



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MONTES CLAROS

**TECNOLOGIA PÓS-COLHEITA PARA
CONSERVAÇÃO DE BANANAS DA CULTIVAR
TROPICAL**

JUCELIANDY MENDES DA SILVA PINHEIRO

2009

JUCELIANDY MENDES DA SILVA PINHEIRO

**TECNOLOGIA PÓS-COLHEITA PARA CONSERVAÇÃO DE
BANANAS DA CULTIVAR TROPICAL**

Dissertação apresentada à
Universidade Estadual de Montes
Claros, como parte das exigências do
Programa de Pós-graduação em
Produção Vegetal no Semiárido, área
de concentração em Produção
Vegetal, para obtenção do Título de
“Magister Scientiae”.

**Orientadora:
Prof.^a DSc. Gisele Polete Mizobutsi**

**JANAÚBA
MINAS GERAIS- BRASIL
2009**

P654t Pinheiro, Juceliandy Mendes da Silva.
Tecnologia pós-colheita para conservação de bananas da cultivar Tropical [manuscrito] / Juceliandy Mendes da Silva Pinheiro. – 2009.
59 p.: il.

Bibliografia: p. 52-59.
Dissertação (mestrado)-Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal no Semiárido, Universidade Estadual de Montes Claros–Unimontes, 2009.
Orientadora: Prof^a. DSc. Gisele Polete Mizobutsi.

1. Banana. 2. Pós-colheita. 3. Refrigeração. I. Mizobutsi, Gisele Polete. II. Universidade Estadual de Montes Claros. III. Título.

CDD. 634.772

JUCELIANDY MENDES DA SILVA PINHEIRO

**TECNOLOGIA PÓS-COLHEITA PARA CONSERVAÇÃO DE
BANANAS DA CULTIVAR TROPICAL**

Dissertação apresentada à
Universidade Estadual de Montes
Claros, como parte das exigências do
Programa de Pós-graduação em
Produção Vegetal no Semiárido, área
de concentração em Produção
Vegetal, para obtenção do Título de
“Magister Scientiae”.

APROVADA: 10 DE JULHO DE 2009

Prof^ª.DSc. Gisele Polete Mizobutsi
UNIMONTES
(Orientadora)

Prof. DSc. Edson Hyidu Mizobutsi
UNIMONTES

DSc. Rodrigo Meirelles de A. Pimentel
EPAMIG

Prof. DSc. Victor Martins Maia
UNIMONTES

**JANAÚBA
MINAS GERAIS-BRASIL
2009**

DEDICO

Ao meu filho Bernardo.

AGRADECIMENTOS

- A Deus pela presença e proteção em todos os momentos e por ter guiado os meus passos nesta importante etapa da minha vida;
- Ao meu esposo Valdemar, pelo amor, incentivo, apoio e companheirismo para superar os obstáculos e nunca desistir;
- Aos meus amados e queridos filhos: BRUNO NATHAN e JOSÉ HEITOR, pela imensa compreensão e alegria nos dada em todos os momentos;
- A professora DSc.. Gisele Polete Mizobutsi, pelos ensinamentos, pelo incentivo e amizade;
- Ao professor DSc. Edson H. Mizobutsi, pelo apoio e amizade;
- Ao professor DSc.. Victor M. Maia, pela colaboração na realização deste trabalho;
- Ao professor DSc. Rodrigo M. de A. Pimentel, pela presença;
- A Elizete, pela grande amizade e companheirismo;
- A Fernanda Nobre, pelos ensinamentos e ajuda na realização deste trabalho;
- A Gláucia, pela grande ajuda na realização deste trabalho;
- A Grazielli, pela ajuda e amizade;
- A todos que me ajudaram, especialmente a Maria Helena, Natália, Deiziane, Janine, Raul, Fernanda e Cleide.
- Aos meus colegas, Fernando, Virgílio, Kleber e Álvaro.

SUMÁRIO

RESUMO	i
ABSTRACT	ii
1 INTRODUÇÃO	01
2 REFERENCIAL TEÓRICO	04
2.1 Classificação da cultivar.....	04
2.2 Armazenamento em atmosfera modificada.....	05
2.3 Refrigeração.....	08
2.4 Respiração.....	10
2.5 Coloração.....	12
2.6 Amido e Açúcares.....	16
3 MATERIAL E MÉTODOS	19
3.1 Etapa I.....	20
3.1.1 Avaliação da cor da casca.....	20
3.1.2 Preparo das amostras.....	22
3.1.2.1 Análise de amido.....	22
3.1.2.2 Análise de Açúcares Totais.....	23
3.1.3 Análise de Açúcares Redutores.....	23
3.1.4 Análise de Açúcares Não Redutores.....	24
3.2 Etapa II.....	24
3.2.1 Produção de CO ₂	24
3.3 Análise estatística.....	25
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	26
4.1 Etapa I.....	26
4.1.1 Coloração.....	26
4.1.2 Amido.....	34
4.1.3 Açúcares Totais.....	38
4.1.4 Açúcares Redutores.....	41
4.1.5 Açúcares não redutores.....	44
4.2 Etapa 2.....	47
4.2.1 Produção de CO ₂	47
5 CONCLUSÃO	51
6 REFERÊNCIAS	52

RESUMO

PINHEIRO, Juceliandy Mendes da Silva. **Tecnologia pós-colheita para conservação de bananas da cultivar Tropical**. 2009. 59p. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal no Semiárido) Universidade Estadual de Montes Claros, Janaúba, MG ¹.

Considerando-se a importância do controle genético por meio da utilização de genótipos resistentes e/ou tolerantes à doença, e a ausência de dados sobre essas cultivares na área de pós-colheita, o presente trabalho teve como objetivo associar a refrigeração com a atmosfera modificada para aumentar o período de conservação pós-colheita, estudando os principais processos fisiológicos que ocorrem na cultivar Tropical. O experimento foi realizado em duas etapas, na primeira determinou-se o período de conservação das bananas colhidas no inverno; na segunda, a produção de CO₂ ao longo do armazenamento nos frutos sem embalagem, colhidos no verão. Os frutos no estágio de maturação 2 foram imersos em detergente neutro a 1% e lavados em água corrente, posteriormente, imersos em fungicida Sportak 450 CE. Após a sanitização, os buquês foram embalados ou não em polietileno de baixa densidade (PEBD) e armazenados em temperatura ambiente ou refrigerados em câmaras frias, com umidade relativa de 85%. Foi utilizado o delineamento inteiramente casualizado em esquema de parcelas subdivididas no tempo, tendo nas parcelas um fatorial 3x3 (temperaturas de armazenamento: 12°C, 15°C e 25°C x embalagens de polietileno de 16µm, 10µm e sem embalagem) e nas subparcelas as 6 épocas de avaliações, com 4 repetições e 3 frutos por repetição. As variáveis avaliadas na etapa 1 foram cor da casca, análise de amido, açúcares totais, açúcares redutores e não redutores; e na etapa 2, a produção de CO₂ nos frutos sem embalagem. A utilização da atmosfera modificada em bananas colhidas no inverno permitiu um período de 75 dias de armazenamento refrigerado a 12°C e 15°C e um período de 64 dias de armazenamento para frutos sem embalagem. Frutos sem embalagem, embalados a 10µm e 16µm e armazenados a 25°C atingiram 23, 28 e 35 dias de armazenamento, respectivamente, com adequada manutenção dos atributos físico-químicos. Frutos colhidos no verão e armazenados a 25°C e a 15°C sem embalagem atingiram o pico climatérico aos 4 e 15 dias de armazenamento, respectivamente. Os frutos armazenados a 12°C não apresentaram pico climatérico típico.

Termos para indexação: Musa ssp, refrigeração, atmosfera modificada.

¹ Prof^ª. DSc. Gisele Polete Mizobutsi (orientadora) – UNIMONTES.

ABSTRACT

PINHEIRO, Juceliandy Mendes da Silva. **Postharvest technology for conservation of bananas cultivar Tropical**. 2009.59p. Dissertation (Master's degree in Plant Production in the Semi-arid) Universidade Estadual de Montes Claros, Janaúba, MG ¹.

Being considered the importance of the genetic control through the use of genotypes resistant and/or tolerant to disease and also the lack of data on those cultivars in the postharvest, the present work aimed to associate the refrigeration with the modified atmosphere to increase the period of postharvest conservation, studying the main physiologic processes that occur in the cultivar "Tropical". The experiment was carried out in two stages, in the first it was determined the period of conservation of the bananas picked in the winter; in the second one, the CO₂ production along the storage in the fruits without packing, picked in the summer. The fruits in maturation stage 2 were immersed in neutral detergent to 1% and cleaned in running water, later, immersed in fungicide Sportak 450 CE. After the sanitization, the bouquets were wrapped or not in low density polyethylene (LDP) and stored in ambient temperature or refrigerated in cold chambers, with relative humidity of 85%. The used design was entirely at random in scheme of parcels subdivided into the time, having in the parcels a factorial 3x3 (storage temperatures: 12°C, 15°C and 25°C x polyethylene packings of 16 µm, 10 µm and without packing) and in the subparcels 6 times of evaluations, with 4 repetitions and 3 fruits per repetition. The appraised variables in the stage 1 were: skin color, starch analysis, total sugars, reducing and non-reducing sugars. In the stage 2: CO₂ concentration inside the packings and the CO₂ production in the fruits without packing. The use of the atmosphere modified on bananas picked in the winter allowed a period of 75 days of storage refrigerated to 12°C and 15°C and a period of 64 days of storage for fruits without packing. Fruits without packing, wrapped to 10 µm and 16 µm and stored to 25°C reached 23, 28 and 35 days of storage, respectively, with appropriate maintenance of the physiochemical attributes. Fruits picked in the summer and stored to 25°C and 15°C without packing reached the climateric peak to 4 and 15 days of storage, respectively. The fruits stored to 12°C didn't present typical climateric behavior.

Index terms: *Musa* ssp, refrigeration, modified atmosphere.

¹ Prof^a. DSc. Gisele Polete Mizobutsi (adviser) – UNIMONTES.

1 INTRODUÇÃO

O Brasil é o terceiro produtor mundial de bananas, sendo essa a segunda fruta mais consumida no País, com uma produção aproximada de 7,1 milhões de toneladas, em uma área cultivada de 519,2 mil hectares. A região Nordeste é responsável pela maior produção, com 2,8 milhões de toneladas, correspondendo a 38,6% da produção total do País, seguida pelo Sudeste, com 29,8% da produção (FAO, 2007; IBGE, 2008). Dentre os municípios do norte de Minas Gerais, Janaúba destaca-se como a capital do pólo fruticultor. Atualmente, existe uma área de aproximadamente 12 mil hectares plantados com frutas nesta região, sendo que 67% da área irrigada corresponde ao plantio de banana, predominantemente bananas do grupo Prata (VIVIANI E LEAL, 2007).

A bananeira é cultivada de Norte a Sul do País, aproximadamente 99% da fruta produzida é comercializada no mercado interno. A maioria dos bananicultores é pequeno produtor, que usa a banana como fonte de renda adicional. A importância estende-se à fixação do homem no campo, sendo inclusive uma fonte contínua de alimento e de renda, pois é produzida durante todo o ano (PEREIRA *et al.*, 2008). O valor nutritivo dos frutos não depende somente de sua concentração de nutrientes, mas da participação relativa desses frutos na dieta do indivíduo. A banana, devido ao seu consumo diário, tem uma participação importante na nutrição humana (AWAD, 1993).

O agronegócio, ao lado da indústria de alimentos, representa um dos setores mais importantes no comércio mundial. Embora muitas tecnologias já tenham sido dominadas, a comercialização de frutas e hortaliças *in natura*, notadamente em países em desenvolvimento, ainda é incipiente, em decorrência de fatores adversos, entre os quais se destaca o manuseio inadequado na pós-colheita, pelo desconhecimento da fisiologia do produto. Em consequência, há perdas relativamente altas, que chegam muitas vezes a 60%. (CHITARRA, 2006;

MAIA, 2005; SILVA *et al.*, 2003).

Os problemas fitossanitários constituem a maior ameaça para a cultura, tendo em vista a utilização generalizada das cultivares Prata e Maçã (LEDO *et al.*, 2008). A “Maçã”, a mais nobre para os brasileiros, é a preferida pelos consumidores e alcança preços mais elevados, porém, devido a sua alta susceptibilidade ao mal-do-Panamá e à Sigatoka-amarela, está sendo dizimada em várias regiões (SILVA *et al.*, 2003).

Segundo Silva (2008), a bananeira da cultivar Tropical vem suprir a grande lacuna deixada pela banana “Maçã”, cujos cultivos foram dizimados em praticamente todo o território nacional. O agradável sabor dos frutos da “Tropical”, bastante semelhante ao da “Maçã”, além de resistente à Sigatoka-amarela e também tolerante ao Mal-do-Panamá, levam a crer na grande possibilidade de sua utilização pelos bananicultores e na sua aceitabilidade pelos consumidores. No entanto, são escassos os trabalhos de pós-colheita a respeito da cultivar Tropical.

Como a banana é um fruto climatérico de vida pós-colheita relativamente curta e que apresenta mudanças acentuadas durante o amadurecimento (BRACKMANN, 2006), o estudo do processo respiratório, o entendimento da bioquímica e fisiologia de frutos, poderá propiciar informações comerciais importantes, uma vez que frutos com período pré-climatérico maior, poderão ser comercializados por períodos mais longos (RESENDE *et al.*, 2004). O período pré-climatérico pode ser prolongado através da refrigeração associada com atmosfera modificada, sendo a temperatura o fator que mais afeta o período de armazenamento da banana, uma vez que sua diminuição reduz a respiração da fruta e com isso prolonga o período pré-climatérico, retardando o amadurecimento (CHITARRA e CHITARRA, 2005).

O objetivo do presente trabalho foi aumentar o período de conservação

pós-colheita e determinar as principais alterações fisiológicas que ocorrem na cultivar Tropical, associando a refrigeração com a atmosfera modificada.

2 REFERÊNCIAL TEÓRICO

2.1 Classificação da cultivar

As bananeiras são plantas da classe das Monocotiledôneas, ordem Scitaminales, família Musaceae, da qual fazem parte as subfamílias Heliconioideae, Strelizioideae e Musoideae. O gênero *Musa* é o mais importante pois, além de ser formado pelo maior número de espécies, abrange todas as cultivares produtoras de frutos partenocárpicos, comestíveis. A maioria das cultivares de banana originou-se no Continente Asiático a partir das espécies diplóides selvagens *Musa acuminata* Colla e *Musa balbisiana* Colla. Apresenta três níveis cromossômicos distintos: diplóide, triplóide e tetraplóide, os quais correspondem, respectivamente, a dois, três e quatro múltiplos do número básico ou genoma de 11 ($x=n$). A origem de bananeiras triplóides a partir de diplóides e de tetraplóides a partir de triplóides é constatada por meio de cruzamentos experimentais (VILAS BOAS *et al.*, 2001; VIVIANE, 2006).

A cultivar Tropical (YB42-21) é um híbrido tetraplóide (AAAB), gerado pela Embrapa Mandioca e Fruticultura, em Cruz das Almas (BA). É resultante do cruzamento da cultivar Yangambi nº 2 com o diplóide (AA) M53. Com praticamente o mesmo porte da cultivar maçã e com um bom perfilhamento, exige solos profundos para um bom desenvolvimento e crescimento. Pode ser plantada nos mesmos espaçamentos: 3,0 x 2,0 m ou 4,0 x 2,0 x 2,0m, em fileiras duplas. Apresenta características semelhantes à cultivar Maçã no desenvolvimento e produção; no entanto, é resistente à Sigatoka-amarela e também tolerante ao Mal-do-Panamá. A nova cultivar atinge produtividade semelhante à cultivar Maçã em condições de sequeiro ou irrigada, a qual gira em torno de 10 a 20 ton/ha e até 30 ton/ha, respectivamente, conforme as condições edafoclimáticas, manejo da cultura e da irrigação. Os frutos, quando maduros,

apresentam casca amarela, polpa esbranquiçada e sabor doce, com baixa acidez, que confundem com a banana Maçã. Apresentam uma altura média de 3,20m, média do peso do cacho de 16Kg e o número médio de frutos é de 94 (SILVA, 2008; SILVA *et al.*, 2008; SAES, 2008).

2.2 Armazenamento em atmosfera modificada

Os produtos hortícolas frescos são perecíveis, com vida pós-colheita relativamente curta, possuindo tecidos vivos, sujeito a mudanças contínuas, que não podem ser interrompidas, mas podem ser desaceleradas dentro de certos limites (KADER, 2002).

Um dos maiores desafios no uso da atmosfera modificada (AM) é o desenvolvimento de um sistema que produza uma atmosfera com boa relação entre a respiração do produto e a permeabilidade da embalagem, de tal forma que, em poucos dias, a atmosfera interna da embalagem se modifique dos valores normais do ar (21% de O₂ e 0,03% de CO₂), para 2% a 5% de O₂ e 3% a 8% de CO₂ . A redução da respiração só é conseguida quando a concentração de O₂ é inferior a 10%. Contudo, existem limites os quais devem ser observados para se evitar as desordens fisiológicas. Se o teor de O₂ for reduzido a um limite mínimo (ponto de extinção), o processo respiratório ocorre anaerobicamente, com acúmulo de acetaldeído e álcool etílico. O ponto de extinção varia com a espécie vegetal (1 a 3%) e corresponde ao limiar na concentração de O₂ no qual ocorre bloqueio da respiração aeróbica (via ciclo de Krebs), com início da respiração anaeróbica (fermentação) e produção de acetaldeído e etanol a partir do piruvato (CHITARRA e CHITARRA, 2005).

Atmosfera modificada pode ser dividida em ativa e passiva. É passiva quando ocorre no interior da embalagem consumo de O₂ e produção de CO₂ pela respiração do produto. Nesse caso, a habilidade para regular a atmosfera estabelecida na embalagem dependerá da respiração do fruto e da

permeabilidade da embalagem. Como alternativa, a AM pode ser conseguida ativamente, por meio de injeção de mistura gasosa no interior da embalagem, para estabelecer rapidamente a atmosfera desejada (KADER, 1992). Qualquer que seja a técnica adotada, o objetivo da modificação ou controle da atmosfera é estender o período de conservação das frutas, reduzindo a taxa respiratória e retardando os processos bioquímicos da maturação e senescência, além de poder suprimir o desenvolvimento de podridões por atuar direta e/ou indiretamente sobre os patógenos (CIA E BENATO, 2006).

Bleinroth (1995) cita a utilização de sacos de polietileno como uma alternativa quando se pretende colocar bananas em câmara de refrigeração, na tentativa de regular o teor de oxigênio e conseqüentemente a respiração da fruta.

No sistema são estabelecidos três ambientes distintos: macroclima, correspondente ao ambiente externo em torno da embalagem; microclima, dentro da embalagem, e o do produto embalado, cada um com características próprias. Entre cada dois compartimentos próximos, ocorrem troca de calor, de vapor d'água e de gases. O filme polimérico atua como barreira de difusão, formando o limite entre o macro e o microclima (CHITARRA, e CHITARRA, 2005).

A permeabilidade a gases dos filmes plásticos, sendo dependente da temperatura, geralmente aumenta com a elevação da temperatura. Portanto, a especificação da barreira a gases da embalagem depende da temperatura durante o armazenamento e a distribuição dos produtos. Além disso, a solubilidade do CO₂ na umidade do produto decresce com o aumento da temperatura. Dessa forma, o uso de embalagem não reduz nem elimina a necessidade de refrigeração (SARANTÓPOULOS *et al.*, 1996).

De acordo com Rocha (2005), a concentração de 0,5 g de KMnO₄/ Kg de banana Prata-Anã, associada à embalagem de polietileno de baixa densidade, manteve baixa a concentração de CO₂ e etileno no interior das embalagens,

sendo eficiente em manter os frutos na fase pré-climatérica durante 25 dias de armazenamento a $21^{\circ}\text{C} \pm 3,75^{\circ}\text{C}$.

As respostas dos vegetais às modificações nos níveis de O_2 já estão bem caracterizadas no metabolismo primário e no secundário. Entre as respostas metabólicas primárias à baixa concentração de O_2 está a redução da atividade respiratória (captação de oxigênio), que pode ser manifestada como a redução na degradação de amido e do consumo de açúcares solúveis, sendo usualmente interpretada como um reflexo da redução do metabolismo global. Com respeito ao metabolismo secundário, a baixa concentração de O_2 reduz a síntese e a percepção do etileno a qual pode ser manifestada como redução na respiração, conversão do amido, degradação da clorofila e da parede celular (CHITARRA e CHITARRA, 2005).

Os efeitos positivos do uso de filmes para o acondicionamento dos frutos incluem: aumento da vida útil, redução da sensibilidade ao etileno, redução a determinadas desordens fisiológicas, diminuição das perdas durante a distribuição no mercado, melhor apresentação do produto, eliminação ou redução do uso de fungicidas, possibilidade de margem de lucro, redução da superfície de abrasão, melhor sanitização, manutenção de alta umidade relativa (CIA e BENATO, 2006).

De acordo com Fellows (2006), a atmosfera modificada é utilizada para aumentar a vida de prateleira do produto, permitindo ao processador um tempo adicional para comercializar o alimento sem sacrificar sua qualidade ou frescor, ela se modifica de acordo com a permeabilidade do material de embalagem e a respiração do fruto. Segundo Siqueira (2008), a utilização da atmosfera modificada em bananas permitiu um período de 24 dias de armazenamento refrigerado, com adequada manutenção dos atributos físico-químicos e sensoriais.

Os principais processos fisiológicos e bioquímicos são regulados pela elevação na concentração de CO₂, com ou sem redução na concentração de O₂. O CO₂ regula a biossíntese de etileno por meio da regulação das enzimas ACC sintase e ACC oxidase. Sendo inibidor competitivo do etileno no seu sítio de ligação, por ser um análogo estrutural, regula a sua ação autocatalítica. Também tem ação sobre a respiração, por inibir a succinato desidrogenase. Níveis de 5 a 10% de CO₂ diminuem a atividade respiratória e retardam o início do climatério, ao passo que níveis muito elevados causam danos aos tecidos, além disso, baixos níveis de oxigênio inibem a ativação da ACC sintase e limitam o processo de produção autocatalítica do etileno (CHITARRA e CHITARRA, 2005).

De acordo com estes mesmos autores, o CO₂ pode regular a biossíntese do etileno em pelo menos três etapas da via metabólica, a saber:

- Conversão de AdoMet a ACC, catalisada pela ACC sintase.
- Conversão de ACC ao etileno, catalisada pela ACC oxidase.
- Transformação de ACC em MACC, catalisada pela ACC maloniltransferase.

2.3 Refrigeração

A temperatura de armazenamento é um fator diretamente relacionado à manutenção das características iniciais da banana, uma vez que os processos fisiológicos e patológicos são função direta dela (RIBEIRO, 2006).

A temperatura é um dos fatores de maior influência na respiração, havendo um valor ideal para a manutenção de cada tipo de produto vegetal, para que esse alcance um máximo de qualidade comestível. A atividade respiratória é reduzida pelo uso de baixas temperaturas. Em frutos climatéricos, o abaixamento da temperatura retarda o pico climatérico e reduz sua intensidade, podendo esse pico ser totalmente suprimido na temperatura próximo ao limite fisiológico de tolerância (CHITARRA e CHITARRA, 2005).

Os produtos frescos possuem uma atividade fisiológica que se mantém após a colheita através do consumo de suas reservas. A temperatura de armazenamento do produto é o maior determinante da taxa respiratória, observando-se redução de 2 a 4 vezes nessa taxa, a cada decréscimo de 10°C na temperatura (VIVIANI, 2006).

Existe uma temperatura mínima de segurança (TMS), abaixo da qual ocorrerão distúrbios fisiológicos em frutos tropicais. A temperatura mínima tolerada pela banana varia conforme a cultivar, as condições climáticas de cultivo e a umidade da câmara. Assim, dependendo da cultivar, a TMS situa entre 10°C e 15°C (BOTREL *et al.*, 2001; RIBEIRO, 2006; COELHO, 2007). Consoante Chitarra e Chitarra (2005), a banana sofre desordem pelo frio sob temperaturas inferiores a aproximadamente 11°C.

Segundo Martins *et al.* (2007), as temperaturas de 10 e 12°C são eficientes na contenção do amadurecimento de bananas provenientes de cachos com 16 e 18 semanas, durante 35 dias de armazenamento em atmosfera modificada, porém, a temperatura de 12°C é economicamente mais viável.

A refrigeração é o método mais econômico para armazenamento prolongado de frutas e hortaliças frescas. Sem esse cuidado, as deteriorizações são mais rápidas devido à produção do calor vital e a liberação de CO₂ decorrentes da respiração. A temperatura de armazenamento é, portanto, o fator mais importante, não só do ponto de vista comercial, como também, por controlar a senescência, uma vez que regula as taxas de todos os processos fisiológicos e bioquímicos associados. Havendo redução na respiração, há, em consequência, redução nas perdas de aroma, sabor, textura, cor e demais atributos de qualidade dos produtos. Entretanto, a taxa metabólica deve ser mantida em nível mínimo, suficiente para manter as células vivas, mas de forma a preservar a qualidade durante todo o período de armazenamento (CHITARRA e CHITARRA, 2005).

A banana é um fruto climatérico de vida pós-colheita relativamente curta e que apresenta mudanças acentuadas durante o amadurecimento. Por isso, o transporte de bananas a mercados mais distantes, na busca de um maior valor pelo produto, exige técnicas que evitem o amadurecimento rápido e o surgimento do escurecimento da casca, principalmente em regiões de clima quente (BRACKMANN, 2006).

Em conformidade com Chitarra e Chitarra (2005), os principais objetivos do armazenamento refrigerado são:

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

2.4 Respiração

Na fase pré-colheita, o desenvolvimento do fruto é mantido pela atividade fotossintética da planta-mãe. Na fase pós-colheita ela continua a respirar e sobrevive por meio de suas reservas. Assim, sua vida útil depende diretamente de sua atividade respiratória. Quanto maior essa atividade, menor a vida pós-colheita (VILAS BOAS *et al.*, 2001).

O fruto ou qualquer outra parte do vegetal supre sua necessidade energética pela utilização de substâncias químicas armazenadas nos tecidos, tais como carboidratos, lipídios e proteínas. A respiração aeróbica é o processo oxidativo pelo qual esses compostos são transformados em energia química e fornecem carbono para a síntese de novos compostos, a energia química é utilizada para os processos bioquímicos de sínteses necessários à sobrevivência

dos tecidos. Dessa forma, frutos, hortaliças frescas (planta em geral) continuam a produzir enzimas e outras substâncias de estrutura molecular elaborada, como parte essencial do processo de manutenção das funções vitais. Com o envelhecimento dos tecidos (senescência), há predominância de reações degradativas que conduzem à deterioração das células da planta. O oxigênio (O₂) é consumido nesse processo e o dióxido de carbono (CO₂) é produzido e perdido durante a oxidação respiratória (TUKADA, 2002; CHITARRA e CHITARRA, 2005).

A atividade respiratória varia com a espécie, genótipo, o tipo de cultivo, o tipo de tecido e também com os fatores externos, principalmente com a temperatura, concentração de gases na atmosfera (O₂, CO₂, etileno), umidade relativa e com a injúria mecânica dos tecidos. Quanto mais rápida e elevada for a atividade respiratória, menor será o período de vida útil do produto vegetal. O pico da curva respiratória aproxima-se ao ponto, no qual a fruta está pronta para o consumo. Após esse ponto, a respiração decresce gradualmente, representando a senescência do fruto (TUKADA, 2002).

Sendo a banana um fruto climatérico, sofre profundas transformações bioquímicas após a colheita, ressaltando-se, como fenômeno metabólico de maior importância, a respiração (ROCHA, 1984). Segundo Palmer (1971), durante o amadurecimento, a respiração aumenta de 20 mg kg⁻¹ h⁻¹ para cerca de 125 mg kg⁻¹ h⁻¹. Portanto, a banana é um produto extremamente perecível, em que as perdas detectadas após a colheita são tanto de ordem quantitativa quanto qualitativa. Esta alta perecibilidade está associada às altas taxas respiratórias da banana, em comparação com outros frutos, podendo atingir até 200 mL de CO₂.Kg⁻¹.h⁻¹ a 15°C (WILLS *et al.*, 1981).

Conforme Rhodes (1970), o climatérico pode ser definido como um período de ontogenia de certos frutos, durante o qual uma série de mudanças bioquímicas é iniciada por produção autocatalítica de etileno, marcando a

transição entre o está intimamente desenvolvimento e a senescência, envolvendo aumento na respiração e condução ao amadurecimento.

O aumento na taxa respiratória é um evento secundário e depende dos níveis disponíveis de etileno. Muitos outros eventos secundários também ocorrem no climatério, tais como o aumento do ácido ribonucléico (RNA) e da síntese de proteínas, bem como modificações na permeabilidade das membranas celulares. O termo “climatério” deve ser aplicado ao total de mudanças que ocorrem nessa fase crítica da vida do fruto, que é desencadeada pelo etileno e durante a qual muitas mudanças ocorrem, sendo uma delas o aumento da taxa respiratória. Em alguns frutos como abacate, banana e manga, o aumento na taxa respiratória é rápido e o estágio de amadurecimento comestível relacionado com o pico climatérico (CHITARRA e CHITARRA, 2005).

2.5 Coloração

O grau de coloração da casca da banana é um importante preditor de sua vida de prateleira e é frequentemente utilizado como guia para sua distribuição no comércio. A clorofila, que confere a coloração verde à casca da banana no estágio pré-climatérico, é rapidamente degradada, dando visibilidade aos carotenóides, pigmentos amarelos que caracterizam a banana madura (VILAS BOAS *et al*, 2001).

A cor verde dos frutos se deve à presença das clorofilas a e b. A molécula de clorofila possui duas partes: a primeira é um anel complexo ou porfirina, contendo Mg^{2+} , e a segunda, uma parte linear denominada fitol (álcool). A perda da cor verde resulta da quebra da estrutura de clorofila, causada principalmente pelas mudanças de pH, pela presença de sistemas oxidantes e pela atividade de clorofilases, que separam o fitol da porfirina na molécula de clorofila (AWAD, 1993).

Três tipos principais de pigmentos ocorrem nos produtos vegetais: clorofila, carotenóide e antocianinas. Assim, a coloração das frutas e das hortaliças é resultante dos pigmentos clorofila e carotenóides presentes nos cloroplastos e nos cromoplastos, bem como dos pigmentos fenólicos presentes nos vacúolos. Os pigmentos carotenóides podem já estar presentes, tornando-se visíveis com a degradação da clorofila; ou podem ser sintetizados, simultaneamente, com a degradação dessa substância. Em bananas, a degradação da clorofila é o principal evento, ao passo que a síntese de outros pigmentos é realizada em níveis relativamente baixos (CHITARRA e CHITARRA, 2005).

Na banana, a síntese de carotenóides ocorre durante o desenvolvimento do fruto e bem antes do desaparecimento da clorofila. O desaparecimento da clorofila resulta, principalmente, da atividade da clorofilase na casca e revela a cor amarela já existente. Essa atividade aumenta junto com o aumento climatérico da respiração até atingir um pico que coincide, no tempo, com a ocorrência do pico climatérico (AWAD, 1993).

Representar uma cor através de números facilitaria consideravelmente a comunicação e a comparação entre cores, permitindo inclusive um tratamento quantitativo dessas diferenças. O primeiro passo para a conversão de cores em números é identificar as características mínimas necessárias para se exprimir uma cor. Essas características são: a tonalidade, a luminosidade e o grau de saturação (MELCHIADES e BOSCHI, 1999).

A colorimetria tem como objetivo descrever, em termos numéricos, a cor de um objeto. Os métodos disponíveis para medida da cor variam desde uma simples comparação visual com um padrão a sofisticados instrumentos, denominados colorímetros e espectrofotômetros (LOPES *et al.*, 1998).

Segundo Abbott (1999), entre os sistemas de medição mais conhecidos estão o RGB (vermelho, verde e azul); CIE Yxy, desenvolvido em 1931; o hunter lab, desenvolvido em 1948 para medições fotoelétricas; o CIE L*a*b*,

desenvolvido em 1976; o CIE $L^*u^*v^*$ e o CIE LCH desenvolvidos posteriormente. Estes diferem quanto à simetria da cor, espaço e sistema de coordenadas usadas para definir os pontos no espaço. Em cada sistema, a cor é alocada em um espaço tridimensional, onde é quantificada. Os métodos tristímulo do CIE (Yxy e $L^*a^*b^*$) e o sistema de Hunterlab são os mais utilizados em trabalhos de rotina e na indústria, em função da rapidez na obtenção dos resultados (RIBEIRO, 2006).

O método do espaço colorimétrico Yxy baseia-se no sistema de percepção das cores pelo olho humano (tristímulo). A localização dos pontos correspondentes a cada cor é calculada matematicamente a partir da intensidade relativa dos comprimentos de onda correspondentes às cores vermelho (x), verde (y) e azul (z), no espectro da cor que se quer caracterizar. O principal inconveniente do método Yxy é a proximidade de algumas cores, que dificulta consideravelmente a visualização das suas diferenças, como ocorre para alguns tons de verde (MELCHIADES e BOSCHI, 1999). Para solucionar este problema, os métodos CIELAB e HUNTERLAB utilizam um novo tratamento matemático das mesmas intensidades relativas das radiações correspondentes às cores vermelho, verde e azul, que visa uniformizar o espaçamento entre as cores no espaço colorimétrico (PÉREZ, 1991).

Conforme Melchiades e Boschi (1999), os dois sistemas são bastante parecidos, existindo algumas diferenças nas equações matemáticas que utilizam e no maior leque de possibilidades de cálculos do Sistema CIELAB. De uma maneira geral, ambos sistemas fazem uso de três parâmetros para a identificação de uma cor:

- parâmetro L^* : indica o grau de luminosidade. Varia entre 0 (preto) e 100 (branco);
- parâmetro a^* : $a^* < 0$ maior participação da cor verde; $a^* > 0$ – maior participação da cor vermelha;

- parâmetro b^* : $b^* < 0$ – maior participação da cor azul; $b^* > 0$ – maior participação da cor amarela.

Onde: a^* e b^* são denominadas coordenadas cromáticas.

Nos colorímetros, a radiação refletida pelo objeto é filtrada, separando-se as frações correspondentes aos comprimentos de onda do vermelho, verde e azul. Com base na intensidade relativa de cada um desses comprimentos de onda e do modelo escolhido, CIELAB ou HUNTERLAB, os parâmetros L^* , a^* , b^* são calculados e utilizados para se identificar a cor do objeto.

Durante o amadurecimento, a casca da banana passa da cor verde para amarela, provocando um aumento nos valores de a^* e b^* . Esta variação pode ser mais acentuada para uma coordenada em relação à outra, conforme observado por Álvares *et al.* (2003) que verificaram uma evolução mais acentuada da coordenada a^* , que define a perda da cor verde (RIBEIRO, 2006).

De acordo com Hutchings (2002), o estudo da cor utilizando os valores isolados das coordenadas é incorreto, porque as duas coordenadas não são independentes. No entanto, o ângulo de tonalidade, hue, e o índice de saturação, croma, são apropriados para obtenção desta descrição, visto que hue ($^{\circ}h^*$) e croma (C^*) são medidas derivadas de a^* e b^* .

O ângulo de cor hue assume valor zero para a cor vermelha, 90° para amarela, 180° para verde e 270° para azul. A cromaticidade ou croma (C^*) expressa a intensidade da cor, ou seja, a saturação em termos de pigmentos desta cor. Valores de croma próximos de zero representam cores neutras (cinzas), enquanto valores próximos de 60 expressam vívidas (MENDONÇA *et al.*, 2003).

Um importante fator na determinação da qualidade da banana a ser comercializada é a coloração. Vários autores relacionam os graus de cor da casca com os teores de amido e açúcar, sugerindo, desta forma, o uso da

mudança de coloração, como um guia de amadurecimento (CHITARRA e CHITARRA, 1984).

2.6 Amido e Açúcares

A banana é um fruto climatérico e as transformações metabólicas associadas ao amadurecimento ocorrem rapidamente. A mudança característica inicial da maturação é a degradação da clorofila, bem como a síntese de outros pigmentos, envolvendo modificação na cor, seguida de aprimoramento do aroma e sabor pela síntese de açúcares (CHITARRA e CHITARRA, 2005).

Durante o amadurecimento, a transformação mais relevante que se observa é a transformação de amido em açúcares pelo mecanismo de hidrólise enzimática. O teor de amido decai de 20 a 23% para 1 a 2% e, simultaneamente, a percentagem de açúcares solúveis aumenta de 1 para 20%, sendo que estes valores variam conforme a cultivar. Nessa fase, as reações da síntese e de degradação que ocorrem simultaneamente levam à produção de substâncias voláteis, típicas de cada produto (FORSYTH, 1980).

De acordo com Bassinello *et al.* (1999), uma das mudanças bioquímicas mais relevantes durante o amadurecimento da banana é a conversão de amido em açúcares mais simples, que tornam os frutos mais doces com o amadurecimento.

O amido é o principal carboidrato de reserva nos órgãos vegetais e sua hidrólise produz glicose que, por sua vez, é oxidada nas reações subseqüentes. A interconvenção entre amido e sacarose também ocorre em alguns produtos vegetais. A sacarose é o principal açúcar de translocação das folhas para os frutos e é transformada, quando necessário, em glicose e frutose. Pelo processo de isomerização, a frutose se transforma em glicose e vice-versa (CHITARRA e CHITARRA, 2005).

Na presença do oxigênio, o ácido pirúvico formado a partir da glicose é

convertido em outros ácidos orgânicos, dióxido de carbono (CO₂) e água (H₂O), com liberação de energia química (ATP). Essa é a via principal utilizada pelas frutas e hortaliças para a produção de energia e dos compostos intermediários que são utilizados como fonte de carbono para a síntese de novos compostos, como pigmentos, aminoácidos, ácidos ascórbicos, fenólicos, compostos voláteis, etc. Em poucos frutos, como a banana, o teor de amido permanece elevado (20% a 25%) com a evolução da maturação, sendo degradado rapidamente apenas no climatério, decaindo para cerca de 1% a 2% (CHITARRA e CHITARRA, 2005).

O teor médio de açúcares simples no fruto maduro varia de 5% a 10%. No entanto, nos frutos de uma mesma espécie, pode variar de acordo com a cultivar, com o tipo de solo, condições climáticas e região de cultivo. A proporção entre os açúcares é responsável pelo grau de doçura do fruto; como o poder adoçante de cada açúcar é diferente, torna-se importante a determinação individual de cada um deles para melhor caracterização do sabor. A sacarose é o principal açúcar de translocação das folhas para os frutos, mas apenas em alguns frutos a sua concentração excede a de açúcares redutores (glicose e frutose) no final da maturação. A sua concentração usualmente diminui ao passo que a de açúcares redutores aumenta com o avanço da maturação, tanto nos frutos climatéricos como nos não-climatéricos. Apenas em algumas frutas a sua concentração excede à dos açúcares redutores, como em manga, pêsego e tangerina; em outras, a concentração é semelhante, como em laranja; ou extremamente baixa como em banana, figo e uva (CHITARRA e CHITARRA, 2005).

Alguns frutos jovens contêm elevado teor de amido e, entre eles, manga, banana, pêra, maçã, e cítricos, o qual apresenta decréscimo acentuado com a maturação, como a banana “Prata”, cujos teores decaem de cerca de 20% a 25% para 0,2% a 1,5% do fruto verde para o maduro, ocorrendo aumento crescente na doçura. Já na banana do tipo “Plantain”, como a “Marmelo”, ocorre hidrólise do

amido durante a maturação, no entanto os teores permanecem elevados na fruta madura, entre 3% e 5%, o que a torna insípida, com grau de doçura inadequado para o consumo natural (CHITARRA e CHITARRA, 2005).

3 MATERIAL E MÉTODOS

O presente trabalho foi desenvolvido no Laboratório de Fisiologia Pós-colheita, da Universidade Estadual de Montes Claros (UNIMONTES), Departamento de Ciências Agrárias no Campus de Janaúba, MG.

O experimento foi realizado em duas etapas, na primeira os frutos foram colhidos em junho de 2008 quando determinou-se o período de conservação das bananas “Tropical” por meio de análises de coloração, amido e açúcares em frutos embalados e sem embalagens em três temperaturas. Na segunda etapa, os frutos foram colhidos em novembro de 2008, em que determinou-se a produção de CO₂ nos frutos sem embalagem para estabelecer o pico climatérico das bananas “Tropical” ao longo do armazenamento.

Nas duas etapas foram utilizadas bananas da cultivar Tropical oriundas de um pomar comercial localizado no município de Janaúba. Dos cachos colhidos, foram selecionados frutos de tamanho médio e estágio de maturação 2, segundo normas de classificação de cor da CEAGESP (2009) (Figura 1), sendo descartados os danificados e os que apresentavam sintomas de lesões mecânicas. As pencas foram divididas em buquês de 3 frutos. Estes foram imersos durante 5 minutos em detergente neutro a 1% para coagulação do látex, e lavados em água corrente. Após a lavagem, os frutos foram imersos por 5 minutos em solução de hipoclorito de sódio 1% para desinfestação superficial. Posteriormente, os buquês foram imersos por 5 minutos em solução de fungicida Sportak 450 CE na dosagem de 0,280 mL.L⁻¹ de água, sendo deixados secar à sombra. Após a sanitização, os buquês foram embalados em dois tipos de membranas de polietileno de baixa densidade (PEBD) MN860 (16µm) e MV 760 (10µm) e sem embalagem em bandejas de poliestireno expandido. Foram testadas 03 temperaturas de armazenamento em câmaras frias: 12 ± 1°C, 15 ± 1°C e 25 ± 1°C, com umidade relativa de 85%.

Foi utilizado o delineamento inteiramente casualizado em esquema de parcelas subdivididas no tempo, tendo nas parcelas um fatorial 3x3 (temperaturas de armazenamento: 12°C, 15°C e 25°C x embalagens de polietileno de 16µm, 10µm e sem embalagem) e nas subparcelas as 6 épocas de avaliações, com 4 repetições e três frutos por repetição.

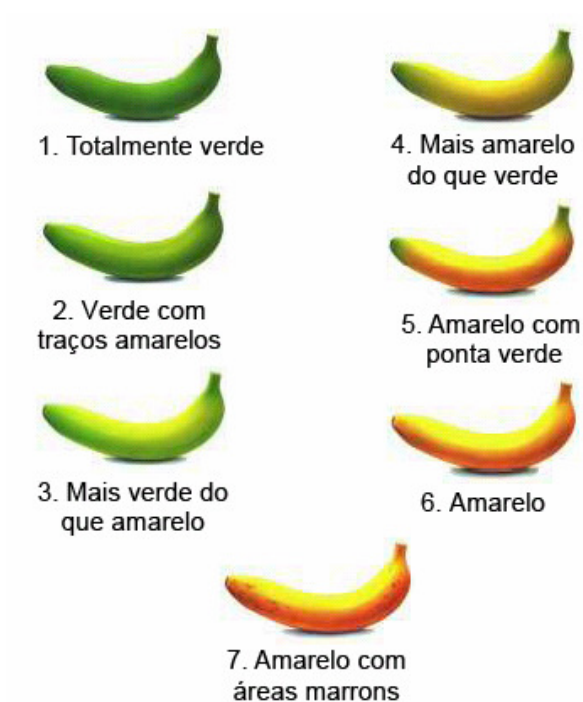


FIGURA 1 – Normas de classificação do CEAGESP (2009).

3.1 Etapa I:

3.1.1 Avaliação da cor da casca:

A análise de cor foi realizada por meio de um colorímetro Color Flex 45/0(2200), stdzMode:45/0 com leitura direta de reflectância das coordenadas

L* (luminosidade) a* (tonalidade vermelha ou verde) e b* (tonalidade amarela ou azul), do sistema Hunterlab Universal Software (Figura 2).

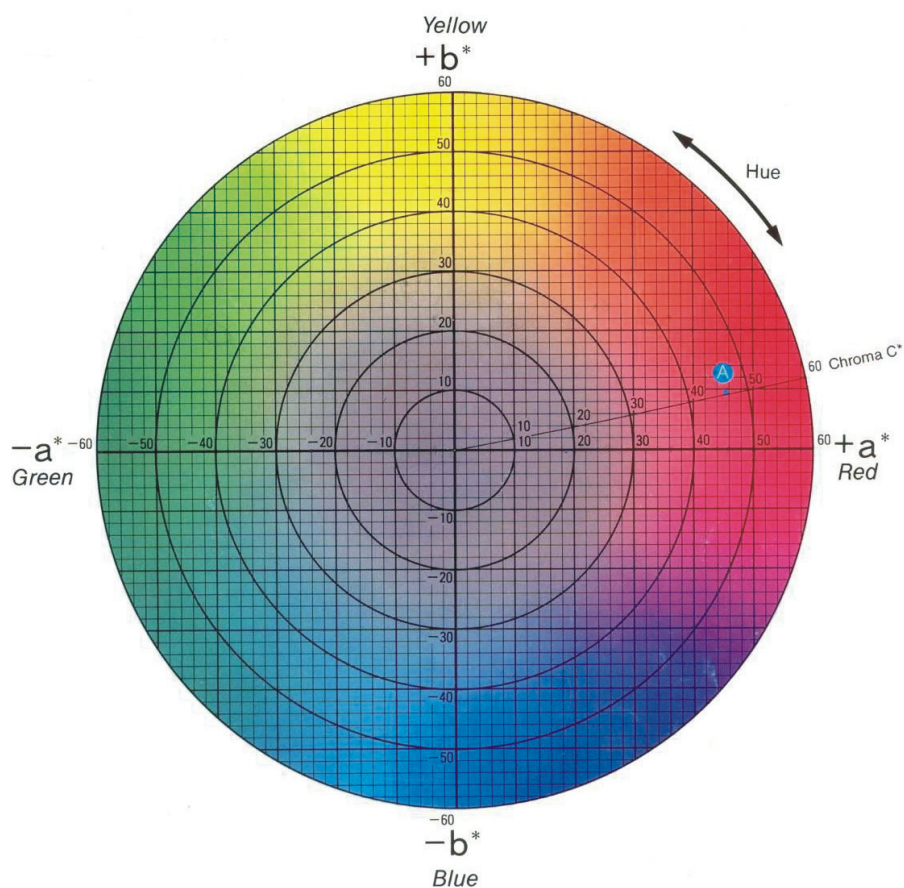


FIGURA 2-Representação L, a, b Color Solid do sistema Hunterlab Universal Software e descrição do ângulo hue ($^{\circ}h^*$) e do índice de saturação cromática (C^*).

A partir dos valores de L*, a* e b*, calcularam-se o ângulo hue ($^{\circ}h^*$) e o índice de saturação cromática (C^*) (Figura 3). Para cada repetição foi utilizada a média de quatro mensurações por fruto.

$$^{\circ}h^* = \text{actg} (a^*/b^*) (-1) + 90 \longrightarrow \text{para } a^* \text{ negativo} \quad (\mathbf{A}_1)$$

$$^{\circ}h^* = 90 - (\text{actg} (a^*/b^*)) \longrightarrow \text{para } a^* \text{ positivo} \quad (\mathbf{A}_2)$$

$$C^* = \sqrt{(a^*)^2 + (b^*)^2} \quad (\mathbf{B})$$

FIGURA 3- Fórmula para obtenção do ângulo hue ($^{\circ}h^*$) (\mathbf{A}_1 e \mathbf{A}_2) e o índice de saturação croma (C^*) (\mathbf{B}).

3.1.2 Preparo das amostras para análise de amido e açúcar total

Foram triturados 100g de banana juntamente com 100 mL de água destilada, de onde foram retirados 10g da massa obtida e transferido para um béquer contendo 50 mL de álcool etílico 95% a 50°C. A mistura foi deixada em repouso durante 12 horas. Após esse período, foi filtrada em papel de filtro e este lavado com 60 mL de etanol a 75%. O conteúdo filtrado foi submetido à análise de açúcar total e o resíduo retido no papel filtro foi utilizado para análise de amido (NELSON, 1944).

3.1.2.1 Análise de amido

O resíduo retido no papel filtro foi transferido para um vidro de 250 mL e a ele adicionados 80 mL de água destilada e 3 gotas de NAOH 10%, sendo autoclavado na temperatura de 120°C por uma hora; posteriormente foram acrescentados 2,5 mL de HCl concentrado e novamente autoclavado na mesma temperatura por mais 30 minutos. Após o resfriamento, foi neutralizado o extrato a pH 7 utilizando NAOH 50%, 10%, 5% e 1% e ácido acético 50%. Em seguida, o extrato foi transferido para balão de 100 mL e completado o volume com água destilada; novamente filtrado em papel filtro e desproteínizado conforme abaixo:

Em um tubo de ensaio acrescentaram-se:

- 2 mL do extrato neutralizado e filtrado

- 10 mL de água destilada
- 1,2 mL de hidróxido de bário 0,3 N
- 1,2 mL de sulfato de zinco 5%.

Em seguida, foram filtrados em papel filtro e congelado o extrato para posterior análise.

Para realização da leitura no espectrofotômetro modelo UV-1650P (Visible spectrophotometer Shimadzu), foram adicionados em tubo de ensaio 2 mL do extrato diluído conforme estágio de maturação da banana e acrescentou-se 1 mL do reativo cúprico, sendo agitado no vortex e levado ao banho-maria fervente durante 20 minutos; a seguir, resfriado em água gelada, acrescentaram-se 1 mL do reativo arseno-molibdico, 6 mL de água destilada e novamente agitado no vortex. A leitura foi realizada no espectrofotômetro a 510 nm segundo o método descrito por NELSON (1944).

3.1.2.2 Análise de Açúcares Totais

O conteúdo filtrado foi submetido à análise de açúcar total, por meio do método de Antrona. Para isso, foi evaporado todo o etanol contido no filtrado em banho-maria a 55°C. O resíduo obtido foi diluído com água destilada em um balão volumétrico com capacidade para 100 mL, posteriormente foi filtrado. Foi feita a diluição do filtrado, conforme o estágio de maturação da banana e a amostra submetida à leitura em espectrofotômetro a 620 nm. Para o preparo da leitura, foram adicionados em um tubo de ensaio 1 mL do extrato diluído e 2 mL do reativo de Antrona (esse procedimento foi feito com os tubos de ensaio imersos em água gelada, pois se trata de uma reação exotérmica); a mistura foi agitada com auxílio de um vortex e levada em banho-maria fervente durante 8 minutos (DISCHE, 1962).

3.1.3 Análise de açúcares redutores

Foram batidos no liquidificador 100g de banana e 100 mL de água destilada. Desta polpa foram retirados 10g e colocados em um béquer com 5 mL de NaOH 0,5N e agitados com bastão de vidro, sendo acrescentado 0,2 mL de ácido acético glacial concentrado e agitados novamente. Em seguida neutralizados a pH 7,0 usando o ácido acético glacial diluído e NaOH 0,5 N. Logo após, foram transferidos para balão volumétrico de 100 mL e completado o volume com água destilada, sendo depois agitado em vortex e filtrado em papel filtro. Deste extrato foram retirados 2 mL e acrescentados 10 mL de água destilada em tubo de ensaio. Em cada tubo foram adicionados 1,2 mL de hidróxido de bário e 1,2 mL de sulfato de zinco, sendo agitados em vortex, ficando em repouso por 10 minutos e, logo após, filtrados e congelados para posterior análise.

Em seguida, o extrato filtrado foi diluído em água destilada, de modo que a solução apresentasse volume final de 2 mL. Acrescentou-se 1 mL do reativo cúprico e agitou-se no vortex. A solução foi fervida por 20 minutos e resfriada em água gelada, acrescentaram-se 1 mL de arsênio molibdico e 6 mL de água destilada, finalmente agitados e processada a leitura no espectrofotômetro a 510 nm (NELSON , 1944).

3.1.4 Análise de Açúcares não redutores

Os Açúcares não redutores foram obtidos pela diferença dos açúcares totais e açúcares redutores, conforme fórmula abaixo:

$$\text{Açúcares não redutores} = \text{Açúcares totais} - \text{Açúcares redutores} \times 0,95$$

3.2 Etapa II:

3.2.1- Produção de CO₂

A produção de CO₂ pelos frutos foi determinada por cromatografia gasosa somente nos frutos não embalados com PEBD. Para isso, os frutos foram

pesados em balança eletrônica no início do armazenamento. Em cada época de avaliação, as bananas foram pesadas e acondicionadas em frascos de vidro herméticos com volume de 2450 mL e ventilados para homogeneizar o ar dentro do vidro. A produção de CO₂ foi quantificada sempre nos mesmos frutos. Sessenta minutos após o fechamento dos frascos, alíquotas de 1 mL de sua atmosfera foram homogeneizadas e retiradas com uma seringa hermética e injetadas em um cromatógrafo a gás SHIMADZU modelo GC-2014, software GC-Solution.

As condições de trabalho foram: fluxo de 48 mL por minuto de gás de arraste hélio; corrente elétrica de 70 mA; temperaturas da coluna, do detector e do injetor de 100, 100 e 180°C, respectivamente.

A quantificação de CO₂ foi feita por meio de comparação dos picos produzidos pela amostra, no cromatograma, e os produzidos pela injeção de uma alíquota-padrão composta de 1% mol de CO₂ por mol de mistura CO₂ + N₂. Os resultados foram expressos em mg de CO₂/kg/h. Os cálculos da taxa respiratória foram realizados em bases estequiométricas.

3.3- Análise estatística

Para as análises de amido, açúcares totais, açúcares redutores e não redutores, os dados foram analisados por meio das análises de variância e regressão. Independente da significância, optou-se pelo estudo do desdobramento de temperatura de armazenamento e tipo de embalagem ao longo do tempo. Os modelos foram ajustados com regressão não-linear, a escolha foi realizada com base no coeficiente de determinação e no potencial para explicar o fenômeno biológico; foi utilizado o programa computacional Sigmaplot 11.0. Para as análises de colorimetria e produção de CO₂, os dados foram avaliados por meio de análise descritiva.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Etapa I:

4.1.1 Coloração

Na (Figura 4) são apresentados os valores do ângulo hue encontrados na casca de bananas embaladas ou não em polietileno de baixa densidade (10 μ m, 16 μ m e sem embalagem) e armazenadas à temperatura de 12°C, 15°C e 25°C. Os valores do ângulo hue armazenados a 25°C diminuíram de 105,35° a 77,33°; 105,31° a 84,5°; 104,77° a 84,58°; para frutos sem embalagem do 1° ao 23° dia de armazenamento, frutos embalados a 10 μ m do 1° ao 28° dia e frutos embalados a 16 μ m do 1° ao 35° dia de armazenamento, respectivamente. Os valores do ângulo hue das bananas armazenadas a 12°C e 15°C diminuíram de 105° a 81,22° e 104,9° a 80° para frutos sem embalagem do 1° ao 64° dia de armazenamento; de 105,1° a 94,67° e 105,74° a 83,03°; de 105,33° a 95,85° e 103,7° a 80,02° para frutos embalados a 10 μ m e 16 μ m, respectivamente, do 1° ao 75° dia de armazenamento. Esta mudança indica a evolução da tonalidade da cor da casca da banana de verde para amarelo, a qual variou em todos os tratamentos.

Os frutos acondicionados em atmosfera modificada mudaram de cor mais lentamente, sendo que os frutos sem embalagem atingiram, em um menor período, menores valores do ângulo hue. Esse comportamento pode ser explicado pelo fato de que a embalagem, quando em concentrações ideais de CO₂ e O₂, diminui a velocidade do metabolismo do fruto, atrasando o desmascaramento dos carotenóides pré-existentes, em função da lenta degradação da clorofila a partir da atividade enzimática da clorofilase (SIQUEIRA, 2008; SANTOS *et al.*, 2006).

A temperatura de armazenamento foi fator primordial na conservação dos frutos, sendo que, bananas armazenadas à temperatura de 25°C atingiram menores valores do ângulo hue, seguidas das armazenadas a 15°C; enquanto que bananas submetidas à temperatura de 12°C atingiram maiores valores no final do armazenamento, embaladas ou não em PEBD. Logo, os frutos armazenados a essa temperatura não apresentaram completo amadurecimento.

Siqueira (2008) demonstra que bananas acondicionadas em atmosfera modificada associada à refrigeração (12 e 15°C) apresentaram um valor menor na coloração; conseqüentemente, um estágio menos avançado de amadurecimento que os frutos sem embalagem mantidos nessas temperaturas.

Possivelmente, este resultado esteja relacionado ao efeito da modificação da atmosfera, na diminuição na atividade das enzimas clorofilases e sistemas oxidantes, em função do baixo O₂ combinado com o alto CO₂, assim, a presença de CO₂ em níveis mais elevados compete com o etileno pelo seu sítio de ligação no receptor, reduzindo a sua ação sobre os mecanismos de síntese e ação das enzimas responsáveis pela degradação das clorofilas (BRACKMANN *et al.*, 2006).

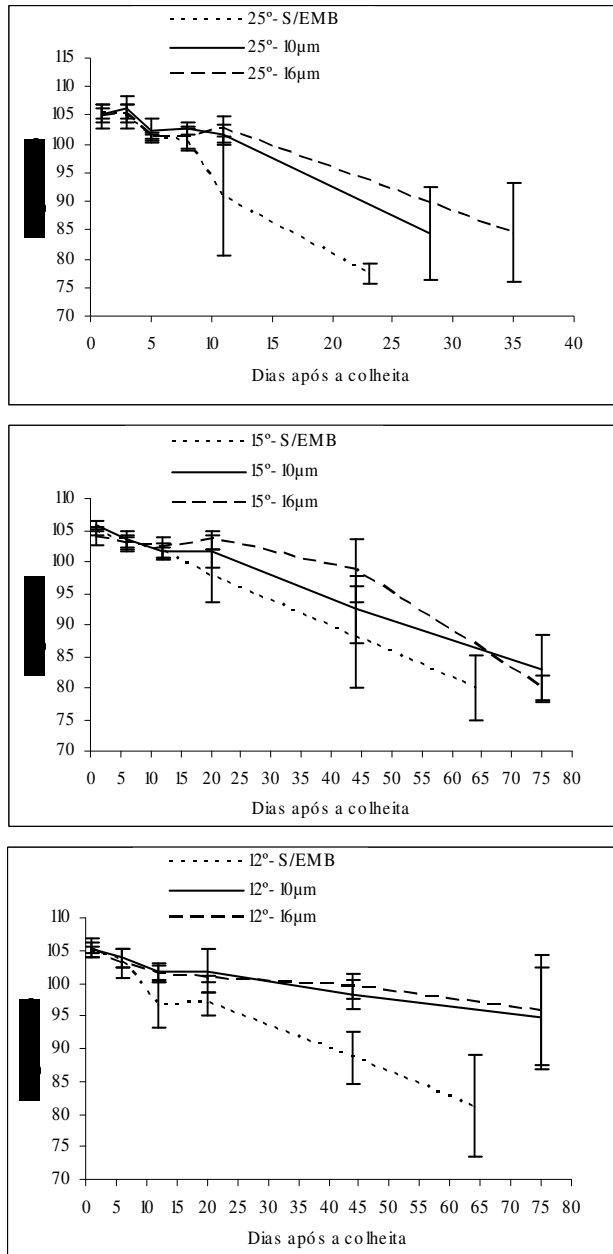


FIGURA 4- Ângulo Hue em bananas “Tropical” acondicionadas ou não em PEBD (10 e 16 µm) e armazenadas a 25±1°C, 15±1°C e 12±1°C e 80±5% UR, em Janaúba- MG.

Na Figura 5, são apresentados os valores de croma (c) ou cromaticidade, que expressa a intensidade da cor, ou seja, a saturação em termos de pigmentos desta cor (MENDONÇA *et al.*,2003). Nota-se que, para os frutos sem embalagem nas temperaturas de armazenamento 12°C, 15°C, a intensidade de cor diminuiu de 43,86 a 37,74; 44,42 a 31,38, respectivamente; e a 25°C aumentou de 41 a 46,56 aos 11 dias de avaliação e posterior diminuição aos 23 dias atingindo 41,63. Enquanto os frutos embalados e armazenados em todas as temperaturas apresentaram maior intensidade de cor que os sem embalagem, variando de 40 a 44,11; de 41 a 46,91 e de 41 a 48,16 embalados a 10µm e armazenados a 12°C, 15°C e 25°C, respectivamente. Os frutos embalados a 16µm e armazenados a 15°C e 25°C variaram de 40 a 46 e de 41 a 44, respectivamente. Nos frutos armazenados a 12°C e embalados a 16µm, os valores de croma diminuíram de 44 a 40, provavelmente por esses frutos não atingirem a cor amarela, permanecendo com um verde opaco.

Ribeiro (2006) analisou a cromaticidade na casca de bananas Prata-Anã com 18 semanas de desenvolvimento e encontrou valores médios estimados de de 33,67; 34,09; 33,65 e 33,89, quando armazenados a 10, 15, 20, 25°C, respectivamente.

As bananas armazenadas à temperatura de 12°C e 15°C sem embalagem, tiveram sintomas de injúria por frio. Este fato foi verificado tanto nos valores de luminosidade quanto valores de croma (intensidade de cor).

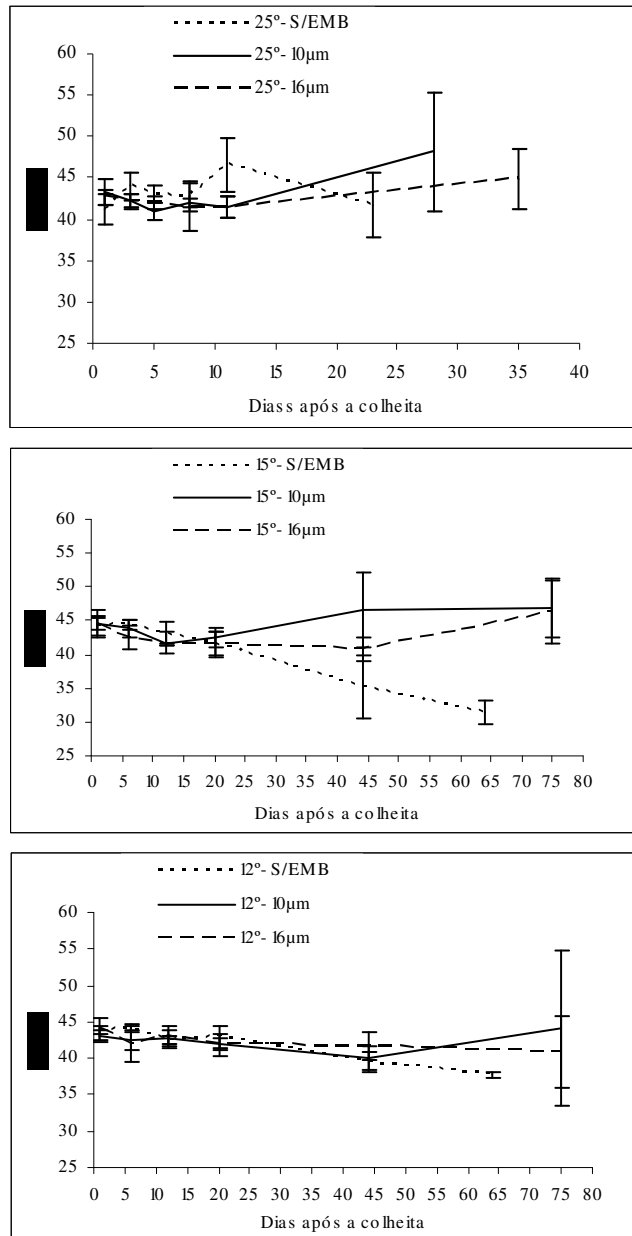


FIGURA 5-Valores de Cromo em bananas “Tropical” acondicionadas ou não em PEBD (10 e 16 µm) e armazenadas a 25±1°C, 15±1°C e 12±1°C e 80±5% UR, em Janaúba- MG.

O valor da coordenada L* na temperatura de 25°C (Figura 6) oscilou em torno de 61,5 a 68,1 para frutos sem embalagem; 58,55 a 68,1 para frutos embalados a 10µm e 62 a 68,1 para frutos embalados a 16µm. Na temperatura de 12°C e 15°C, os valores de L* para os frutos sem embalagem, embalados a 10µm e 16µm oscilaram ao longo do armazenamento, sendo que, os frutos sem embalagem tiveram uma nítida diminuição da luminosidade em 64 dias de armazenamento. Esse fato se deve aos sintomas de injúria por frio que esses frutos apresentaram. Nos frutos sem embalagem os valores de L* variaram de 54 a 65 e de 52,96 a 67,21 a 15°C e 12°C, respectivamente. Já nos frutos embalados a 10µm e 16µm, os valores de L* variaram de 58,7 a 64,8 e 61,8 a 66,7 armazenados a 15°C; e de 60 a 66 e 62 a 67,2 embalados a 10µm e 16µm, respectivamente durante o armazenamento a 12°C.

Segundo Silva *et al* (2007), bananas “Nanica” armazenadas por zero, 14 e 32 dias apresentaram valores médios de L* de 53,86; 53,97 e 43,47, respectivamente, sendo esses valores menores que os apresentados neste trabalho. Ribeiro (2006) em pesquisa com bananas “Prata-Anã”, armazenadas por 10 dias a 15°C, encontrou valores médios de L* de 50,29 a 62,05.

De acordo com Viviani e Leal (2007), a atmosfera modificada faz com que a respiração dos frutos reduza os níveis de O₂ e eleve os níveis de CO₂ dentro da embalagem; dessa forma, a fruta diminui o processo respiratório, que é fonte de energia para os demais processos bioquímicos e fisiológicos e, conseqüentemente, haverá retardamento do amadurecimento.

A injúria pelo frio (chilling) é uma desordem fisiológica resultante da exposição dos tecidos da planta a temperaturas de refrigeração abaixo da crítica, causando danos fisiológicos aos frutos, a sua manifestação está relacionada com o tempo e a temperatura de exposição dos frutos (COUEY, 1982). Segundo Chitarra e Chitarra (2005), os sintomas podem ser vários, como inibição do amadurecimento, lesões de superfícies (escurecimento, áreas afundadas,

despigmentação), desintegração da membrana, exsudação da polpa, aceleração da senescência, suscetibilidade à contaminação.

O efeito da atmosfera modificada em retardar ou minimizar os efeitos de injúria por frio é decorrente da elevação da umidade no interior do produto, além da elevação nos níveis de CO₂ e diminuição nos de O₂. Este último é apontado como o principal fator atuante na redução desses sintomas, já que as enzimas oxidativas peroxidase, polifenoloxidase e fenilalanina amônia-liase, causadoras do escurecimento dos tecidos, possuem baixa afinidade pelo oxigênio. O processo de oxidação é resultante da junção dessas enzimas e os compostos fenólicos que, em situações de estresse, entram em contato devido à descompartimentalização das membranas das células quando expostas a situações de estresse físicos e/ou fisiológicos (TIAN *et al.*, 2004; GUIMARÃES, 2008).

O aumento da polifenoloxidase em bananas foi verificado por Nguyen *et al.* (2003), sendo esse aumento relacionado positivamente com o índice de escurecimento desses frutos. Nguyen *et al.* (2004) observaram que o aumento na atividade dessa enzima durante o armazenamento pôde ser retardado com a utilização do filme de polietileno, que resultou também em menor índice dos sintomas de injúria por frio.

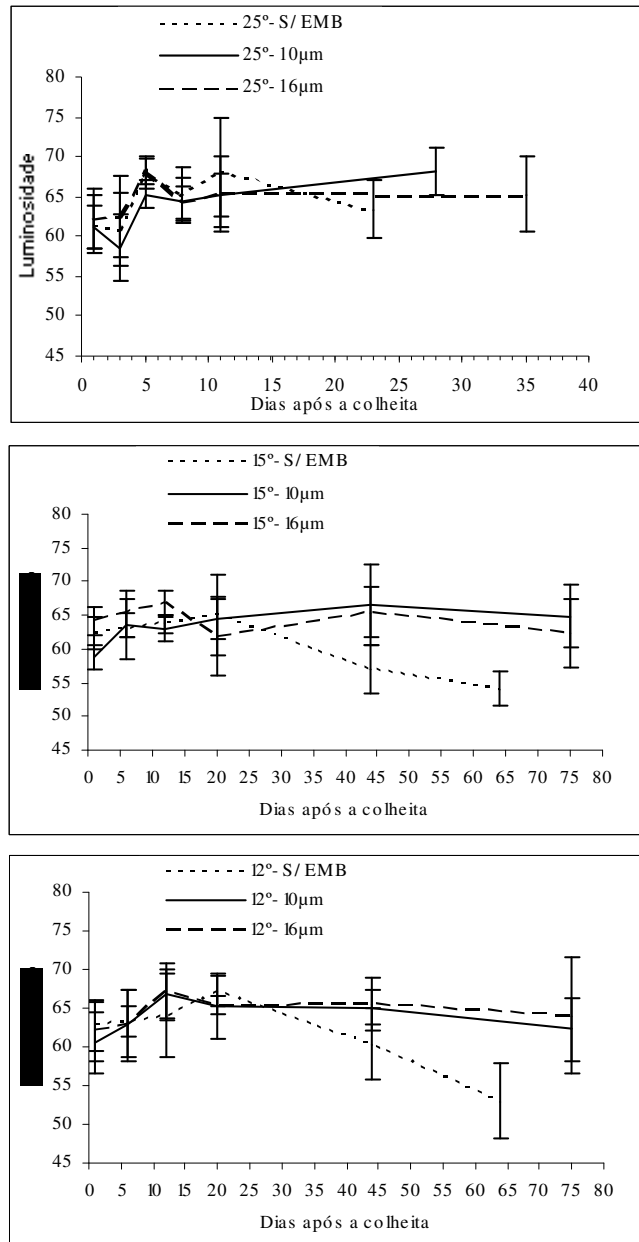


FIGURA 6-Valores de luminosidade em bananas “Tropical” acondicionadas ou não em PEBD (10 e 16 µm) e armazenadas a 25±1°C, 15±1°C e 12±1°C e 80±5% UR, em Janaúba- MG.

4.1.2 Amido

Na (Figura 7) são apresentados os teores de amido encontrados na polpa de banana embaladas em polietileno de baixa densidade (10 μ m, 16 μ m e sem embalagem) durante o armazenamento à temperatura de 25°C, 15°C e 12°C. Os teores de amido detectados nos frutos armazenados a 25°C sem embalagem, aos 23 dias de armazenamento são menores que aqueles encontrados nos frutos embalados, sendo 4,1% para frutos sem embalagem; 7% e 8,5% embalados a 10 μ m e 16 μ m aos 28 e 35 dias, respectivamente.

Os teores de amido nos frutos armazenados às temperaturas de 15°C e 12°C, sem embalagem, diminuíram de 36,5 e 35,5% para 12,9% e 13,2% respectivamente. Percebe-se que a degradação do amido foi mais lenta para os frutos armazenados a 12 e 15°C do que a 25°C, uma vez que os frutos sob refrigeração a 12°C com embalagem apresentaram, aos 75 dias de armazenamento, altos teores de amido, sendo 11,2% e 11,5% para os frutos embalados a 10 μ m e 16 μ m, respectivamente. A temperatura de 12°C causou “chilling” nos frutos, em maior grau nos frutos sem embalagem, podendo isso ter alterado a completa conversão do amido em açúcares. Isso também foi observado à temperatura de 15°C somente nos frutos sem embalagem. Os frutos armazenados a 15°C, embalados a 10 μ m e a 16 μ m, apresentaram aos 75 dias de armazenamento 6,7% e 7,2% de amido, respectivamente.

A degradação do amido é uma das características mais marcantes durante o processo de amadurecimento de frutos climatéricos, à medida que o amido é hidrolisado, observa-se um incremento nos teores de açúcares solúveis totais. O uso da atmosfera modificada através da embalagem diminui a velocidade da atividade das enzimas amilases, glicosidases e fosforilases, que atuam nas reações de hidrólise dos carboidratos em açúcares (GARCIA, LAJOLO, 1988; CHITARRA e CHITARRA, 2005; RAMOS, 2008).

Segundo Chitarra e Chitarra (2005), os valores de amido na banana Prata diminuem de 20% a 25% para 0,2 a 1,5% do fruto verde para o maduro; dados esses não condizentes com os encontrados no presente trabalho, que são da ordem de 36,9 a 4,1% nos frutos sem embalagem e armazenados a 25°C.

Jesus *et al.* (2004) analisaram dez genótipos de banana, Pacovan (AAB) e seus híbridos PV03-44 (AAAB) e PV03-76 (AAAB), Prata-anã (AAB) e seus híbridos Fhia-18 (AAAB), Pioneira (AAAB) e Prata gaúcha (AAAB), Caipira (AAA), Nanica (AAA) e Thap maeo (AAB), e encontraram elevados teores de amido, 4,3% , 4,4%, 7,6%, 4,5%, 5,2%, 3,7%, 5,3%, 5,7%, 2,9% e 6,1% respectivamente, estando todas no grau 6 de coloração à temperatura ambiente, sendo esses resultados semelhantes aos obtidos neste trabalho.

Pinheiro (2007) também encontrou elevados teores de amido, 3,16%, em bananas Maçã maduras armazenadas a 25°C e 80% UR, nas quais, quando verdes (grau 2 de coloração), o teor de amido era em média de 27,03%.

Segundo Fonseca *et al.* (2000), a modificação da atmosfera condiciona redução da respiração devido ao aumento do CO₂ e redução de O₂, diminuindo, assim, o consumo de substratos orgânicos. O dano pelo frio pode provocar alteração crítica no metabolismo do fruto, prosseguindo de forma irregular com os processos de amadurecimento, como por exemplo hidrólise do amido em açúcares (KAYS, 1997).

Santos (2006) observou em bananas Prata-Anã armazenadas a 12,5°C valores médios de amido de 4,3% nos frutos-controle e sob atmosfera controlada (3 KpaO₂ + 7KpaCO₂) 6,5% aos 40 dias de armazenamento. De acordo com Mota *et al.* (1997), o teor de amido na banana madura varia de 0,9% a 7%. Martins *et al* (2007) encontraram valores médios de amido de 19,33%, 21,54% e 22,99% em bananas Prata-Anã, armazenadas por 35 dias, sob refrigeração a 12°C, em função da idade do cacho (20, 18 e 16 semanas) e atmosfera modificada.

A utilização de atmosfera modificada pode ser uma alternativa técnica que, juntamente com a refrigeração, contribui para a manutenção da qualidade dos frutos e para o aumento do período de conservação dos mesmos (CIA *et al*, 2007). Neres *et al.*(2004) relatam que a temperatura influencia no metabolismo do fruto, seu abaixamento reduz a biossíntese e a ação direta do etileno, enquanto que a atmosfera modificada diminui a taxa respiratória, síntese e ação do etileno, devido o aumento na concentração de CO₂ e redução de O₂ no interior da embalagem com o avanço do período de armazenagem.

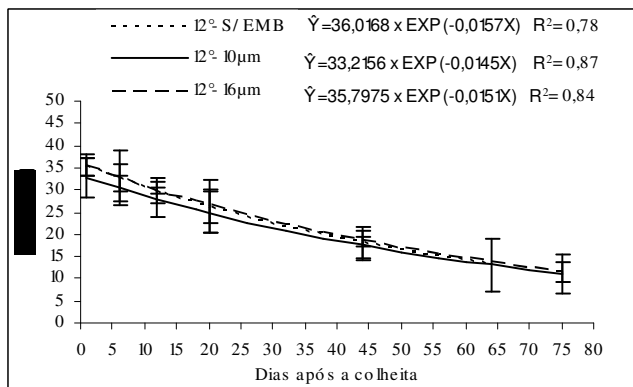
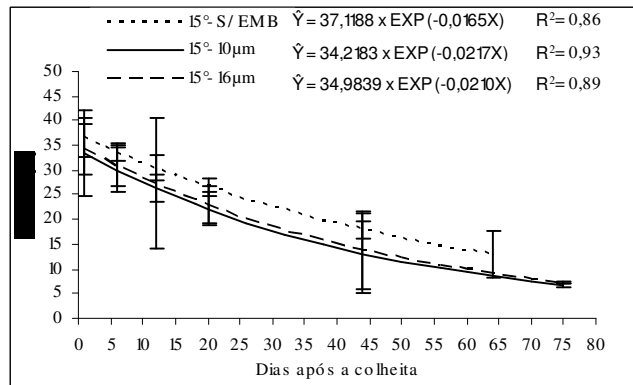
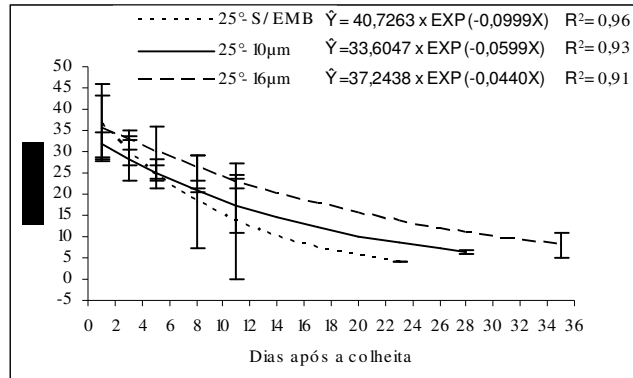


FIGURA 7-Teores de amido na polpa de bananas “Tropical”, acondicionadas ou não em PEBD (10 e 16 µm) e armazenadas a 25±1°C, 15±1°C e 12±1°C a 80 ±5% UR, em Janaúba- MG.

4.1.3 Açúcares Totais

Observou-se na Figura 8 que frutos armazenados à temperatura de 25°C, independente da utilização da embalagem e da temperatura, houve aumento nos teores de açúcares totais, em média de 0,8 a 20%, ao longo do amadurecimento. Entretanto, os frutos embalados apresentaram menores teores de açúcares totais aos 23 dias de armazenamento, sendo esses, 20%, 8% e 6,9% para frutos sem embalagem, embalados a 10µm e 16µm, respectivamente. Os frutos embalados permaneceram armazenados por mais alguns dias, até que amadurecessem, sendo que a embalagem de 16µm foi a mais eficiente, armazenando o fruto por 35 dias com 19,4% de açúcares totais.

Os frutos armazenados a 15°C e a 12°C sem embalagem apresentaram sintomas de injúria por frio. Aos 64 dias de armazenamento, os frutos sem embalagem continham em média 12,5% e 10% de açúcares totais, respectivamente. Enquanto os frutos embalados a 10µm e 16µm apresentavam teores de 15% a 15°C, 5,3% e 6,5% a 12°C, respectivamente, armazenados há 75 dias após a colheita. Conseqüentemente a refrigeração associada à atmosfera modificada foi eficiente na conservação das bananas por um maior período para comercialização.

A diferença mostrada entre o teor de açúcares totais do tratamento sem embalagem e dos frutos em atmosfera modificada deve-se à redução do processo respiratório, resultante do acúmulo de CO₂ e diminuição do O₂ no interior da embalagem, provocando um retardamento no processo de maturação dos frutos, conforme Chitarra e Chitarra (2005).

Segundo Steffens (2006), quanto maior a espessura do filme de polietileno menor é a permeabilidade aos gases, uma vez que o incremento da espessura do filme aumenta o trajeto a ser percorrido pela molécula do gás. Sendo assim, a embalagem de 16µm permitiu o aumento da concentração de

CO₂ e reduziu a de O₂ nesta atmosfera, levando a uma menor atividade metabólica nestes frutos.

Os dados obtidos neste trabalho estão em concordância com os de Matsuura (2002), que encontrou valores de 15,4% , 24,3% e 25% para PV 03-76, PV 03-44 e Pacovan, respectivamente, em frutos maduros. Jesus *et al.* (2004), em estudos realizados com bananas Prata gaúcha e Prata-Anã maduras, verificou que o teor de açúcares totais foi 18,8% e 24,9%, respectivamente.

De acordo com Ribeiro (2006), os frutos de banana anteriormente refrigerados a 15°C por 10 dias e depois armazenados a 25°C apresentaram aos 16 dias de armazenamento maior teor de açúcares solúveis que os frutos refrigerados a 10°C, com valor médio de 22,52%, para banana Prata-Anã com cachos de 18 semanas. Nota-se também que essa degradação é mais completa nos frutos provenientes de cachos com 20 semanas de desenvolvimento, com valores médios de 25%.

Valores médios de açúcares totais foram observados por Santos (2006) em banana Prata-Anã armazenadas a 12,5°C e 98% de UR durante 40 dias, atingindo 22% de açúcares totais no tratamento-controle e uma variação de 20,5% a 22,5% para frutos armazenados em atmosfera controlada.

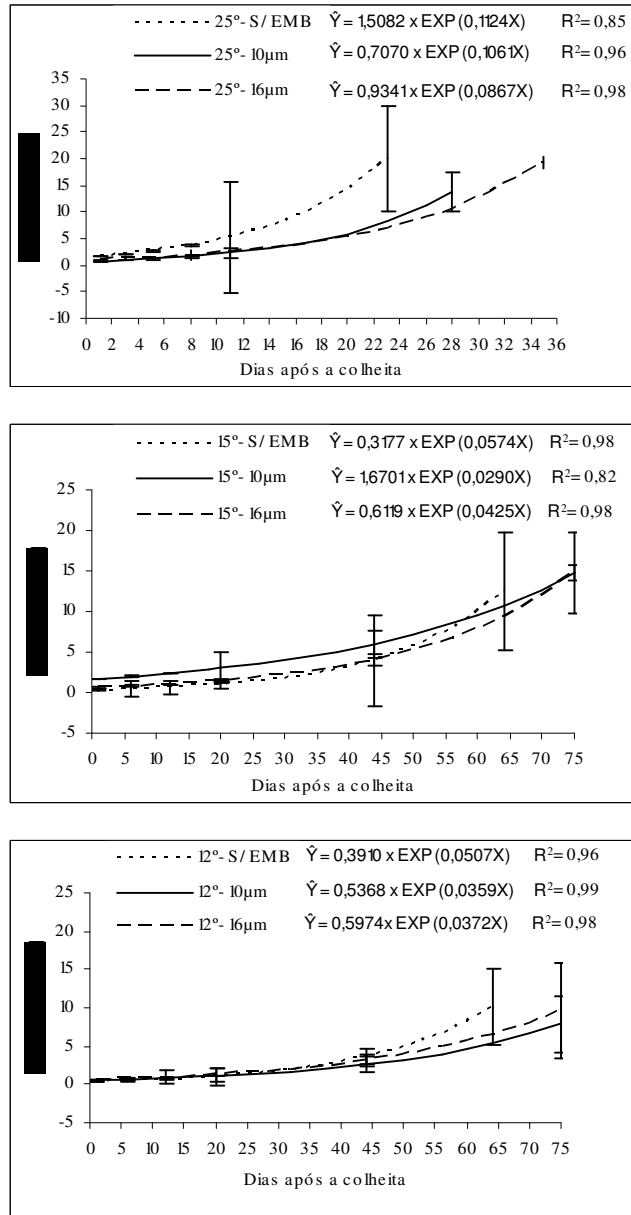


FIGURA 8- Teores de açúcares totais na polpa de bananas “Tropical”, acondicionadas ou não em PEBD (10 e 16 µm) e armazenadas a 25±1°C, 15±1°C e 12±1°C e 80±5% UR, em Janaúba-MG.

4.1.4 Açúcares Redutores

Em relação ao açúcar redutor, os frutos armazenados a 25°C (Figura 9) e sem embalagem apresentaram menor valor de açúcares redutores que os embalados, sendo 8,2%; 9,6% e 9,9% para frutos sem embalagem, embalados em polietileno de 10µm e 16µm, respectivamente. Os frutos embalados não apresentaram diferença considerável na quantidade de açúcares redutores no final da avaliação, porém, frutos embalados a 16µm tiveram um maior período de armazenamento. Todos os frutos armazenados à temperatura de 15°C apresentaram valores semelhantes na última avaliação; entretanto, os frutos sem embalagem apresentavam um teor um pouco maior em relação aos embalados, 7,5% , 7,1% e 7,2% para os frutos sem embalagem, embalados a 10µm e 16µm, respectivamente. Já as bananas armazenadas a 12°C apresentaram valores de 6,6%; 3,0% e 2,2% em frutos sem embalagem, embalados a 10µm e 16µm, respectivamente, aos 75 dias de armazenamento.

Em todos os frutos, independente se embalados ou não, houve aumento de açúcares redutores na polpa no decorrer do período de armazenamento; no entanto, frutos embalados obtiveram menor acúmulo de açúcares redutores comparados com os frutos sem embalagem, os frutos embalados e mantidos sob refrigeração tiveram um maior período de armazenamento, uma vez que em todos os frutos a última avaliação foi realizada quando maduros, levando em consideração que os frutos sem embalagem armazenados a 12°C e 15°C apresentaram sintomas intensos de injúria por frio.

Matsuura (2002) avaliou os teores de açúcares redutores em três variedades, PV03-44, PV03-76 e Pacovan, encontrando valores médios de 10,7%; 11,8% e 11,6%, respectivamente, sendo esses valores próximos aos encontrados neste trabalho com frutos embalados.

Segundo Nogueira (2007), a elevação dos teores de açúcares redutores foi possivelmente decorrente da hidrólise do amido e da inversão de sacarose em glicose mais frutose.

De acordo com Ruiz (2003), em estudo realizado na região do despencamento do genótipo Terra, os teores de açúcares não redutores são maiores que os redutores, desde o estágio 1 até o estágio 7; os genótipos Prata e SH – 3640 não apresentaram esse padrão, tendo sido os teores de açúcares redutores mais altos que os de não redutores.

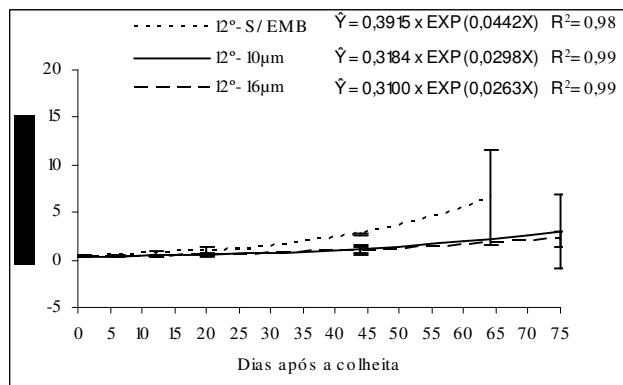
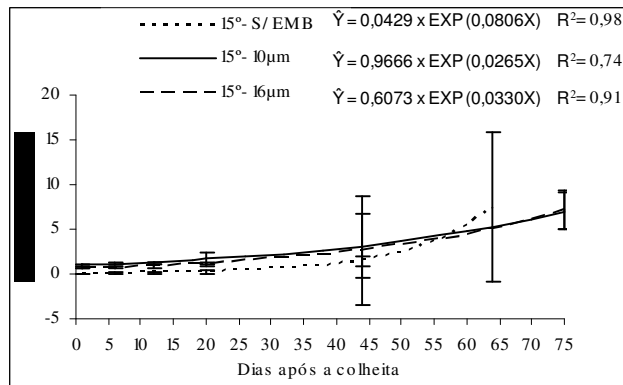
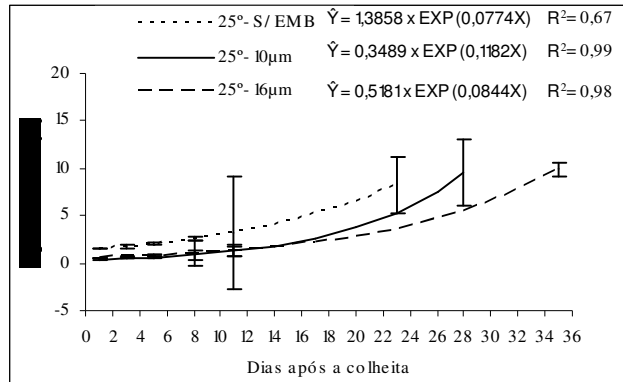


FIGURA 9- Teores de açúcares redutores na polpa de bananas “Tropical”, acondicionadas ou não em PEBD (10 e 16 µm) e armazenadas a 25±1°C, 15±1°C e 12±1°C e 80±5% UR, em Janaúba-MG.

4.1.5 Açúcares não redutores

Os frutos armazenados sem embalagem, a 25°C (Figura 10) apresentaram, aos 23 dias de armazenamento, uma maior porcentagem de açúcares não redutores, com valor de 11,3%, enquanto que os frutos com embalagem de 10µm e 16µm apresentaram 4,1% e 9,0% de açúcares não redutores com 28 e 35 dias de armazenamento, respectivamente. Quanto à temperatura de 15°C, os frutos embalados apresentaram valores iguais a 7,3% aos 75 dias de armazenamento e os frutos sem embalagem 4,9% aos 64 dias de armazenamento. Na temperatura de armazenamento de 12°C, não houve diferença entre frutos não embalados e frutos embalados a 16µm em relação aos açúcares não redutores aos 64 dias. Todavia, os frutos embalados a 16µm apresentaram um maior período de conservação e maior valor de açúcares não redutores aos 75 dias de armazenamento.

Segundo Áreas e Lajolo (1981), o incremento no conteúdo de sacarose é simultâneo à degradação de amido e essas transformações precedem a formação de glicose e frutose, sendo provavelmente a transformação de amido em sacarose o principal caminho para degradação de amido durante o amadurecimento.

Jesus *et al.* (2004) encontrou valores que variaram de 1 a 6,8% em dez genótipos de banana (Pacovan, PV 04-44, PV 03-76, Prata-Anã, Fhia-18, Pioneira, Prata graúda, Caipira, Nanica, Thap maeo), sendo esses menores que os encontrados para o presente trabalho com a variedade Tropical.

Segundo Silva *et al.* (2008), os açúcares não redutores em bananas PV-0376 armazenadas sob condições ambiente a 25°C variaram de 0,23 (grau 2 de coloração) a 3,05 (grau 7 de coloração).

Matsuura (2002) analisou a polpa dos frutos de bananeiras dos híbridos PV 03-44 e PV 03-76 e da cultivar Pacovan, e obteve valores de açúcares não

reduzidos de 13,6%: 3,6% e 13,4%, respectivamente, estando em concordância com os valores obtidos neste trabalho.

De acordo com Santos (2006), os teores de açúcares não redutores foram menores nas bananas Prata-Anã sob atmosfera controlada $3\text{KPAO}_2 + 7\text{KPACO}_2$ aos 30 dias de armazenamento a $12,5^\circ\text{C}$, sendo 0,92%. Aos 40 dias de armazenamento não apresentaram diferença entre o tratamento-controle e atmosfera controlada.

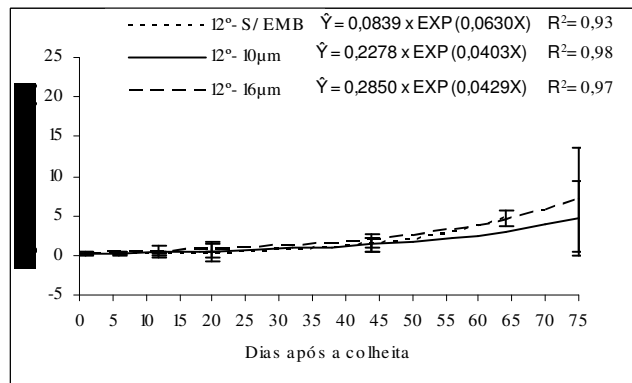
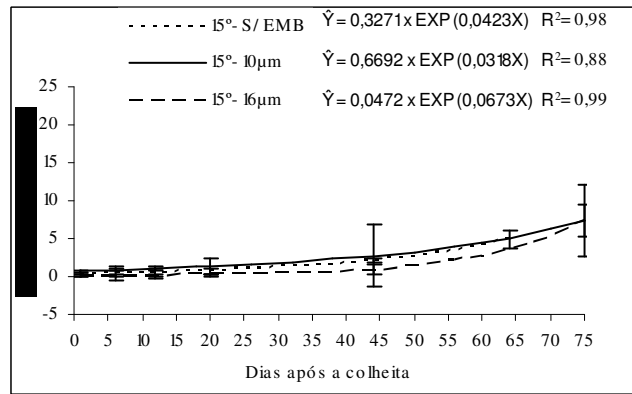
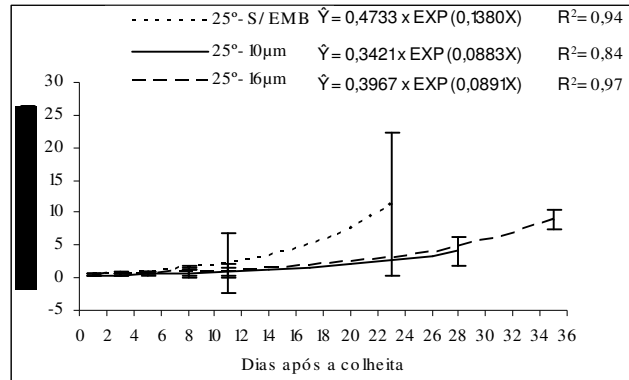


FIGURA 10-Teores de açúcares não redutores em bananas “Tropical”, acondicionadas ou não em PEBD (10 e 16 µm) e armazenadas a 25±1°C, 15±1°C e 12±1°C e 80±5% UR, em Janaúba-MG.

4.2. Etapa 2:

4.2.1 Produção de CO₂ nos frutos sem embalagem

Para bananas “Tropical” o tempo de surgimento e a intensidade do pico respiratório foram dependentes da temperatura de armazenamento (Figura 11). Na temperatura de 25°C, as bananas apresentaram taxa respiratória máxima 10 dias após a colheita, com uma produção de 140 mg CO₂ Kg⁻¹h⁻¹ que foi o segundo pico para essa temperatura. Aos 15 dias de armazenamento a 15°C, os frutos apresentaram um pico menos definido, mas também atingiu uma produção de 140 mg CO₂ Kg⁻¹h⁻¹. A magnitude desse processo nos frutos armazenados a 12°C foi diminuída, não apresentando pico respiratório, com produção máxima de 70 mg CO₂ Kg⁻¹h⁻¹ aos 20 dias após a colheita.

Segundo Maia (2005), bananas Prata-Anã danificadas por corte, abrasão, impacto e compressão atingiram picos de produção de CO₂ de 172,9; 187,3; 205 e 172,1 mg CO₂ Kg⁻¹h⁻¹, respectivamente, enquanto a testemunha atingiu 154,1 mg CO₂ Kg⁻¹h⁻¹ armazenadas a 25,4°C e 82% de UR durante os 9 dias. As bananas submetidas aos danos por corte, abrasão, impacto e compressão armazenadas a 15°C e 89% de UR atingiram o pico climatérico no 8° (66,81 mg CO₂ Kg⁻¹h⁻¹), 7° (67,32 mg CO₂ Kg⁻¹h⁻¹), 6° (74,79 mg CO₂ Kg⁻¹h⁻¹) e 4° (73,56 mg CO₂ Kg⁻¹h⁻¹) dias após a realização dos tratamentos, já a testemunha atingiu o pico no 11° dia, com uma produção de 70 mg CO₂ Kg⁻¹h⁻¹. Por conseguinte, foi evidente o efeito da temperatura na produção de CO₂, estando estes resultados em concordância com o presente trabalho.

Chitarra (1998) afirma que temperaturas mais baixas retardam o pico climatérico, pois exerce forte influência sobre a diminuição da atividade enzimática envolvida no processo respiratório. Segundo este autor, o aumento em 10°C causa um incremento de duas a quatro vezes na taxa respiratória, e que esta intensidade da taxa está inversamente relacionada com o potencial de

armazenamento da fruta. Chitarra (1998) relata que quando o fruto fica exposto à temperatura próxima ao limite fisiológico de tolerância pela cultivar, o pico climatérico pode ser totalmente suprimido.

De acordo com Pinheiro (2007), bananas “Maçã” submetidas à aplicação de 50nL.L^{-1} de 1-MCP apresentaram início no aumento da taxa respiratória no 9º dia de armazenamento a 25°C , aproximadamente seis dias após a ocorrência desses eventos nos frutos não tratados, apresentando taxa máxima de $35\text{ mL CO}_2\text{ Kg}^{-1}\text{h}^{-1}$ para banana Maçã submetidas a 1-MCP e $68\text{ mL CO}_2\text{ Kg}^{-1}\text{h}^{-1}$ para frutos-controle.

Segundo Rocha (2005), bananas “Prata-Anã” embaladas com PEBD $25\mu\text{m}$ e incluídos saches de KMnO_4 foram mantidas na fase pré-climatérica durante os 25 dias armazenadas tanto a 16°C como a 21°C e tiveram o amadurecimento normal após a retirada dos frutos das embalagens, atingindo pico máximo climatérico que variaram de 160 a $200\text{ mg CO}_2\text{ Kg}^{-1}\text{h}^{-1}$ dependendo da quantidade de KMnO_4 utilizada, sendo que o pico climatérico foi retardado em um dia em relação aos armazenados a 21°C . Relata também que o filme plástico se torna mais denso e menos permeável a gases em temperaturas menores, dificultando a troca gasosa com o ambiente externo.

O envolvimento de frutos em um filme plástico, geralmente polietileno de baixa densidade, oferece barreira à passagem de água e dos gases, esta propriedade de barreira, juntamente com o processo respiratório dos frutos, reduz o O_2 e aumenta o CO_2 no interior da embalagem, causando uma modificação da atmosfera e mantendo uma alta umidade relativa. O baixo O_2 reduz a taxa respiratória devido à redução da atividade das enzimas citocromo oxidase, polifenoloxidasas, ácido ascórbico oxidase e ácido glicólico oxidase (KADER, 1986). A exposição do tecido vegetal ao CO_2 elevado inibe a atividade de várias enzimas envolvidas no processo respiratório (KE *et al.*, 1995), podendo reduzir a produção de CO_2 diretamente, inibindo a rota

glicolítica, agindo na fosfofrutoquinase, e o ciclo dos ácidos tricarbóxicos, agindo na succinato oxidase e na isocitrato desidrogenase, e indiretamente, reduzindo a ação do etileno sobre algumas enzimas envolvidas no processo respiratório (MATHOOKO,1996; FONSECA *et al.*, 2002; LIU *et al.*, 2004).

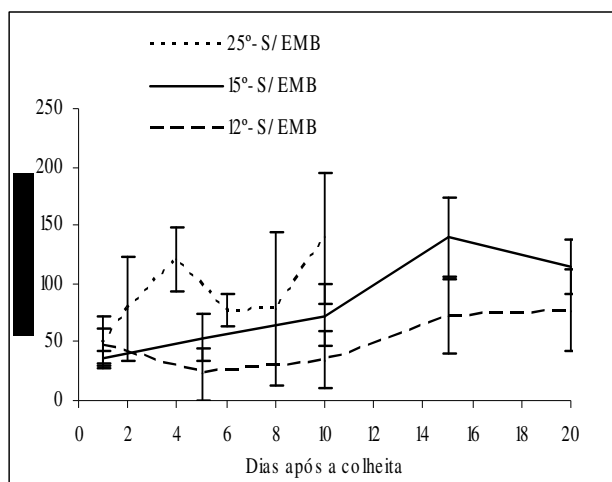


FIGURA 11- Taxa respiratória ($\text{mg CO}_2 \text{ Kg}^{-1}\text{h}^{-1}$) de bananas “Tropical”, armazenadas a três temperaturas ($25\pm 1^\circ\text{C}$; $15\pm 1^\circ\text{C}$ e $12\pm 1^\circ\text{C}$) e $80\pm 5\%$ UR em Janaúba-MG.

Como as etapas, nas quais o experimento foi montado, foram conduzidas em épocas diferentes, os frutos não apresentaram um mesmo período de armazenamento, isso, provavelmente, ocorreu devido às condições climáticas em que os frutos foram colhidos e desenvolvidos, uma vez que, na primeira etapa, os frutos foram colhidos em junho e na segunda etapa, no final de novembro quando a temperatura era mais elevada; além disso, pode ser que os frutos desta etapa foram colhidos no estágio mais avançado, apesar da utilização de padrões para a colheita, o que pode encurtar a fase pré-climatérica.

Segundo Viviane (2006), as diferenças entre os frutos colhidos no verão e no inverno influenciaram os parâmetros físico-químicos analisados em banana

Prata-Anã (pH, acidez titulável, sólidos solúveis, índice de maturação, teor de umidade e relação polpa casca). Esses resultados foram decorrentes das diferentes épocas de plantio, condições de cultivo, características nutricionais do solo, tratamentos sanitários, manejo e condições fisiológicas das plantas; assim, os frutos apresentaram comportamentos diferentes durante o amadurecimento em relação ao mesmo tratamento, em épocas distintas do ano impossibilitando homogeneidade nos lotes analisados. Além disso, as condições climáticas influenciam no desenvolvimento do fruto, sendo que a reserva produzida nos períodos anteriores à colheita é consumida a partir da maturidade fisiológica.

Marriot (1980) cita que, para a fase de armazenamento, de modo geral os frutos produzidos em climas de temperatura amena são menos sensíveis do que aqueles produzidos em climas quentes, já que se desenvolvem em temperaturas próximas daquelas usada para conservação.

CONCLUSÕES

A utilização da atmosfera modificada em bananas colhidas no inverno permitiu um período de 75 dias de armazenamento refrigerado a 12°C e 15°C e um período de 64 dias de armazenamento para frutos sem embalagem.

Frutos sem embalagem, embalados a 10µm e 16 µm e armazenados a 25°C atingiram 23, 28 e 35 dias de armazenamento, respectivamente, com adequada manutenção dos atributos físico-químicos.

Frutos sem embalagem, armazenados a 12°C e 15°C apresentaram sintomas visíveis de injúria por frio.

Os frutos colhidos no verão e armazenados a 25°C e a 15°C, sem embalagem, atingiram o pico climatérico aos 4 e 15 dias de armazenamento, respectivamente. Os frutos armazenados a 12°C não apresentaram pico climatérico típico.

REFERÊNCIAS

ABBOTT, J. A. Quality measurement of fruits and vegetables. **Postharvest Biology and Technology**, v. 15, n. 3, p. 207-225, 1999.

ÁLVARES, V. de S. et al. Análise da coloração da casca de banana prata tratada com etileno exógeno pelo método químico e instrumental. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, Campina Grande, v. 5, n. 2, p. 155-160, 2003.

ARÊAS, J. A. G.; LAJOLO, F. M. Starch transformation during banana ripening: I-the phosphorylase and phosphatase behavior in *Musa acuminata*. **Journal of Food Biochemistry**, Westport, v. 5, n. 1, p. 19-37, 1981.

AWAD, M. **Fisiologia Pós-colheita de Frutos**. São Paulo: Nobel, 1993. 114 p.

BASSINELLO, P. Z. et al. Distribuição da sacarose-fosfato sintase e sacarose sintase em bananas durante o amadurecimento. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 19, n. 1, p. 102-106 jan./abr. 1999.

BLEINROTH, E. **Banana: cultura, matéria-prima, processamento e aspectos econômicos**. 2. ed. Campinas: ITAL, 1995.

BOTREL, N.; SILVA, O. F.; BITTENCOURT, A. M. Procedimentos pós-colheita. In: MATSURA, F. C. A. U., FOLEGATTI, M. I. S. (Ed.). **Banana: pós-colheita**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2001. 71 p.

BRACKMANN, A. et al. Armazenamento em atmosfera modificada e controlada de banana prata com absorção de etileno. **Ciência Agrotécnica**, Lavras, v. 30, n. 5, p. 914-919, set./out. 2006.

CASTRO, M. V. de. et al. Efeito da refrigeração sobre a firmeza de banana “prata anã” produzida na região norte de Minas Gerais. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 17., 2002, Belém. **Anais...** Belém: SBF, 2002. 1 CD ROM.

CEAGESP. **Normas de Classificação**. Disponível em: <<http://www.ceagesp.gov.br/produtor/tecnicas/classific/>>. Acesso em: 28 abr. 2009.

CHITARRA, A. B. Interferência da fisiologia na patologia na patologia pós-colheita. In: OLIVEIRA, S. M. A. de. et al. (Ed.). **Patologia Pós-colheita:**

frutas, olerícolas e ornamentais tropicais. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2006. cap. 3, p. 85-116.

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

CHITARRA, M. I. F. Fisiologia e qualidade de produtos vegetais. In: Borén, F. M. (Ed.). **Armazenamento e Processamento de Produtos Agrícolas**. Lavras: UFLA/SBEA, 1998.

_____. CHITARRA, A. B. **Pós-colheita de Frutos e Hortaliças: Fisiologia e Manuseio**. 2. ed. Lavras: UFLA, 2005. 785 p.

CIA, P.; BENATO, E. A. Controle alternativo com atmosferas modificada e controlada. In: OLIVEIRA, S. M. A. de. et al. (Ed.). **Patologia Pós-colheita: frutas, olerícolas e ornamentais tropicais**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2006, cap. 9, p. 245-264.

_____. et al. Atmosfera modificada e refrigeração para conservação pós-colheita da amora-preta. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 23, n. 3, p. 11-16, july./sept. 2007.

COELHO, A. F. S. **Avaliação da Qualidade Após a Colheita da Banana “Prata Anã” Submetida a Tratamentos Químicos e Armazenada sob Refrigeração**. 2007. 115 f. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola)–Faculdade de Engenharia Agrícola, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, SP, 2007.

COUEY, H. M. Chilling injury of crops of tropical and subtropical origin: an overview. **HortScience**, Alexandria, v. 17, n. 2, p. 158-162, 1982.

DISCHE, Z. General color reactions. In: WHISTLER, R. L.; WOLFRAM, M. L. **Carbohydrate chemistry**. New York: Academic Press, 1962. p. 477-512.

FAO 2007. **Food and Agricultural Organization**. Disponível em: <<http://www.apps.fao.org/page/collections>>. Acesso em: 01 jan. 2008.

FELLOWS, P. J. **Tecnologia do Processamento de Alimentos: princípios e prática**. 2. ed. Porto Alegre: Artmed, 2006. 602 p.

FONSECA, S. C.; OLIVEIRA, F. A. R.; BRECHT, J. K. Modelling respiration rate of fresh fruits and vegetables for modified atmosphere packages: a review. **Journal of Food Engineering**, Amsterdam, v. 52, n. 2, p. 99-119, apr. 2002.

FONSECA, S. C. et al. Modelling O₂ and CO₂ exchange for development of perforation-mediated modified atmosphere packaging. **Journal of Food Engineering**, Oxford, v. 43, n. 1, p. 9-15, 2000.

FORSYTH, W. G. C. Banana and plantain. In: NAGY, S.; SHAW, P. E. (Eds). **Tropical and Subtropical Fruits**. Westport: Avi, 1980. 570 p.

GARCIA, E.; LAJOLO, F. M. Starch transformation during banana ripening: the amylase and glucosidase behavior. **Journal Food Science**, Chicago, v. 53, n. 4, p. 1181-1186, 1988.

GUIMARÃES, A. A. Armazenamento refrigerado de *Heliconia bihai* associado à atmosfera modificada. In: _____. **Manejo Pós-colheita de Hastes Florais de *Heliconia bihai***. 2008. 159 f. Tese (Doutorado em Fitotecnia)-Universidade Federal de Viçosa, Viçosa-MG. 2008. cap. 5.

HUTCHINGS, J. B. The perception and sensory assessment of Colour. In: MACDOUGALL, D. B. (Ed.). **Colour in Food**. England: Woodhead Publishing Limited, 2002. p. 9-32.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Produção Agrícola Regional**. Disponível em <http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/tabela/listabl.asp?c=1613&z=p&o=22>. Acesso em: 28 abr. 2009.

JESUS, S. C. de. et al. Caracterização física e química de frutos de diferentes genótipos de bananeira. **Bragantia**, Campinas, v. 63, n. 3, p. 315-323, 2004.

KADER, A. A. Biochemical and physiological basis of effects of controlled and modified atmospheres on fruits and vegetables. **Food Technology**, Alexandria, v. 40, n. 5, p. 99-104, 1986.

_____. **Postharvest Technology of Horticultural Crops**. California: University of California, 2002. 519 p.

_____. **Postharvest Technology of Horticultural Crops**. 2th ed. USA: University of California, 1992. 295 p.

KAYS, S. J. **Postharvest Physiology of Perishable Plant Products**. Athens: AVI, 1997. 532 p.

KE, D. et al. Regulation of fermentative metabolism in avocado fruit under oxygen and carbon dioxide stresses. **Journal American Society of Horticultural Science**, Alexandria, v. 120, n. 20, p. 481-490, 1995.

LÉDO, A. da S.; JUNIOR, J. F. da S.; LÉDO, C. A. da S.; SILVA, S. de O. e. Avaliação de genótipos de bananeira na região do baixo São Francisco. **Revista Brasileira Fruticultura**, Jaboticabal, v. 30, n. 3, p. 691-695, set., 2008.

LIU, S. et al. Effects of CO₂ on respiratory metabolism in ripening banana fruit. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v. 33, n. 1, p. 27-34, july 2004.

LOPES, R. P.; HARA, T.; SILVA, J. S. Avaliação da qualidade de grãos de café pela colorimetria. **Engenharia na agricultura**, Viçosa, v. 6, n. 3, p. 160-169, 1998.

MAIA, V. M. **Alterações morfo-anatômicas, Físicas e Metabólicas em Bananas “Prata Anã” Induzidas por Danos Mecânicos**. 2005. 119 f. Tese (Doutorado em Fitotecnia)-Universidade Federal de Viçosa, Viçosa-MG, 2005.

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

MARTINS, R. N. et al. Armazenamento refrigerado de banana Prata Anã proveniente de cachos com 16, 18 e 20 semanas. **Ciência Agrotécnica**, Lavras, v. 31, n. 5, p. 1423-1429, set./out. 2007.

MATHOOKO, F. M. Regulation of respiratory metabolism in fruits and vegetables by carbon dioxide. **Postharvest Biology and Technology**. Amsterdam, v. 9, n. 3, p. 247-264, dec.1996.

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

MELCHIADES, F. G.; BOSCHI, A. O. Cores e tonalidades em revestimentos cerâmicos. **Cerâmica Industrial**, v. 4, p. 1-6, jan./dez. 1999.

MENDONÇA, K. et al. Concentração de etileno e tempo de exposição para desverdecimento de limão “Siciliano”. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 6, n. 2, p. 179-183, jul./dez. 2003.

MOTA, R. V.; LAJOLO, F. M.; CORDENUNSI, B. R. Composição em carboidratos de algumas cultivares de banana (*Musa* spp.) durante o amadurecimento. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 17, n. 2, p. 94-97, 1997.

NELSON, N. A. A photometric adaptation of Somogy method for the determination of glucose. **The Journal of Biological Chemistry**, Baltimore, v. 153, n. 2, p. 375-380, 1944.

NERES, C. R. L. et al. Conservação do jiló em função da temperatura de armazenamento e do filme de polietileno de baixa densidade. **Bragantia**, Campinas, v. 63, n. 3, p. 431-438, 2004.

NGUYEN, T. B. T.; KETSA, S.; VAN DOORN, W.G. Effect of modified atmosphere packaging on chilling-induced peel browning in banana. **Postharvest Biology and Technology**, v. 31, n. 3, p. 313-317, 2004.

NGUYEN, T. B. T.; KETSA, S.; VAN DOORN, W.G. Relationship between browning and the activities of polyphenol oxidase and phenylalanine ammonia lyase in banana peel during low temperature storage. **Postharvest Biology and Technology**, v. 30, n. 2, p. 187-193, 2003.

NOGUEIRA, D. H. et al. Mudanças fisiológicas e químicas em bananas “Nanica” e “Pacovan” tratadas com carbureto de cálcio. **Revista Brasileira Fruticultura**, Jaboticabal, v. 29, n. 3, p. 460-464, 2007.

PALMER, J. K. The banana. In: HUME, A.C. (Ed.). **The Biochemistry of Fruits and Their Products**. London: Academic Press, v. 2, p. 65-101, 1971.

PEREIRA, L. V. et al. Formas de comercialização da banana visando melhoria da qualidade e redução de perdas. **Circular Técnica**, n. 38, ago. 2008.

PÉREZ, E. A. Apuntes de esmaltes y colores cerámicos. **Instituto de Formación Profesional nº 2 de Castellón, Generalitat Valenciana**, Valencia, p. 77-86, 1991.

PINHEIRO, A. C. M. **Pós-colheita de Bananas “Maçã” Submetidas ao 1-MCP**. 2007. 140 f. Tese (Doutorado em Ciências dos Alimentos)-Universidade Federal de Lavras, Lavras-MG, 2007.

RAMOS, D. P. **Avaliação de Genótipos de Bananeira (Musa sp) em Botucatu-SP**. 2008. 125 f. Dissertação (Mestrado em Horticultura)-Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, 2008.

RESENDE, J. M. et al. Atividade de enzimas pectinametilesterase e poligalacturonase durante o amadurecimento de tomates do grupo multilocular. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 22, n. 2, p. 206-212, abr./jun. 2004.

RHODES, M. J. C. The climateric and ripening of fruits. In: HULME, A. C. **The Biochemistry of Fruits and Their Products**. London: Academic Press, v. 1, p. 521-533, 1970.

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.

ROCHA, A. **Uso de Permanganato de Potássio na Conservação Pós-colheita de Banana “Prata Anã”**. 2005. 85 f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia)-Universidade Federal de Viçosa, Viçosa-MG, 2005.

ROCHA, J. L. V. Fisiologia pós-colheita de banana. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE BANANICULTURA, 1., 1984, Jaboticabal. **Anais...** Jaboticabal: FCAVJ, 1984. p. 353-367.

RUIZ, G. A. C. **Relação entre Componentes da Parede Celular e Atividade Enzimática no Pedicelo e a Suscetibilidade de Bananas ao Despencamento Natural**. 2003. 48f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia)-Universidade Federal de Viçosa, Viçosa-MG, 2003.

SAES, L. A.; NOMURA, E. S.; GARCIA, V. A. **Cultivares Resistentes de Bananeira**. Disponível em: <<http://www.biologico.sp.gov.br/rifib/saes.pdf>>. Acesso: 27 jan.08.

SANTOS, C. M. S. et al. Influência da atmosfera controlada sobre a vida pós-colheita e qualidade de banana Prata Ana. **Ciência Agrotécnica**, Lavras, v. 30, n. 2, p. 317-322, mar./abr. 2006.

SARANTÓPOULOS, C. I. G. L. et al. **Embalagens com Atmosfera Modificada**. Campinas: Instituto de Tecnologia de Alimentos, 1996. 114 p.

SILVA, O. S. de; SEREJO, J. A. dos S.; CORDEIRO, Z. J. M. **Variedades**. cap IV. Disponível em : <http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/recursos/Livro_Banana_Cap_4IDF7QzQ9c5WB.pdf>. Acesso em: 20 dez. 2008.

SILVA, O. S. **Cultivar de Bananeira Maçã Tolerante ao Mal-do-Panamá é Lançada**. Disponível em <<http://www.embrapa.gov.br/imprensa/noticias/2003/novembro/bn.2004-1125.9272076041/?searchterm=banana%20variedade%20tropical>>. Acesso em: 28 dez. 2008.

SILVA, P. A. et al. Avaliação pós-colheita de cultivar de bananeira na região de Belém-PA. In: SEMINÁRIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA UFRA E SEMINÁRIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA EMBRAPA AMAZÔNIA ORIENTAL, 6., 12., 2008, Belém. **Anais...** Belém: UFRA, 2008.

SILVA, S. de O. e. et al. Avaliação de genótipos de bananeira em diferentes ambientes. **Ciência Agrotécnica**, Lavras. v. 27, n. 4, p. 737-748, jul./ago. 2003.

SILVA, S. F.; DIONÍSIO, A. P.; WALDER, J. M. M. Efeitos da radiação gama em banana “Nanica” (*musa sp.*, grupo aaa) irradiada na fase pré-climatérica. **Alimentos e Nutrição**, Araraquara, v. 18, n. 3, p. 331-337, jul./set. 2007.

SIQUEIRA, C. L. **Conservação Pós-colheita de Genótipos de Bananeiras Resistentes a Sigatoka Negra por Atmosfera Modificada**. 2008. 167 f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal no Semi-Árido)-Universidade Estadual de Montes Claros, Janaúba-MG, 2008.

STEFFENS, C. A. **Respiração de Frutos e Permeabilidade de Filmes Poliméricos**. 2006. 88 f. Tese (Doutorado em Produção Vegetal)-Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria-RS, 2006.

TIAN, S-P. et al. Responses of physiology and quality of sweet cherry fruit to different atmospheres in storage. **Food Chemistry**, v. 87, n. 1, p. 43-49, 2004.

TUKADA, S. M. **Desenvolvimento de um Sistema e Metodologia de Medição da Taxa de Adsorção de Etileno por Embalagens Plásticas Ativas**. 2002. 91 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química)-Faculdade de Engenharia Química, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2002.

VILAS BOAS, E. V. de. et al. Características da fruta. In: MATSURA, F. C. A. U., FOLEGATTI, M. I. S. (Ed.) **Banana: Pós-colheita**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2001. 71 p.

VIVIANI, L. **Avaliação da Qualidade Pós-colheita da Banana Prata Anã Associada a Embalagens**. 2006. 73 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola)-Faculdade de Engenharia Agrícola, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2006.

_____.; LEAL, P. M. Qualidade pós-colheita de banana Prata Anã armazenada sob diferentes condições. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 29, n. 3, p. 465-470, 2007.

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