0,55%.

A influência da adsorção de etileno no atraso do processo de amadurecimento é destacada para os frutos armazenados na microcâmara mantida em condições de atmosfera ambiente (20,8 % O₂ e 0,1 % CO₂). O

conteúdo de acidez atingiu 0,54 % após 14 dias de armazenamento sob atmosfera controlada, alcançando uma média menor do que aquela observada para os frutos maduros do tratamento Controle, avaliados nesta data. Além disso, após a remoção das atmosferas e a manutenção dos frutos por 3 dias em câmara sob condições de atmosfera ambiente, o conteúdo de acidez aumentou até o nível de 0,67 %, alcançando o padrão de acidez dos frutos maduros do tratamento Controle (avaliados aos 14 dias). O mesmo comportamento pode ser constatado através das medidas de pH da polpa.

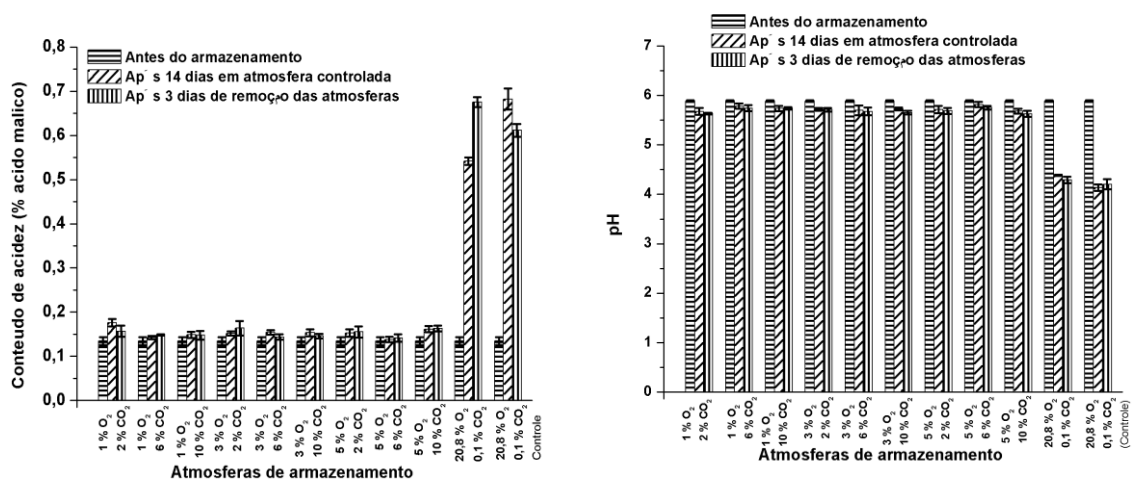


Figura 14. Conteúdo de acidez e pH da polpa de bananas Prata-Anã armazenadas por 14 dias a 23 °C e 85-95% UR em diferentes condições de atmosfera controlada, e após 3 dias de remoção das atmosferas e manutenção em atmosfera ambiente. As barras verticais estão representadas com os intervalos de confiança definidos pelo Teste t-Student a $p \leq 0,05$.

Os frutos armazenados em diferentes condições de atmosferas com menores conteúdos de O_2 (1%, 3%, 5%), e concentrações crescentes de CO_2 até 10%, apresentaram apenas tendências de aumentos pouco significativos do conteúdo de acidez, quando comparados com o aumento de acidez que ocorreu nos frutos do tratamento Controle (Figura 14). Isto reforça as observações destacadas pelas análises de cor da casca (Figura 12), indicando que os frutos de todos os tratamentos com atmosferas contendo baixo conteúdo de O_2 apresentaram um processo de amadurecimento pouco significativo, até mesmo após a remoção das atmosferas e manutenção por 3 dias em condições de atmosfera e temperatura ambiente. Tais observações podem ser constatadas de

forma semelhante para as medidas de pH da polpa. Martins e Resende (2013) observaram que mamões armazenados por 30 dias em atmosferas controladas de 3% de O₂ e 6%, 10% e 15% de CO₂ mantiveram a acidez encontrada antes do armazenamento dos frutos, comportamento semelhante encontrado neste trabalho. Imahori (2002) observou que os valores de pH permaneceram constantes em peras armazenadas em atmosferas controladas com baixas concentrações de O₂ (0%, 1%, 3%, 5% e 10%) por 7 dias a 20°C.

5.4. Caracterização do conteúdo de sólidos solúveis totais, amido e açúcares da polpa dos frutos armazenados em diferentes condições de atmosfera controlada

Os dados apresentados na Figura 15 e Figura 16 evidenciam uma proporcionalidade entre o aumento do conteúdo de sólidos solúveis totais, redução do conteúdo de amido e o aumento nas concentrações de açúcares solúveis na polpa dos frutos armazenados nas diferentes condições de atmosfera controlada. A conversão de amido em açúcares solúveis, principalmente em sacarose, frutose e glicose, com consequente acúmulo de sólidos solúveis totais, define-se como um dos mais importantes acontecimentos durante o amadurecimento de bananas, conferindo-lhes sabor e textura desejáveis (Vilas-Boas et al., 2001).

O conteúdo de sólidos solúveis totais dos frutos antes de armazenamento foi de 0,5 °Brix, mas os frutos do tratamento controle alcançaram a média de 22,7 °Brix ao final de 14 dias de armazenamento em câmara sob condições de atmosfera ambiente. No entanto, após a manutenção por mais 3 dias nestas mesmas condições ocorreu uma pequena redução do conteúdo de sólidos solúveis, alcançando 21,8 °Brix. De maneira inversa, o conteúdo de amido foi máximo nos frutos avaliados antes do armazenamento (27,13 %), alcançando o valor mínimo de 5,01 % ao final de 14 dias de armazenamento em condições de atmosfera ambiente. O conteúdo de amido permaneceu constante após os 3 dias de armazenamento nas mesmas condições de atmosfera ambiente, indicando que a degradação do amido não ocorreu nesse período que contempla esta fase de senescência dos frutos. Sañudo et al.(2009) detectaram comportamento análogo para sólidos solúveis totais em bananas totalmente maduras, que

apresentaram valor médio de 22°Brix e, posteriormente, apresentaram uma leve queda desse valor para 20°Brix. Peroni-Okita et al. (2010) observaram resultados de amido um pouco menores para bananas verdes da variedade Nanicão, 22%, e semelhantes para os frutos completamente maduros que atingiram o valor de 5%. Santos et al. (2006) encontraram para bananas Prata-Anã maduras 5,4% de amido.

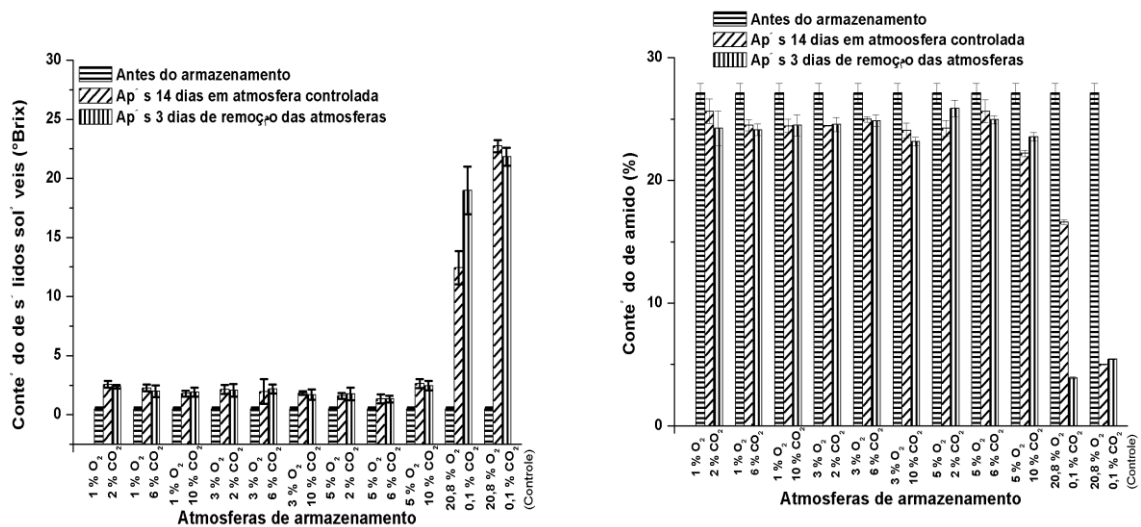


Figura 15. Conteúdo de sólidos solúveis totais e amido da polpa de bananas Prata-Anã armazenadas por 14 dias a 23 °C e 85-95% UR em diferentes condições de atmosfera controlada, e após 3 dias de remoção das atmosferas e manutenção em atmosfera ambiente. As barras verticais estão representadas com os intervalos de confiança definidos pelo Teste t-Student a $p \leq 0,05$.

No caso dos frutos mantidos na microcâmara em condições de atmosfera ambiente (20,8 % O₂ e 0,1 % CO₂), com adsorção de etileno, ocorreu um aumento menos acentuado do conteúdo de sólidos solúveis totais após 14 dias de armazenamento, alcançando um valor médio (12,43 °Brix) menor do que aquele observado no tratamento Controle. Este aumento do conteúdo de sólidos solúveis continuou após a remoção dos frutos da microcâmara e manutenção por 3 dias na câmara em condições de atmosfera ambiente. No entanto, o conteúdo final de sólidos solúveis alcançou a média de 18,97 °Brix, representando um valor médio menor do que aquele observado nos frutos do tratamento Controle. Isto significa que os frutos ainda não atingiram a concentração plena de sólidos solúveis notada para aqueles frutos maduros do tratamento Controle (Figura 15). No caso do conteúdo de amido, nestas mesmas condições ocorreu uma queda menos

acentuada após 14 dias de armazenamento dos frutos, quando comparado com o tratamento Controle. Para os frutos avaliados após a remoção do interior da microcâmara e manutenção por 3 dias na câmara em atmosfera ambiente, notou-se uma redução acentuada até alcançar o nível mínimo de 3,92 %, que é pouco inferior ao valor obtido para o tratamento Controle. Esta pequena diferença entre as médias de conteúdo final de amido, entre os dois tratamentos mantidos em atmosfera ambiente, pode ser atribuída ao tamanho de amostragem utilizado neste experimento, que pode ter influenciado na quantificação de conteúdo final de amido ligeiramente mais alto nos frutos do tratamento Controle.

Os frutos mantidos em diferentes condições de atmosferas contendo baixos níveis de O_2 (1%, 3%, 5%) apresentaram apenas um pequeno incremento de conteúdo de sólidos solúveis totais após 14 dias de armazenamento nas microcâmaras de atmosfera controlada, sendo que após a remoção das atmosferas e manutenção dos frutos por 3 dias na câmara em atmosfera ambiente não proporcionou alteração no conteúdo de sólidos solúveis. Esses resultados revelam que os frutos mantidos em concentração de O_2 até 5% mantiveram um processo bioquímico de amadurecimento pouco significativo durante todo o período de armazenamento, conforme destacado também pela pequena redução do conteúdo de amido (Figura 15). Imahori (2002) percebeu que os teores de sólidos solúveis totais permaneceram constantes em peras armazenadas em atmosferas controladas com baixas concentrações de O_2 (0%, 1%, 3%, 5% e 10% de O_2) por 7 dias a 20°C. Abel et al. (2010) em estudo com pêssegos observaram que não houve variação significativa de sólidos solúveis totais durante os sete dias de estocagem em ar atmosférico a 20°C em relação ao valor encontrado na colheita, após a remoção dos frutos da atmosfera controlada composta de 3 kPa de O_2 e 10 kPa de CO_2 armazenados a 0°C por 21 dias.

O processo de síntese e transformação dos açúcares durante o período de armazenamento dos frutos está indicado na Figura 16. O conteúdo de sacarose no início do processo de amadurecimento foi de 0,27 %, alcançando o nível máximo (11,43%) no fim dos 14 dias de armazenamento na câmara em condições de atmosfera ambiente (tratamento Controle). Após um período de 3 dias nas mesmas condições, o conteúdo de sacarose permaneceu constante.

O conteúdo de glicose (0,01%) e de frutose (0,02%) da polpa dos frutos, antes do armazenamento, também apresentou um aumento expressivo durante

14 dias de armazenamento em atmosfera ambiente (tratamento Controle), alcançando valores médios de 3,17% e 3,85%, respectivamente. No período de mais 3 dias de armazenamento nas mesmas condições de atmosfera, ocorreu um pequeno incremento de glicose (3,58%) e também de frutose (4,31%), mostrando que esses açúcares simples continuaram sendo disponibilizados mais acentuadamente do que a sacarose, nesta fase do período de senescência da banana.

Os frutos após serem colhidos continuam a realizar o processo de respiração para o abastecimento de energia. Em banana, esta energia é derivada de reservas de amido que reduzem rapidamente durante o amadurecimento, com o aumento simultâneo de açúcares solúveis (Cordenunsi e Lajolo, 1995; Mota et al., 1997). A degradação do amido fornece carbono para a síntese de sacarose e compostos voláteis, responsáveis pelo flavor de frutos maduros (Shiga, et al., 2011). Saraiva et al. (2013) descreveram um típico padrão de degradação de amido e acúmulo de açúcares solúveis, semelhante ao encontrado neste estudo: aproximadamente 20% do amido acumulado na polpa da banana foi degradado durante o amadurecimento com aumento concomitante da quantidade de açúcares solúveis, com predominância da sacarose sobre a frutose e glicose. Terra et al. (1983) observaram que, em *Musa acuminata*, o amido foi degradado e o conteúdo de sacarose aumentou, precedendo a formação de glicose e frutose.

Adão e Glória (2005) encontraram conteúdo de amido de 15,7% em banana verde armazenada a 16°C. Durante o amadurecimento houve uma queda significativa na quantidade de amido para 3,4% quando as bananas atingiram o estágio ideal de consumo. O presente estudo obteve maiores quantidades de amido tanto em banana verde, 27%, quanto em bananas maduras, 5,01%. Terra et al. (1983) detectaram 28% de amido para bananas verdes do subgrupo Cavendish. De acordo com Loeseck (1950), níveis de amido podem variar com estágio de maturação, variedade da fruta, condições de cultivo e amadurecimento.

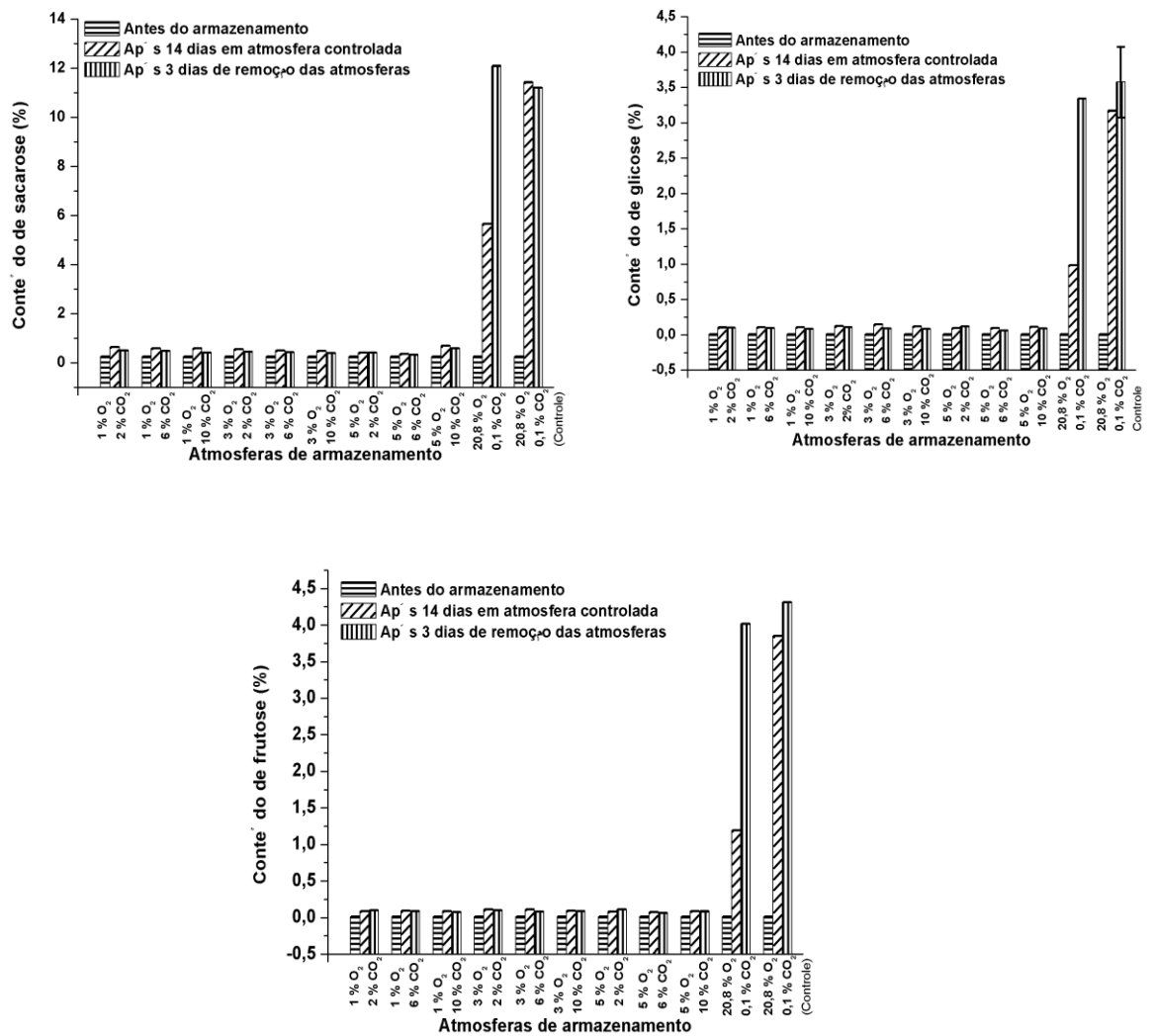


Figura 16. Conteúdo de sacarose, glicose e frutose da polpa de bananas Prata-Anã armazenadas por 14 dias a 23 °C e 85-95% UR em diferentes condições de atmosfera controlada, e após 3 dias de remoção das atmosferas e manutenção em atmosfera ambiente. As barras verticais estão representadas com os intervalos de confiança definidos pelo Teste t-Student a $p \leq 0,05$.

Arêas e Lajolo (1981) encontraram, na banana Nanica (grupo AAA), teores de amido de 22% e 0,2% sacarose, 0,01% glicose e 0,01% frutose no fruto verde, passando a praticamente zero, 11,5%, 4,0% e 4,5%, respectivamente, no fruto maduro. Saraiva et al. (2013) detectaram também para banana Nanica, teores de amido e açúcares solúveis totais de aproximadamente 20% e 0,5% nos frutos verdes, respectivamente, e 5% e 13% nos frutos maduros, respectivamente. No presente estudo, o conteúdo de açúcares totais na banana verde foi de 0,3% e no fruto maduro foi de 18,45%.

Mota et al. (1997) observaram para bananas Prata-Anã verdes, teor de amido de 18,7% reduzindo para 2,5% em frutos maduros, teor de sacarose de 1,3% para 9,1% em frutos maduros, teores de glicose e frutose igual a 2,4% para bananas maduras. Os mesmos autores não verificaram nenhuma diferença significativa na relação de teores de glicose/frutose nos frutos maduros para todas as 7 cultivares de bananas estudadas, conforme visto neste presente trabalho.

A eficiência da adsorção de etileno está realçada pela minimização do incremento do conteúdo de sacarose, glicose e frutose nos frutos mantidos por 14 dias de armazenamento na microcâmara em condições de atmosfera ambiente (20,8% O₂ e 0,1 % CO₂), alcançando médias de 5,67%, 0,99% e 1,19%, respectivamente. No entanto, após a remoção dos frutos e manutenção por 3 dias na câmara em atmosfera ambiente ocorreu o aumento máximo do conteúdo desses açúcares, alcançando valores similares àqueles do tratamento Controle (Figura 16).

Na avaliação do conteúdo de sacarose, glicose e frutose na polpa dos frutos mantidos em diferentes condições de atmosferas contendo baixos níveis de O₂ (1%, 3%, 5%) verificou-se apenas um incremento mínimo de suas concentrações após 14 dias de armazenamento nas microcâmaras de atmosfera controlada, sendo que após a remoção das atmosferas e manutenção dos frutos por 3 dias na câmara em atmosfera ambiente não proporcionou alteração da concentração desses açúcares (Figura 16). Esses resultados reafirmam que os frutos mantidos em concentrações de O₂ até 5% mantiveram um processo bioquímico de amadurecimento pouco significativo durante todo o período de armazenamento.

A proporção entre os diferentes conteúdos de açúcares, o teor de amido e o conteúdo de sólidos solúveis totais pode ser avaliada através da análise da composição química dos frutos do tratamento Controle. Após 14 dias de armazenamento na câmara em condições de atmosfera ambiente, o conteúdo de sólidos solúveis totais variou de 0,5 para 22,7 °Brix., ao passo que o conteúdo de amido variou de 27,13 % para 5,01 %. Isto significa que a hidrólise do amido (diferença de conteúdo de 22,12 %) é similar ao incremento de 22,2°Brix durante o período de 14 dias de amadurecimento da banana. No entanto, as diferenças de conteúdo de sacarose, glicose e frutose no mesmo período foram de 11,16%, 3,16% e 3,83%, respectivamente, equivalendo ao somatório de 18,15 % para os

três açúcares solúveis. Isto revela que parte do conteúdo de amido foi consumido no processo de amadurecimento dos frutos para produção de energia e para síntese de enzimas e outros compostos químicos, como por exemplo, a síntese de ácidos orgânicos (Figura 14).

5.5. Caracterização do conteúdo de compostos fenólicos totais da polpa dos frutos armazenados em diferentes condições de atmosfera controlada

O conteúdo de compostos fenólicos da polpa dos frutos mantidos em diferentes condições de atmosfera controlada está indicado na Figura 17. Os frutos mantidos na câmara em condições de atmosfera ambiente (tratamento Controle) apresentaram uma queda de 49,3 % do conteúdo de compostos fenólicos durante 14 dias de armazenamento, sendo que após 3 dias nesta mesma condição de armazenamento o conteúdo de compostos fenólicos atingiu a concentração mais baixa (71,2 % de seu conteúdo inicial). Ibrahim et al. (1994) relataram que a quantidade de compostos fenólicos diminui durante o amadurecimento de bananas. Bennett et al. (2010) constataram também a redução de compostos fenólicos totais em diversas variedades de bananas durante o amadurecimento.

Sulaiman et al. (2011) estudaram os compostos fenólicos em vários cultivares de banana da Malásia, colhidos no estágio de maturação comercial, e encontraram valores que variavam de 21 até 263 mg de equivalentes de ácido gálico (GAE) por 100g de amostra fresca. O presente estudo obteve um valor médio de 124 mg GAE por 100g de polpa fresca. Lim et al.(2007) fizeram um estudo comparativo entre frutos tropicais quanto ao conteúdo de compostos fenólicos totais e encontraram para banana (*Musa sapientum*) apta para consumo o valor de 51 ± 7 mg GAE / 100 g de polpa fresca, este valor foi menor do que o encontrado na laranja, 75 ± 10 mg GAE / 100g, porém maior do que o encontrado em mamão, 28 ± 6 mg GAE / 100g de polpa fresca do fruto. A concentração de compostos fenólicos encontrados neste trabalho foi de 63 mg GAE/100g de polpa fresca para bananas maduras em 14 dias armazenadas em atmosfera ambiente (controle) e 35 mg GAE/100g ao fim de 3 dias nestas mesmas condições.

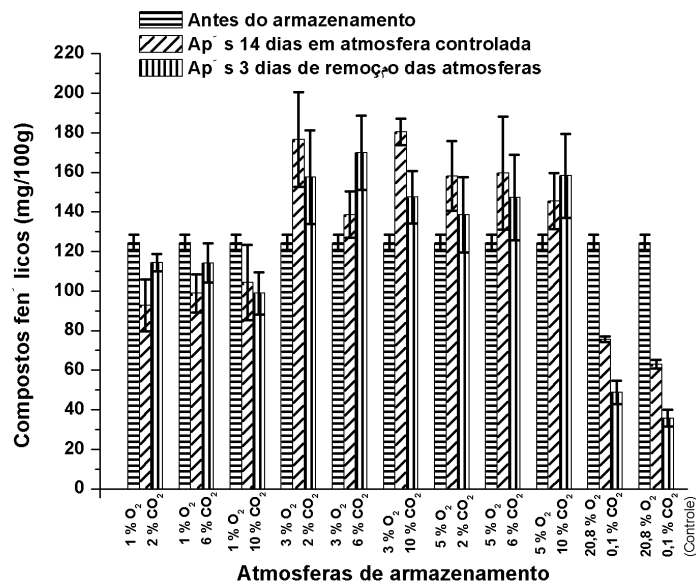


Figura 17. Conteúdo de compostos fenólicos totais da polpa de bananas Prata-Anã armazenadas por 14 dias a 23 °C e 85-95% UR em diferentes condições de atmosfera controlada, e após 3 dias de remoção das atmosferas e manutenção em atmosfera ambiente. As barras verticais estão representadas com os intervalos de confiança definidos pelo Teste t-Student a $p \leq 0,05$.

No caso dos frutos mantidos na microcâmara em condições de atmosfera ambiente, com adsorção de etileno, ocorreu uma queda menos pronunciada (39,2%) do conteúdo de compostos fenólicos durante 14 dias de armazenamento, sendo que após a remoção dos frutos da microcâmara e manutenção por 3 dias em atmosfera ambiente, o conteúdo de compostos fenólicos reduziu para o valor de 60,8 % de seu conteúdo inicial. Isto mostra que durante o amadurecimento da banana ocorre uma queda acentuada do conteúdo de compostos fenólicos, mas esta queda pode ser de menor intensidade devido ao processo de amadurecimento mais lento dos frutos mantidos na condição de armazenamento sob atmosfera ambiente e com adsorção de etileno.

Os frutos mantidos por 14 dias em diferentes condições de atmosferas contendo baixos níveis de O₂ (até 5%) apresentaram níveis de compostos fenólicos mais elevados do que o conteúdo inicial, antes do armazenamento. Isto ocorreu também após a remoção dos frutos das microcâmaras e manutenção por 3 dias em condições de atmosfera ambiente (Figura 17). Os frutos mantidos na atmosfera com 1 % O₂ não apresentaram o incremento no conteúdo de compostos fenólicos da polpa, conforme ocorreu com as concentrações mais

altas de O_2 . Apesar de todos os tratamentos estarem em estresse atmosférico devido às baixas concentrações de O_2 , as atmosferas com 1% de O_2 são as responsáveis por deixar o metabolismo dos frutos mais baixo que as atmosferas com 3% e 5% de O_2 , ao ponto de não haver energia disponível para a síntese de compostos secundários, no caso, compostos fenólicos. Logo, a tendência dos frutos armazenados nesta atmosfera é apresentar a quantidade de compostos fenólicos igual ou um pouco menor que a encontrada nas bananas antes do armazenamento. Quando as bananas destes tratamentos com 1% de O_2 são removidas e colocadas em ar ambiente, por haver grande disponibilidade de O_2 (20,8%), há uma síntese inicial de compostos fenólicos devido ao estresse atmosférico que se encontravam. Esse cenário indica que 3% e 5% de O_2 já são suficientes para obtenção de energia para sintetizar compostos fenólicos devido ao estresse atmosférico.

A banana tem uma forte capacidade de se proteger do estresse causado pela intensa luz do sol e alta temperatura, aumentando os seus níveis de compostos antioxidantes, função desempenhada pelos compostos fenólicos (Kanazawa e Sakakibara, 2000; Sulaiman et al., 2011). O estresse atmosférico em que foram submetidas as bananas neste trabalho pode ter desencadeado um processo de defesa que envolve a produção de compostos fenólicos pelos frutos, durante os 14 dias sob as atmosferas controladas de 3% e 5% de O_2 . Ao remover as bananas dessas atmosferas e colocá-las em ar ambiente, os compostos fenólicos começaram a ser consumidos, por isso a tendência de queda após os 3 dias de remoção.

Perez-Ilzarbe et al. (1997) verificaram um aumento de compostos fenólicos na casca da maçã durante 21 dias a 22°C, após serem estocadas por 10 dias a 4°C. No entanto, durante o armazenamento refrigerado sua concentração de compostos fenólicos se manteve constante. Comportamento semelhante dos compostos fenólicos foi encontrado neste trabalho, porém o estresse foi provocado por baixas concentrações de O_2 e no estudo de Perez-Ilzarbe et al. (1997) o estresse foi por baixa temperatura.

O aumento da concentração de compostos fenólicos da polpa dos frutos armazenados em condições de atmosfera com níveis limitantes de O_2 (até 5%) pode ser indicativo da ocorrência de distúrbios fisiológicos na banana. De fato, as análises de coloração da casca e as medidas do conteúdo de acidez, amido e

açúcares da polpa dos frutos mostraram que o processo de amadurecimento foi minimizado ou inibido durante todo o período de armazenamento da banana.

6. RESUMO E CONCLUSÕES

O trabalho foi realizado com bananas Prata-Anã, colhidas no estágio 2 de maturação e armazenadas em microcâmaras de atmosfera controlada com combinações de gases predeterminadas (1%, 3%, 5% de O₂ e 2%, 6% e 10% de CO₂), resultando em nove tratamentos. Mais dois tratamentos foram avaliados, sendo um com controle de ar atmosférico (20,8% de O₂ e 0,1% de CO₂) com adsorção de etileno e o outro foi o Controle, em que as bananas foram mantidas em ar atmosférico normal sem adsorção de etileno. Para a avaliação da qualidade do fruto antes e após seu armazenamento foram realizadas as análises de cor, perda de massa, acidez, pH, amido, açúcares solúveis, sólidos solúveis totais e compostos fenólicos totais. A amostragem para as análises físico-químicas aconteceu em três diferentes tempos: antes do armazenamento, após os 14 dias de armazenamento em atmosfera controlada e após 3 dias de remoção das atmosferas e manutenção dos frutos em câmara de estocagem a 23°C e 85-95 %UR.

Todas as atmosferas controladas avaliadas neste trabalho retardaram o amadurecimento dos frutos, não somente durante os 14 dias que ficaram armazenadas nessas condições atmosféricas a 23°C, como também durante os 3 dias após a remoção dos frutos para atmosfera ambiente sob a mesma temperatura.

As bananas armazenadas nas microcâmaras em condições de atmosfera ambiente com adsorção de etileno apresentaram um retardo no processo de amadurecimento dos frutos.

O atraso do amadurecimento promovido pelas atmosferas controladas foi verificado pela minimização de alterações dos parâmetros que melhor indicam a qualidade pós-colheita dos frutos: cor da casca, perda de massa, acidez titulável, pH, sólidos solúveis totais, açúcares solúveis e amido.

Baixas concentrações de O_2 (1%, 3% e 5%) foram eficazes em reduzir o metabolismo dos frutos e, nessas condições, não foi verificada influência impactante das concentrações de CO_2 .

Atmosferas controladas compostas de concentrações muito baixas de O_2 , como as usadas neste trabalho, promoveram, possivelmente, um estresse atmosférico nas bananas, conforme indicado pelo aumento de compostos fenólicos após o período de estocagem dos frutos. Compostos fenólicos são conhecidos pelo seu poder antioxidante. O aumento dos compostos fenólicos em atmosferas com 1% de O_2 aconteceu após a transferência das bananas para ar ambiente e mantidos nestas condições por 3 dias. Para as atmosferas com 3% e 5% de O_2 este aumento ocorreu após os 14 dias de estocagem dos frutos nestas condições.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABANORTE. Associação Central dos Produtores de Banana do Norte de Minas Gerais. Proposta de padronização para banana Prata-Anã do Norte de Minas Gerais. Janaúba, 1998 .24p.
- ABEL ORTIZ, A.; GRAELL, J.; LÓPEZ, M. L.; ECHEVERRÍA, G.; LARA, I. Volatile ester-synthesising capacity in 'Tardibelle' peach fruit in response to controlled atmosphere and 1-MCP treatment. *Food Chemistry*, 123, p. 698–704, 2010.
- ADÃO, R. C.; GLORIA, M. B. A. Bioactive amines and carbohydrate changes during ripening of 'Prata' banana (*Musa acuminata* x *M. balbisiana*). *Food Chemistry*, 90, p. 705–711, 2005.
- AREAS, J.A.G.; LAJOLO, F.M. Starch transformation during banana ripening: the phosphorylase and phosphatase behavior in *Musa acuminata*. *J. Food Biochem.* 5, p. 19–37, 1981.
- AWAD, M. Fisiologia Pós-colheita de Frutos. São Paulo: Nobel, 1993. 114 p.
- BELITZ, H.D.; GROSCH, W.; SCHIEBERLE, P. *Food chemistry*. 3 ed. berlin: springer, 2004.
- BENNETT, R. N.; SHIGA, T. M.; HASSIMOTTO, N. M.; ROSA, E. A.; LAJOLO, F. M. Phenolics and antioxidant properties of fruit pulp and cell wall fractions of postharvest banana (*Musa acuminata* Juss.) cultivars. *J. Agric. Food Chem.*, 58, p. 7991–8003, 2010.
- BORGES, A. L.; SOUZA, L. da S. Exigências edafoclimáticas In: BORGES, A. L.; SOUZA, L. da S. (Ed.). *O cultivo da bananeira*. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2004. p. 132-145
- BORGES, C.V.; DONATO, M.; KUHNEN, S.; MARASCHIN, M.; AMORIM, E.P.; LEDO, C.A.S. *Compostos Fenólicos em frutos de bananeira*. XXII

Congresso Brasileiro de Fruticultura. Bento Gonçalves, Rio Grande do Sul, 2012.

- BOTELHO, M.A.P.; VASCONCELOS, L. F. L.; VELOSO, M. E. C.; SOUZA, V. A. B.; CARVALHO, J.R.P. *Avaliação de genótipos de bananeira no estado do Piauí: qualidade de fruto*. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 17, 2002.
- BRACKMANN, A.; STEFFENS, C.A.; SESTARI, I.; NEUWALD, D.A.; GIEHL, R.F.H. Armazenamento em atmosfera modificada e controlada de banana 'Prata' com absorção de etileno. *Ciênc. Agrotec. Lavras*, v.30 (5), p. 914-919, 2006.
- BRASIL. MDIC (Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio). Secex (Secretaria de Comércio Exterior). Aliceweb. Brasília, 2013. Disponível em: <<http://alicesweb.desenvolvimento.gov.br>>. Acesso em: 12/2013.
- BRAVO, L. Polyphenols: Chemistry, Dietary Sources, Metabolism, and Nutritional Significance. *Nutrition Reviews*, 56: 317–333, 1998.
- CARVALHO, H. A. Qualidade da banana 'prata' previamente armazenada em filme de polietileno, amadurecida em ambiente com umidade relativa elevada: acidez, sólidos solúveis e taninos. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v. 24, n. 5, p. 495-501, 1989.
- CASTAÑEDA-OVANDO, A; PACHECO-HERNÁNDEZ, M. L.; PÁEZ-HERNÁNDEZ, M. E; RODRÍGUEZ, J. A.; GALÁN-VIDAL, C. A. Chemical studies of anthocyanins: A review. *Food Chemistry*, v. 113, n. 4, p. 859 – 871, 2009.
- CHEESMAN, E.E. *Classification the bananas*. III. Critical notes on species (c) *M.paradisiaca*, *M. sapientum*. Kew bulletin, n.2, p.147-153, 1948.
- CHITARRA, A. B.; CHITARRA, M. I. F. *Pós-colheita de frutas e hortaliças: fisiologia e manuseio*. Lavras: ESAL/FAEPE, p. 393, 1990.
- CHITARRA, A.B.; CHITARRA, M.I.F. Manejo pós-colheita e amadurecimento comercial de banana. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 19, n. 6, p. 761-771, 1984.
- CHITARRA, A. B. Tecnologia de Pós Colheita para Frutas Tropicais. Fortaleza: Instituto de Desenvolvimento da Fruticultura e Agroindústria – FRUTAL / Sindicato dos Produtores de Frutas do Estado do Ceará – SINDIFRUTA, p.436, 2001.
- CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. *Pós-Colheita de frutos e hortaliças: Fisiologia e manuseio*, 2a ed., UFLA, Lavras, 785p, 2005.
- CNPMF (Centro Nacional de Pesquisa da Fruticultura Tropical). Embrapa – SPI. A Cultura da Bananeira. Brasília, coleção plantar, v. 16, 1994. (série vermelha).

- COELHO, E. F.. *Curso de bananicultura irrigada* [recurso eletrônico] / editor, Eugênio Ferreira Coelho; autores, Ana Lúcia Borges... [et al.]. - Dados eletrônicos. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical, 2009. - (Documentos / Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical, ISSN 1809-4996; 176).
- CORDENUNSI, B. R.; LAJOLO, F. M. Starch breakdown during banana ripening: Sucrose synthase and sucrose phosphate synthase. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 43, p. 347–351, 1995.
- COURSEY, D.G.; BURDEN, O.J.; RICKARD, J.E. Recent advances in research on postharvest handling of tropical and subtropical fruit. *Acta Horticultural*, Wageningen, v.57, p.135-143, 1976.
- DADZIE, B. K.; ORCHARD. J. E. Evaluación rutinaria postcosecha de híbridos de bananos y plátanos: criterios y métodos. Roma, Itália. CIRPAC. IPGRI, 1997. p.63. (Guias técnicas Inibap 2).
- DORNAS, W.C.; OLIVEIRA, T.T.; RODRIGUES-DAS-DORES, R.G.; SANTOS, A.F.; NAGEM, T.J. Flavonóides: potencial terapêutico no estresse oxidativo. *Rev. Ciênc. Farm.BásicaApl.*, v. 28, n.3, p. 241- 249, 2007.
- EPAGRI -Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina. Síntese Anual da Agricultura de Santa Catarina. 2008-2009. Florianópolis: Epagri/Cepa, 2009.
- FARKAS, C. Curso sobre aplicações em colorimetria e aparência na indústria. São Paulo: Tecnocor Serviços. 140p. 2003.
- FERREIRA, G.L.; COSTA, V.C.; ARAÚJO, M.H. *Diminuição do amido em bananas maduras: um experimento simples para discutir ligações químicas e forças intermoleculares*. XIV Encontro Nacional de Ensino de Química, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2008.
- FERRER, J. L., AUSTIN, M. B., STEWART, C., NOEL, J. P. Review: Structure and function of enzymes involved in the biosynthesis of phenylpropanoids. *Plant Physiology and Biochemistry*, v. 46, n. 3, p. 356 – 370, 2008.
- FRUTICULTURA – Banana. Desenvolvimento Regional Sustentável – Volume 3. Banco do Brasil, Brasília, setembro de 2010.
- GALVANI, D. F. G.; EIDAM, T.; AYALA, L. A. C. Rendimento e análise sensorial do caqui giombo desidratado. In: ENCONTRO DE ENGENHARIA E TECNOLOGIA DOS CAMPOS GERAIS, 2., 2006, Ponta Grossa. Anais... Ponta Grossa: UEPG, 2006.
- GARCIA, E.; LAJOLO, F. M. Starch transformation during banana ripening: The amylase and glucosidase behavior. *Journal of Food Science*, 53, p. 1181–1186, 1988.

- GOMES, E.M. *Crescimento e produção de bananeiras 'Prata Anã' e 'Maça' fertirrigadas com potássio*. 2004. 76f. Tese (Doutorado em Agronomia)– Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2004.
- IBRAHIM, K. E.; ABU-GOUKH, A. A.; YUSUF, K. S. Use of ethylene, acetylene and ethrel on banana fruit ripening. *University of Khartoum Journal of Agricultural Sciences*, 2, 73–92, 1994.
- IMAHORI, Y., KISHIOKA, K., UEMURA, K., YOSHIOKA, H., UEDA, Y., ISHIMARU, M., CHACHIN, K. Physiological responses and quality attributes of Japanese pear 'Kosui' fruit kept in low oxygen atmospheres. *The Journal of Horticultural Science and Biotechnology* 77, p. 677–682. 2002.
- JESUS, S.C.; FOLEGATTI, M.I.S.; MATSUURA, F.C.A.U; CARDOSO, R.L. Caracterização física e química de frutos de diferentes genótipos de bananeira. *Bragantia*. v.63, n.3, p.315-323, 2004.
- JOHN, P.; MARCHAL, J. Ripening and biochemistry of the fruit. In: GOWEN, S. Bananas and plantains. 1 ed. London: Chapman & Hall, p. 434-467, 1995.
- KADER A.A.; SOMMER N. F.; ARPAIA M. L. Postharvest handling systems: tropical fruits, in *Postharvest Technology of Horticultural Crops*, ed.by Kader A. A. University of California ANR publication 3311. Oakland, CA, California, pp. 385–398, 2002.
- KANAZAWA, K., SAKAKIBARA, H. High content of dopamine, a strong antioxidant in Cavendish banana. *Journal of Agricultural Food Chemistry* 48, p. 844–848, 2000.
- KANELLIS, A.K., SOLOMOS, T., MATTOO, A. Changes in sugar, enzymic activities and acid phosphatase isoenzyme profiles of banana ripened in air or stored in 2.5% O₂ with and without ethylene. *Plant Physiol.* 90, p. 251–258, 1989.
- KING A, YOUNG G. Characteristics and occurrence of phenolic phytochemicals. *J. Am Diet Assoc*, 50 (2): p. 213-8, 1999.
- KYOTO ENCYCLOPEDIA OF GENES AND GENOMES (KEGG). Disponível em: <<http://www.genome.jp/kegg/>>. Acesso em: 12/2013.
- LICHTEMBERG, L. A. Banana: produção, colheita e pós - colheita. Informe Agropecuário, v. 20, n. 196, p. 73-90, 1999.
- LIM, Y.Y.; LIM, T.T.; TEE, J.J. Antioxidant properties of several tropical fruits: a comparative study. *Food Chemistry* 103, 1003–1008, 2007.
- LOBO, M. G.; GONZALES, M.; PENA, A.; MARRERO, A. Effects of ethylene exposure temperature on shelf life, composition and quality of artificially ripened bananas (*Musa acuminata* AAA, cv. Dwarf Cavendish). *Food*

Science and Technology International, London, v. 11, n. 2, p. 99-105, 2005.

- LODH, S. B.; PANTÁSTICO, E. R. B. *Physicochemical changes during growth of storage órgãos*. In: PANTÁSTICO, E. R. B. (ed) *Postharvest physiology, handling and utilization of tropical and subtropical fruits vegetables*. Westport, AVI, p.41-45, 1975.
- LOESECK, H. W. Chemical changes during ripening. *Bananas – chemistry, physiology and technology*, vol. 4, p. 67–118. New York: Interscience. 1950.
- MACKU, C.; JENNINGS, W. G. Production of volatiles by ripening bananas. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, v. 35, p. 845-848, 1987.
- MARTINS, D.R.; RESENDE E.D. Quality of Golden papaya stored under controlled atmosphere conditions. *Food Science and Technology International* 19(5) 473–481, 2013.
- MATSURA, F. C. A. U.; SILVEIRA, M. I. *Banana: Pós-Colheita*. Brasília: Embrapa Comunicação para transferência de tecnologia, 2001. 71p. (Frutas do Brasil, 16).
- MEDINA, C. J. et al. *Banana: Cultura, matéria-prima, processamento e aspectos econômicos*. 2 ed. rev. Campinas-SP: ITAL, 1985. 302p. (Série Frutas Tropicais, 3).
- MEDINA, J.C. Banana: In: MEDINA, J.C.; BLEINROTH, G.W.; DE MARTIN, Z.J.; TAVAGLINI, D.A.; OKADA, M.; QUAST, D.G.; HASHIZUME, T.; RENESTO, O.U.; MORETI, V.A. *Banana: da cultura ao processamento*. Campinas: Instituto de Tecnologia de Alimentos, 1978, p. 7-62.
- MEDINA, V.M.; PEREIRA, M.E.C. Pós-colheita. In: BORGES, A.L.; SOUZA, L.S.(Ed.). *O cultivo da bananeira*. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical, 2004. p. 209-231.
- MOREIRA, R.S. *Banana: teoria e prática de cultivo*. Campinas: Fundação Cargill, 1987.
- MORTON, I. D.; MACLEOD, A. J. *Food Flavours*. 1 ed. Amsterdam: Elsevier Science Publishers, 1990.
- MOTA, R.V.; LAJOLO, F.M.; CORDENUNSI, B.R. Composição em carboidratos de alguns cultivares de banana (*Musa spp.*) durante o amadurecimento. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*. v.17, n.2, p.94-97, 1997.
- NASCIMENTO JUNIOR B.B.; OZORIO L. P.; REZENDEC. M.; SOARES A. G.; FONSECA M. J. A. Diferenças entre bananas de cultivares Prata e Nanicao ao longo do amadurecimento: características físico-químicas e

compostos voláteis. *Ciênc. Tecnol. Aliment.*, Campinas, 28(3): 649-658, 2008.

NOGUEIRA, D.H. *Fisiologia e Conservação Pós-colheita de bananas 'nanica' e 'pacovan' tratadas com carbureto de cálcio*. Dissertação de mestrado. Defendida em 18 de fevereiro de 2005. Paraíba, João Pessoa.

OLIVEIRA, S. O. de; ALVES, E. J.; SHEPHERD, K.; DANTAS, J. L. L. Cultivares. In: ALVES, E. J. (Org.) *A cultura da banana: aspectos técnicos, socioeconômicos e agroindustriais*. 2.ed., Brasília: Embrapa-SPI / Cruz das Almas: Embrapa-CNPMPF, 1999, p.85-105.

PADOVANI, M.I. *Banana: um mercado crescente para este alimento milenar*, 2ª edição, 1989. (Coleção Brasil Agrícola).

PALMER, J. K. The banana. In: HULMER, A. C. (ed). *The biochemistry of fruits and their products*. London: Academic Press, 1970. v.2, p.65-101.

PBMH & PIF - PROGRAMA BRASILEIRO PARA A MODERNIZAÇÃO DA HORTICULTURA & PRODUÇÃO INTEGRADA DE FRUTAS. Normas de Classificação de Banana. São Paulo: CEAGESP, 2006. (Documentos, 29).

PEREZ-ILZARBE, J.; HERNANDEZ, T.; ESTRELLA, I.; VENDRELL, M. Cold storage of apples (cv. Granny Smith) and changes in phenolic compounds. *Z. Lebensm. Unters. Forsch.*, 204, 52 – 55, 1997.

PERONI-OKITAA, F. H. G.; SIMÃO, R. A.; CARDOSO, M. B.; SOARES, C. S.; LAJOLO, F. M.; CORDENUNSI, B. R. In vivo degradation of banana starch: Structural characterization of the degradation process. *Carbohydrate Polymers*, 81, p. 291–299, 2010.

PIMENTEL, C. V. M. B; FRANCKI, V. M.; GOLLÜCKE, A. P. B. *Alimentos funcionais: Introdução as principais substâncias bioativas em alimentos*. 2005. São Paulo: Livraria Varela 95f.

PIMENTEL, R.M.A.; GUIMARÃES, F.N.; SANTOS, V.M.; RESENDE, J.C.F. Qualidade pós-colheita dos genótipos de banana PA42-44 e Prata-Anã cultivados no norte de Minas Gerais. *Revista Brasileira de Fruticultura*, Jaboticabal, v.32, n.2, 2010.

PINHEIRO A. C. M., VILAS BOAS E. V. B, MESQUITA C. T. Ação do 1-metilciclopropeno (1-MCP) na vida de prateleira da banana 'maçã'. *Rev. Bras. Frutic.*, Jaboticabal - SP, v. 27, n. 1, p. 25-28, 2005.

PINHEIRO, A.C.M.; VILAS BOAS, E.V.B.; MESQUITA, C.T.; DOLL, E.T. Pós colheita de bananas 'maçã' submetidas ao 1-MCP e armazenadas à temperatura ambiente. *Ciênc. Agrotec. Lavras*, v. 30 (2), p. 323-328, 2006.

- RAMOS, D. P.; LEONEL, S.; MISCHAN, M. M. caracterização físico-química dos frutos de genótipos de bananeira produzidos em botucatu-SP. *Ciênc. agrotec.*, Lavras, v. 33, Edição Especial, p. 1765 -1770, 2009.
- RIBEIRO, D. M. *Evolução das Propriedades Físicas Reológicas e Químicas Durante o Amadurecimento da Banana "Prata-Anã"*. 2006. 126 f. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola)-Universidade Federal de Viçosa, Viçosa-MG, 2006.
- ROBINSON, J.C . *Bananas and plantains*. CAB International, UK. p. 238. 1996
- ROCHA, J. L. V. Fisiologia pós-colheita de banana. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE BANANICULTURA, 1., 1984. Jaboticabal, SP. Anais... Jaboticabal: FCAVJ. 1984. p.353- 367.
- ROSSIGNOLI, P. A. *Atmosfera modificada por filmes de polietileno de baixa densidade com diferentes espessuras para conservação de bananas "Prata" em condições ambiente*. 1983. 81f. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) – Escola Superior de Agricultura de Lavras. Lavras. 1983.
- SAMPAIO, S. A; BORA, P. S.; HOLSCHUH, H. J.; SILVA, S. M. Postharvest respiratory activity and changes in some chemical constituents during maturation of yellow mombin (*Spondias mombin*) fruit. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, Campinas, v. 27, n. 3, p. 511-515, 2007.
- SAMSON, J.A. Tropical Fruits. London: William Clowes & Sons, 1980.
- SANTANA, L. R. R.; BENEDETTI, B. C.; SIGRIST, J. M. M.; SATO, H. H.; ANJOS, V. D. A. Effect of controlled atmosphere on postharvest quality of 'Douradão' peaches. *Ciênc. Tecnol. Aliment.*, Campinas, 31(1): 231-237, 2001.
- SANTOS, C.M.S.; VILAS BOAS, E.V.B.; BOTREL, N. ;PINHEIRO, A.C.M. Influência da atmosfera controlada sob a vida pós-colheita e qualidade de banana 'Prata Anã'. *Ciênc. Agrotec. Lavras*, v. 30 (2), p. 317-322, 2006.
- SANTOS, V.; ARAÚJO, W.; TEIXEIRA, R.; NASCIMENTO, J.; BITTENCOURT, C.; BOULLOSA, C. Escurecimento Enzimático em frutas. VII Congresso Norte e Nordeste de Pesquisa e Inovação. Palmas, Tocantins, 2012.
- SAÑUDO, M. B.; CEPEDA, J. S.; RANGEL, D.M.; HEREDITA, B. J. Extending the shelf-life of bananas with 1-methylcyclopropene and a chitosan-based edible coating. *J Sci Food Agric.*; 89: p. 2343–2349, 2009.
- SARAIVA, L. A.; CASTELAN, F. P.; SHITAKUBO, R.; HASSIMOTTO, N. M. A.; PURGATTO,E.; CHILLET, M.; CORDENUNSI, B. R. Black Leaf Streak Disease Affects Starch Metabolism in Banana Fruit. *J. Agric. Food Chem.*, 61, p. 5582–5589, 2013.

- SCOTT, K.J., SOERTINI. Effect of temperature on the storage life of bananas held in polyethylene bags with an ethylene absorbent. *Trop. Agric.* 51, 23–26, 1974.
- SEBRAE. Estudos de mercado SEBRAE – Banana, 2008.
- SGARBIERI, V. C.; FIGUEIREDO, F. Transformações bioquímicas da banana nanica durante o amadurecimento. Coletânea do Instituto de Tecnologia de Alimentos, Campinas, v.1 (parte I), p.299-322. 1965/1966.
- SHIGA, T. M.; SOARES, C. A.; NASCIMENTO, J. R.; PURGATTO, E.; LAJOLO, F. M.; CORDENUNSI, B. R. Ripening-associated changes in the amounts of starch and non-starch polysaccharides and their contributions to fruit softening in three banana cultivars. *J. Sci. Food Agric.*, 91, 1511–1516, 2011.
- SIGRIST, J. M. M. Transpiração. In: BLEINROTH, E. W. et al. Tecnologia de pós-colheita de frutas tropicais. 2. ed. Campinas: ITAL, p. 33-40, 1992.
- SILVA, S.O.; ALVES, E.J.; SHEPHERD, K.; DANTAS, J.L.L. Cultivares. In: ALVES, E.J. (Org.). A cultura da banana: aspectos técnicos, socioeconômicos e Agroindustriais. 2 ed. Brasília: Embrapa, 1999. p. 85-105.
- SIMMONDS, N. W. Los plátanos. Barcelona: Blume, 1973. 539 p
- SIMMONDS, N.W.; SHEPHERD, K. The taxonomy and origins of the cultivated banana. *The journal of the Linnean Society of London*, n. 55, p. 302-312, 1955.
- SIMÕES, C. M. et al. *Farmacognosia da planta ao medicamento*. 6 ed. Porto Alegre: Editora da UFRGS; Florianópolis: Editora da UFSC. 2007. 1102f.
- SOLURI, J. Consumo de massas, biodiversidade e fitomelhoramento da banana de exportação 1920-1980. *Varia Historia*, Belo Horizonte, v. 24, n. 39, p. 47-70, 2008.
- SOMEYA, S., YOSHIKI, Y.; OKUBO, K. Antioxidant compounds from bananas (*Musa cavendish*). *Food Chemistry*, London, v.79, p.351-354, 2002.
- SOTO BALLESTERO, M. *Bananos; cultivo e comercializacion*. 2ª. Ed. San José, Costa Rica: Litografia e Imprensa LIL, 1992. 674 p.
- STOVER, R.H.; SIMMONDS, N.W. *Bananas*. 3rd ed. Longman, London, 1987.468p.
- SULAIMAN, S. F.; YUSOFF, N. A. M.; ELDEEN, I. M.; SEOW, E. M.; SAJAK, A. A. B.; OOI, K. L. Correlation between total phenolic and mineral contents with antioxidant activity of eight Malaysian bananas (*Musa sp.*). *Journal of Food Composition and Analysis*, v. 24, p.1-10, 2011.
- TAIZ e ZEIGER. *Fisiologia Vegetal*. 3º ed. Porto Alegre: Artmed, 2004, 312-333p.

- TALCOTT, S. T.; PERCIVAL, S. S.; PITTET-MOORE, J.; CELORIA, C. Phytochemical composition and antioxidant stability of fortified yellow passion fruit (*Passiflora edulis*). *J. Agric. Food Chem.* 51:935-941, 2003.
- TERRA, N. N.; GARCIA, E.; LAJOLO, F. M. Starch–sugar transformation during banana ripening: The behavior of UDP glucose pyrophosphorylase, sucrose synthetase and invertase. *Journal of Food Science*, 48, 1097–1100, 1983.
- THOMPSON, A.K. *Banana processing*. In: GOWEN, S. Bananas and plantains. London: Chapman & Hall, 1995. p. 481-492.
- TORRES, A. C. B. A.; MOUTINHO, L. M. G. A caracterização do cluster de melão de Mossoró-Paraíba-RN. João Pessoa, Paraíba: Série Texto para Discussão, nº 250 Universidade Federal da Paraíba, 2002.
- VILAS BOAS, E. V.; MATSURA, F. C. A. U.; FOLEGATTI, M. I. S. *Características da fruta. Banana: Pós – Colheita*. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2001. 71p
- VIVIANI, L. *Avaliação da Qualidade Pós – Colheita da Banana Prata Anã Associada a Embalagens*. 2006. 73f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Faculdade de Engenharia Agrícola, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2006.
- WATKINS, C. B. *Ethylene synthesis, mode of action, consequences and control*. In: KNEE, M. Fruit quality and its biological basis. Columbus, Ohio: CRC Press, 2002. 279p.
- WILLS, R. H. H.; LEE, T. H.; GRAHAM, D.; McGLASSON, W. B.; HALL, E. G. Postharvest: an introduction to the physiology and handling of fruit and vegetables. *London: Granada*, p. 163, 1981.
- YAHIA, E.M. Modified and Controlled atmospheres for storage, transportation and packaging of horticultural commodities. Nova York, Estados Unidos: CRC Press, 2009.
- YANG, X.-t.; ZHANG, Z.-q.; JOYCE, D.; Huang, X.-m.; XU, L.-y.; PANG, X.-q. Characterization of chlorophyll degradation in banana and plantain during ripening at high temperature. *Food Chemistry*, 114, p. 383–390, 2009.
- ZHANG, J.; WANG, X.; YU, O.; TANG, J.; GU, X.; WAN X.; FANG C. Metabolic profiling of strawberry (*Fragaria x ananassa* Duch.) during fruit development and maturation. *Journal of Experimental Botany*, Vol. 62, No. 3, pp. 1103–1118, 2011.

APÊNDICES

APÊNDICE A: Análise estatística: Caracterização da qualidade dos frutos estocados em diferentes composições de atmosfera controlada:

Quadro 1A: Análise estatística para o parâmetro de Hunter L em casca de banana cultivar 'Prata-Anã' no final dos 17 dias de armazenamento em atmosfera controlada a 23°C.

1,0%O ₂ 2,0%CO ₂						
Tempo (dias)	Média Geral	Coeficiente de variação	Valor máximo	Valor mínimo	Intervalo de confiança p(0,05)	Amostra ideal (10%)
14	52,4684	5,9635	57,9898	46,4202	1,1228	1,4655
17	55,2956	5,8853	62,6931	49,9635	1,1678	1,4276
1,0%O ₂ 6,0%CO ₂						
Tempo (dias)	Média Geral	Coeficiente de variação	Valor máximo	Valor mínimo	Intervalo de confiança p(0,05)	Amostra ideal (10%)
14	54,5238	6,6652	60,5147	45,0923	1,3041	1,8307
17	53,4086	5,6858	58,6917	48,6593	1,0897	1,3323

Quadro 1A, Cont.

1,0%O ₂ 10,0%CO ₂						
Tempo dias	Média Geral	Coeficiente de variação	Valor máximo	Valor mínimo	Intervalo de confiança p(0,05)	Amostra ideal (10%)
14	52,6734	7,5594	59,5083	44,3673	1,4289	2,3548
17	53,4054	4,6275	58,6710	48,1889	0,8868	0,8825
3,0%O ₂ 2,0%CO ₂						
Tempo (dias)	Média Geral	Coeficiente de variação	Valor máximo	Valor mínimo	Intervalo de confiança p(0,05)	Amostra ideal (10%)
14	52,1526	8,8006	59,2496	42,6428	1,6471	3,1917
17	50,8413	7,0652	56,6626	43,5611	1,2890	2,0570
3,0%O ₂ 6,0%CO ₂						
Tempo (dias)	Média Geral	Coeficiente de variação	Valor máximo	Valor mínimo	Intervalo de confiança p(0,05)	Amostra ideal (10%)
14	54,2866	8,0635	61,8094	45,1848	1,5709	2,6794
17	51,6417	7,3524	58,8677	42,6117	1,3625	2,2276
3,0%O ₂ 10,0%CO ₂						
Tempo (dias)	Média Geral	Coeficiente de variação	Valor máximo	Valor mínimo	Intervalo de confiança p(0,05)	Amostra ideal (10%)
14	53,2406	9,0381	61,5455	43,5196	1,7268	3,3662
17	51,8605	6,8353	57,9529	45,0367	1,2721	1,9253
5,0%O ₂ 2,0%CO ₂						
Tempo (dias)	Média Geral	Coeficiente de variação	Valor máximo	Valor mínimo	Intervalo de confiança p(0,05)	Amostra ideal (10%)
14	53,7606	5,39337	62,2982	48,8205	1,1448	1,4509
17	52,3247	6,9194	60,1353	45,5231	1,2993	1,9730

Quadro 1A, Cont.

5,0%O ₂ 6,0%CO ₂						
Tempo (dias)	Média Geral	Coefficiente de variação	Valor máximo	Valor mínimo	Intervalo de confiança p(0,05)	Amostra ideal (10%)
14	55,7052	7,4488	63,2152	46,2155	1,4890	2,2864
17	52,6450	5,5971	56,7781	45,9577	1,0574	1,2910
5,0%O ₂ 10,0%CO ₂						
Tempo (dias)	Média Geral	Coefficiente de variação	Valor máximo	Valor mínimo	Intervalo de confiança p(0,05)	Amostra ideal (10%)
14	53,9369	8,9754	63,0843	45,0448	1,7372	3,3197
17	54,4824	5,8327	63,4700	48,8219	1,1404	1,4019
20,8%O ₂ 0,1%CO ₂ (com absorção de etileno)						
Tempo (dias)	Média Geral	Coefficiente de variação	Valor máximo	Valor mínimo	Intervalo de confiança p(0,05)	Amostra ideal (10%)
14	65,1769	4,5346	71,5024	58,0333	1,0606	0,8474
17	65,9698	3,6379	68,7441	58,4778	0,8612	0,5454
20,8%O ₂ 0,1%CO ₂						
Tempo (dias)	Média Geral	Coefficiente de variação	Valor máximo	Valor mínimo	Intervalo de confiança p(0,05)	Amostra ideal (10%)
14	65,9792	3,8267	71,6909	61,2193	0,9061	0,6035
17	64,4022	2,9710	68,1164	59,0647	0,6866	0,3637

Quadro 2A: Análise estatística para o parâmetro de Hunter a em casca de banana cultivar 'Prata-Anã' no final dos 17 dias de armazenamento em atmosfera controlada a 23°C.

1,0%O ₂ 2,0%CO ₂						
Tempo (dias)	Média Geral	Coefficiente de variação	Valor máximo	Valor mínimo	Intervalo de confiança p(0,05)	Amostra ideal (10%)
14	-8,3367	4,1007	-7,3106	-9,4732	0,1716	0,6930
17	-7,4703	7,2851	-4,5209	-8,9066	5,3276	2,1870

Quadro 2A, Cont.

1,0%O ₂ 6,0%CO ₂						
Tempo (dias)	Média Geral	Coefficiente de variação	Valor máximo	Valor mínimo	Intervalo de confiança p(0,05)	Amostra ideal (10%)
14	-8,1305	5,1471	-6,7556	-9,1526	0,2192	1,0917
17	-8,1081	5,8937	-6,5037	-9,1655	0,2515	1,4314
1,0%O ₂ 10,0%CO ₂						
Tempo dias	Média Geral	Coefficiente de variação	Valor máximo	Valor mínimo	Intervalo de confiança p(0,05)	Amostra ideal (10%)
14	-7,9045	4,6092	-6,4135	-8,7714	0,2001	0,8754
17	-8,3201	6,5969	-6,8718	-9,8287	0,2765	1,7934
3,0%O ₂ 2,0%CO ₂						
Tempo (dias)	Média Geral	Coefficiente de variação	Valor máximo	Valor mínimo	Intervalo de confiança p(0,05)	Amostra ideal (10%)
14	-8,1066	7,8334	-4,9055	-8,9913	0,3343	2,5286
17	-7,8146	7,3175	-6,0105	-9,1156	0,3199	2,2066
3,0%O ₂ 6,0%CO ₂						
Tempo (dias)	Média Geral	Coefficiente de variação	Valor máximo	Valor mínimo	Intervalo de confiança p(0,05)	Amostra ideal (10%)
14	-7,7707	7,7019	-5,8675	-8,9773	0,3380	2,4445
17	-7,7342	5,8816	-5,9554	-8,9521	0,2588	1,4255
3,0%O ₂ 10,0%CO ₂						
Tempo (dias)	Média Geral	Coefficiente de variação	Valor máximo	Valor mínimo	Intervalo de confiança p(0,05)	Amostra ideal (10%)
14	-7,752	7,1024	-5,2456	-9,1057	0,3121	2,0787
17	-7,5153	8,5097	-4,822	-9,0237	0,3632	2,9842

Quadro 2A, Cont.

5,0%O ₂ 2,0%CO ₂						
Tempo (dias)	Média Geral	Coeficiente de variação	Valor máximo	Valor mínimo	Intervalo de confiança p(0,05)	Amostra ideal (10%)
14	-7,621	6,8306	-5,7152	-9,0477	0,3034	1,9227
17	-7,3281	7,7763	-4,0889	-8,5296	0,3536	2,4919
5,0%O ₂ 6,0%CO ₂						
Tempo (dias)	Média Geral	Coeficiente de variação	Valor máximo	Valor mínimo	Intervalo de confiança p(0,05)	Amostra ideal (10%)
14	-7,3432	7,9166	-4,7232	-9,1379	0,3595	2,5826
17	-7,4694	5,5016	-6,2	-8,9026	0,2474	1,2473
5,0%O ₂ 10,0%CO ₂						
Tempo (dias)	Média Geral	Coeficiente de variação	Valor máximo	Valor mínimo	Intervalo de confiança p(0,05)	Amostra ideal (10%)
14	-7,1925	8,1334	-5,1257	-8,8774	0,3738	2,7261
17	-7,1811	6,8799	-4,5682	-8,3528	0,3165	1,9506
20,8%O ₂ 0,1%CO ₂ (com absorção de etileno)						
Tempo (dias)	Média Geral	Coeficiente de variação	Valor máximo	Valor mínimo	Intervalo de confiança p(0,05)	Amostra ideal (10%)
14	2,6843	8,7168	6,7127	-1,5033	0,7096	3,1312
17	7,4959	2,8672	9,1759	6,1208	0,2829	0,3388
20,8%O ₂ 0,1%CO ₂						
Tempo (dias)	Média Geral	Coeficiente de variação	Valor máximo	Valor mínimo	Intervalo de confiança p(0,05)	Amostra ideal (10%)
14	7,7947	2,4164	9,8357	6,7028	0,2410	0,2406
17	7,6652	3,4798	10,0104	5,4841	0,3455	0,4990

Quadro 3A: Análise estatística para o parâmetro de Hunter b em casca de banana cultivar 'Prata-Anã' no final dos 17 dias de armazenamento em atmosfera controlada a 23°C.

1,0%O ₂ 2,0%CO ₂						
Tempo (dias)	Média Geral	Coeficiente de variação	Valor máximo	Valor mínimo	Intervalo de confiança p(0,05)	Amostra ideal (10%)
14	22,7084	4,5536	25,5334	20,3567	0,3710	0,8545
17	23,4252	4,3248	25,2616	21,2898	0,3635	0,7707
1,0%O ₂ 6,0%CO ₂						
Tempo (dias)	Média Geral	Coeficiente de variação	Valor máximo	Valor mínimo	Intervalo de confiança p(0,05)	Amostra ideal (10%)
14	23,3029	5,4454	25,5632	19,8962	0,4553	1,2219
17	23,0297	5,7191	25,2904	19,4147	0,4726	1,3489
1,0%O ₂ 10,0%CO ₂						
Tempo (dias)	Média Geral	Coeficiente de variação	Valor máximo	Valor mínimo	Intervalo de confiança p(0,05)	Amostra ideal (10%)
14	22,2880	6,3747	24,9918	18,8419	0,5098	1,6746
17	23,0074	3,7371	25,1015	21,3911	0,3085	0,5777
3,0%O ₂ 2,0%CO ₂						
Tempo (dias)	Média Geral	Coeficiente de variação	Valor máximo	Valor mínimo	Intervalo de confiança p(0,05)	Amostra ideal (10%)
14	22,4448	6,3959	24,7816	19,6492	0,5151	1,6857
17	22,1777	5,6532	24,4666	19,3524	0,4499	1,3170
3,0%O ₂ 6,0%CO ₂						
Tempo (dias)	Média Geral	Coeficiente de variação	Valor máximo	Valor mínimo	Intervalo de confiança p(0,05)	Amostra ideal (10%)
14	23,1186	5,8652	25,1903	19,7753	0,4866	1,4176
17	22,7600	6,3384	25,7646	19,6501	0,5177	1,6556

Quadro 3A, Cont.

3,0%O ₂ 10,0%CO ₂						
Tempo (dias)	Média Geral	Coeficiente de variação	Valor máximo	Valor mínimo	Intervalo de confiança p(0,05)	Amostra ideal (10%)
14	22,6342	6,7504	25,3477	19,3662	0,5483	1,8778
17	22,4954	5,5416	24,5285	19,9340	0,4474	1,2655
5,0%O ₂ 2,0%CO ₂						
Tempo (dias)	Média Geral	Coeficiente de variação	Valor máximo	Valor mínimo	Intervalo de confiança p(0,05)	Amostra ideal (10%)
14	22,8150	5,0036	26,0352	20,7679	0,4096	1,0317
17	22,5847	5,4506	24,4177	19,6490	0,4417	1,2242
5,0%O ₂ 6,0%CO ₂						
Tempo (dias)	Média Geral	Coeficiente de variação	Valor máximo	Valor mínimo	Intervalo de confiança p(0,05)	Amostra ideal (10%)
14	23,5420	4,6308	25,3835	21,1587	0,3912	0,8837
17	22,6136	5,1069	24,4051	19,9470	0,4144	1,0747
5,0%O ₂ 10,0%CO ₂						
Tempo (dias)	Média Geral	Coeficiente de variação	Valor máximo	Valor mínimo	Intervalo de confiança p(0,05)	Amostra ideal (10%)
14	22,6784	6,8615	25,4896	19,4155	0,5584	1,9401
17	23,2369	4,7951	26,0781	21,2087	0,3998	0,9475
20,8%O ₂ 0,1%CO ₂ (com absorção de etileno)						
Tempo (dias)	Média Geral	Coeficiente de variação	Valor máximo	Valor mínimo	Intervalo de confiança p(0,05)	Amostra ideal (10%)
14	29,1555	4,6879	31,9690	25,7350	0,4904	0,9056
17	30,0461	5,9826	33,9081	24,8401	0,6450	1,4749

Quadro 3A, Cont.

20,8%O ₂ 0,1%CO ₂						
Tempo (dias)	Média Geral	Coefficiente de variação	Valor máximo	Valor mínimo	Intervalo de confiança p(0,05)	Amostra ideal (10%)
14	30,0069	5,1000	33,0939	26,7989	0,5491	1,0718
17	29,3621	6,1811	34,0682	26,1284	0,6513	1,5745

Quadro 4A: Análise estatística para os parâmetros de perda de massa de banana cultivar 'Prata-Anã' no final dos 14 e 17 dias de armazenamento em atmosfera controlada a 23°C.

1,0%O ₂ 2,0%CO ₂						
Tempo (dias)	Média Geral	Coefficiente de variação	Valor máximo	Valor mínimo	Intervalo de confiança p(0,05)	Amostra ideal (10%)
14	0,2311	10,6613	0,0267	0,0195	0,0020	6,3306
17	0,0369	8,8996	0,0399	0,0315	0,0027	4,4113
1,0%O ₂ 6,0%CO ₂						
Tempo (dias)	Média Geral	Coefficiente de variação	Valor máximo	Valor mínimo	Intervalo de confiança p(0,05)	Amostra ideal (10%)
14	0,0136	18,2067	0,01705	0,0100	0,0020	18,4624
17	0,0285	24,095	0,0406	0,0201	0,0057	32,3378
1,0%O ₂ 10,0%CO ₂						
Tempo (dias)	Média Geral	Coefficiente de variação	Valor máximo	Valor mínimo	Intervalo de confiança p(0,05)	Amostra ideal (10%)
14	0,0145	17,4144	0,0192	0,0115	0,0021	16,8904
17	0,02691	10,9177	0,0304	0,0229	0,0024	6,6387
3,0%O ₂ 2,0%CO ₂						
Tempo (dias)	Média Geral	Coefficiente de variação	Valor máximo	Valor mínimo	Intervalo de confiança p(0,05)	Amostra ideal (10%)
14	0,0254	72,1917	0,0707	0,0159	0,0153	290,2682
17	0,0315	12,2515	0,0356	0,0249	0,0031	8,3599

Quadro 4A, Cont.

3,0%O ₂ 6,0%CO ₂						
Tempo (dias)	Média Geral	Coefficiente de variação	Valor máximo	Valor mínimo	Intervalo de confiança p(0,05)	Amostra ideal (10%)
14	0,0087	22,7233	0,0123	0,0058	0,0016	28,7597
17	0,0245	13,3381	0,0296	0,0208	0,0027	9,9087
3,0%O ₂ 10,0%CO ₂						
Tempo (dias)	Média Geral	Coefficiente de variação	Valor máximo	Valor mínimo	Intervalo de confiança p(0,05)	Amostra ideal (10%)
14	0,0147	15,4865	0,0170	0,0114	0,0019	13,3578
17	0,0231	17,0071	0,0305	0,01863	0,0032	16,1096
5,0%O ₂ 2,0%CO ₂						
Tempo (dias)	Média Geral	Coefficiente de variação	Valor máximo	Valor mínimo	Intervalo de confiança p(0,05)	Amostra ideal (10%)
14	0,0152	13,4691	0,0183	0,0120	0,0017	10,1043
17	0,0297	10,4194	0,0348	0,0264	0,0025	6,0466
5,0%O ₂ 6,0%CO ₂						
Tempo (dias)	Média Geral	Coefficiente de variação	Valor máximo	Valor mínimo	Intervalo de confiança p(0,05)	Amostra ideal (10%)
14	0,0125	17,5384	0,0158	0,0100	0,0018	17,1319
17	0,0228	12,0910	0,0272	0,0197	0,0023	8,1424
5,0%O ₂ 10,0%CO ₂						
Tempo (dias)	Média Geral	Coefficiente de variação	Valor máximo	Valor mínimo	Intervalo de confiança p(0,05)	Amostra ideal (10%)
14	0,0098	22,4239	0,0137	0,0057	0,0018	28,0057
17	0,0251	14,2136	0,0298	0,0186	0,0029	11,2522

Quadro 4A, Cont.

20,8%O ₂ 0,1%CO ₂ (com absorção de etileno)						
Tempo (dias)	Média Geral	Coeficiente de variação	Valor máximo	Valor mínimo	Intervalo de confiança p(0,05)	Amostra ideal (10%)
14	0,0168	14,6163	0,0203	0,0139	0,0020	11,8987
17	0,0335	11,6828	0,0395	0,0261	0,0032	7,6019
20,8%O ₂ 0,1%CO ₂						
Tempo (dias)	Média Geral	Coeficiente de variação	Valor máximo	Valor mínimo	Intervalo de confiança p(0,05)	Amostra ideal (10%)
14	0,0508	26,6088	0,0811	0,0355	0,0112	39,4345
17	0,0576	17,9384	0,0755	0,0409	0,0086	17,9223

Quadro 5A: Análise estatística para o parâmetro de pH em polpa de banana cultivar 'Prata-Anã' no final dos 17 dias de armazenamento em atmosfera controlada a 23°C.

1,0%O ₂ 2,0%CO ₂						
Tempo (dias)	Média Geral	Coeficiente de variação	Valor máximo	Valor mínimo	Intervalo de confiança p(0,05)	Amostra ideal (10%)
14	5,6767	0,5085	5,7100	5,6600	0,0717	0,0478
17	5,6333	0,1025	5,6400	5,6300	0,01433	0,0019

Quadro 5A, Cont.

1,0%O ₂ 6,0%CO ₂						
Tempo (dias)	Média Geral	Coefficiente de variação	Valor máximo	Valor mínimo	Intervalo de confiança p(0,05)	Amostra ideal (10%)
14	5,7833	0,3599	5,8000	5,7600	0,0517	0,0239
17	5,7433	0,4382	5,7700	5,7200	0,0625	0,0355
1,0%O ₂ 10,0%CO ₂						
Tempo (dias)	Média Geral	Coefficiente de variação	Valor máximo	Valor mínimo	Intervalo de confiança p(0,05)	Amostra ideal (10%)
14	5,7367	0,3629	5,7600	5,7200	0,0517	0,0243
17	5,7400	0,1742	5,7500	5,7300	0,0248	0,0056
3,0%O ₂ 2,0%CO ₂						
Tempo (dias)	Média Geral	Coefficiente de variação	Valor máximo	Valor mínimo	Intervalo de confiança p(0,05)	Amostra ideal (10%)
14	5,716667	0,2019	5,7300	5,7100	0,0287	0,0075
17	5,713333	0,2673	5,7300	5,7000	0,0379	0,0132
3,0%O ₂ 6,0%CO ₂						
Tempo (dias)	Média Geral	Coefficiente de variação	Valor máximo	Valor mínimo	Intervalo de confiança p(0,05)	Amostra ideal (10%)
14	5,7000	0,7017	5,7400	5,6600	0,0993	0,0910
17	5,6766	0,5662	5,7000	5,6400	0,0798	0,0592
3,0%O ₂ 10,0%CO ₂						
Tempo (dias)	Média Geral	Coefficiente de variação	Valor máximo	Valor mínimo	Intervalo de confiança p(0,05)	Amostra ideal (10%)
14	5,7233	0,2017	5,7300	5,7100	0,0286	0,0075
17	5,6533	0,2701	5,6700	5,6400	0,0379	0,0134

Quadro 5A, Cont..

5,0%O ₂ 2,0%CO ₂						
Tempo (dias)	Média Geral	Coefficiente de variação	Valor máximo	Valor mínimo	Intervalo de confiança p(0,05)	Amostra ideal (10%)
14	5,713333	0,534723	5,740000	5,680000	0,075845	0,052868
17	5,686667	0,442546	5,710000	5,660000	0,062478	0,036212
5,0%O ₂ 6,0%CO ₂						
Tempo (dias)	Média Geral	Coefficiente de variação	Valor máximo	Valor mínimo	Intervalo de confiança p(0,05)	Amostra ideal (10%)
14	5,816667	0,357880	5,840000	5,800000	0,051680	0,023682
17	5,753333	0,265503	5,770000	5,740000	0,037922	0,013034
5,0%O ₂ 10,0%CO ₂						
Tempo (dias)	Média Geral	Coefficiente de variação	Valor máximo	Valor mínimo	Intervalo de confiança p(0,05)	Amostra ideal (10%)
14	5,683333	0,366276	5,700000	5,660000	0,051680	0,024806
17	5,626667	0,447265	5,650000	5,600000	0,062478	0,036989
20,8%O ₂ 0,1%CO ₂ (com absorção de etileno)						
Tempo (dias)	Média Geral	Coefficiente de variação	Valor máximo	Valor mínimo	Intervalo de confiança p(0,05)	Amostra ideal (10%)
14	4,383333	0,131715	4,390000	4,380000	0,014333	0,003208
17	4,290000	0,612725	4,310000	4,260000	0,065684	0,070327
20,8%O ₂ 0,1%CO ₂						
Tempo (dias)	Média Geral	Coefficiente de variação	Valor máximo	Valor mínimo	Intervalo de confiança p(0,05)	Amostra ideal (10%)
14	4,133333	0,608858	4,160000	4,110000	0,062478	0,068544
17	4,203333	0,961487	4,240000	4,160000	0,100333	0,170932

Quadro 6A: Análise estatística para o parâmetro de sólidos solúveis em polpa de banana cultivar 'Prata-Anã' no final dos 17 dias de armazenamento em atmosfera controlada a 23°C.

1,0%O ₂ 2,0%CO ₂						
Tempo (dias)	Média Geral	Coefficient e de variação	Valor máximo	Valor mínimo	Intervalo de confiança p(0,05)	Amostra ideal (10%)
14	2,566667	4,498833	2,700000	2,500000	0,286667	3,742284
17	2,366667	2,439508	2,400000	2,300000	0,143333	1,100377
1,0%O ₂ 6,0%CO ₂						
Tempo (dias)	Média Geral	Coefficient e de variação	Valor máximo	Valor mínimo	Intervalo de confiança p(0,05)	Amostra ideal (10%)
14	2,266667	5,094267	2,400000	2,200000	0,286667	4,798443
17	2,000000	10,000000	2,200000	1,800000	0,496521	18,490002
1,0%O ₂ 10,0%CO ₂						
Tempo (dias)	Média Geral	Coefficient e de variação	Valor máximo	Valor mínimo	Intervalo de confiança p(0,05)	Amostra ideal (10%)
14	1,800000	5,555556	1,900000	1,700000	0,248261	5,706791
17	1,933333	7,900993	2,100000	1,800000	0,379224	11,542510
3,0%O ₂ 2,0%CO ₂						
Tempo (dias)	Média Geral	Coefficient e de variação	Valor máximo	Valor mínimo	Intervalo de confiança p(0,05)	Amostra ideal (10%)
14	2,133333	7,160275	2,300000	2,000000	0,379224	9,479737
17	2,066667	10,072577	2,300000	1,900000	0,516796	18,759367
3,0%O ₂ 6,0%CO ₂						
Tempo (dias)	Média Geral	Coefficient e de variação	Valor máximo	Valor mínimo	Intervalo de confiança p(0,05)	Amostra ideal (10%)
14	1,966667	21,169485	2,300000	1,500000	1,033591	82,862403
17	2,166667	7,050116	2,300000	2,000000	0,379224	9,190297

Quadro 6A, Cont.

3,0%O ₂ 10,0%CO ₂						
Tempo (dias)	Média Geral	Coeficiente de variação	Valor máximo	Valor mínimo	Intervalo de confiança p(0,05)	Amostra ideal (10%)
14	1,833333	3,149183	1,900000	1,800000	0,143333	1,833719
17	1,700000	10,188534	1,900000	1,600000	0,430000	19,193773
5,0%O ₂ 2,0%CO ₂						
Tempo (dias)	Média Geral	Coeficiente de variação	Valor máximo	Valor mínimo	Intervalo de confiança p(0,05)	Amostra ideal (10%)
14	1,600000	6,250000	1,700000	1,500000	0,248261	7,222657
17	1,766667	11,783015	2,000000	1,600000	0,516796	25,671416
5,0%O ₂ 6,0%CO ₂						
Tempo (dias)	Média Geral	Coeficiente de variação	Valor máximo	Valor mínimo	Intervalo de confiança p(0,05)	Amostra ideal (10%)
14	1,333333	11,456439	1,500000	1,200000	0,379224	24,268127
17	1,333333	8,660254	1,400000	1,200000	0,286667	13,867501
5,0%O ₂ 10,0%CO ₂						
Tempo (dias)	Média Geral	Coeficiente de variação	Valor máximo	Valor mínimo	Intervalo de confiança p(0,05)	Amostra ideal (10%)
14	2,633333	5,800729	2,800000	2,500000	0,379224	6,221600
17	2,466667	6,192670	2,600000	2,300000	0,379224	7,090760

Quadro 6A, Cont..

20,8%O ₂ 0,1%CO ₂ (com absorção de etileno)						
Tempo (dias)	Média Geral	Coefficiente de variação	Valor máximo	Valor mínimo	Intervalo de confiança p(0,05)	Amostra ideal (10%)
14	12,433333	4,573384	12,900000	11,800000	1,411670	3,867339
17	18,966667	4,294127	19,900000	18,400000	2,021966	3,409469
20,8%O ₂ 0,1%CO ₂						
Tempo (dias)	Média Geral	Coefficiente de variação	Valor máximo	Valor mínimo	Intervalo de confiança p(0,05)	Amostra ideal (10%)
14	22,733333	0,915689	22,900000	22,500000	0,516796	0,155036
17	21,833333	1,399260	22,100000	21,500000	0,758449	0,362021

Quadro7A: Análise estatística para o parâmetro de amido em polpa de banana cultivar 'Prata-Anã' no final dos 17 dias de armazenamento em atmosfera controlada a 23°C.

1,0%O ₂ 2,0%CO ₂						
Tempo (dias)	Média Geral	Coefficiente e de variação	Valor máximo	Valor mínimo	Intervalo de confiança p(0,05)	Amostra ideal (10%)
14	0,246305	1,638956	0,248726	0,241644	0,010022	0,496674
17	0,235684	2,399151	0,241775	0,230603	0,014038	1,064270
1,0%O ₂ 6,0%CO ₂						
Tempo (dias)	Média Geral	Coefficiente e de variação	Valor máximo	Valor mínimo	Intervalo de confiança p(0,05)	Amostra ideal (10%)
14	0,248177	0,748303	0,250127	0,246430	0,004610	0,103536
17	0,244673	0,775831	0,246298	0,242586	0,004713	0,111294

Quadro 7A, Cont.

1,0%O ₂ 10,0%CO ₂						
Tempo (dias)	Média Geral	Coeficient e de variação	Valor máximo	Valor mínimo	Intervalo de confiança p(0,05)	Amostra ideal (10%)
14	0,244276	0,895919	0,246625	0,242294	0,005433	0,148414
17	0,244761	1,413787	0,247589	0,240902	0,008591	0,369577
3,0%O ₂ 2,0%CO ₂						
Tempo (dias)	Média Geral	Coeficient e de variação	Valor máximo	Valor mínimo	Intervalo de confiança p(0,05)	Amostra ideal (10%)
14	0,234863	0,071779	0,235001	0,234675	0,000419	0,000953
17	0,245764	0,933031	0,248189	0,243631	0,005693	0,160964
3,0%O ₂ 6,0%CO ₂						
Tempo (dias)	Média Geral	Coeficient e de variação	Valor máximo	Valor mínimo	Intervalo de confiança p(0,05)	Amostra ideal (10%)
14	0,235853	0,386323	0,236486	0,234809	0,002262	0,027595
17	0,251847	0,768282	0,254069	0,250538	0,004804	0,109138
3,0%O ₂ 10,0%CO ₂						
Tempo (dias)	Média Geral	Coeficient e de variação	Valor máximo	Valor mínimo	Intervalo de confiança p(0,05)	Amostra ideal (10%)
14	0,237131	1,052120	0,239421	0,234472	0,006194	0,204676
17	0,251737	0,556402	0,253348	0,250806	0,003477	0,057242
5,0%O ₂ 2,0%CO ₂						
Tempo (dias)	Média Geral	Coeficient e de variação	Valor máximo	Valor mínimo	Intervalo de confiança p(0,05)	Amostra ideal (10%)
14	0,235630	1,106158	0,232638	0,232638	0,006471	0,226241
17	0,256471	1,050483	0,259269	0,253895	0,006689	0,204040

Quadro 7A, Cont.

5,0%O ₂ 6,0%CO ₂						
Tempo (dias)	Média Geral	Coeficiente de variação	Valor máximo	Valor mínimo	Intervalo de confiança p(0,05)	Amostra ideal (10%)
14	0,266317	1,397584	0,269294	0,262144	0,009240	0,361154
17	0,256004	0,524818	0,257381	0,254697	0,003336	0,050928
5,0%O ₂ 10,0%CO ₂						
Tempo (dias)	Média Geral	Coeficiente de variação	Valor máximo	Valor mínimo	Intervalo de confiança p(0,05)	Amostra ideal (10%)
14	0,233184	0,449799	0,234242	0,232144	0,002604	0,037409
17	0,224811	0,622768	0,226414	0,223828	0,003476	0,071712
20,8%O ₂ 0,1%CO ₂ (com absorção de etileno)						
Tempo (dias)	Média Geral	Coeficiente de variação	Valor máximo	Valor mínimo	Intervalo de confiança p(0,05)	Amostra ideal (10%)
14	0,165993	0,487564	0,166678	0,165100	0,002009	0,043954
17	0,041508	0,803559	0,041884	0,041248	0,000828	0,119391
20,8%O ₂ 0,1%CO ₂						
Tempo (dias)	Média Geral	Coeficiente de variação	Valor máximo	Valor mínimo	Intervalo de confiança p(0,05)	Amostra ideal (10%)
14	0,050579	0,430021	0,050828	0,050427	0,000540	0,034191
17	0,055167	0,118302	0,055242	0,055123	0,000162	0,002588

Quadro 8A: Análise estatística para o parâmetro de frutose em polpa de banana cultivar 'Prata-Anã' no final dos 17 dias de armazenamento em atmosfera controlada a 23°C.

1,0%O ₂ 2,0%CO ₂						
Tempo (dias)	Média Geral	Coeficiente e de variação	Valor máximo	Valor mínimo	Intervalo de confiança p(0,05)	Amostra ideal (10%)
14	0,000864	3,032184	0,000890	0,000837	0,000065	1,699997
17	0,001135	8,718608	0,001249	0,001070	0,000246	14,055012

Quadro 8A, Cont.

1,0%O ₂ 6,0%CO ₂						
Tempo (dias)	Média Geral	Coefficiente de variação	Valor máximo	Valor mínimo	Intervalo de confiança p(0,05)	Amostra ideal (10%)
14	0,000975	1,160932	0,000098	0,000966	0,000028	0,249201
17	0,000968	1,878046	0,000985	0,000949	0,000045	0,652153
1,0%O ₂ 10,0%CO ₂						
Tempo (dias)	Média Geral	Coefficiente de variação	Valor máximo	Valor mínimo	Intervalo de confiança p(0,05)	Amostra ideal (10%)
14	0,000879	4,334375	0,000920	0,000845	0,000095	3,473681
17	0,000793	0,866977	0,000799	0,000786	0,000017	0,138980
3,0%O ₂ 2,0%CO ₂						
Tempo (dias)	Média Geral	Coefficiente de variação	Valor máximo	Valor mínimo	Intervalo de confiança p(0,05)	Amostra ideal (10%)
14	0,001165	4,195231	0,001218	0,001121	0,000121	3,254234
17	0,001152	7,031950	0,001239	0,001079	0,000201	9,142996
.3,0%O ₂ 6,0%CO ₂						
Tempo (dias)	Média Geral	Coefficiente de variação	Valor máximo	Valor mínimo	Intervalo de confiança p(0,05)	Amostra ideal (10%)
14	0,001075	2,508936	0,001099	0,001046	0,000067	1,163901
17	0,000823	1,944274	0,000834	0,000805	0,000040	0,698959
3,0%O ₂ 10,0%CO ₂						
Tempo (dias)	Média Geral	Coefficiente de variação	Valor máximo	Valor mínimo	Intervalo de confiança p(0,05)	Amostra ideal (10%)
14	0,000991	0,183653	0,000993	0,000990	0,000005	0,006236
17	0,000882	1,806048	0,000897	0,000865	0,000040	0,603109

Quadro 8A, Cont.

5,0%O ₂ 2,0%CO ₂						
Tempo (dias)	Média Geral	Coeficiente de variação	Valor máximo	Valor mínimo	Intervalo de confiança p(0,05)	Amostra ideal (10%)
14	0,000831	0,900730	0,000837	0,000823	0,000019	0,150012
17	0,0001092	3,341088	0,001119	0,001051	0,000091	2,064014
5,0%O ₂ 6,0%CO ₂						
Tempo (dias)	Média Geral	Coeficiente de variação	Valor máximo	Valor mínimo	Intervalo de confiança p(0,05)	Amostra ideal (10%)
14	0,000754	4,212713	0,000787	0,000723	0,000079	3,281412
17	0,000672	4,037372	0,000697	0,000643	0,000067	3,013939
5,0%O ₂ 10,0%CO ₂						
Tempo (dias)	Média Geral	Coeficiente de variação	Valor máximo	Valor mínimo	Intervalo de confiança p(0,05)	Amostra ideal (10%)
14	0,000682	0,451102	0,000686	0,00068	0,000008	0,037626
17	0,000959	2,050698	0,000973	0,00093	0,00049	0,777572
20,8%O ₂ 0,1%CO ₂ (com absorção de etileno)						
Tempo (dias)	Média Geral	Coeficiente de variação	Valor máximo	Valor mínimo	Intervalo de confiança p(0,05)	Amostra ideal (10%)
14	0,011591	3,598304	0,011960	0,011139	0,001035	2,394047
17	0,042427	0,937381	0,042787	0,042000	0,000987	0,162469
20,8%O ₂ 0,1%CO ₂						
Tempo (dias)	Média Geral	Coeficiente de variação	Valor máximo	Valor mínimo	Intervalo de confiança p(0,05)	Amostra ideal (10%)
14	0,039517	0,671119	0,039781	0,039250	0,000658	0,083279
17	0,042094	0,198184	0,042159	0,042000	0,000207	0,007262

Quadro 9A: Análise estatística para o parâmetro de glicose em polpa de banana cultivar 'Prata-Anã' no final dos 17 dias de armazenamento em atmosfera controlada a 23°C.

1,0%O ₂ 2,0%CO ₂						
Tempo (dias)	Média Geral	Coeficiente de variação	Valor máximo	Valor mínimo	Intervalo de confiança p(0,05)	Amostra ideal (10%)
14	0,001079	11,011501	0,001215	0,000992	0,000295	22,419711
17	0,001031	2,340965	0,001052	0,001005	0,000060	1,013274
1,0%O ₂ 6,0%CO ₂						
Tempo (dias)	Média Geral	Coeficiente de variação	Valor máximo	Valor mínimo	Intervalo de confiança p(0,05)	Amostra ideal (10%)
14	0,001124	7,801519	0,001202	0,001029	0,000218	11,253700
17	0,000998	6,681022	0,001074	0,000949	0,000165	8,253207
1,0%O ₂ 10,0%CO ₂						
Tempo (dias)	Média Geral	Coeficiente de variação	Valor máximo	Valor mínimo	Intervalo de confiança p(0,05)	Amostra ideal (10%)
14	0,001095	2,606478	0,001127	0,001072	0,000071	1,256161
17	0,000814	6,323124	0,000870	0,000770	0,000128	7,392654
3,0%O ₂ 2,0%CO ₂						
Tempo (dias)	Média Geral	Coeficiente de variação	Valor máximo	Valor mínimo	Intervalo de confiança p(0,05)	Amostra ideal (10%)
14	0,001259	5,672331	0,001341	0,001215	0,000177	5,949220
17	0,001210	7,446612	0,001305	0,001125	0,000224	10,253082
3,0%O ₂ 6,0%CO ₂						
Tempo (dias)	Média Geral	Coeficiente de variação	Valor máximo	Valor mínimo	Intervalo de confiança p(0,05)	Amostra ideal (10%)
14	0,001395	0,530873	0,001400	0,001387	0,000018	0,052110
17	0,000910	3,578038	0,000944	0,000880	0,000081	2,367156

Quadro 9A, Cont.

3,0%O ₂ 10,0%CO ₂						
Tempo (dias)	Média Geral	Coefficient e de variação	Valor máximo	Valor mínimo	Intervalo de confiança p(0,05)	Amostr a ideal (10%)
14	0,001239	1,757767	0,001259	0,001216	0,000054	0,5712
17	0,000862	0,625679	0,000865	0,000856	0,000013	0,0723
5,0%O ₂ 2,0%CO ₂						
Tempo (dias)	Média Geral	Coefficient e de variação	Valor máximo	Valor mínimo	Intervalo de confiança p(0,05)	Amostr a ideal (10%)
14	0,000969	1,640215	0,000987	0,000960	0,000039	0,4974
17	0,001350	5,772043	0,001440	0,001302	0,000193	6,1602
5,0%O ₂ 6,0%CO ₂						
Tempo (dias)	Média Geral	Coefficient e de variação	Valor máximo	Valor mínimo	Intervalo de confiança p(0,05)	Amostr a ideal (10%)
14	0,001008	6,918249	0,001057	0,000928	0,000173	8,8497
17	0,000680	3,497803	0,000706	0,000661	0,000059	2,2621
5,0%O ₂ 10,0%CO ₂						
Tempo (dias)	Média Geral	Coefficient e de variação	Valor máximo	Valor mínimo	Intervalo de confiança p(0,05)	Amostr a ideal (10%)
14	0,001155	5,489066	0,001204	0,001083	0,000157	5,5710
17	0,000866	2,149115	0,000881	0,000845	0,000046	0,8539
20,8%O ₂ 0,1%CO ₂ (com absorção de etileno)						
Tempo (dias)	Média Geral	Coefficiente de variação	Valor máximo	Valor mínimo	Intervalo de confiança p(0,05)	Amostr a ideal (10%)
14	0,009922	2,275180	0,010098	0,009667	0,000560	0,9571
17	0,031943	0,305908	0,032000	0,031830	0,000243	0,1730

Quadro 9A, Cont.

20,8%O ₂ 0,1%CO ₂						
Tempo (dias)	Média Geral	Coeficiente de variação	Valor máximo	Valor mínimo	Intervalo de confiança p(0,05)	Amostra ideal (10%)
14	0,029468	2,264024	0,030000	0,028720	0,001656	0,947762
17	0,035509	2,889073	0,036690	0,034837	0,002547	1,543313

Quadro 10A: Análise estatística para o parâmetro de sacarose em polpa de banana cultivar 'Prata-Anã' no final dos 17 dias de armazenamento em atmosfera controlada a 23°C.

1,0%O ₂ 2,0%CO ₂						
Tempo (dias)	Média Geral	Coeficiente de variação	Valor máximo	Valor mínimo	Intervalo de confiança p(0,05)	Amostra ideal (10%)
14	0,006758	0,298510	0,006774	0,006735	0,000050	0,016476
17	0,005378	5,205463	0,005659	0,005099	0,000695	5,010208
1,0%O ₂ 6,0%CO ₂						
Tempo (dias)	Média Geral	Coeficiente de variação	Valor máximo	Valor mínimo	Intervalo de confiança p(0,05)	Amostra ideal (10%)
14	0,006166	0,274183	0,006185	0,006153	0,000042	0,013900
17	0,004924	0,744063	0,004966	0,004901	0,000091	0,102366
1,0%O ₂ 10,0%CO ₂						
Tempo (dias)	Média Geral	Coeficiente de variação	Valor máximo	Valor mínimo	Intervalo de confiança p(0,05)	Amostra ideal (10%)
14	0,005672	3,037857	0,005871	0,005559	0,000428	1,706363
17	0,004287	4,670605	0,004484	0,004083	0,000497	4,033510

Quadro 10A, Cont.

3,0%O ₂ 2,0%CO ₂						
Tempo (dias)	Média Geral	Coefficiente de variação	Valor máximo	Valor mínimo	Intervalo de confiança p(0,05)	Amostra ideal (10%)
14	0,005535	1,172632	0,005583	0,005461	0,000161	0,254250
17	0,004513	0,228187	0,004525	0,004505	0,000026	0,009628
3,0%O ₂ 6,0%CO ₂						
Tempo (dias)	Média Geral	Coefficiente de variação	Valor máximo	Valor mínimo	Intervalo de confiança p(0,05)	Amostra ideal (10%)
14	0,005289	0,446838	0,005312	0,005265	0,000059	0,036918
17	0,004777	0,395080	0,004789	0,004755	0,000047	0,028861
3,0%O ₂ 10,0%CO ₂						
Tempo (dias)	Média Geral	Coefficiente de variação	Valor máximo	Valor mínimo	Intervalo de confiança p(0,05)	Amostra ideal (10%)
14	0,004928	0,805453	0,00497	0,004900	0,000099	0,119955
17	0,003925	0,655980	0,00395	0,003909	0,000064	0,079565
5,0%O ₂ 2,0%CO ₂						
Tempo (dias)	Média Geral	Coefficiente de variação	Valor máximo	Valor mínimo	Intervalo de confiança p(0,05)	Amostra ideal (10%)
14	0,004336	0,475259	0,00436	0,004323	0,000051	0,041763
17	0,004282	0,316807	0,00429	0,004268	0,000034	0,018558
5,0%O ₂ 6,0%CO ₂						
Tempo (dias)	Média Geral	Coefficiente de variação	Valor máximo	Valor mínimo	Intervalo de confiança p(0,05)	Amostra ideal (10%)
14	0,003837	0,843989	0,00386	0,003802	0,000080	0,131708
17	0,003256	0,987192	0,00328	0,003222	0,000080	0,180194

Quadro 10A, Cont.

5,0%O ₂ 10,0%CO ₂						
Tempo (dias)	Média Geral	Coeficiente de variação	Valor máximo	Valor mínimo	Intervalo de confiança p(0,05)	Amostra ideal (10%)
14	0,00744 1	0,440928	0,00747 3	0,007408	0,000081	0,035948
17	0,00595 3	0,486276	0,00597 6	0,005920	0,000072	0,043722
20,8%O ₂ 0,1%CO ₂ (com absorção de etileno)						
Tempo (dias)	Média Geral	Coeficiente de variação	Valor máximo	Valor mínimo	Intervalo de confiança p(0,05)	Amostra ideal (10%)
14	0,056346	0,664616	0,056770	0,056060	0,000930	0,081673
17	0,116956	3,634255	0,119798	0,112069	0,010552	2,442124
20,8%O ₂ 0,1%CO ₂						
Tempo (dias)	Média Geral	Coeficiente de variação	Valor máximo	Valor mínimo	Intervalo de confiança p(0,05)	Amostra ideal (10%)
14	0,114317	2,719637	0,117469	0,111253	0,007718	1,367599
17	0,112101	0,205650	0,112365	0,111938	0,000572	0,007820

Quadro 11A: Análise estatística para o parâmetro de compostos fenólicos em polpa de banana cultivar 'Prata-Anã' no final dos 17 dias de armazenamento em atmosfera controlada a 23°C.

1,0%O ₂ 2,0%CO ₂						
Tempo (dias)	Média Geral	Coeficiente de variação	Valor máximo	Valor mínimo	Intervalo de confiança p(0,05)	Amostra ideal (10%)
14	92,866507	5,685442	98,290771	87,747175	13,10643	5,976755
17	114,400689	1,514939	115,63761	112,41981	4,302608	0,424353
1,0%O ₂ 6,0%CO ₂						
Tempo (dias)	Média Geral	Coeficiente de variação	Valor máximo	Valor mínimo	Intervalo de confiança p(0,05)	Amostra ideal (10%)
14	98,838563	3,957373	102,88922	95,083133	9,710492	2,895682
17	114,231835	3,475187	117,20207	109,72309	9,855375	2,233023

Quadro 11A, Cont.

1,0%O ₂ 10,0%CO ₂						
Tempo (dias)	Média Geral	Coefficiente de variação	Valor máximo	Valor mínimo	Intervalo de confiança p(0,05)	Amostra ideal (10%)
14	104,30011	7,374413	109,907195	95,53168	19,095019	10,05523
17	98,844647	4,390187	103,502338	94,91568	10,773182	3,563715
3,0%O ₂ 2,0%CO ₂						
Tempo (dias)	Média Geral	Coefficiente de variação	Valor máximo	Valor mínimo	Intervalo de confiança p(0,05)	Amostra ideal (10%)
14	176,57917	5,452360	184,600850	165,902544	23,901870	5,496751
17	157,61912	6,070311	166,904980	147,792016	23,753502	6,813320
3,0%O ₂ 6,0%CO ₂						
Tempo (dias)	Média Geral	Coefficiente de variação	Valor máximo	Valor mínimo	Intervalo de confiança p(0,05)	Amostra ideal (10%)
14	138,66992	3,419481	143,876578	134,599410	11,772000	2,162008
17	169,93250	4,478637	177,061311	161,917568	18,894272	3,708760
3,0%O ₂ 10,0%CO ₂						
Tempo (dias)	Média Geral	Coefficiente de variação	Valor máximo	Valor mínimo	Intervalo de confiança p(0,05)	Amostra ideal (10%)
14	180,60099	1,499885	183,727901	178,97061	6,724902	0,415961
17	147,47055	3,632297	152,565437	141,88593	13,298249	2,439493
5,0%O ₂ 2,0%CO ₂						
Tempo (dias)	Média Geral	Coefficiente de variação	Valor máximo	Valor mínimo	Intervalo de confiança p(0,05)	Amostra ideal (10%)
14	158,22369	4,487958	165,813017	151,74091	17,629020	3,724214
17	138,55636	5,528672	145,299119	130,22695	19,017574	5,651993

Quadro 11A, Cont.

5,0%O ₂ 6,0%CO ₂						
Tempo (dias)	Média Geral	Coeficiente de variação	Valor máximo	Valor mínimo	Intervalo de confiança p(0,05)	Amostra ideal (10%)
14	159,58578	7,20175	171,52354	148,59637	28,53252	9,589877
17	147,20035	5,91151	157,21643	141,50005	21,60304	6,461500
5,0%O ₂ 10,0%CO ₂						
Tempo (dias)	Média Geral	Coeficiente de variação	Valor máximo	Valor mínimo	Intervalo de confiança p(0,05)	Amostra ideal (10%)
14	145,602189	3,92323	151,31165	139,88704	14,181403	2,845928
17	158,253533	4,95737	167,62250	150,75955	21,316685	5,443194
20,8%O ₂ 0,1%CO ₂ (com absorção de etileno)						
Tempo (dias)	Média Geral	Coeficiente de variação	Valor máximo	Valor mínimo	Intervalo de confiança p(0,05)	Amostra ideal (10%)
14	75,636325	0,758916	76,143520	75,013188	1,425056	0,106494
17	48,719417	4,860004	51,248284	46,555018	5,878229	4,367271
20,8%O ₂ 0,1%CO ₂						
Tempo (dias)	Média Geral	Coeficiente de variação	Valor máximo	Valor mínimo	Intervalo de confiança p(0,05)	Amostra ideal (10%)
14	63,035637	1,416938	63,622507	62,007728	2,217404	0,371226
17	35,813248	4,820536	37,155413	33,865698	4,285948	4,296627

Quadro 12A: Análise estatística para os parâmetros físico-químicos de banana cultivar 'Prata-Anã' no final dos 14 e 17 dias de armazenamento em atmosfera controlada a 23°C

Tratamentos 1 a 9			
Parâmetro	Média	Desvio padrão	Coefficiente de variação
Acidez	0,0062	0,0006	1,605
Amido	0,0774	0,0538	2,655
Glicose	0,0275	0,0109	6,609
Frutose	0,0334	0,0132	6,912
Sacarose	0,1008	0,0275	7,352
Sólidos Solúveis	18,9916	4,2374	2,790
pH	4,2525	0,1006	0,644
Compostos Fenólicos	55,8012	15,6337	2,793
Tratamentos 10 e 11			
Parâmetro	Média		Coefficiente de variação
Acidez	0,0063		1,4622
Amido	0,0774		3,0479
Glicose	0,0270		7,2124
Frutose	0,0334		8,2027
Sacarose	0,1008		7,4394
Sólidos Solúveis	18,992		1,7921
pH	4,2525		0,8587
Compostos Fenólicos	55,801		2,9698