

PAULO AFONSO ROSSIGNOLI

ATMOSFERA MODIFICADA POR FILMES DE POLIETILENO
DE BAIXA DENSIDADE COM DIFERENTES ESPESSURAS
PARA CONSERVAÇÃO DE BANANA 'PRATA' EM CONDI-
ÇÕES AMBIENTE

Tese apresentada à Escola Superior
de Agricultura de Lavras como
parte das exigências do Curso de
Mestrado em Ciência dos Alimentos.

LAVRAS - MINAS GERAIS

1 9 8 3

ATMOSFERA MODIFICADA POR FILMES DE POLIETILENO
DE BAIXA DENSIDADE COM DIFERENTES ESPESSURAS PARA
CONSERVAÇÃO DE BANANA 'PRATA' EM CONDIÇÕES AMBIENTE

APROVADA:

Maria Isabel Chitarra

Prof. MARIA ISABEL FERNANDES CHITARRA
Orientadora

Adimilson

Prof. ADIMILSON BOSCO CHITARRA

Waldenor da Rocha Gomes

Prof. WALDENOR DA ROCHA GOMES

À memória de meu Pai, Afonso e meu Irmão, Fausto.

Com gratidão à minha Mãe, Augusta.

Em homenagem a meus Irmãos e Sobrinhos.

A todos os Ir.'. do Universo.

DEDICO

BIOGRAFIA DO AUTOR

PAULO AFONSO ROSSIGNOLI, filho de Afonso Rossignoli e Augusta Bello Rossignoli, nasceu em Varginha - M.G., no dia 04 de setembro de 1950.

O curso de 1º grau foi realizado na Escola São José e Colégio Marista de Varginha e o 2º grau na Escola Técnica Industrial de Química de Varginha. Em 1974 concluiu o curso de Ciências Biológicas pela Faculdade de Ciências Biológicas da Fundação Educacional.

Professor de Bioquímica de Produtos Agropecuários e Ciência do Ambiente em diversas Fundações da região, ingressou em 1981 no Curso de Mestrado em Ciência dos Alimentos da Escola Superior de Agricultura de Lavras, concluindo-o em 1983. No final do Mestrado convidado como Professor visitante da Disciplina Tecnologia de Alimentos do Curso de Nutrição da Universidade Federal de Mato Grosso - UFMT.

AGRADECIMENTOS

A Escola Superior de Agricultura de Lavras, especialmente ao Departamento de Ciência dos Alimentos - DCA.

A Coordenadoria de Aperfeiçoamento do Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelo auxílio financeiro.

A Fundação de Apoio ao Ensino Pesquisa e Extensão (FAEPE) pelo fornecimento dos reagentes e vidraria utilizados no experimento.

Aos Professores Maria Isabel Fernandes Chitarra e Adimilson Bosco Chitarra pela orientação segura e apoio durante o curso.

A Pesquisadora Vânia Dêa de Carvalho pelas valiosas sugestões no decorrer do trabalho.

Aos Professores dos Departamentos de Ciência dos Alimentos e Ciências Exatas pela ajuda prestada em diversas ocasiões.

Ao pessoal técnico lotado nos laboratórios do DCA, pela amizade e colaboração na execução das análises.

AGRADECIMENTOS

À Escola Superior de Agricultura de Lavras, especialmente ao Departamento de Ciência dos Alimentos - DCA.

À Coordenadoria de Aperfeiçoamento do Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelo auxílio financeiro.

À Fundação de Apoio ao Ensino Pesquisa e Extensão (FAEPE) pelo fornecimento dos reagentes e vidraria utilizados no experimento.

Aos Professores Maria Isabel Fernandes Chitarra e Adilson Bosco Chitarra pela orientação segura e apoio durante o curso.

À Pesquisadora Vânia Dêa de Carvalho pelas valiosas sugestões no decorrer do trabalho.

Aos Professores dos Departamentos de Ciência dos Alimentos e Ciências Exatas pela ajuda prestada em diversas ocasiões.

Ao pessoal técnico lotado nos laboratórios do DCA, pela amizade e colaboração na execução das análises.

A Pesquisadora Sara Maria Chalfoun pela identificação e classificação dos fungos.

A Secretária do DCA Maristela Carvalho da S. Malves pelas inúmeras vezes em que nos prestou sua colaboração.

Aos amigos do curso de mestrado pela oportunidade de crescimento durante nosso convívio.

Aos funcionários da Biblioteca Central da ESAL, na pessoa do seu Chefe Dorval Botelho Santos.

LISTA DE FIGURAS

| Figura | | Página |
|--------|--|--------|
| 1 | Equações e curvas de regressão para textura em banana 'Prata', durante período de maturação, após armazenamento em embalagens de polietileno de diferentes espessuras; ESAL/DCA, Lavras - M.G., 1982 | 36 |
| 2 | Equações e curvas de regressão para relação polpa/casca em banana 'Prata', durante período de maturação, após armazenamento em embalagens de polietileno de diferentes espessuras; ESAL/DCA, Lavras - M. G., 1982 | 37 |
| 3 | Equações e curvas de regressão para sólidos solúveis totais em banana 'Prata', durante período de maturação, após armazenamento em embalagens de polietileno de diferentes espessuras; ESAL/DCA, Lavras - M.G., 1982 | 42 |

| | | |
|---|---|----|
| 4 | Equações e curvas de regressão para acidez total titulável em banana 'Prata', durante período de maturação, após armazenamento em embalagens de polietileno de diferentes espessuras; ESAL/DCA, Lavras - M.G., 1982 | 43 |
| 5 | Equações e curvas de regressão para glícides totais em banana 'Prata', durante período de maturação, após armazenamento em embalagens de polietileno de diferentes espessuras; ESAL/DCA, Lavras - M. G., 1982 | 48 |
| 6 | Equações e curvas de regressão para amido de banana 'Prata', durante período de maturação, após armazenamento em embalagens de polietileno de diferentes espessuras; ESAL/DCA, Lavras - M.G., 1982 | 51 |
| 7 | Médias das notas atribuídas na avaliação do sabor (Figura A) e a textura (Figura B) de banana 'Prata' através da escala descritiva hedônica, ESAL/DCA, Lavras - M.G., 1982 | 57 |

LISTA DE QUADROS

| Quadro | | Página |
|--------|---|--------|
| 1 | Médias do comprimento de banana 'Prata' em diversos estádios de maturação, ESAL/DCA, Lavras - M.G., 1982 | 30 |
| 2 | Diâmetros e pesos da banana 'Prata', durante o período de maturação após armazenamento em filmes de polietileno de diferentes espessuras. ESAL/DCA, Lavras - M.G., 1982 | 31 |
| 3 | Relações polpa/casca, textura e umidade da polpa de banana 'Prata' no período de maturação, após armazenamento em embalagens de polietileno em diferentes espessuras. ESAL/DCA, Lavras - M.G., 1982 | 34 |
| 4 | Teores médios de sólidos solúveis totais, acidez total titulável e relação SST/ATT de banana 'Prata' no período de maturação, após armazenamento em embalagens de polietileno de diferentes espessuras. ESAL/DCA, Lavras - M.G., 1982 | 41 |

| | | |
|---|--|----|
| 5 | Teores médios de açúcares redutores, não redutores e totais de banana 'Prata' durante período de maturação, após armazenamento em embalagens de polietileno de diferentes espessuras. ESAL/DCA, Lavras - M.G., 1982 | 46 |
| 6 | Teores médios de amido e CO ₂ em banana 'Prata' durante o período de maturação, após armazenamento em embalagens de polietileno de diferentes espessuras. ESAL/DCA, Lavras - M.G., 1982 | 50 |
| 7 | Teores médios de taninos nas formas díméricas e oligoméricas, em banana 'Prata' durante período de maturação, após armazenamento em embalagens de polietileno de diferentes espessuras. ESAL/DCA, Lavras - M.G., 1982 | 52 |
| 8 | Teores médios de taninos na forma polimérica e taninos totais em banana 'Prata' durante o período de maturação, após armazenamento em filmes de polietileno de diferentes espessuras. ESAL/DCA, Lavras - M.G., 1982 | 53 |
| 9 | Percentagem média de perdas por injúria (amadurecimento verde) e tempo necessário para amadurecimento normal de banana 'Prata' armazenada em embalagens de polietileno de diferentes espessuras e amadurecida em condições ambiente. ESAL/DCA, Lavras - M.G., 1982 | 58 |

S U M Á R I O

| | Página |
|--|--------|
| 1. INTRODUÇÃO | 1 |
| 2. REVISÃO DE LITERATURA | 4 |
| 2.1. Colheita e Transporte | 4 |
| 2.2. Amadurecimento e Qualidade do Fruto | 6 |
| 2.3. Armazenamento | 16 |
| 3. MATERIAL E MÉTODOS | 23 |
| 3.1. Aspectos Geográficos e Climáticos | 23 |
| 3.2. Colheita e Seleção | 23 |
| 3.3. Delineamento Experimental e Tratamentos | 24 |
| 3.4. Instalação e Montagem do Experimento | 24 |
| 3.5. Avaliações | 25 |
| 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO | 29 |
| 4.1. Avaliações Físicas | 29 |
| 4.2. Avaliações Físico-Químicas e Químicas | 38 |
| 4.3. Avaliação Sensorial | 54 |

1. INTRODUÇÃO

As bananas, são frutos da família Musaceae, gênero Musa. A série Eumusa é a mais largamente distribuída e corresponde as principais espécies comestíveis. Devido a sua extensa distribuição geográfica, uma mesma cultivar ou variedade pode apresentar diferentes designações.

O Brasil embora seja o principal produtor mundial de bananas com 448.096 toneladas, é apenas o 14º país exportador, FAO (22). O Estado da Bahia é o primeiro em produção, com 62.995 toneladas em 1982, sendo o Estado de Minas Gerais o quinto produtor com 32.680 toneladas (31).

Dentre as cultivares produzidas no país destaca-se a 'Prata', SGARBIERI (88) observa que é a de maior volume de produção.

Grandes segmentos populacionais têm na banana importante fonte de recursos, sendo, inclusive, para muitas regiões, a principal cultura geradora de divisas. Para alguns países da Amé-

rica Central, tornou-se o sustentáculo da exportação, principalmente "in natura". Existem, porém, numerosos produtos culinários ou industriais, tais como, flocos, purês, doce em massa, geléias, etc. É usada como fonte de calorías por populações de baixa renda quando consumida "in natura", sendo fruto de ótimas características organoléticas e de fácil digestibilidade.

A banana requer técnicas adequadas de armazenamento, amadurecimento e comercialização. Nestas fases são usadas as câmaras de climatização, necessárias para o controle do período de maturação SIMMONDS (90). As câmaras de climatização são de alto custo, geralmente inacessíveis ao pequeno e médio produtor. Com isso, criam-se condições desfavoráveis para o incremento, armazenamento e transporte da produção dos frutos.

Em face a estas questões, a atmosfera modificada surge como alternativa viável de baixo custo, podendo ser conseguida com o simples uso de filmes poliméricos. PANTASTICO (70), a considera altamente eficiente e versátil, no entanto, é necessário o aperfeiçoamento do método para sua utilização em condições ambiente.

Neste trabalho objetivou-se comparar o efeito da atmosfera modificada utilizando-se filmes de polietileno com diferentes espessuras (21, 43, 61 e 110 μ) como embalagem de bananas, visando prolongar o período de armazenamento dos frutos na fase do pré-climatério.

Dentro deste objetivo geral, podem ser observados os seguintes objetivos específicos:

- 1.1. Selecionar o filme que proporcione maior período de conservação no pré-climatério, sem alterar a qualidade do fruto maduro.
- 1.2. Verificar a qualidade dos frutos nas diferentes etapas da maturação (graus de cor de 1 a 7) após retirada das embalagens, através de análises físicas, físico-químicas, químicas e sensorial.
- 1.3. Testar a qualidade final do fruto maduro através de análise sensorial.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Colheita e Transporte

A cultura da bananeira tem caráter contínuo, não sazonal, nas regiões onde a pluviosidade é bem distribuída durante o ano. Este fato permite um sistema de exportação contínuo que favorece, inclusive, o transporte da região produtora ao mercado de consumo em intervalos regulares, o que possibilita um controle da maturação dos frutos dentro de espaço de tempo constante, MARRIOTT (53).

X Colheita e manuseio cuidadosos são procedimentos necessários para preservar a qualidade subsequente de frutos e vegetais. THOMPSON et alii (94), salientam que injúrias aparecerão posteriormente como manchas castanhas ou pretas tornando o produto pouco atraente, além de servirem como ponto de penetração de microorganismos com conseqüente deterioração do fruto. As injúrias fazem aumentar a respiração, diminuindo o tempo de armazenamento.

O ponto da colheita de bananas é caracterizado pela angulosidade das faces, limitadas pelas arestas do fruto "3/4 cheio" ou "gordo" cortado transversalmente, correspondendo a um diâmetro de 34 a 36 mm, GEIDA (61). Este ponto é decorrente de várias características, entre as quais um bom desenvolvimento do fruto, NEW (65), GREENE e KUHNE (24), LIU (43) e MARRIOTT e NEW (55). No caso das bananeiras gigantes, a colheita é empírica devido à localização dos cachos a vários metros do solo, CHAMPION (11). PÁDUA (69) e THOMPSON et alii (94), consideraram o problema, observando que a cultivar 'Prata' é de porte elevado, chegando a alcançar cinco metros do cacho ao solo, sendo, portanto, problemática a identificação do seu ponto de colheita.

O transporte de bananas, do produtor para as cooperativas ou entrepostos, comumente praticado nas regiões bananicultoras brasileiras, se resume na colocação dos cachos em sacos e no seu empilhamento em camionetes e similares. SILVIS et alii (89), constataram que os mesmos métodos são praticados no Sudão, onde ocorrem grandes danos mecânicos nos frutos devido ao manuseio e transporte de forma inadequada. Nas estradas brasileiras é comum a presença de caminhões transportadores de bananas, nos quais os frutos são colocados em caixas de madeira empilhadas. O contato dos frutos entre si e com as paredes das caixas não é evitado, o que provoca lesões, depreciando o produto. Este tipo de problema é encontrado em muitos países produtores. Para diferentes áreas de produção e mercado, o tempo de trânsito dos frutos varia entre 5 a 20 dias sob refrigeração e entre 2 a 7 dias em temperatura ambiente, MARRIOTT (53).

O transporte de bananas através de longas distâncias com o uso de embalagens de polietileno foi observado por SCOTT et alii (84), em trabalho realizado na Austrália, onde os percursos entre os centros produtores e consumidores variavam de 2.500 a 4.500 km, num período de 1 a 18 dias, sem refrigeração. Os frutos eram embalados em sacos lacrados de polietileno. Após o período de transporte, os frutos encontravam-se na mesma condição verde na qual foram embalados e a perda de peso e injúria mecânica haviam sido reduzidas pelo uso do saco de polietileno.

Visando evitar alta percentagem de perdas, também pode-se utilizar atmosfera controlada durante o transporte de bananas. DILLEY (15) verificou que o uso de atmosfera com 2% de O_2 a $13^{\circ}C$, propiciou uma vida de comercialização de 60 dias; o uso de baixa pressão (hipobárica), de 150 dias, enquanto que em atmosfera normal, foi de apenas 21 dias. Deve-se porém considerar que, o transporte com atmosfera controlada seria prático, porém, de alto custo.

2.2. Maturação e Qualidade do Fruto

A banana é um fruto de padrão respiratório climatérico, BIALE (4), LOESECKE (48) e PALMER (71), tendo o início de seu amadurecimento caracterizado por um aumento na taxa de etileno endógeno e conseqüente aumento na taxa de respiração, conduzindo o fruto às transformações químicas e bioquímicas próprias.

A respiração da banana no período pós-colheita a $20^{\circ}C$, apresenta valores de CO_2 abaixo de 20 mg/kg/h, atinge 125 mg no

pico climatérico e diminui para menos de 100 mg no decorrer do processo de amadurecimento; ocorrendo no espaço de 2 a 4 dias. As diversas cultivares podem apresentar variação de 8 a 50 mg no período pré-climatérico e de 60 a 250 mg $\text{CO}_2/\text{kg}/\text{h}$ no pico climatérico, o que equivale a um aumento de 4 a 10 vezes na taxa respiratória, PALMER (71). Bananas do grupo AAB, podem apresentar no climatérico, produção de CO_2 de 250 mg/kg/h, KARIKARI et alii (35).

BARKER e SOLOMOS (2) observaram que o aumento da taxa respiratória durante o climatérico era devido ao aumento da concentração de frutose-difosfato (cerca de 20 vezes) e estava associado ao aumento da liberação de CO_2 (da ordem de 4 a 5 vezes) durante o processo de amadurecimento.

São numerosas as transformações que ocorrem no fruto com o amadurecimento, notadamente mudanças na coloração da casca acompanhadas por amaciamento da polpa e aumento acentuado no sabor e odor, LOPES (49), MARRIOTT (53), CHAMPION (11) e MATOO et alii (57).

Além das transformações já citadas, quando se visa a qualidade do fruto, deve-se também considerar outros parâmetros físicos e químicos que, em conjunto, proporcionem as características próprias dos frutos da espécie, bem como de cada cultivar, ou mesmo de cada clone separadamente.

De um modo geral, as mudanças visíveis consideradas estão relacionadas ao peso, ao tamanho e ao diâmetro do fruto. Considera-se também a relação polpa/casca, uma vez que ela é mutável com o amadurecimento. A intensidade de cor da casca é indicativa do grau de maturação do fruto.

A qualidade de bananas pode ser prejudicada por diferentes fatores, entre os quais salientam-se o pequeno tamanho do fruto, danos mecânicos antes e após o amadurecimento, manchas de látex, podridão do engaço, cor amarela e maciez pouco intensas, MARRIOTT e PROCTOR (56).

A razão entre o peso e o comprimento da banana foi chamada por DEULLIN e MONNET (13) de índice de plenitude. Dessa forma, pode-se comparar as diferenças de plenitude entre os frutos de uma mesma penca, entre pencas diferentes e principalmente, determinar o grau de desenvolvimento de um grupo de frutos. A média do comprimento de banana "Prata" observada por SOUZA (91) e PÁDUA (69), foi respectivamente 12,71 e 11,33 cm, enquanto que o peso médio citado por SGARBIERI et alii (88) foi igual a 86,4 g. SIMMONDS (90), observou que a perda de peso do fruto ocasionada pela transpiração no período pós-colheita é responsável por sensível prejuízo econômico, sendo o fato comprovado por SCOTT (84), que observou em bananas armazenadas na atmosfera normal, perda entre 3,9 e 5,4%, enquanto que os frutos embalados em saco de polietileno apresentavam perda de peso menor que 0,1%.

CHAMPION (11) e SIMMONDS (90) tomam o diâmetro como índice de maturação. Assim, o fruto de diversos cultivares, com 36 mm de diâmetro é considerado 3/4 "gordo" e plenamente desenvolvido, apto à colheita e apresenta condições de um completo amadurecimento.

Durante a maturação, ocorre aumento da relação polpa/casca, (P/C), SIMMONDS (90) e LOESECKE (48). Este aumento é devido ao acréscimo no teor de água, resultante da quebra de carboidratos, PALMER (71) e LODH (47). Também ocorre passagem, por osmo

se, de água da casca para a polpa e transpiração da casca através dos estômatos. O movimento osmótico é responsável por grande parte do aumento da relação P/C. LOESECKE (48) cita valores de 1,3 a 1,4 para bananas verdes e maiores que 2,0 para frutos maduros.

O teor médio de umidade na polpa de banana "Prata" madura é de 74,9%, IBGE (32). O Instituto Nacional de Nutricion Venezuelano (33) cita valor de 63,8% para banana de cultivar não especificada.

A quantificação do estágio de maturação é possível considerando-se os diferentes graus de coloração da casca, tabelados por OCHSE (68), em escala de cores de 1 a 8. A escala está relacionada com as variações nos teores dos constituintes químicos. O processo de maturação provoca o aparecimento de cor amarela intensa na casca. LOESECKE (48) afirma que a cor amarela é devida à fração carotenóides totais que não sofre modificação durante o amadurecimento, ocorrendo nesta fase, decréscimo no nível de clorofila que, de 50 e 100 mg/g de matéria integral, decresce a zero no fruto maduro.

O amadurecimento de banana também é caracterizado pela mudança de textura da polpa, conduzindo a um amaciamento gradual, em decorrência não só da hidrólise de amido, como também, devido à solubilização dos constituintes pecticos, MATOO et alii (57). A textura depende da densidade do exocarpo do fruto, do conteúdo de sólidos totais e do conteúdo de amido, sendo ainda de influência a turgência, a coesividade, o tamanho e forma das células, PANTASTICO (70).

Os sólidos solúveis totais (SST) aumentam em decorrência da hidrólise da protopectina em pectina solúvel e da hidrólise do amido em glicose + frutose. A variação no teor de SST em bananas é da ordem de 0,92% no fruto verde para 22,3% no fruto maduro, SGARBIERI et alii (88).

LOESECKE (48) estudou a conversão do amido em açúcares na polpa da banana. No fruto verde, o amido compreende 85 a 95% da matéria seca da polpa, sendo degradado para teores de 5 a 15% na banana madura, enquanto o nível de açúcares solúveis se eleva para 70 a 80%. Os principais açúcares responsáveis pela doçura da banana são, glicose, frutose e sacarose, WHITTING (99). LODH e PANTASTICO (47) observam que o rápido aumento nos seus teores pode ser usado como um índice de maturação. MARRIOTT et alii (54), avaliaram as transformações do amido e açúcares durante a maturação de bananas e observaram que a concentração de açúcares nos frutos maduros permanece constante, mesmo que em senescência. SGARBIERI et alii (88), no entanto, observaram que em bananas 'Prata' muito maduras este valor era ligeiramente menor que nas maduras. Verificaram variação nos teores de açúcares totais de 0,18% para 13,50% em bananas 'Prata' verdes e parcialmente maduras, respectivamente, com decréscimo correspondente nos teores de amido de 25,92% para 1,50%.

A palatabilidade de bananas está relacionada com o teor de ácidos orgânicos presentes na polpa do fruto maduro. Estes ácidos podem ser quantificados através da acidez total titulável (AAT), representada pelos ácidos málico, cítrico e oxálico, PALMER (71). No climatério, ou logo após o seu início (pós-climaté-

rio), tem-se, segundo SGARBIERI (88), a maior concentração dos ácidos citados, diminuindo ligeiramente até o amadurecimento total. ULRICH (96) considera a acidez titulável como método importante na determinação do estágio de maturação ou indicativo do aroma e sabor do fruto. O aumento da acidez no início da maturação é dado pela excessiva biossíntese do ácido oxálico e nos estádios finais, predomina a biossíntese de ácido málico, WYMAN e PALMER (100). SGARBIERI e FIGUEIREDO (87) encontraram valor de ATT de bananas "Nanica" madura da ordem de 0,405% enquanto que SGARBIERI et alii (88) observaram valores para banana 'Prata' de 0,537%. PINTO (79), também trabalhando com banana 'Prata' observou valores de 0,166 a 0,446% para bananas verdes e maduras respectivamente.

WHITTING (99) observou que o aroma e o sabor são resultados do balanço entre açúcares e ácidos. Assim, a relação entre teor de SST e ATT pode ser considerada como parâmetro de avaliação da palatabilidade. Os valores para a relação são bastantes variáveis com a maturação da banana, aumentando de 13,5 para 51,8, SGARBIERI e FIGUEIREDO (87) e PINTO (79).

Outra mudança característica da maturação de bananas é a perda de adstringência da polpa. O principal substrato fenólico é a dopamina, ocorrendo ainda a presença de outros fenólicos, como serotonina e norepinefrina, que são também aminas fisiologicamente ativas, MARRIOTT (53). Os taninos diméricos são responsáveis pela sensação de adstringência, e estão presentes na banana verde, diminuindo para valores de 1/5 nas maduras. A casca contém 3 a 5 vezes mais taninos ativos que a polpa, os quais decrescem

rio), tem-se, segundo SGARBIERI (88), a maior concentração dos ácidos citados, diminuindo ligeiramente até o amadurecimento total. ULRICH (96) considera a acidez titulável como método importante na determinação do estágio de maturação ou indicativo do aroma e sabor do fruto. O aumento da acidez no início da maturação é dado pela excessiva biossíntese do ácido oxálico e nos estádios finais, predomina a biossíntese de ácido málico, WYMAN e PALMER (100). SGARBIERI e FIGUEIREDO (87) encontraram valor de ATT de bananas "Nanica" madura da ordem de 0,405% enquanto que SGARBIERI et alii (88) observaram valores para banana 'Prata' de 0,537%. PINTO (79), também trabalhando com banana 'Prata' observou valores de 0,166 a 0,446% para bananas verdes e maduras respectivamente.

WHITTING (99) observou que o aroma e o sabor são resultados do balanço entre açúcares e ácidos. Assim, a relação entre teor de SST e ATT pode ser considerada como parâmetro de avaliação da palatabilidade. Os valores para a relação são bastantes variáveis com a maturação da banana, aumentando de 13,5 para 51,8, SGARBIERI e FIGUEIREDO (87) e PINTO (79).

Outra mudança característica da maturação de bananas é a perda de adstringência da polpa. O principal substrato fenólico é a dopamina, ocorrendo ainda a presença de outros fenólicos, como serotonina e norepinefrina, que são também aminas fisiologicamente ativas, MARRIOTT (53). Os taninos diméricos são responsáveis pela sensação de adstringência, e estão presentes na banana verde, diminuindo para valores de 1/5 nas maduras. A casca contém 3 a 5 vezes mais taninos ativos que a polpa, os quais decrescem

durante a maturação, PALMER (71). Os taninos poliméricos são solúveis em água, sendo forma inativa não adstringente, ESKIN e HENDERSON (20). LAL (37), relata a alta concentração de compostos fenólicos na polpa de frutos jovens e salienta que a concentração nos frutos maduros chega a 1/10 dos valores iniciais.

* As transformações químicas e bioquímicas que ocorrem com o amadurecimento normal do fruto, são decorrentes da ação do etileno endógeno. Existem porém, trabalhos desenvolvidos utilizando a aplicação de etileno exógeno aos frutos imediatamente após e em diferentes períodos pós-colheita, demonstrando um comportamento variável de acordo com o estágio de maturação do fruto, temperatura utilizada no experimento, bem como, de acordo com o tempo e concentração de etileno utilizados, LIU (41, 42, 44, 45), PEACOCK (73). O efeito do etileno exógeno é crítico para entendimento do controle do climatério e para a tecnologia de armazenamento de grandes quantidades de banana, MARRIOTT (53).

WADE (98) estudou o efeito do ácido 2-cloroetil fosfônico (Ethephon) em bananas como fonte de etileno e o efeito da concentração de O_2 (3 a 21%) no climatério e no acúmulo de sólidos solúveis na polpa. Observou que a cor amarela da casca era retardada ou evitada em concentrações de O_2 menores ou iguais a 10% sob a ação de Ethephon, embora a polpa se apresentasse amadurecida. Se a concentração de O_2 estivesse em torno de 1% ou menos, a respiração, o teor de sólidos solúveis da polpa e a cor da casca não eram afetados pelo Ethephon, comprovando a inibição da baixa concentração de O_2 .

* O esclarecimento do mecanismo de ação do etileno, contribuiu para o controle da maturação e para o aumento da vida do fruto durante o armazenamento. MAPSON (52) em sua revisão sobre a biossíntese do etileno e a maturação de frutos, observou que a baixa pressão de O_2 suprimia o aumento normal da síntese de etileno que acompanha a maturação. BURG e BURG (7) postularam que o efeito do CO_2 inibia competitivamente a ação estimuladora do etileno. Pela aplicação destes dois princípios, pode-se compreender o mecanismo de ação da atmosfera controlada e/ou modificada sobre os frutos, uma vez que neste tipo de atmosfera, tem-se baixa pressão de O_2 e alta pressão de CO_2 .

Além do etileno, outros fatores podem alterar a duração do pré-climatério e do próprio climatério. Dependendo das condições utilizadas, tanto podem promover um aumento como uma redução nestes períodos, modificando a "vida de prateleira" e o tempo útil de armazenamento. Entre estes fatores são citados o grau de maturação do fruto, a umidade relativa, a temperatura, a ventilação, os danos mecânicos e a inoculação fúngica MARRIOTT (53).

MARRIOTT (53), relata que a cor amarela dos frutos, atinge grau máximo, em ambientes com alta umidade atmosférica e com temperatura acima de $24^{\circ}C$, embora com redução da vida de prateleira. A vida de prateleira máxima pode ser obtida com amadurecimento lento em temperaturas de 16 a $17^{\circ}C$, ainda que isto possa diminuir a intensidade da cor da casca. Salienta ainda que a maturação depende do limite de elevação da temperatura da polpa durante o pico climatérico, quando o calor produzido pelo fruto aumenta muitas vezes. A temperatura na qual o climatério é iniciado in-

fluencia, também, o amadurecimento. Mudanças tão pequenas quanto $0,5^{\circ}\text{C}$ têm efeito apreciável no tempo necessário para a sua consecução.

A infecção fúngica é conhecida causa de redução do climatério. PEACOCK (75), inoculando bananas com *Colletotrichum musae* observou redução da fase climatérica de 30 até 60% se a inoculação fosse ampliada. A redução era proporcional ao inóculo usado e mais evidente em frutos mais verdes, embora estes fossem menos sensíveis à infecção que os frutos maduros. Observou, ainda, que os frutos infectados produziam quantidades crescentes de etileno, o que colaborava para a redução do período.

Segundo LITTMANN (39), a perda de água dos frutos no armazenamento promove uma redução do período pré-climatérico de aproximadamente 30% com perda máxima de peso, ou seja, aproximadamente 1,2% por dia. Assim, há uma relação linear entre a taxa de perda de peso e o período pré-climatérico. O mesmo autor, em outro trabalho (40), encontrou aumento da taxa de produção de etileno em bananas sob "stress" de água.

MAXIE (58) e PEACOCK (76) observaram que injúrias mecânicas moderadas provocaram um decréscimo da ordem de 10% no período climatérico e na avolução do etileno. MARRIOTT (53) pondera que injúria mecânica moderada provoca limitação na aceitabilidade comercial das bananas, porém, provavelmente, não é o responsável por efeitos mais importantes durante o armazenamento comercial.

A exposição de bananas à luz artificial no pré-climatério promove a diminuição deste período. PEACOCK (74) em experimen

to no qual usou uma intensidade luminosa de aproximadamente 6% da intensidade dos raios solares, constatou que bananas colhidas recentemente e mantidas à luz artificial ou no escuro tinham uma vida verde média de 5,28 dias e 10,38 dias, respectivamente. Esse efeito tem significância comercial, em termos de manuseio e empacotamento dos frutos, sugerindo que a embalagem dos frutos em sistemas que retenham a luz pode aumentar o pré-climatério.

SIMMONDS (90) e SANTANA (82) afirmam que frutos em amadurecimento têm maior susceptibilidade à injúria pelo frio que frutos no pré-climatério. Os frutos submetidos a temperaturas na faixa de 10 a 14°C terão dificuldade de amadurecimento. A faixa de temperatura ideal de armazenamento geralmente citadas situa-se entre 12,5 e 21,5°C, PEACOCK e BLAKE (72), MARRIOTT e NEW (55), Stover citado por MARRIOTT (53), OLORUNDA et alii (67), PEACOCK e BLAKE (72), LOESECKE (48), HARD (27), JONES et alii (34). Abaixo desta faixa ocorre a injúria pelo frio, na qual observa-se uma discreta redução do período pré-climatérico. Altas temperaturas (42 a 48°C) suprimem parcialmente o pré-climatério, BLAKE e PEACOCK (5) e LIZANA (46).

Na verificação da qualidade dos frutos, além das avaliações físicas e químicas, é importante a realização da análise sensorial, através da qual o sabor, o odor e a textura dos alimentos podem ser quantificados LARMOND (38). Segundo CHAVES (12), o objetivo principal desta análise é fornecer informações sobre o efeito dos tratamentos experimentais da amostra apresentada a uma determinada população. As diferenças em uma resposta são medidas e analisadas por meio de métodos estatísticos, sendo que a seguran-

↑ CO_2
↓ O_2

ça da informação desejada dependerá da seleção do teste apropriado para o caso, da escolha apropriada do delineamento experimental e da correta análise dos dados. Os testes de preferência incluem a comparação pareada, a escala hedônica e a classificação das amostras, LARMOND (38).

2.3. Armazenamento

* Os processos de armazenamento obtiveram notável desenvolvimento com o uso da atmosfera controlada. PANTÁSTICO (70) a considera a principal inovação no armazenamento de frutos e vegetais, desde a introdução da refrigeração mecânica. Salienta, ainda, que se combinada com refrigeração, pode retardar a atividade respiratória e o amaciamento, bem como, pode modificar outros processos da maturação.

* Na atmosfera controlada, mantém-se uma composição de gases com mais CO₂ que em condições normais. Tecnicamente, deve haver adição ou remoção de gases; rotineiramente, o entanto, considera-se "atmosfera controlada", um aumento dos níveis de CO₂, N₂ e decréscimo de O₂, comparando-se com a atmosfera normal. Admite-se o termo "atmosfera modificada" para designar a atmosfera conseguida em embalagem hermeticamente fechada, sem controle específico das concentrações de gases. Estes termos podem ser intercambiáveis, segundo DO e SALUNKE (16). Diversos autores MUNOZ-DELGADO (63); MAC GLASSON e WILLS (50); "SANDY TROUT FOOD PRESERVATION LABORATORY" citado por MARRIOTT (53), têm trabalhado com diferentes condições de atmosfera controlada para retardar o avanço da matu-

ração de bananas. Utilizam concentrações de O_2 entre 1,5 e 3% e concentrações de CO_2 entre 5 a 10%.

Em estudo realizado para prolongar o período de armazenamento de bananas, MAPSON e ROBINSON (51) enfatizam a importância da tensão de O_2 na atmosfera de armazenamento, devendo o processo ser aplicado antes que o fruto inicie a síntese de etileno. Os autores demonstraram que é possível prevenir a síntese de etileno armazenando os frutos em atmosfera contendo não mais que 7,5% de O_2 em temperatura normal de maturação ($18^{\circ}C$). Sob tais condições, a tensão de O_2 (5,0 a 7,5%) mantém a taxa metabólica basal de respiração do fruto imaturo num nível suficiente para prevenir injúrias ou acúmulo de metabólitos que causariam sabor e odor indesejáveis. Ao mesmo tempo, esse tratamento permite o fruto amadurecer normalmente quando retornado ao ar, com boa qualidade comestível. Sob tais condições, os autores (51) armazenaram frutos por cerca de 30 dias, sem nenhum efeito deletério quando amadurecidos.

Para obtenção de atmosferas modificadas, o filme ideal para embalagem segundo HALL et alii (25), é o polietileno de baixa densidade. Dentre as qualidades enfatizadas, destacam-se sua resistência e seu baixo preço. O fluxo de gases através do filme de polietileno dependerá do grau de agregação do polímero, da cristalinidade, da umidade relativa, do espaço a ser percorrido pelas moléculas e do tamanho das mesmas.

Foi desenvolvido um modelo matemático, que simula as trocas gasosas de produtos frescos empacotados em filmes poliméricos. Baseia-se numa equação diferencial ordinária que presume que

o consumo de O_2 e a produção de CO_2 sejam influenciadas pela atmosfera circundante. Apresenta, no entanto, diferenças entre os produtos frescos, por supor que a sua taxa respiratória seja constante HAYAKAWA et alii (29).

* MENDES e ANJOS (59) propõem diferentes funções para as embalagens, tais como conter, proteger, transportar, vender, e educar. Os itens proteger e transportar, são os de maior interesse, onde tem sido testado o polietileno. Vários trabalhos têm sido desenvolvidos visando testar os filmes de polietileno como embalagem para bananas. O seu efeito em retardar o pré-climatério e a maturação subsequente tem sido avaliado com uso de sacos perfurados ou selados, com ou sem o uso de absorventes de CO_2 e de etileno, bem como com ou sem controle de temperatura durante o experimento e/ou após a retirada dos frutos dos envólucros. O tempo de armazenamento é sempre muito variável, de acordo com as condições utilizadas.

THOMPSON et alii (93) armazenaram frutos por 30,3 dias em sacos de polietileno lacrados, em condições ambiente enquanto que os frutos do tratamento controle foram armazenados por um período de apenas 14,6 dias. Evidenciando-se o efeito da atmosfera modificada no armazenamento.

Após exposição de bananas por 24 horas em atmosfera contendo etileno (1.000 ppm), DAUN et alii (14) acondicionaram os frutos em sacos de polietileno com diferentes permeabilidades ao O_2 e CO_2 , armazenando-os a $15^\circ C$ ou $22^\circ C$. O polietileno de maior permeabilidade proporcionou um tempo de armazenamento de 33 dias em

temperatura de 15°C , e os frutos apresentaram excelente qualidade comestível.

* Bananas acondicionadas em sacos de polietileno selados contendo permanganato de potássio (como absorvente de etileno) e hidróxido de cálcio (como absorvente de CO_2), apresentaram bons resultados quanto à firmeza da polpa, até aos 29 dias de armazenamento. O transporte de bananas acondicionadas em sacos de polietileno contendo hidróxido de cálcio, também propiciou 18 dias de pré-climatério, SCOTT et alii (84 e 86).

SCOTT (85) testou a ação de sacos de polietileno selados em cachos de bananas durante o crescimento, para retardar o amadurecimento. Observou que estes necessitavam de 20 a 31 dias a mais que os cachos controle para amadurecer. A adição de permanganato de potássio (KMnO_4) não afetou o tempo necessário para o completo amadurecimento dos frutos.

Armazenando bananas em temperatura ambiente ($23 - 27^{\circ}\text{C}$) acondicionadas em sacos de polietileno lacrados de 0,04 mm de espessura com e sem absorvente de etileno, OLORUNDA (66) conseguiu um máximo de conservação de 18 dias para os frutos ensacados sem absorvente de etileno, enquanto os buquês controle armazenados em atmosfera normal, atingiam o mesmo grau de maturação em 4,33 dias.

HARDEMBURG (28) considera que, usualmente, os filmes de polietileno são muito mais permeáveis ao CO_2 que ao O_2 e que, por conseguinte, o acúmulo de CO_2 é menor que a taxa de depressão de O_2 correspondente. Salienta ainda que temperaturas diferentes modificam rápida e drasticamente as atmosferas dos sacos de polieti

leno selados que contenham produtos com alta taxa de respiração. Feijões verdes, por exemplo, armazenados por 3 dias a $21,1^{\circ}\text{C}$ produziram mais de 20% de CO_2 , enquanto que a 10°C a produção foi de apenas 13% de CO_2 .

Quando o armazenamento de bananas foi realizado por longos períodos em sacos de polietileno, SCOTT et alii (86), constataram a ocorrência do chamado "amadurecimento verde", caracterizado por amolecimento da polpa em consequência da hidrólise do amido sem, no entanto, haver quebra da clorofila da casca. Desta forma, os frutos apresentavam polpa com qualidade comestível, porém, com casca de coloração verde. Os autores o atribuíram a elevada concentração de etileno na atmosfera da embalagem. Os frutos que estavam firmes, amadureciam normalmente quando eram retirados da embalagem de polietileno.

Estudando os efeitos da injeção de etileno em sacos de polietileno selado, FUCKS e TEMKIN-GORODEISK (23) e PURVIS e BARMORE (80) verificaram que o "amadurecimento verde" podia ser induzido, ocorrendo quebra do amido em açúcares e amolecimento da polpa com ativação da pectina-metil-esterase (PME), sem mudança da cor verde na casca. WADE (98) armazenou bananas em condições com reduzida concentração de O_2 , observando ser este, o fator responsável pelo "amadurecimento verde" dos frutos.

O tempo de armazenamento pode ser modificado, dentre outros fatores, pelo ataque fúngico, segundo SIMMONDS (90). BURDEN (6) propõe a imersão das bananas em solução de Benomyl de 100 a 1.000 ppm, por 1 minuto, antes da embalagem como procedimento eficaz para o controle fúngico. LOESECKE (48), preconiza o uso de u-

midade relativa na atmosfera de armazenamento entre 90 a 95% e 70 a 85% respectivamente, para os estádios inicial e final da maturação, para evitar o crescimento de fungos.

Dentre os fungos que atacam as bananas o GLOEOSPORIUM MUSARUM é responsável por extensas perdas, principalmente no período pós-colheita, SIMMONDS (90), KIMATI e GALLI (36), SCOTT e ROBERTS (83), PHILLIPS (77), SILVIS (89) e CHAMPION (11). Sérias perdas no período pós-colheita são provocadas ainda pelo ataque fúngico causado pelos gêneros THIELAVIOPSIS, BOTRYODIPLODIA, GLEOSPORIUM e NIGROSPORA. Eles existem nas áreas de desenvolvimento de bananas e penetram no tecido do fruto ainda verde pelos cortes e feridas superficiais. Estes organismos nos frutos verdes, têm seu desenvolvimento inibido presumivelmente pelos compostos fenólicos. Ao se iniciar o climatério, multiplicam-se rapidamente, causando amolecimento da casca e/ou polpa, PALMER (71).

PEACOCK (75) estudando a infecção por *Colletotrichum musae* observou que este patógeno reduz o pré-climatério, através de ataque no talo dos frutos.

As defesas naturais da banana às infecções fúngicas, tem sido estudadas. MULVENA et alii (62) identificou, em frutos verdes, o 3,4-dihidrôxibenzaldeído. Verificou, no entanto, que este fungostático, perdia sua atividade com o amadurecimento do fruto. ECKERT e RATNAYAKE (18), referem-se a estes inibidores como "fitoalexinas" e os divide em dois grupos: a) compostos já existentes e b) inibidores sintetizados em resposta a uma infecção.

Harder et alii e Swinburne citados por ECKERT e RATNAYAKE (18) observaram que o desenvolvimento de um patógeno na super-

fície de um hospedeiro pode ser influenciado por substâncias do interior do fruto. Assim foi observado que o ácido antranílico é metabolizado a ácido 2,3-diidroxibenzoico pelo *Coletotrichum musae*, sendo que este composto estimula a formação do patógeno. São citados ainda, BROWN & BARMORE que observaram que o tratamento de tangerina com etileno estimula o aparecimento da infecção por COLLETOTRICHUM.

São inúmeras as interações hospedeiro-patógenos que podem ser criadas, favorecendo o aparecimento de infecção fúngica, sendo que as condições de armazenamento usadas podem levar a alterações nas respostas esperadas, ECKERT e RATNAYAKE (18).

De acordo com os pontos abordados, evidencia-se a necessidade de estudos complementares que possibilitem uma maior eficiência na utilização da técnica de embalagem e armazenamento de bananas, utilizando-se filmes de polietileno. Está comprovada a eficiência do processo em prolongar o pré-climatério dos frutos por períodos variados, de acordo com as condições experimentais utilizadas, havendo, porém, diferentes variáveis que influenciam o processo, ainda carentes de otimização.

fície de um hospedeiro pode ser influenciado por substâncias do interior do fruto. Assim foi observado que o ácido antranílico é metabolizado a ácido 2,3-diidroxibenzoico pelo *Coletotrichum musae*, sendo que este composto estimula a formação do patógeno. São citados ainda, BROWN & BARMORE que observaram que o tratamento de tangerina com etileno estimula o aparecimento da infecção por COLLETOTRICHUM.

São inúmeras as interações hospedeiro-patógenos que podem ser criadas, favorecendo o aparecimento de infecção fúngica, sendo que as condições de armazenamento usadas podem levar a alterações nas respostas esperadas, ECKERT e RATNAYAKE (18).

De acordo com os pontos abordados, evidencia-se a necessidade de estudos complementares que possibilitem uma maior eficiência na utilização da técnica de embalagem e armazenamento de bananas, utilizando-se filmes de polietileno. Está comprovada a eficiência do processo em prolongar o pré-climatério dos frutos por períodos variados, de acordo com as condições experimentais utilizadas, havendo, porém, diferentes variáveis que influenciam o processo, ainda carentes de otimização.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Aspectos Geográfico e Climático

Foram utilizadas bananas do município de Jesuânia, adquiridas na Fazenda "Bananal", região Sul de Minas Gerais, situada a 871 m de altitude nas coordenadas $22^{\circ}00'30''$ de latitude sul e $45^{\circ}18'12''$ de longitude W.Gr. (19).

3.2. Colheita e Seleção do Material

Foram colhidos 60 cachos de banana pertencente a série *Musa* (grupo AAB) 'Prata', cada um apresentando 8 a 10 pencas, transportados no mesmo dia para o Departamento de Ciência dos Alimentos - ESAL. Após o despencamento, foram separadas as 2.^a e 3.^a pencas para utilização no experimento, a fim de se obter maior uniformidade da amostra. Essas pencas são as que apresentam menor intervalo de formação, GEIDA (61). As pencas foram desfeitas em buquês de 5 frutos, com diâmetro variando entre 34-36 mm (3/4 gordo).

2
15
15
145
15
120

45/5
53
1-25
2-25
15
55
55
110

3.3. Delineamento Experimental e Tratamentos

O delineamento foi inteiramente casualizado. Foram realizados 5 tratamentos com 3 repetições. Cada parcela constou de 15 buquês com o total de 45 buquês para cada tratamento. Utilizou-se um total de 1.125 frutos no experimento.

Os buquês foram lavados em água corrente e imersos em solução de Benomyl a 400 p.p.m. durante um minuto, conforme recomendação de BURDEN (6) e ECKERT (17).

Os tratamentos foram caracterizados pela embalagem dos buquês em filmes de polietileno de baixa densidade com diferentes espessuras (21, 43, 61 e 110 μ). Utilizaram-se sacos de polietileno fabricados pela Poliolefinas S.A., (São Paulo - S.P.), cedidos pela Plasminas Ltda (Varginha - M.G.). Como tratamento padrão, utilizou-se buquês não ensacados.

Após colocação de um buquê em cada saco de polietileno, estes foram hermeticamente lacrados em máquina de selagem a quente e testados quanto a possibilidade de entrada de ar. As embalagens mediam aproximadamente 30 x 25 cm.

3.4. Instalações e Montagem do Experimento

Os sacos de polietileno foram armazenados aleatoriamente em prateleiras em sala do DCA/ESAL com aproximadamente 13 m², com arejamento que possibilitava troca de gases no seu interior, porém, sem incidência de raios solares.

Monitoraram-se a temperatura e umidade relativa diariamente, durante todo o período experimental, sendo os valores variáveis entre 15 a 22°C e 66 a 86% respectivamente.

A abertura das embalagens de polietileno ocorreu tendo como critério o início do aparecimento de injúria fisiológica; (perda de firmeza da polpa em algumas parcelas - amadurecimento verde).

As determinações físicas eram realizadas nos frutos de cada buquê, quando os mesmos atingiam diferentes graus de maturação, convencionados pelos graus de cor da casca conforme Tabela da Fruit Dispatch Co, apresentada por OCHSE (68). O início das análises ocorreu no grau de cor 1 e o final quando os frutos atingiam o grau de cor 7.

As análises físicas foram realizadas individualmente em todos os frutos dos "buquês" de todos os tratamentos, após serem destacados a 1 cm da almofada. As análises químicas eram realizadas após maceração e homogeneização das polpas dos 5 frutos de cada buquê.

Foi realizado o teste sensorial de comparação pareada, com o uso da Escala Hedônica para cada tratamento, utilizando frutos maduros (grau de cor 7).

3.5. Avaliações

- Comprimento do fruto (cm):

Determinado individualmente no fruto cortado a 1 cm da

almofada, considerando-se a maior curvatura do mesmo, computando-se a média dos 5 frutos de cada buquê.

- Diâmetro do fruto (cm):

Foi determinado individualmente, na maior secção transversal do fruto, computando-se a média dos 5 frutos de cada buquê.

- Peso do fruto (g):

Determinado por gravimetria com auxílio de balança semi-analítica. Após pesagem do fruto integral os frutos eram descascados e pesados, separadamente, polpa e casca, computando-se a média de 5 frutos por buquê.

- Relação polpa/casca (P/C):

Obtida pela relação entre o peso da polpa e o peso da casca, segundo PANTÁSTICO (70).

- Textura ($1b/pol^2$):

Foi determinada individualmente na polpa do fruto cortado transversalmente com auxílio de penetrômetro Magness Taylor, com "Pluger" de 5/16 polegadas.

- Injúria (amadurecimento verde):

Perda de firmeza da polpa com manutenção da cor verde da casca.

- Umidade (%):

Determinada por método gravimétrico, com auxílio de estufa com circulação de ar regulada a 60°C.

- Sólidos solúveis totais (SST):

Determinados em refratômetro Abbé, conforme recomendações da A.O.A.C. (1).

- Acidez total titulável (ATT):

Utilizou-se a técnica preconizada pelo Instituto Adolfo Lutz (30) através de titulação com NaOH 0,1 N. Os resultados foram expressos pela percentagem de ácido málico.

- Taninos (mg/100 g):

Utilizou-se, na extração, o método de SWAIN e HILLS (92) e, no doseamento, o método de FOLLIN-DENIS, recomendado pela A.O.A.C. (1).

- Açúcares (%):

Foram dosados os glicídios redutores e não redutores após hidrólise química, pelo método de SOMOGYI, adaptado por NELSON (64).

- Amido:

Após extração e hidrólise química, fez-se a determinação pelo método de SOMOGYI, adaptado por NELSON (64).

- Dióxido de carbono:

Foi avaliado nos buquês por meio de titulação com HCl 0,1 N após captação em solução de Ba(OH)₂ 0,1 N, conforme THOMAS, DHAKAR e SREENIVASAN (95), expressando-se os resultados em mgCO₂/kg/h.

- Ataque Fúngico:

Foram identificados os fungos que infectaram as amostras no período do experimento, com o auxílio de lupa "Olympus" e microscópio.

- Análise Estatística:

A análise de variância foi realizada em todos os parâmetros obtidos. Para algumas análises físico-químicas e químicas, determinaram-se também as equações e curvas de regressão para cada tratamento e estimaram-se os respectivos coeficientes de correlação preconizados por PIMENTEL GOMES (78).

Para os testes sensoriais foi aplicado o teste não-paramétrico χ^2 de FRIEDMAN (78).

- Avaliação Sensorial:

Usou-se o método da comparação pareada, e o teste descritivo hedônico, proposto por CHAVES (12) e LARMOND (38), para sabor e textura. Foram utilizados 10 provadores não treinados e os frutos testados encontravam-se maduros.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Avaliações Físicas

Comprimento:

A análise de variância dos dados obtidos demonstrou boa uniformidade no comprimento dos frutos utilizados nos diversos tratamentos. No Quadro 1 encontram-se os valores médios do comprimento dos frutos de cada tratamento.

O comprimento médio dos frutos da bananeira 'Prata' observado por SOUZA (91) e PÁDUA (69) é respectivamente 12,71 e 11,33 cm. A média geral observada nos tratamentos deste experimento foi de 12,64 cm, demonstrando que os frutos utilizados encontravam-se com características morfológicas próprias para colheita.

QUADRO 1 - Médias do comprimento de banana 'Prata' utilizadas no experimento, DCA/ESAL, Lavras - M.G., 1982¹.

| Embalagem (Espessura) | Comprimento (cm) |
|--------------------------|---------------------|
| 21 μ | 12,71 ^a |
| 43 μ | 12,85 ^a |
| 61 μ | 12,80 ^a |
| 110 μ | 11,83 ^a |
| Padrão | 13,04 ^a |

C.V. = 5,9%

¹ Médias de 225 bananas por tratamento.

Médias com letras iguais não diferem entre si a nível de 5% (teste de Tukey).

Diâmetro e Peso:

Os diâmetros e pesos observados nos diferentes tratamentos para os frutos no grau de cor 7, não apresentaram diferenças significativas. Os valores médios dos resultados obtidos encontram-se no Quadro 2, onde observa-se a interação entre embalagens e graus de cor da casca.

O diâmetro das bananas é normalmente tomado como índice de colheita. CHAMPION (11) o considera como importante fator para se determinar o grau de desenvolvimento do fruto e quando encontra-se no limite de 36 mm, corresponde ao fruto no estágio 3/4 "gordo", adequado para colheita.

QUADRO 2 - Diâmetros e pesos da banana 'Prata', durante o período de maturação após armazenamento em filmes de polietileno de diferentes espessuras. ESAL/DCA, Lavras - M.G., 1982¹.

| Embalagem (Espessura) | GRAUS DE COR DA CASCA | | | | | | |
|--------------------------|-----------------------|---------|----------|---------|----------|---------|--------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| DIÂMETRO (cm)* | | | | | | | |
| 21 µ | 36.33ab | 37.00ab | 36.80 b | 39.73a | 38.87a | 36.93ab | 36.40a |
| 43 µ | 39.07a | 38.60a | 39.87a | 38.00ab | 38.13a | 38.53a | 36.33a |
| 61 µ | 39.20a | 38.40a | 37.50abc | 37.87ab | 36.80ab | 37.60a | 33.80a |
| 110 µ | 37.13a | 34.80 b | 35.60 b | 36.27ab | 33.47 b | 34.20 b | 34.47a |
| Padrão | 37.00a | 36.53ab | 38.73ab | 35.80 b | 34.53 b | 37.60a | 34.13a |
| Médias | 37.75 | 37.07 | 37.70 | 37.53 | 36.36 | 36.97 | 35.03 |
| PESO (g)** | | | | | | | |
| 21 µ | 79.45 b | 89.23a | 92.60a | 86.14a | 92.13ab | 91.07ab | 86.40a |
| 43 µ | 97.41a | 92.18a | 100.64a | 97.57a | 95.47ab | 99.99a | 83.89a |
| 61 µ | 90.82ab | 95.79a | 92.42a | 94.36a | 85.32 bc | 100.46a | 83.47a |
| 110 µ | 84.14ab | 88.28a | 71.30 b | 83.76a | 73.62 c | 78.09 b | 74.26a |
| Padrão | 87.89ab | 93.54a | 87.54ab | 87.98a | 103.39a | 96.98a | 80.41a |
| Médias | 87.94 | 91.80 | 88.90 | 89.96 | 89.99 | 93.32 | 81.69 |
| C.V. = *4,0 e **8,1% | | | | | | | |

¹ Médias de 225 bananas por tratamento.

Médias com letras iguais não diferem entre si a nível de 5% (Teste de Tukey).

SOUZA (91) e PÁDUA (96) observaram diâmetros médios de 35,4 e 32,6 mm respectivamente. O diâmetro médio dos frutos ensaiados (graus de cor 1 a 7) foi de 36,91 mm, estando, portanto, dentro dos valores indicados por CHAMPION (11) para frutos plenamente desenvolvidos.

As médias de peso dos frutos no decorrer do período experimental foi variável entre 71 e 100 g, sendo que a faixa de valores observada por SGARBIERI (88) é de 81,00 a 95,0 g.

O comprimento médio dos frutos utilizados no experimento foi de 12 cm. PÁDUA (69), em caracterização da banana 'Prata' originária da mesma região, observou 11,5 cm como média de frutos colhidos em diferentes épocas.

Relação Polpa/Casca (P/C), Textura e Umidade:

O aumento da relação P/C foi considerado por SIMMONDS (90), LOESECKE (48) como um índice de maturação, crescendo durante todas as fases da maturação.

Na interação entre embalagem/graus de cor para a relação polpa/casca, verificou-se, no geral, boa uniformidade nos valores, com aumento constante na relação durante o amadurecimento dos frutos em todos os tratamentos (Quadro 3).

Ocorreu uma variação significativa na relação apenas para os frutos no grau de cor 7, entre os dois primeiros tratamentos (21 e 43 μ) e os três últimos (63 μ , 110 μ e padrão).

SGARBIERI (88) e PINTO (79) observaram relação P/C para banana 'Prata' verde variando respectivamente entre 1,17 e 1,59 e

entre 2,55 e 2,71 para banana 'Prata' madura. Os valores obtidos nos diferentes tratamentos estão compreendidos na faixa de 1,2 e 2,4, portanto, próximos dos valores citados.

Na Figura 2 encontram-se as equações de regressão para a relação P/C, onde pode-se observar o comportamento dos frutos submetidos aos diferentes tratamentos. Tanto para os tratamentos quanto para o padrão, observou-se a mesma tendência crescente com o avanço da maturação, similar ao citado na literatura. A variação verificada entre os dois primeiros tratamentos e os demais a partir do grau de cor 5, foi provavelmente devida, a maturação mais rápida dos frutos destes dois tratamentos após retirados das embalagens, havendo em decorrência, perda menos intensa de água por evaporação, o que significa um maior peso da casca dos frutos.

Com relação à textura (Quadro 3) ocorreu uma diminuição acentuada na firmeza dos frutos entre os graus de cor 1 e 2 da casca. Os valores foram semelhantes entre os tratamentos e entre estes e o padrão, bem como, foram pouco variáveis com o avanço da maturação até o grau de cor 6 da casca.

Segundo PANTÁSTICO (70), o amido é responsável por valores altos da textura em bananas. Exatamente entre os graus de cor da casca 1 e 2, pode-se observar, também, aumento dos sólidos solúveis totais (Quadro 4), derivados da hidrólise do amido, evidenciada na diminuição da firmeza dos frutos.

Na Figura 1 estão representados as equações e curvas de

regressão para a textura. Observa-se que o comportamento dos tra-

QUADRO 3 - Relações polpa/casca, textura e umidade da polpa de banana 'Prata' no período de maturação, após armazenamento em embalagens de polietileno em diferentes espessuras. ESAL/DCA, Lavras - M.G., 1982¹.

| Embalagem (Espessura) | GRAUS DE COR DA CASCA | | | | | | |
|-----------------------------------|-----------------------|---------|----------|--------|--------|--------|---------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| RELAÇÃO POLPA/CASCA* | | | | | | | |
| 21 μ | 1,1 b | 1,4 a | 1,8 a | 1,2 a | 1,4 b | 1,8 ab | 2,1 b |
| 43 μ | 1,1 b | 1,4 a | 1,4 ab | 1,4 a | 1,7 ab | 1,5 b | 2,1 b |
| 61 μ | 1,3 ab | 1,3 a | 1,3 b | 1,5 a | 1,7 ab | 1,8 ab | 2,6 a |
| 110 μ | 1,1 b | 1,5 a | 1,4 ab | 1,5 a | 1,9 a | 2,0 a | 2,6 a |
| Padrão | 1,6 a | 1,6 a | 1,5 ab | 1,4 a | 2,6 ab | 1,8 ab | 2,6 a |
| TEXTURA (lb/pol ²)** | | | | | | | |
| 21 μ | 12,4 a | 1,7 bc | 1,4 b | 1,9 a | 1,0 a | 1,2 a | 2,1 a |
| 43 μ | 10,4 b | 1,1 c | 1,6 ab | 2,0 a | 1,2 a | 1,2 a | 0,9 ab |
| 61 μ | 11,1 ab | 3,2 a | 1,4 b | 1,3 a | 1,2 a | 1,2 a | 1,8 ab |
| 110 μ | 12,0 a | 2,7 ab | 1,8 a | 1,2 a | 1,1 a | 1,0 a | 0,7 b |
| Padrão | 12,4 a | 2,7 ab | 2,8 a | 1,8 a | 2,0 a | 1,0 a | 1,2 ab |
| Médias | 11,7 | 2,3 | 1,8 | 1,6 | 1,3 | 1,3 | 1,3 |
| UMIDADE (%)*** | | | | | | | |
| 21 μ | 66,35a | 67,89ab | 68,75a | 66,04a | 67,11a | 68,84a | 68,35 b |
| 43 μ | 67,14a | 69,15a | 68,25ab | 65,99a | 67,03a | 66,23a | 69,37 b |
| 61 μ | 64,94a | 65,59 b | 65,45 bc | 66,44a | 67,32a | 66,98a | 69,14 b |
| 110 μ | 64,61a | 65,92 b | 65,06 c | 66,43a | 65,62a | 67,34a | 76,73a* |
| Padrão | 65,08a | 66,08ab | 65,47 bc | 65,74a | 65,73a | 66,51a | 68,17 b |
| Médias | 65,65 | 66,92 | 66,60 | 66,13 | 66,56 | 66,98 | 70,36 |
| C.V. % = *12,01; **18,39; ***2,02 | | | | | | | |

¹ Média de 225 bananas por tratamento.

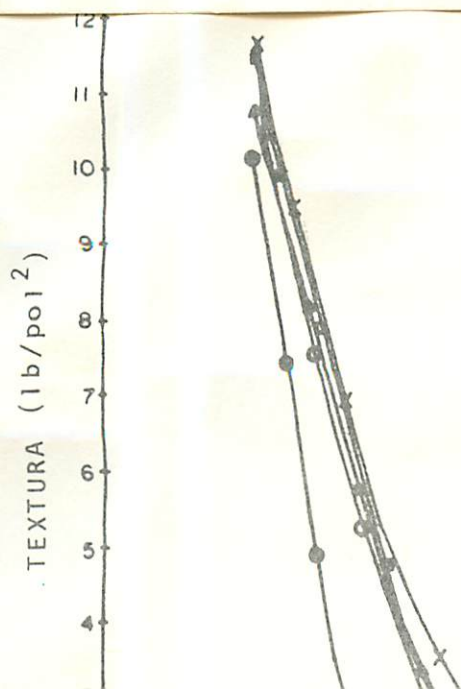
Médias com letras iguais não diferem entre si a nível de 5% (Teste de Tukey).

tamentos e do padrão têm a mesma tendência decrescente. Não foram encontrados dados na literatura consultada para comparação dos resultados.

Quanto a umidade da polpa (Quadro 3), pode ser observado que os tratamentos e padrão apresentaram o mesmo comportamento, sendo que ocorreu uma tendência de aumento durante os diversos estádios de maturação. Isto é provavelmente devido, a passagem de água da casca para a polpa, bem como da água formada como resultado da hidrólise do amido, PANTASTICO (70).

A umidade dos tratamentos entre si e entre eles e o padrão apresentou pequenas variações no decorrer da maturação. O tratamento utilizando filme de polietileno mais espesso (110μ) teve no grau de cor 7, valor significativamente superior aos demais.

Como já referenciado, a umidade citada na literatura para banana em grau de comercialização é de 74,9% (32) e 63,8% (33), os valores observados encontram-se próximos desses teores.



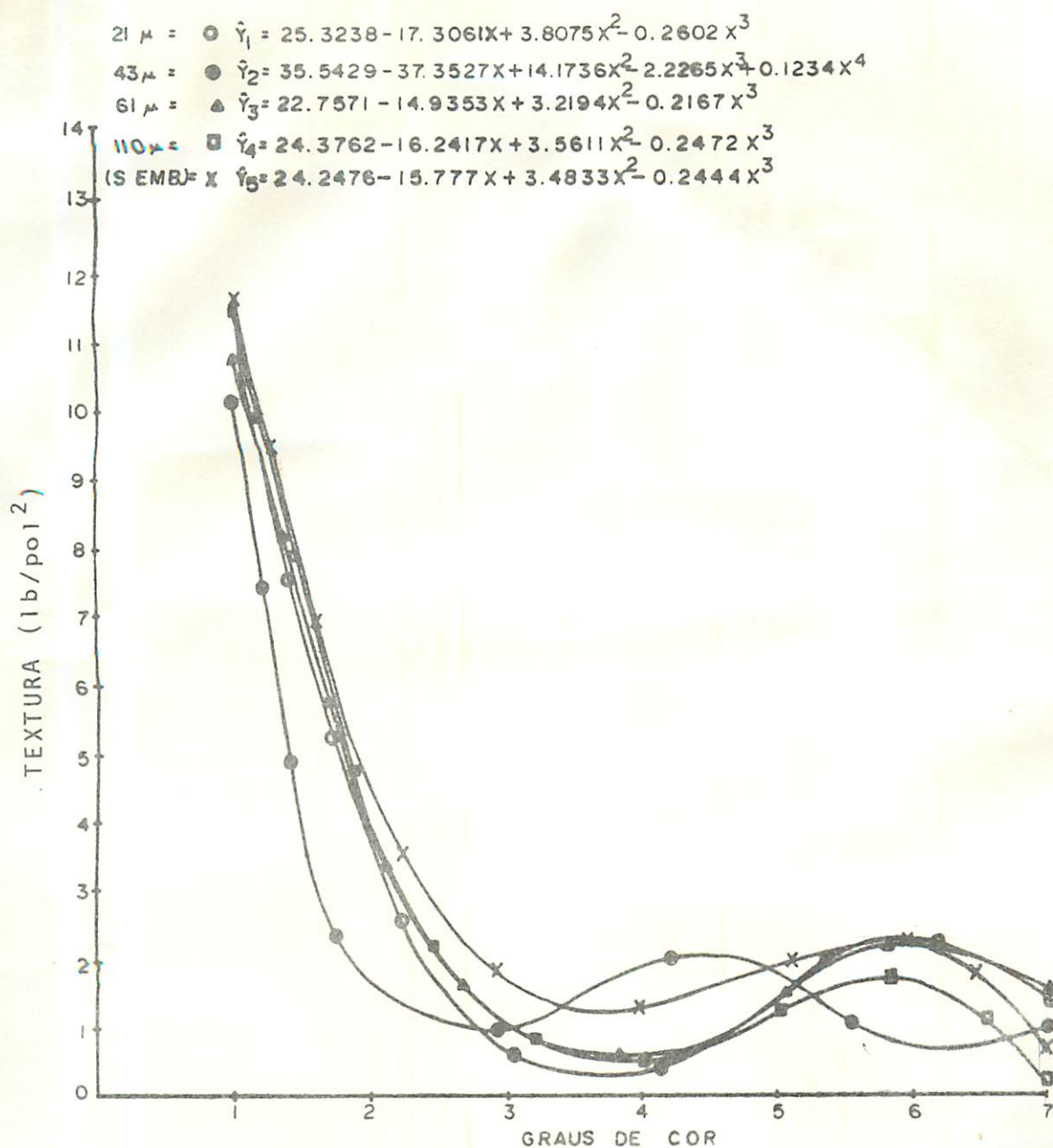


FIGURA 1 - Equações e curvas de regressão para textu-
 ra em banana 'Prata', durante período de
 maturação, após armazenamento em embala-
 gens de polietileno de diferentes espes-
 suras; ESAL/DCA, Lavras - M.G., 1982.

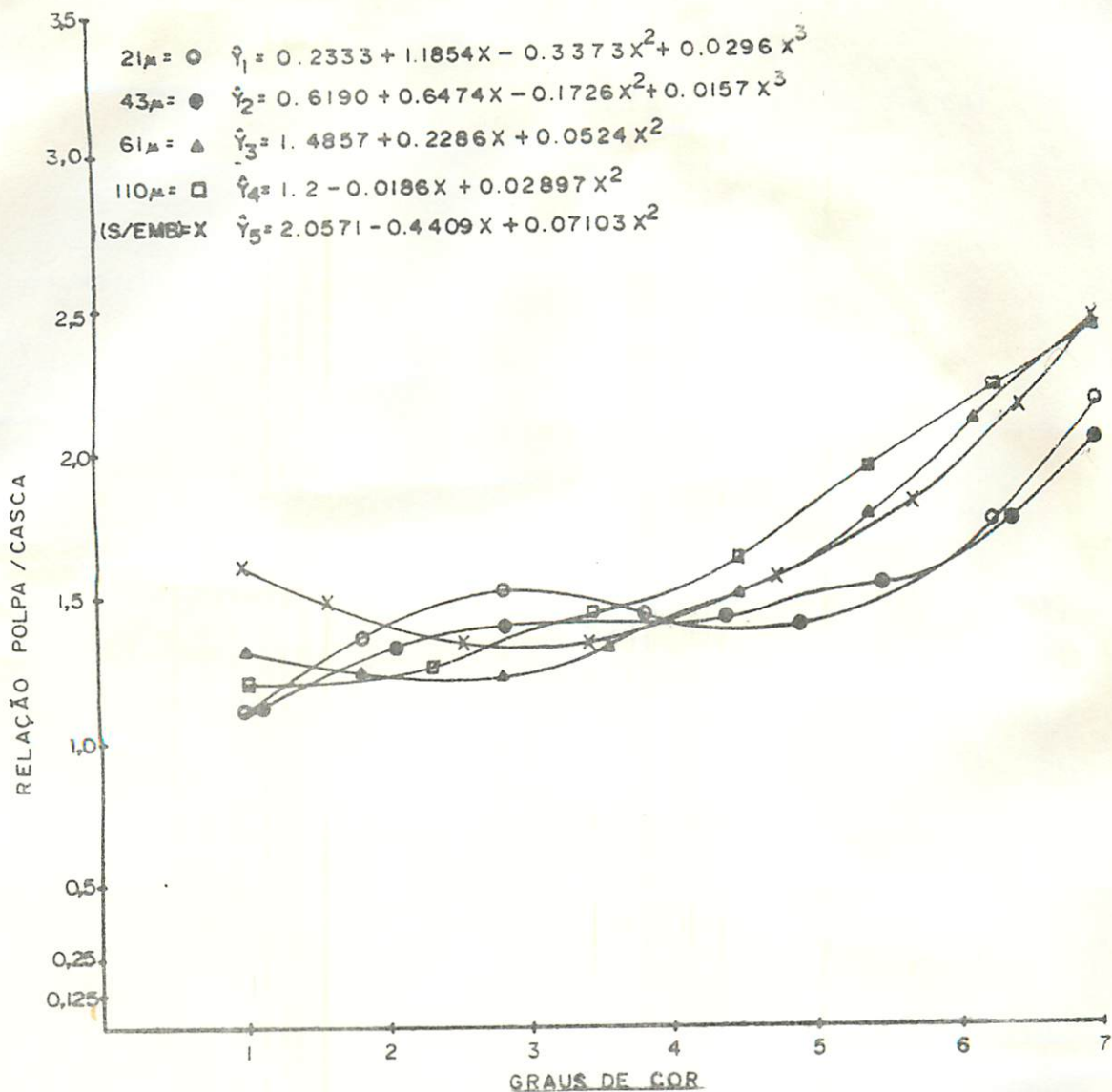


FIGURA 2 - Equações e curvas de regressão para relação polpa/casca em banana 'Prata', durante período de maturação, após armazenamento em embalagens de polietileno de diferentes espessuras; ESAL/DCA, Lavras - M.G., 1982.

4.2. Determinações Físico-Químicas e Químicas

Sólidos Solúveis Totais (SST), Acidez Total Titulável (ATT) e Relação SST/ATT:

No Quadro 4 encontram-se os teores médios SST, ATT e relação SST/ATT dos frutos dos diversos tratamentos, nos diferentes graus de cor da casca.

Com exceção do tratamento padrão, cujo aumento foi gradual, observou-se nos demais um aumento brusco significativo dos SST nos frutos do grau 1 para o grau de cor 2. Na Figura 3, encontram-se as curvas e equações de regressão para este parâmetro nos diferentes tratamentos, durante a maturação dos frutos. Nota-se que a quebra do amido em açúcares solúveis (Quadro 5), ocorreu no mesmo intervalo (grau de cor 1 para 2), do rápido aumento dos SST. SGARBIERI & FIGUEIREDO (87) mencionam a interação entre os dois parâmetros.

A retirada dos frutos das condições de atmosfera modificada para a atmosfera ambiente, provavelmente, foi o fator determinante do rápido aumento de SST verificado. Os diversos tratamentos como pode ser observado pelas curvas de regressão, tiveram comportamento semelhante, enquanto que o padrão experimentou um crescimento mais gradual, chegando a valores discretamente mais elevados no final da maturação (grau de cor 7).

Os frutos procedentes da embalagem mais espessa (110μ), apresentaram um aumento no teor de SST mais intenso, sendo os valores atingidos no grau de cor 3 da casca semelhantes aos dos de-

mais tratamentos no grau de cor 5. Este comportamento poderia estar relacionado ao maior período de embalagem destes frutos.

MAPSON & ROBINSON (51) observaram que o rápido aumento no teor de SST nos frutos ocorre devido a interrupção da inibição do etileno provocada pela baixa tensão do oxigênio na atmosfera de armazenamento. ULRICH (97) também observou que após remoção das condições de atmosfera controlada (abertura de embalagens) e exposição do produto a atmosfera normal, ocorre uma série de modificações bruscas, como quebra do amido e consequente aumento dos SST.

Com relação a ATT, ocorreram diferenças significativas entre os frutos dos tratamentos e entre estes e o padrão durante o período de maturação (Quadro 4). No entanto, pode ser observada tendência de aumento tanto no padrão quanto nos frutos dos tratamentos. Na Figura 4, encontram-se as curvas e equações de regressão para este parâmetro.

Os valores de ATT citados por FERNANDES et alii (21) são iguais a 0,25; 0,67 e 0,52% para banana 'prata' verde, madura e muito madura respectivamente e PINTO (79), observou teores iguais a 0,16 e 0,44% para bananas 'Prata' verdes e maduras respectivamente. Os teores médios observados nos frutos dos tratamentos neste trabalho, estão entre 0,198 e 0,383%, na faixa referida pelos autores citados.

A relação SST/ATT foi crescente com o progresso da maturação, havendo, porém, diferenças significativas entre os tratamentos.

1312
0331

Os valores desta relação para os frutos do padrão quase sempre se encontraram entre os dos tratamentos, o que demonstra não haver relação direta da espessura da embalagem com o parâmetro. SGARBIERI & FIGUEIREDO (87) observaram valores de 14,90 e 51,85 para banana "Nanica" verde e madura respectivamente; PINTO (79), encontrou para banana 'Prata' verde e madura, valores iguais a 13,52 e 45,77 respectivamente.

A relação SST/ATT apresentada pelos frutos verdes (com exceção do tratamento 110 μ) foi superior a citada na literatura, em decorrência dos baixos teores de ATT e altos valores de SST, nos estádios iniciais de amadurecimento. Os frutos maduros do tratamento com filme de polietileno mais espesso (110 μ) apresentaram relação mais elevada, em decorrência da baixa acidez a partir do grau de cor 5 da casca. PANTASTICO (70) salienta que as mudanças na acidez durante o armazenamento de bananas variam de acordo com o grau de maturação e com a temperatura de armazenamento. Como os frutos do tratamento com filme de polietileno de 110 μ necessitaram de maior período de tempo para atingir um completo amadurecimento, é provável que tenham sido influenciados pela temperatura ambiente mais elevada no final do período de seu armazenamento.

- Açúcares Redutores, Não Redutores e Totais:

Ocorreram diferenças significativas entre os tratamentos com a maturação, exceto para açúcares não redutores dos frutos no grau de cor 1 da casca. Os resultados obtidos encontram-se no Quadro 5.

QUADRO 4 - Teores médios de sólidos solúveis totais, acidez total titulável e relação SST/ATT de banana 'Prata' no período de maturação, após armazenamento em embalagens de polietileno de diferentes espessuras. ESAL/DCA, Lavras - M.G., 1982¹.

| Embalagem (Espessura) | GRAUS DE COR DA CASCA | | | | | | |
|--------------------------|--|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| | SÓLIDOS SOLÚVEIS TOTAIS (SST %)* | | | | | | |
| 21 μ | 6,0 | 13,2 | 14,0 | 15,2 | 15,3 | 16,0 | 18,2 |
| 43 μ | 4,0 | 10,8 | 11,0 | 16,1 | 17,2 | 18,0 | 19,0 |
| 61 μ | 8,1 | 13,3 | 14,2 | 16,2 | 17,1 | 19,0 | 19,3 |
| 110 μ | 2,4 | 13,2 | 17,1 | 18,2 | 19,0 | 21,2 | 20,0 |
| * Padrão | 5,2 | 7,4 | 10,4 | 15,1 | 16,4 | 18,4 | 21,0 |
| Médias | 5,1 | 11,6 | 13,3 | 16,2 | 17,0 | 18,5 | 19,5 |
| | ACIDEZ TOTAL TITULÁVEL (ATT % de ácido málico)** | | | | | | |
| 21 μ | 0,170 | 0,308 | 0,361 | 0,340 | 0,442a | 0,405 | 0,393 |
| 43 μ | 0,203 | 0,361 | 0,405 | 0,410 | 0,407 | 0,393 | 0,391 |
| 61 μ | 0,271a | 0,410 | 0,410 | 0,415 | 0,393 | 0,442a | 0,472a |
| 110 μ | 0,172 | 0,442a | 0,440a | 0,474a | 0,342 | 0,326 | 0,308* |
| Padrão | 0,172 | 0,340 | 0,407 | 0,477a | 0,343 | 0,340 | 0,392 |
| Médias | 0,198 | 0,372 | 0,405 | 0,423 | 0,385 | 0,381 | 0,383 |
| | RELAÇÃO SST/ATT*** | | | | | | |
| 21 μ | 35,29 | 43,10 | 38,83 | 44,87 | 34,62 | 39,51 | 46,49 |
| 43 μ | 19,50 | 29,82 | 27,16 | 39,26 | 42,33 | 45,85 | 48,65 |
| 61 μ | 29,78 | 32,44 | 34,75 | 39,15 | 43,56 | 42,99 | 48,85 |
| 110 μ | 13,61 | 29,86 | 38,86 | 38,28 | 59,63 | 64,93 | 65,21 |
| Padrão | 30,42 | 21,58 | 25,40 | 31,69 | 47,81 | 54,18 | 59,58 |
| C.V. % = | *1,71; **1,17; ***2,01. | | | | | | |

1 Média de 225 bananas por tratamento.

Médias com letras iguais não diferem entre si a nível de 5% (Teste de Tukey).

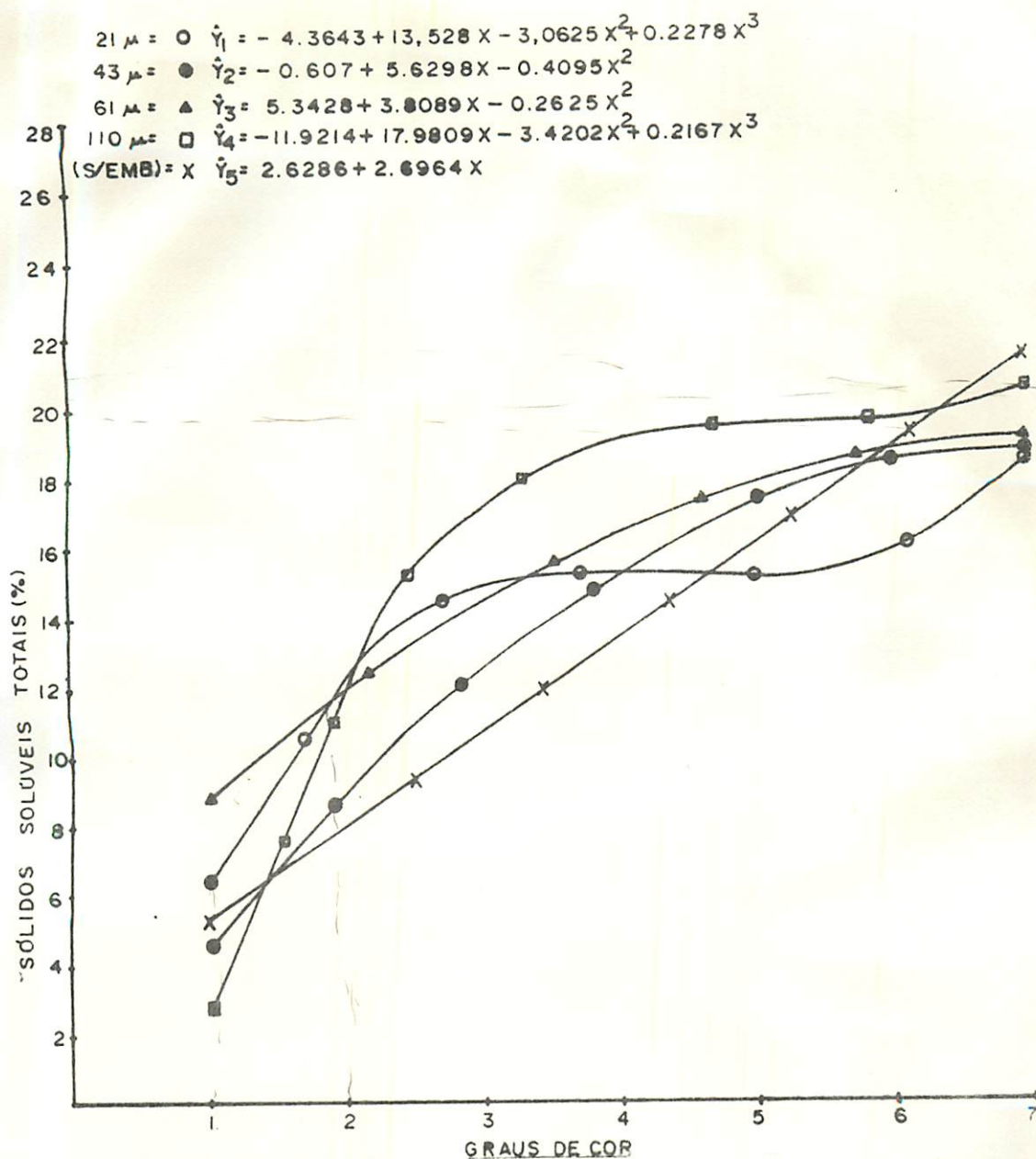


FIGURA 3 - Equações e curvas de regressão para sólidos solúveis totais em banana 'Prata', durante período de maturação, após armazenamento em embalagens de polietileno de diferentes espessuras; ESAL/DCA, Lavras - M.G., 1982.

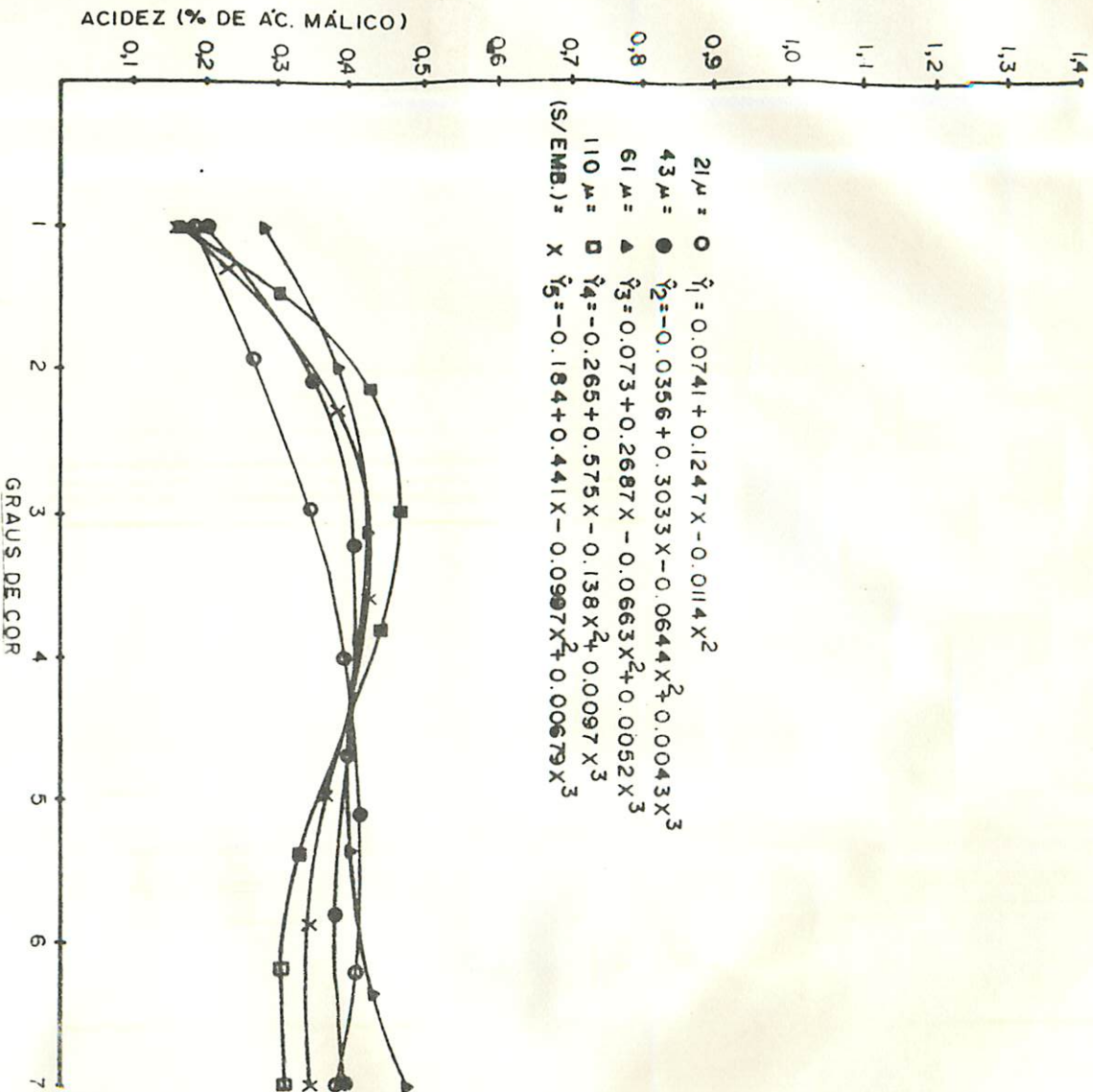


FIGURA 4 - Equações e curvas de regressão para acidez total titulável em banana 'Prata', durante período de maturação, após armazenamento em embalagens de polietileno de diferentes espessuras; ESAL/DCA, Lavras - M.G., 1982.

HULME (26) relata que os açúcares redutores aumentam constantemente durante o crescimento e maturação dos frutos climáticos, comportamento apresentado pelos frutos do padrão e de todos os tratamentos. Observou-se, porém, que os valores atingidos pelos frutos dos diferentes tratamentos foram quase sempre superiores aos do padrão. Este fato sugere que de algum modo, o armazenamento prévio dos frutos nos filmes de polietileno interferiu no metabolismo dos açúcares redutores, sendo que este efeito foi mais evidente no tratamento correspondente ao filme mais espesso (110 μ), no qual os frutos permaneceram lacrados por um maior período de tempo.

Pela análise dos resultados verifica-se que os açúcares redutores dos tratamentos entre os graus de cor 1 e 2 da casca tiveram um aumento mais acentuado do que aquele do padrão, embora, no geral, tenham apresentado valores iniciais mais baixos do que os do padrão. Como já referido para os SST, a causa deste efeito seria os diferentes períodos de permanência dos frutos nas embalagens seladas. Após a retirada das condições de atmosfera modificada, ocorreram transformações rápidas em muitos constituintes químicos, entre eles os açúcares redutores.

O valor para açúcares redutores em banana 'Prata' muito madura, apresentado por SGARBIERI et alii (88) é de 9,08%; HULME (26) cita valor de 9,60% não especificando a cultivar. FERNANDES et alii (21) encontraram teores de 1,10; 4,70 e 6,50% para banana 'Prata' verde, madura e muito madura respectivamente, inferiores aos observados neste trabalho.

Os açúcares não redutores aumentaram com a maturação dos frutos, porém, de forma irregular e menos acentuada que os redutores. Neste parâmetro pode ser observado que os valores finais dos tratamentos são inferiores aos apresentados pelo padrão, sendo que o valor deste se encontra próximo do citado em literatura. HULME (26) cita valores de 6,58% em cultivar não especificado. FERNANDES et alii (21) observaram valores de 1,10; 4,70 e 6,50% para banana 'Prata' verde, madura e muito madura respectivamente.

Quanto aos açúcares totais, pelas curvas de regressão (Figura 5) observa-se que, com exceção dos frutos acondicionados no filme de polietileno com 21μ , nos dos demais tratamentos os teores de açúcares totais aumentaram com o progresso da maturação de modo semelhante ao padrão, havendo, porém, diferenças significativas entre os diversos estádios de maturação dos frutos (graus de cor da casca de 1 a 7).

Houve tendência de decréscimo nos teores de açúcares totais no último período de análise (grau de cor 7) como já referido, provavelmente devido ao início de reações catabólicas, uma vez que os frutos apresentavam-se completamente maduros. Os valores apresentados variavam entre 14,00 a 18,22%. SGARBIERI et alii (88) citam valores de 13,50% para banana nanica madura. FERNANDES et alii (21) citam valores de 6,5; 20,4 e 22,7% para banana 'Prata' verde, madura e muito madura respectivamente.

Com relação ao amido, os resultados encontram-se no Qua

onde observa-se que houve hidrólise gradual deste componen
 embora sejam encontradas diferenças significativas entre os
 entre estes e o padrão nos diferentes estádios de

Os açúcares não redutores aumentaram com a maturação dos frutos, porém, de forma irregular e menos acentuada que os redutores. Neste parâmetro pode ser observado que os valores finais dos tratamentos são inferiores aos apresentados pelo padrão, sendo que o valor deste se encontra próximo do citado em literatura. HULME (26) cita valores de 6,58% em cultivar não especificado. FERNANDES et alii (21) observaram valores de 1,10; 4,70 e 6,50% para banana 'Prata' verde, madura e muito madura respectivamente.

Quanto aos açúcares totais, pelas curvas de regressão (Figura 5) observa-se que, com exceção dos frutos acondicionados no filme de polietileno com 21 μ , nos dos demais tratamentos os teores de açúcares totais aumentaram com o progresso da maturação de modo semelhante ao padrão, havendo, porém, diferenças significativas entre os diversos estádios de maturação dos frutos (graus de cor da casca de 1 a 7).

Houve tendência de decréscimo nos teores de açúcares totais no último período de análise (grau de cor 7) como já referido, provavelmente devido ao início de reações catabólicas, uma vez que os frutos apresentavam-se completamente maduros. Os valores apresentados variavam entre 14,00 a 18,22%. SGARBIERI et alii (88) citam valores de 13,50% para banana nanica madura. FERNANDES et alii (21) citam valores de 6,5; 20,4 e 22,7% para banana 'Prata' verde, madura e muito madura respectivamente.

Com relação ao amido, os resultados encontram-se no Quadro 6, onde observa-se que houve hidrólise gradual deste componente, embora sejam encontradas diferenças significativas entre os tratamentos e entre estes e o padrão nos diferentes estádios de

...reduzidos, não reduzem o total de banana...
 rante período de maturação, após armazenamento em embalagem de polietileno de di-
 ferentes espessuras. ESAL/DCA, Lavras - M.G., 1982¹.

| Embalagem (Espessura) | GRAUS DE COR DA CASCA | | | | | | |
|--------------------------|------------------------------|---------|----------|---------|---------|---------|---------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| | AÇÚCARES REDUTORES (%)* | | | | | | |
| 21 µ | 1,43 c | 6,04 b | 6,52 c | 7,13 d | 5,72 c | 7,41 d | 13,74 b |
| 43 µ | 1,39 c | 4,49 c | 8,25 b | 11,08 b | 13,68a | 17,22a | 11,23 c |
| 61 µ | 4,76a | 6,13 b | 7,06 c | 7,97 c | 16,67 b | 12,91 c | 8,31 d |
| 110 µ | 0,28 d | 8,48a | 12,28a | 13,42a | 13,57a | 15,67 b | 16,16a |
| Padrão | 2,49 b | 5,21 c | 5,46 d | 7,94 cd | 10,80 b | 13,69 c | 8,04 d |
| Médias | 2,07 | 6,07 | 7,91 | 9,51 | 10,89 | 13,36 | 11,50 |
| | AÇÚCARES NÃO REDUTORES (%)** | | | | | | |
| 21 µ | 0,35a | 5,92a | 5,56a | 6,01a | 6,49a | 7,03a | 3,31 c |
| 43 µ | 0,57a | 2,36 c | 1,91 bc | 2,52 b | 2,53 c | 0,87 c | 2,87 c |
| 61 µ | 0,97a | 2,01 c | 3,20 b | 3,04 b | 2,31 c | 2,18 bc | 4,87 b |
| 110 µ | 1,02a | 1,91 c | 1,17 c | 1,95 b | 4,15 b | 2,87 b | 1,95 c |
| Padrão | 0,69a | 4,08 b | 5,33a | 5,76a | 1,91 c | 1,96 bc | 7,01a |
| Médias | 0,72 | 3,25 | 3,44 | 3,86 | 3,48 | 2,98 | 4,00 |
| | AÇÚCARES TOTAIS (%)*** | | | | | | |
| 21 µ | 1,79 c | 12,27a | 12,35ab | 13,44 b | 12,55 c | 14,81 b | 17,21a |
| 43 µ | 1,99 bc | 6,96 d | 10,26 c | 13,74 b | 16,35 b | 17,58a | 15,25 b |
| 61 µ | 5,77a | 8,24 c | 10,43 c | 11,77 c | 13,09 c | 15,21 b | 14,00 b |
| 110 µ | 1,36 c | 10,29 b | 13,51a | 15,48a | 18,00a | 18,59a | 18,22a* |
| Padrão | 3,21 b | 9,50 bc | 11,12 bc | 14,01 b | 12,82 c | 15,75 b | 14,74 b |
| Médias | 2,82 | 9,45 | 11,53 | 13,57 | 14,59 | 16,39 | 15,89 |

C.V. % = *4,08; **20,38; ***2,86

¹ Média de 225 frutos por tratamento.
 Médias com letras iguais, não diferem estatisticamente a nível de 5% (Teste de Tukey).

maturação dos frutos. Nos frutos dos diversos tratamentos, a quebra do amido ocorreu de forma mais acentuada, sendo cerca de 50% nos primeiros estádios de maturação, ou seja, nos frutos com grau de cor da casca entre 1 e 3. Os teores encontrados nos frutos maduros não diferiram de modo significativo, exceto no tratamento com filme de polietileno de 61 μ .

Pelas curvas de regressão (Figura 6) pode-se verificar o comportamento geral dos frutos submetidos aos diferentes tratamentos, observando-se que não existe relação direta da espessura da embalagem com a hidrólise do amido. Os teores médios encontrados decresceram de 22,8% nos frutos verdes para 2,3% nos maduros. FERNANDES et alii (21) observaram valores de amido de 23,3; 2,9 e 0,6% para banana 'Prata' muito verde, madura e muito madura, respectivamente. SGARBIERI et alii (88) cita valores de amido de 25,92 e 3,41% em banana 'Prata' verde e madura respectivamente. Para banana 'Prata' muito madura observou valores de 1,50%. Os valores observados neste trabalho foram próximos dos citados em literatura.

* Também foram realizadas quantificações do CO₂ liberado pelos frutos, visando verificar a influência da espessura do filme de polietileno na atividade respiratória (Quadro 6). Os resultados obtidos não apresentaram diferenças significativas no grau de cor 1 (logo após a retirada dos frutos das embalagens) e nem nos graus de cores 6 e 7, quando eles se encontravam maduros: As diferenças ocorreram nos graus intermediários, não sendo, entretanto, observadas nenhuma relação entre o comportamento dos frutos com as espessuras das embalagens. Como as determinações foram

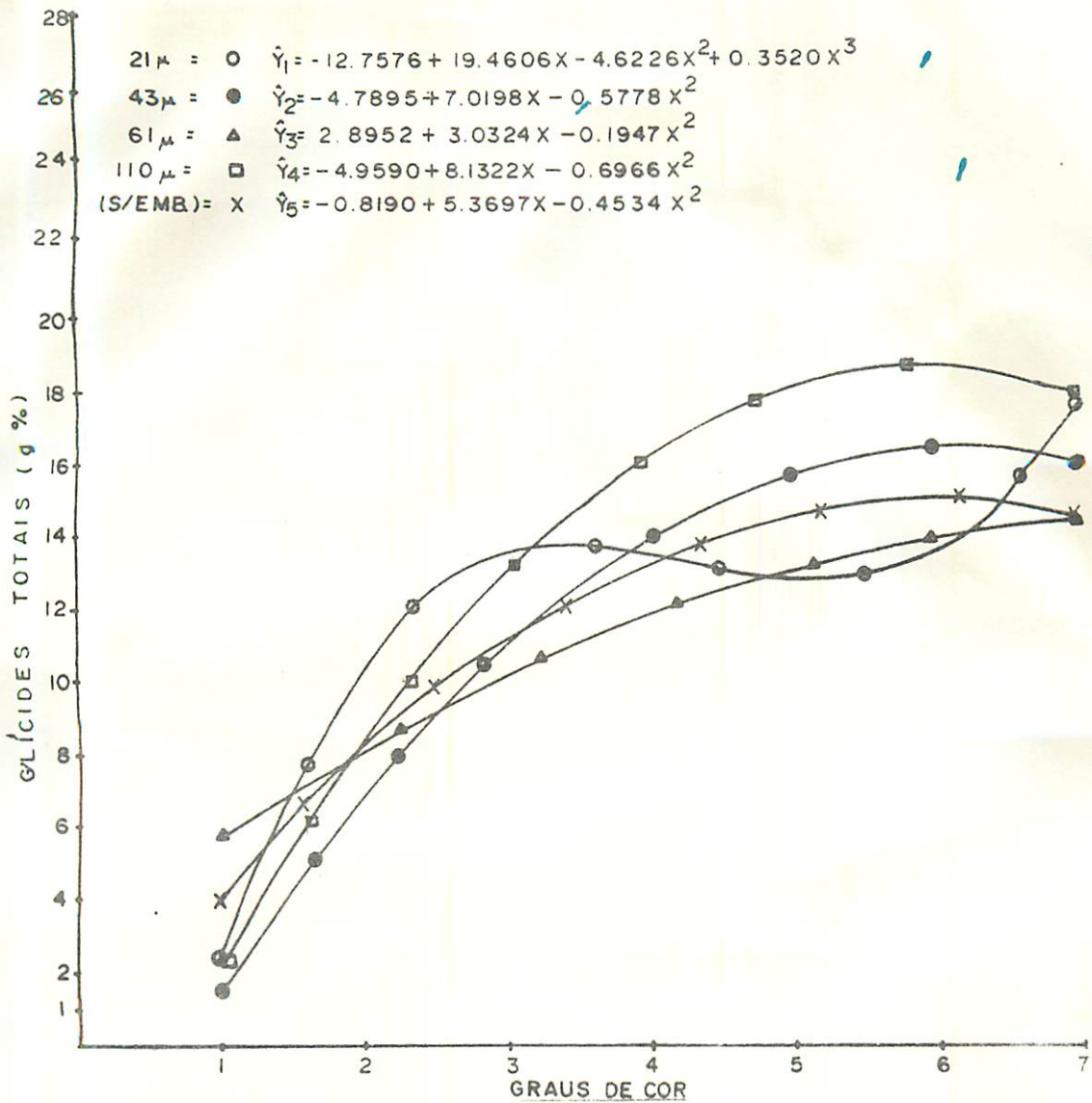


FIGURA 5 - Equações e curvas de regressão para glicídios totais em banana 'Prata', durante período de maturação, após armazenamento em embalagens de polietileno de diferentes espessuras; ESAL/DCA, Lavras - M.G., 1982.

realizadas apenas tomando em consideração os diferentes graus de cor da casca, não foram captados os picos respiratórios dos frutos nos diferentes tratamentos, uma vez que o processo após iniciado ocorre no intervalo de algumas horas. Os dados apresentados ilustram apenas o fato de que, cessando a ação inibitória da síntese de etileno pela atmosfera com baixa concentração de O_2 , após a remoção das embalagens de polietileno, os frutos parecem apresentar atividade respiratória normal, com transformações metabólicas normais, como já indicado pelas análises químicas.

PALMER (71) salienta que no pico climatérico, pode haver a liberação de 60 a 250 mg/kg/h de CO_2 . Os maiores teores captados de CO_2 liberado pelos frutos foram observados em estádios de maturação variáveis, de acordo com o tratamento considerado. A variação foi entre 82,9 mg/kg/h para o padrão e 44,5 mg/kg/h para o tratamento com filme de polietileno mais espesso (110 μ).

Nos Quadros 7 e 8 encontram-se os resultados referentes aos taninos (formas díméricas, oligoméricas, poliméricas e taninos totais) da banana 'Prata' durante a maturação. Observa-se que ocorreram diferenças significativas entre os tratamentos em alguns estádios de maturação, não ocorrendo, porém, o mesmo, quando os frutos encontravam-se maduros (grau de cor da casca igual a 7). Os teores foram semelhantes nos frutos dos diversos tratamentos e nos frutos do padrão, indicando não ter havido interferência da espessura do filme de polietileno neste parâmetro após o amadurecimento. Isto é reforçado pela análise sensorial dos frutos, cujos painelistas não detectaram adstringência no decorrer dos testes.

QUADRO 6 - Teores médios de amido e CO₂ em banana 'Prata' durante o período de maturação, a- pós armazenamento em embalagens de polietileno de diferentes espessuras. ESAL/DCA, Lavras - M.G., 1982¹.

| Embalagem (Espessura) | GRAUS DE COR DA CASCA | | | | | | | |
|--------------------------|-----------------------|----------|-----------------------------|---------|---------|--------|--------|--|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | |
| | | | AMIDO (%)* | | | | | |
| 21 μ | 22,41 b | 11,54 c | 9,48 c | 8,11 c | 4,37 d | 4,55a | 2,76a | |
| 43 μ | 21,84 b | 13,55 b | 11,25 b | 10,38 b | 6,04 bc | 4,61a | 3,46a | |
| 61 μ | 23,90a | 16,40a | 11,17 b | 9,07 c | 7,11 b | 1,36 c | 0,72 b | |
| 110 μ | 23,90a | 13,48 b | 10,05 bc | 8,07 c | 5,13 cd | 3,23 b | 2,20a | |
| Padrão | 22,17 b | 16,29a | 16,05a | 14,23a | 11,75a | 5,03a | 2,75a | |
| Médias | 22,84 | 14,21 | 11,60 | 9,97 | 6,88 | 3,76 | 2,38 | |
| | | | CO ₂ (mg/kg/h)** | | | | | |
| 21 μ | 0,84a | 25,67 c | 36,81 b | 51,64 b | 45,72ab | 40,98a | 29,33a | |
| 43 μ | 3,04a | 84,26a | 46,32ab | 38,45 b | 33,33 b | 32,21a | 28,56a | |
| 61 μ | 4,94a | 28,82 c | 60,22a | 48,08 b | 34,68ab | 32,30a | 30,10a | |
| 110 μ | 3,67a | 40,72 bc | 44,58ab | 40,86 b | 32,04 b | 28,42a | 28,94a | |
| Padrão | 3,04a | 49,21 b | 43,20ab | 82,84a | 53,38a | 35,60a | 32,35a | |
| Médias | 7,10 | 45,74 | 46,22 | 52,38 | 39,83 | 33,90 | 29,86 | |
| C.V. % = *5,38; **18,55 | | | | | | | | |

¹ Média de 225 bananas por tratamento.

Médias com letras iguais, não diferem estatisticamente a nível de 5% (Teste de Tukey).

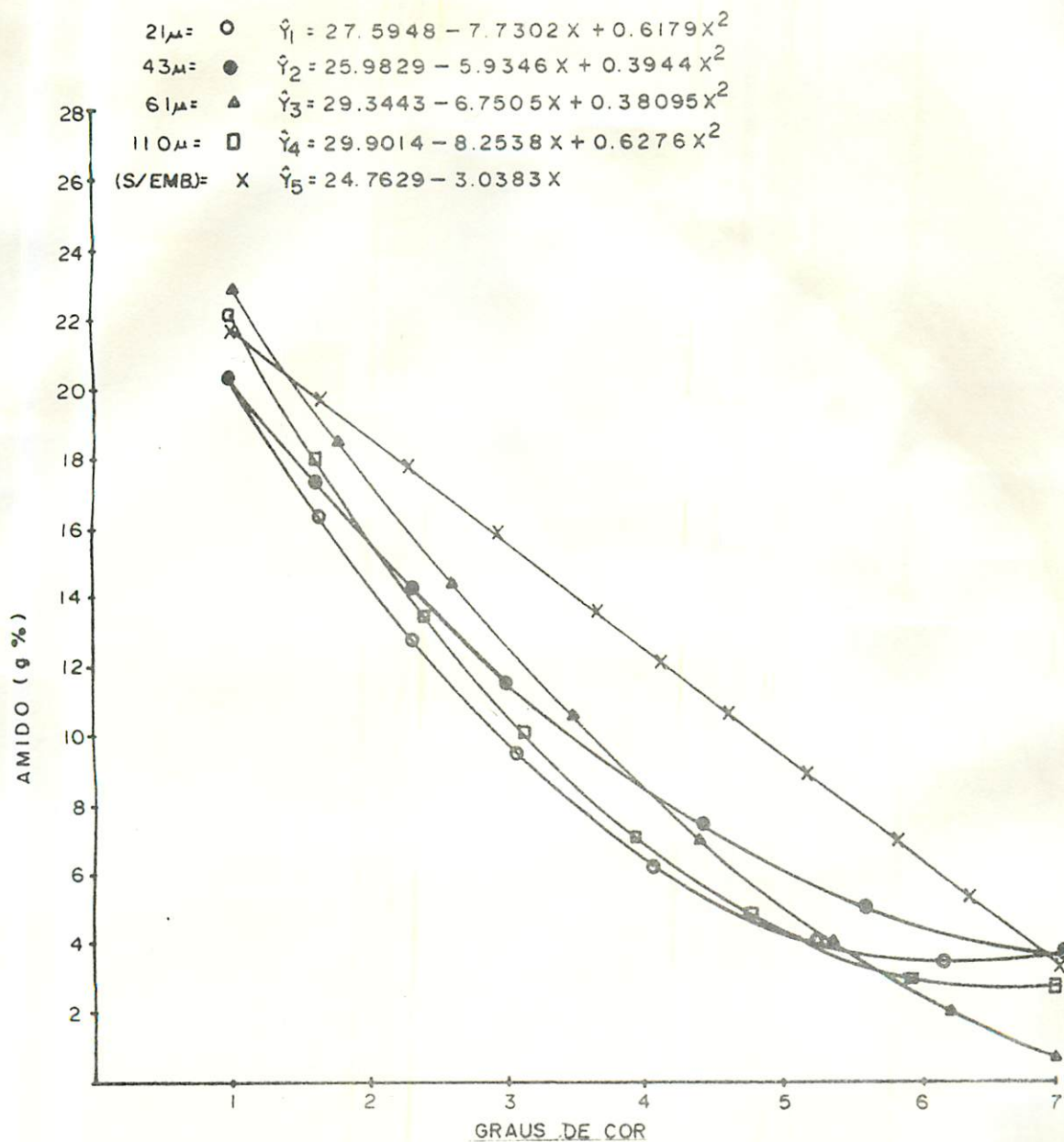


FIGURA 6 - Equações e curvas de regressão para amido de banana 'Prata', durante período de maturação, após armazenamento em embalagens de polietileno de diferentes espessuras; ESAL/DCA, Lavras - M.G., 1982.

QUADRO 7 - Teores médios de taninos nas formas dímeras e oligoméricas, em banana 'Prata' durante período de maturação, após armazenamento em embalagens de polietileno de diferentes espessuras. ESAL/DCA, Lavras - M.G., 1982¹.

| Embalagem (Espessura) | GRAUS DE COR DA CASCA | | | | | | |
|---------------------------|-----------------------|--------|---------|--------|--------|---------|-------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| FORMAS DÍMERAS (%)* | | | | | | | |
| 21 μ | 0,16a | 0,31a | 0,28a | 0,25ab | 0,25 b | 0,27 b | 0,27a |
| 43 μ | 0,10a | 0,19 b | 0,21a | 0,26ab | 0,27ab | 0,23 b | 0,26a |
| 61 μ | 0,15a | 0,21 b | 0,27a | 0,26ab | 0,28ab | 0,29ab | 0,28a |
| 110 μ | 0,11a | 0,29a | 0,28a | 0,32a | 0,33a | 0,35a | 0,25a |
| Padrão | 0,09a | 0,21 b | 0,21a | 0,21 b | 0,26ab | 0,27 b | 0,28a |
| FORMAS OLIGOMÉRICAS (%)** | | | | | | | |
| 21 μ | 0,23ab | 0,33a | 0,27 bc | 0,28 b | 0,32ab | 0,29 bc | 0,30a |
| 43 μ | 0,19ab | 0,25 b | 0,24 c | 0,29 b | 0,27 b | 0,28 bc | 0,29a |
| 61 μ | 0,24a | 0,27ab | 0,31 b | 0,27 b | 0,31ab | 0,38a | 0,32a |
| 110 μ | 0,22ab | 0,31ab | 0,40a | 0,36ab | 0,35a | 0,34ab | 0,29a |
| Padrão | 0,17 b | 0,25 b | 0,25 bc | 0,27 b | 0,31ab | 0,27 c | 0,30a |
| C.V. % = *12,77; **9,56 | | | | | | | |

¹ Média de 225 bananas por tratamento.

Médias com letras iguais, não diferem estatisticamente a nível de 5% (Teste de Tukey).

QUADRO 8 - Teores médios de taninos na forma polimérica e taninos totais em banana 'Prata' durante o período de maturação, após armazenamento em filmes de polietileno de diferentes espessuras. ESAL/DCA, Lavras - M.G., 1982¹.

| Embalagem (Espessura) | GRAUS DE COR DA CASCA | | | | | | |
|--------------------------|-----------------------|--------|---------|--------|---------|--------|-------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| FORMAS POLIMÉRICAS (%)* | | | | | | | |
| 21 μ | 0,20ab | 0,30a | 0,26a | 0,24a | 0,39a | 0,28a | 0,28a |
| 43 μ | 0,10 b | 0,21a | 0,20a | 0,24a | 0,27 b | 0,28a | 0,26a |
| 61 μ | 0,17ab | 0,23ab | 0,30a | 0,28a | 0,31ab | 0,24a | 0,28a |
| 110 μ | 0,21a | 0,30ab | 0,30a | 0,30a | 0,35ab | 0,28a | 0,23a |
| Padrão | 0,09 b | 0,19 b | 0,21a | 0,22a | 0,28 b | 0,30a | 0,30a |
| TANINOS TOTAIS (%)** | | | | | | | |
| 21 μ | 0,59a | 0,94a | 0,81 bc | 0,74 b | 0,96ab | 0,84ab | 0,84a |
| 43 μ | 0,39 b | 0,68 b | 0,66 c | 0,79 b | 0,77 c | 0,80 b | 0,81a |
| 61 μ | 0,56a | 0,71 b | 0,85ab | 0,81ab | 0,90abc | 0,87ab | 0,89a |
| 110 μ | 0,57a | 0,91a | 0,98a | 0,97a | 1,03a | 0,97a | 0,77a |
| Padrão | 0,36 b | 0,63 b | 0,67 c | 0,70 b | 0,86 bc | 0,84ab | 0,88a |
| Médias | 0,49 | 0,77 | 0,79 | 0,80 | 0,90 | 0,86 | 0,84 |
| C.V. % = *16,77; **9,27 | | | | | | | |

¹ Média de 225 bananas por tratamento.

Médias com letras iguais, não diferem estatisticamente a nível de 5% (Teste de Tukey).

Os valores médios de taninos diméricos, oligoméricos, poliméricos e totais citados por CARVALHO et alii (10) para banana maçã são, respectivamente, 0,538; 0,562; 0,371 e 1,47%.

LAL (37) observou para a variedade *M. cavendishii* valores de taninos totais de 2,3 mg/g.

Os valores encontrados neste trabalho estão abaixo daqueles citados em literatura. Porém, não se verificou diferenças significativas entre os tratamentos e o padrão no grau de cor 7. Acredita-se assim que os taninos dos frutos dos tratamentos, não sofreram influência das condições da atmosfera modificada durante o período de armazenamento.

4.3. Avaliação Sensorial

Na avaliação do sabor e textura dos frutos maduros (grau de cor 7), usou-se o teste não-paramétrico χ^2 de FRIEDMAN, citado por CAMPOS (8), devido a ausência de significância com os testes paramétricos rotineiros.

Para o sabor a nível de 5% de significância, obteve-se $\alpha > 0,10$; para a textura, a nível de significância de 2,5% obteve-se $\alpha > 0,025$, indicando que não foram detectadas diferenças significativas entre os tratamentos e entre tratamentos e padrão.

Na Figura 7 encontra-se a representação média dos resultados obtidos utilizando-se dez provadores não treinados.

Pelo fato dos períodos de armazenamento dos frutos nos diversos tratamentos terem sido variados os padrões utilizados

foram amadurecidos em épocas variáveis, e em consequência, foram obtidas respostas diferentes na avaliação sensorial dos mesmos.

Os frutos embalados no filme de polietileno mais espesso (110 μ) apresentaram médias de sabor e textura maiores e iguais às dos padrões, respectivamente, o que sugere que as bananas que sofreram armazenamento por maior período, conservaram intactos seu sabor, aroma e sua textura. Os frutos deste tratamento apresentaram quando maduros (Quadro 4), acidez total titulável ligeiramente menor que os demais tratamentos e que o padrão e maiores teores de açúcares totais (Quadro 5), o que reforça os resultados da análise sensorial. Alguns painelistas por ocasião do teste com este tratamento, observaram que os seus frutos eram mais doces e menos ácidos.

Foi observado por ULRICH (97) que a ATT é importante na caracterização do sabor e aroma, e WHITTING (99) reforça ser ele resultante do balanço entre açúcares e ácidos; assim o teor de sólidos solúveis totais e a acidez total titulável podem ser considerados parâmetros de avaliação da palatabilidade em bananas. As relações de ATT/SST para o tratamento de 110 μ nos graus de cor 6 e 7 são as de valores mais altos, o que é indicativo da não interferência do maior período de armazenamento na palatabilidade dos frutos.

4.4. Injúria Fisiológica

Neste experimento o critério para a abertura das embalagens foi o início da ocorrência do "amadurecimento verde", já re-

ferenciado, (86, 98, 23, 80). Assim, quando uma ou mais parcelas ensacadas demonstravam a ocorrência da injúria, eram abertas as embalagens de todas as parcelas do tratamento, deixando-se os frutos em condições ambiente para amadurecimento. No enquanto, aqueles que já haviam iniciado o processo injuriante, não retornavam ao processo normal de amadurecimento. O percentual de perdas em cada tratamento encontra-se no Quadro 9.

Observe-se que o tratamento de 110 μ teve o maior percentual de perdas (26,6%) para um tempo total entre colheita e amadurecimento igual a 90 dias. Este tratamento apresentou no entanto, bons resultados no teste sensorial, demonstrando que o longo período de permanência na embalagem (62 dias), não alterou as características organoléticas dos frutos.

Em todos os tratamentos, o percentual de perdas decresceu com a diminuição do tempo de permanência nas embalagens. Pode ser observado que o tratamento de 110 μ apresentou o dobro de perdas que o do tratamento de 61 μ , mas tem mais 25 dias de armazenamento. As diferenças de perdas entre os tratamentos de 61 μ , 43 μ e 21 μ têm uma razão de $\pm 4,5\%$. Observe-se assim que ocorreu uma diferenciação de atmosferas, que pode ser observada pelas diferentes perdas verificadas nos tratamentos.

Após abertura das embalagens de polietileno era computado o tempo necessário para os frutos completarem o processo de maturação. Ocorreram diferenças entre os tratamentos, bem como entre alguns deles e o padrão, possivelmente devidas à variação no grau inicial de maturação dos frutos utilizados, embora todos apresentassem o mesmo grau de desenvolvimento fisiológico (frutos

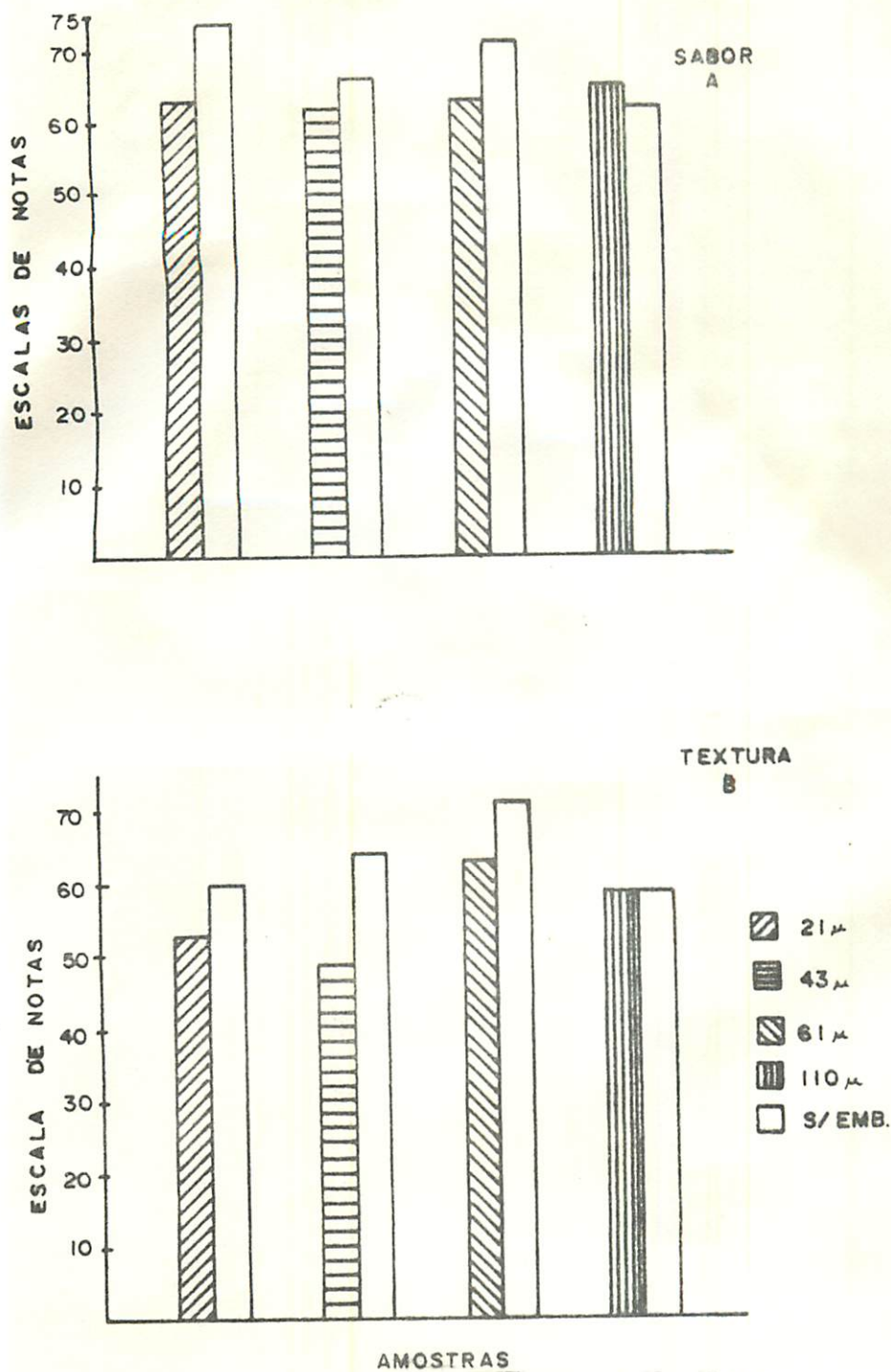


FIGURA 7 - Médias das notas atribuídas na avaliação do sabor (Figura A) e da textura (Figura B) de banana 'Prata' através da escala descritiva hedônica, ESAL/DCA, Lavras - M.G., 1982.

QUADRO 9 - Percentagem média de perdas por injúria (amadurecimento verde) e tempo necessário para amadurecimento normal dos frutos de banana 'Prata' previamente armazenados em embalagens de polietileno de diferentes espessuras e amadurecidas em condições ambiente. ESAL/DCA, Lavras - M.G., 1982.

| Tratamento (Espessuras) | Parcelas (nº) | Data | Abertura das Embalagens (Data) | Parcelas Injuriadas | Perdas por Injúria (%) | Permanência nas Embalagens (Dias) | Amadurecimento* (Dias) | Amadurecimento** (Dias) | Tempo Total |
|-------------------------|---------------|-------|--------------------------------|---------------------|------------------------|-----------------------------------|------------------------|-------------------------|-------------|
| | | | | | | | | | |
| 21 µ | 45 | 09/06 | 09/07 1 mês | 4 | 8,8 | 31 | 15 | | 46 |
| 43 µ | 45 | 09/06 | 15/07 1 mês + 6 dias | 6 | 13,3 | 37 | 20 | 90 | 57 |
| 61 µ | 45 | 09/06 | 21/07 1 mês + 2 dias | 8 | 17,7 | 43 | 22 | 65 | 65 |
| 110 µ | 45 | 09/06 | 09/08 2 meses | 12 | 26,6 | 62 | 28,5 dias | 90 | 90 |
| Padrão | 45 | - | - | - | - | - | 20 | - | - |

* Tempo para amadurecimento sem embalagem (grau de cor 7).

** Tempo Total de Armazenamento = Tempo de Permanência na Embalagem + Tempo para Amadurecimento após Abertura das Embalagens (Grau de cor 7).

da 2.^a e 3.^a pencas de diferentes cachos). Pode-se ainda observar que a espessura da embalagem como modificadora da atmosfera, promoveu uma inibição mais duradoura dos processos de maturação e com isso, foi necessário um maior tempo para que os frutos cheguem ao completo amadurecimento (grau de cor da casca igual a 7).

PEACOCK & BLAKE (72) ponderam que a "vida pré-climatérica", depende do grau de maturação do fruto e é uma função linear inversa da temperatura. O fator baixa temperatura, colaborou certamente, para a manutenção da "vida verde" dos frutos na fase pré-climatérica, neste experimento. Durante o período de armazenamento a temperatura ambiente oscilou de 15 a 19°C e a umidade relativa de 66 a 84%. A temperatura ótima de armazenamento segundo PEACOCK e BLAKE (72) está na faixa de 12,5 a 21,5°C. Portanto, a temperatura, juntamente com as diferenças de atmosfera promovidas influenciaram no tempo necessário para o amadurecimento.

No período compreendido entre a abertura das embalagens até o completo amadurecimento (grau de cor 7), observou-se nos frutos de todos os tratamentos escurecimento do pedúnculo e enrugamento da casca, sendo estes efeitos mais severos nas bananas que ficavam por mais tempo expostas às condições ambiente.

PALMER (71) observou que o escurecimento da casca da banana pode ser devido a ação das enzimas polifenolases sobre seus substratos e/ou ataque fúngico. O enrugamento seria consequência da perda de água da casca para a polpa e para o ambiente, SIMMONDS (90). Observações feitas por LOESECKE (48) e SIMMONDS (90) indicam 90 a 95% como umidade relativa ideal para o amadurecimento de bananas, sendo observado no período deste experimento a faixa de

66 a 84%. Assim, o enrugamento dos frutos poderia ser evitado ou diminuído, com o aumento da umidade relativa no ambiente de armazenamento, após retiradas as embalagens de polietileno.

4.5. Ataque Fúngico

Foi observada incidência de *Colletotrichum musae* (Berk. & Curt.) Arx. em todos os tratamentos, sendo que os frutos que estiveram por mais tempo nas embalagens tinham maior incidência do patógeno. MEREDITH (60) observa que pode ocorrer a infecção latente que se instala no processo de maturação através das áreas que sofreram injúrias mecânicas quando o fruto estava verde.

Segundo LOESECKE (48) a umidade relativa entre 90 - 95% no início de 75 - 85% no final da maturação evita o aparecimento de fungos na banana. A umidade relativa na qual os frutos amadureceram após retirados da embalagem situou-se entre 56 - 79%, portanto fora da faixa ideal para o início e parcialmente dentro da indicada para o final do amadurecimento. No entanto, a umidade relativa do interior das embalagens era de 92% estando os frutos verdes grau de cor 1.

Os frutos foram imersos por um minuto em solução de Benomyl a 400 p.p.m. segundo recomendação de BURDEN & ECKERT (6). A ação residual do benomyl é de 21 dias, em atmosfera normal segundo CARDOSO et alii (9). Os períodos de armazenamento que foram de 46 a 90 dias superam em muito aquele tempo, o que justifica a ocorrência de fungos.

5. CONCLUSÕES

A utilização de filmes de polietileno de baixa densidade com diferentes espessuras, como modificadores da atmosfera para a conservação da banana 'Prata' permitiu concluir que:

1. A transferência dos frutos das condições de embalagem com atmosfera modificada para a atmosfera ambiente, provocou rápidas respostas metabólicas bruscas no processo de maturação, notadamente entre os graus de cor 1 e 2 da casca.
2. Os frutos dos diversos tratamentos apresentaram entre os graus de cor 1 e 2, aumento rápido nos teores de SST e açúcares totais, correspondentes a uma rápida redução no teor de amido.
3. A ATT e os taninos totais dos frutos dos diferentes tratamentos apresentaram comportamento semelhante ao do padrão.
4. Após completo amadurecimento, a qualidade final dos frutos dos diferentes tratamentos foi semelhante à do padrão, conforme os resultados químicos e análise sensorial (sabor e textura) dos frutos.

5. O período de conservação dos frutos, bem como o percentual de perdas, foram proporcionais às espessuras dos filmes utilizados, diminuindo com a espessura do filme.
6. O filme com 110μ de espessura foi o que proporcionou maior período de conservação das bananas, com uma diferença de 70 dias em relação ao padrão e 25 dias em relação ao filme com 61μ , porém, com o dobro no percentual de perdas devido ao "amadurecimento verde" dos frutos.
7. O uso de benomyl como anti-fúngico fica prejudicado pelo longo período de permanência dos frutos nas embalagens. Estes períodos superaram em muito o tempo de efeito residual do Benomyl.

6. RESUMO

Com o objetivo de prolongar o período de armazenamento da banana "Prata", foram ensaiados filmes de polietileno de baixa densidade com diferentes espessuras (21, 43, 61 e 110 μ) para a embalagem dos frutos, testando sua eficácia na manutenção do prê-climatério de bananas.

As parcelas eram lacradas nos sacos de polietileno e o experimento se desenvolveu em temperatura ambiente média de 18°C, no período de junho a agosto de 1982.

As análises físicas, físico-químicas e químicas bem como a análise sensorial (sabor e textura) demonstraram que a qualidade final dos frutos não foi afetada pelas embalagens.

Foi observado que o filme de maior espessura (110 μ) conservou as bananas por um período de 90 dias entre colheita e ponto de comercialização, enquanto que os frutos do padrão (sem embalagem) amadureceram, num período médio de apenas 20 dias. Ocorrem perdas da ordem de 26% dos frutos embalados com o filme de 110 μ , em decorrência do "amadurecimento verde".

7. SUMMARY

With the purpose of increasing the storage life, bananas of 'Prata' cultivar were packaged in sealed polyethylene bags with different thickness (21, 43, 61 and 110 μ), to delay the pré-climacteric period.

Five fruits of each parcel in each treatment were placed in the bag, sealed and stored at ambiental conditions, from june to august, 1982.

The physical, physico-chemical and chemical characteristics were analysed until ripening. Chemical assay and sensorial evaluations showed good quality of riped fruits and no differences were observed between experimental and standard parcels (whitout package).

The thickest film (110 μ) provides the largest period of conservation (90 days between harvest and comercialization point) while the standard fruits ripened in about 20 days.

Losses of 26% were observed in fruits stored on film of 110 μ due to the "green ripe" damage.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTRY: Oficial methods of analysis of the A.O.A.C. 11. ed. Washington, 1970. 1051 p.
2. BARKER, J. & SOLOMOS, T. Mechanism of the "climateric" rise in respiration in banana fruits. Nature, London, 13(4850): 189, Oct. 1962.
3. BAUR, J.R. & WORKMAN, M. Relationship between cell permeability and respiration in ripening banana fruit tissue. Plant Physiology, Washington, 39(4):540-3, Jul. 1964.
4. BIALE, B. The ripening of fruit. Scientific American, New York, 190 (40). 1954.
5. BLAKE, J.R. & PEACOCK, B.C. Effect of temperature on the pre climateric life of bananas. Queensland Journal of Agricultural Animal Sciences, Australia, 28(594):243-8, 1971.

6. BURDEN, O.J. Control of ripe fruits rots of bananas. Australian Journal Experimental Agriculture and Animal Husbandry, Victoria, 9(41):655-8, Dec. 1969.
7. BURG, S.P. & BURG, E.A. Role of ethylene in fruit ripening. Plant Physiology, Washington, 37(2):179-89, Mar. 1962.
8. CAMPOS, H. Estatística experimental não-paramétrica. 3. ed. Piracicaba, USP, 1979. 343 p.
9. CARDOSO, C.O.N.; CARDOSO, E.J.B.N.; TOLEDO, A.C.D.; KIMATI, H. & SOAVE, J. Guia de Fungicidas. Summa Phytopatologica. São Paulo, 1979, 235 p.
10. CARVALHO, V.D.; CHITARRA, M.I.F.; GOMES, W.R.; ANDRADE, J.S.; MORAIS, A.R. Influência do estágio de desenvolvimento e da época de colheita nos teores de taninos de banana maçã. Revista Brasileira de Fruticultura - São Paulo (No prelo).
11. CHAMPION, J. El plátano. Barcelona, Blume, 1978. p.247.
12. CHAVES, J.B.P. Avaliação sensorial de alimentos. Viçosa, UFV, 1980. (Publicação, 37).
13. DEULLIN, R. & MONNET, J. Mesure de la plénitude de la banane. Fruits, Paris, 15(5):205-21, Mai., 1960.
14. DAUN, H.; GILBERT, S.G.; ASHKENAZI, Y. & HENIG, Y. Storage quality of bananas packaged in selected permeability films. Journal of Food Science. Chicago, 38(7):1247-50, Sept./Oct. 1973.

15. DILLEY, D.R. Approaches to maintenance of postharvest integrity. Journal of Food Biochemistry. Westport, 2(3):235-42, 1978.
16. DO, J.Y. & SALUNKHE, D.K. Controlled-atmosphere storage. In: PANTÁSTICO, Er.B. Postharvest physiology, handling and utilization of tropical and subtropical fruits, and vegetables. Westport, AVI, 1975. p.175-85.
17. ECKERT, J. Systemic fungicides and antifungal compounds reihardsbrunn symposium. Berlin, H. Lyr e C. Polter, Academie Verlag, 1983.
18. ECKERT, J.W. & RATNAYAKE, M. Host-pathogen interactions in postharvest diseases. In: Post-harvest physiology and crop preservation. Ed. Morris Lieberman, Plenum Publishing Corporation, Riverside, 1983. p.247-64.
19. ENCICLOPÉDIA BRASILEIRA DOS MUNICÍPIOS. Rio de Janeiro, 35, 1958. 579 p, N. 35.
20. ESKIN, N.A.M. & HENDERSON, H.M. Food biochemistry, New York, Academic Press, 1971. 292 p.
21. FERNANDES, K.M.; CARVALHO, V.D. & CAL-VIDAL, J. Physical changes during ripening of Silver bananas. Journal of food science, Chicago, 44:1254-1255. 1979.
22. FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS - Trade Yearbook, Rome, 1981. N. 35, 154 p. (FAO Statistics Series, 43).

23. FUCHS, Y. & TEMKIN, G. The course of ripening of banana fruits stored in sealed polyethylene bags. Journal American Society Horticultural Science, Mount, 96(4):401-3, Jul. 1971.
24. GREEN, G.C. & KUHNE, F.A. Estimating the state of maturation of a banana bunch from meteorological and supporting data. Agrochemophysica. South Africa, 7(3):27-32. Sep. 1975.
25. HALL, C.W.; HARDENBURG, R.E. & PANTÁSTICO, Er.B. Consumer packaging with plastics. In: PANTÁSTICO, Er.B. Postharvest physiology, handling and utilization of tropical and subtropical fruits and vegetables, Westport, AVI, 1975. p. 303-13.
26. HULME, A.C. The biochemistry of fruits and their products. London, Academic Press, 1971. v.1, 781 p.
27. HAARD, N.F. Chilling injury of green banana fruits: Kinetic anomalies of IAA oxidase at chilling temperatures. Journal of Food Science, Chicago, 38(5):907-8, Sep./Oct. 1973.
28. HARDENBURG, R.E. Effect of in-package environment on keeping quality of fruits and vegetables. Hortscience. Alexandria, 6(3):198-201, Jun. 1971.
29. HAYAKAWA, K.; HENIG, Y.S.; SEYMOUK, G.G. Formulae for predicting gas exchange of fresh produce in polymeric film package. Journal of Food Science, Chicago, 40(1):186-91, Jan./Feb. 1975.



30. INSTITUTO ADOLFO LUTZ. Normas de qualidade para alimentos. São Paulo, ITAL, 1966. v.1, 215 p.
31. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Anuário Estatístico do Brasil - 1980. Rio de Janeiro, 1981. v. 41, 837 p.
32. _____. Tabela de Composição de Alimentos - 1981. 2. ed. Rio de Janeiro, 1981. 213 p.
33. INSTITUTO NACIONAL DE NUTRICION. Tabla de Composición de Alimentos para Uso Prático. Caracas, 1978. (Publicacion nº 40), 63 p.
34. JONES, R.L.; FREELAIM, H.T. & McDONNELL, J.F. The prevention of chilling injury, weight loss reduction, and ripening retardation in banana. Journal American Society Horticultural Science, Mount, 103(2):219-21, Mar. 1978.
35. KARIKARI, S.K.; MARRIOTT, J.; HUTCHINS, P. Changes during the respiratory climateric in repening plantain fruits. Scientia Horticulture, Amsterdam, 10:369-76. 1979.
36. KIMATI, H.; GALLI, F. Doenças da bananeira (*Musa* sp.) In: GALLI, F. Manual de fitopatologia. São Paulo, Agronômica Ceres, 1980. p.87-101.
37. LAL, R.K.; GARG, M.; KRISHNAN, P.S. Biochemical aspects of the developing and ripening banana. Phytochemistry. Elmsford, 13:2365-70. 1974.

38. LARMOND, E. Laboratory methods for sensory evaluation of food. Ottawa, Canada Department of Agriculture, 1977. (Publication, 1637).
39. LITTMANN, M.D. Effect of water loss on the reopening of climacteric fruits. Queensland Journal of Agricultural and Animal Sciences. Australia, 29:103-13. 1972. (Bulletin n° 606).
40. _____. Effect of water stress on ethylene production by preclimacteric banana fruit. Queensland Journal of Agricultural and Animal Sciences, Australia, 29:131-6, 1972. (Bulletin n° 608).
41. LIU, F.W. Ripening bananas with ethephon in three polymeric film packages. Hortscience, Alexandria, 13(6):688-90, Dec. 1978.
42. _____. Storage of bananas in polyethylene bags with an ethylene absorvent. Hortscience. Alexandria, 5(1):25-7, Feb. 1970.
43. _____. Correlation between banana storage life and minimum treatment time required time for ethylene response. Journal of American Society for Horticultural Science, Mount, 101(1):63-5, Jan. 1976.
44. _____. Storing ethylene-pretreated bananas in controlled atmosphere and hypobaric air. Journal American Society for Horticultural Sciences, Mount, 101(3):198-201, May, 1976.

45. LIU, F.W. Banana response to low concentrations of ethylene. Journal American Society for Horticultural Science, Mount, 101(3):222-4, May, 1976.
46. LIZANA, L.A. Quantitative evolution of sugars in banana fruit ripening at normal to elevated temperatures. Acta Horticulturae, The Hague, 57:163, 1976.
47. LODH, S.B.; PANTÁSTICO, Er.B. Physicochemical changes during growth storage organs. In: PANTÁSTICO, Er.B. Postharvest physiology handling and utilization of tropical and subtropical fruits and vegetable. Westport, AVI, 1975. Cap. 3, p.41-55.
48. LOESECKE, H.W. Bananas. New York, Intercience, 1950. 189p.
49. LOPES, L.C. Anotações de fisiologia pós-colheita de produtos hortícolas. Viçosa, UFV, 1980. 105 p.
50. MAC GLASSON, W.B.; WILLS, R.B.H. Effects of oxygen and carbon dioxide on respiration, storage life, and organic acids green bananas. Australian Journal Biological Science, Victoria, 25:32-42. 1972.
51. MAPSON, L.W.; ROBINSON, J.E. Relation between oxygen tension, biosynthesis of ethylene, respiration and ripening changes in banana fruit. Journal of Food Technology, Oxford, 1:214-25, Fev. 1966.
52. _____. La biosíntesis de etileno y la maduración de los frutos. Endeavour, Oxford, 29:22-33, 1966.

53. MARRIOTT, J. Bananas - Physiology and biochemistry of storage and ripening for optimum quality. CRC Critical reviews in food science and nutrition, London, 1980. Sep. p.41-88.
54. MARRIOTT, J.; ROBINSON, M.; KARIKARI, S.K. Starch and sugar transformation during the ripening of plantains and bananas. Journal Science of Food and Agriculture, London, 32 (10):1021-6, Oct. 1981.
55. _____ & NEW, S. Storage physiology of banana from new tetraploid clones. Tropical Science, London, 17(3):155-63, Mar. 1975.
56. _____ & PROCTOR, F.J. Transportation and conservation of tropical fruits. Outlook on Agriculture, Bracknell Berkshire, 9(5):233-9, Jan. 1978.
57. MATOO, A.K. Chemical changes during ripening and senescence. In: PANTÁSTICO, Er.B. Postharvest physiology, handling and utilization of tropical and subtropical fruits and vegetables. Westport, AVI, 1975. cap. 7, p.103-27.
58. MAXIE, E.C.; AMESQUITA, R.; HASSAN, B.M.; JOHNSON, C.F. Effect of gama irradiation on the ripening of banana fruits. American Society for Horticultural Science, Alexandria, 92:235-54. Jun. 1968.
59. MENDES, B.A.; ANJOS, C.A.R. Embalagens plásticas. Viçosa, UFV, 1980. 26 p.

60. MEREDITH, D.S. Transport and storage diseases of bananas: biology and control. Tropical Agricultural, Trinidad, 48 (1):35-50, 1971.
61. MINISTÉRIO DO INTERIOR, GEIDA. Contribuição ao desenvolvimento da agroindústria, banana. Campinas, v.9, 200p. 1968.
62. MULVENA, D.; WEBB, E.C.; ZENER, B. 3,4-dihydroxybenzaldehyde, a fungistatic substance from green cavendishi bananas. Phytochemistry, Elmsford, 8:393-95, 1969.
63. MUÑOZ-DELGADO, J.A. Conservación por el frío de productos perecederos. Revista de Agroquímica e Tecnologia de Alimentos, Valencia, 22(3):305-23, Set. 1982.
64. NELSON, N.A. A photometric adaptation of somogyi method for the determination of glucose. Journal Biological Chemistry. Baltimore, 135:136-75, 1944.
65. NEW, S.; MARRIOTT, J. Post-harvest physiology of tetraploid banana fruit: response to storage and ripening. Annals of Applied Biology, London, 78:193-204. 1974.
66. OLORUNDA, A.O. Effect of ethylene absorbent on the storage life of plantain packed in polyethylene bags. Nigerian Journal of Science, Ibadan, 10(1-2):19-26, 1976.
67. _____. Effect of post-harvest factors on quality attributes of dehydrated banana products. Journal Food Technology, Oxford, 12(3):257, Jun. 1977.

68. OCHSE, J.J.; SOULE, M.J.JR.; DIJKMAN, M.J.; WEHLBURG, C. Los plátanos y los cítricos. In: _____ Cultivo y mejoramiento de plantas tropicales y subtropicales. México, Limusa, 1974. v.1, Cap.7, p.433-585.
69. PÁDUA, T. Caracterização agrônômica do cacho da bananeira "Prata". Lavras, ESAL, 1978. 117 p. (Tese, M.S.).
70. PANTÁSTICO, E.B. Postharvest physiology, handling and utilization of tropical and subtropical fruits and vegetables. Westport, AVI, 1975. 560 p.
71. PALMER, J.K. The banana. In: HULME, A.C. The Biochemistry of fruits and their products. London, Academic Press, 1971. v.2, p.65-101.
72. PEACOCK, B.C. & BLAKE, J.R. Some effects of non-damaging temperatures on the life and respiratory behaviour of bananas. Queensland Journal of Agricultural and Animal Sciences, Australian, 27(536):147-68, 1970.
73. _____ & _____. Role of ethylene in the initiation of fruit ripening. Queensland Journal of Agricultural and Animal Sciences. Australia, 29:137-45, 1972.
74. _____ & _____. Effect of light on preclimateric life of bananas. Queensland Journal of Agricultural and Animal Sciences. Australia, 29(3):199-207. 1972.

75. PEACOCK, B.C. & BLAKE, J.R. Effect of *Colletotrichum musae* infection on the preclimateric life of bananas. Queensland Journal of Agricultural and Animal Sciences. Australia, 30(3):239-44. 1973.
76. _____ & _____. Effect of mechanical injury on the preclimateric life on banana fruits. Queensland Journal of Agricultural and Animal Sciences. Australia, 30(1):39-40, 1973.
77. PHILLIPS, C.A. Control of fruits rot in boxed bananas by thiabendazole (TBZ). Tropical Agriculture, Trinidad, 47(1):1-7, Jan. 1970.
78. PIMENTEL, G.F. Curso de estatística experimental. 4.ed, Piracicaba, USP, 1970. 430 p.
79. PINTO, A.C.Q. Influência do ácido giberélico, do permanganato de potássio e da embalagem de polietileno na conservação e embalagem da banana "Prata". Lavras, ESAL, 1978. 80 p. (Tese M.S.).
80. PURVIS, A.C.; BARMORE, C.R. Involvement of ethylene in chlorophyll degradation in peel of citrus fruits. Plant Physiology, Washington, 68:854-6, 1981.
81. SANDY TROUT FOOD PRESERVATION LABORATORY, BANANA C.A. STORAGE, Bulletin Institute of Refrigeration, London, 58, 312, 1978.

82. SANTANA, M.C. Desarrollo del daño por baja temperatura en el banano a diferentes estados de madures. Cad. Frig. Cuban, 2(14):14-8, 1976.
83. SCOTT, K.J.; ROBERTS, E.A. Control in banana of blackend rot caused by *glocosporium musarum*. Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandry. Melbourne, 7(26):283-86, Jun. 1967.
84. _____; BLAKE, J.R.; STRACHAN, G.; TUGWELL, B.L.; MACGLASSON, W.B. Transport of bananas at ambient temperatures using polyethylene bags. Tropical Agriculture, Trinidad, 48(3):245-54, 1971.
85. _____; WILLS, R.B.H.; RIPPON, L.E. The use of sealed polyethylene bunch covers during growth as a retardant to the ripening of bananas. Tropical Agriculture. Trinidad, 48(2):4163-5, Abr. 1971.
86. _____; MACGLASSON, W.B.; ROBERTS, A. Potassium permanganate as an ethylene absorbent in polyethylene bags to delay ripening of bananas during storage. Australian Journal Experimental Agriculture and Animal Husbrandy. Victoria, 10(43):237-40, Abr. 1970.
87. SGARBIERI, V.C.; FIGUEIREDO, I.B. Transformações bioquímicas da banana durante o amadurecimento. Revista Brasileira de Tecnologia, São Paulo, 2(2):85-94, Jun. 1971.

88. SGARBIERI, V.C.; HEC, M.; LEONARD, S.J. Estudo bioquímico de algumas variedades de bananas cultivadas no Brasil. In: ITAL: Coletânea do Instituto de Tecnologia de Alimentos. Campinas, 1965/66. Nº 1, Pt.2, p.529-58.
89. SILVIS, H.; THOMPSON, A.K.; MUSA, S.K.; SALLII, O.M.; ABDULLA, Y.M. Reduction of wastage during post-harvest handling of bananas in the Sudan. Tropical Agriculture. Trinidad, 53(1):89-94, Jan. 1976.
90. SIMMONDS, N.W. Los plátanos. Barcelona, Blume, 1973. 539p.
91. SOUZA, M.M. Influência do corte da parte terminal da raquis do cacho da bananeira c.v. "Prata" (*Musae* sp.), sobre a produção total, número de pencas por cacho, comprimento e do diâmetro do fruto. Viçosa, UFV, 1971. 28p. (Tese Mestrado).
92. SWAIN, T.; WILLS, W.E. The phenolic constituents of prunus domestica. Journal Science Food and Agriculture. London, 10(1):63-8, Jan. 1959.
93. THOMPSON, A.K.; BEEN, B.O.; PERKINS, C. Handling, storage and marketing of plantains. Proceedings Tropical Reg. American Society Horticultural Science, Maryland, 16:205-12, 1972.
94. THOMPSON, A.K.; BHATTI, M.B.; RUBIO, P.P. Harvesting and handling. In: PANTÁSTICO, E.R. Postharvest, physiology handling and utilization of tropical and subtropical fruits and vegetables. Westport, AVI, 1975. p.236-45.

95. THOMAS, P.; DHAKAR, S.D.; SREENIVASAN, A. Effect of gamma irradiation on the post-harvest physiology of five banana varieties grown in India. Journal of Food Science, Chicago, 36(2):243-47, Mar. 1971.
96. ULRICH, R. Organic acids. In: HULME, A.C. ed. The biochemistry of fruits and their products. London, 1971. v.1, cap.4, p.89-118.
97. ULRICH, R. Physiological and practical considerations. In: PANTASTICO, E.R. Postharvest physiology, handling and utilization of tropical and subtropical fruits and vegetables. Westport, AVI, 1975.
98. WADE, N.L. Effects of oxygen concentration and ethephon upon the respiration and ripening of banana fruits. Journal of Experimental Botany, London, 25(88):955-64, Oct. 1974.
99. WHITTING, G.C. Sugars. In: HUME, A.C. The biochemistry of fruits and their products. London, AVI, 1971. v.1, 1-31p.
100. WYMAN, H.; PALMER, J. The organic acids of the ripening banana fruits. Plant Physiology, Lancaster, 38(19), 1963.

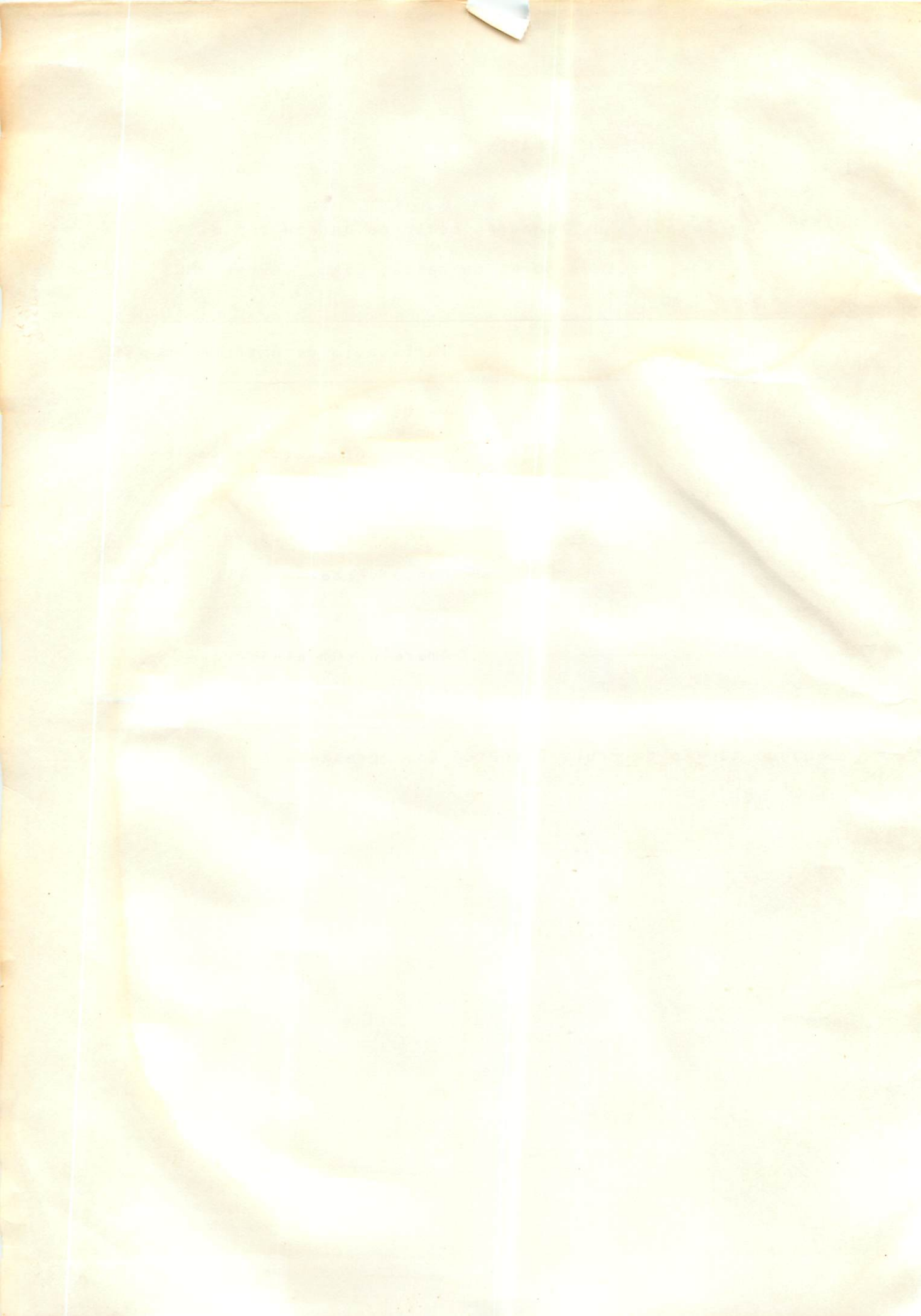
APENDICE

APÊNDICE A

QUADRO 1A - Estádios de amadurecimento da banana com os respectivos graus de cores da casca; ESAL, Lavras, MG, 1977.

| Grau de Cor | Estádio de Amadurecimento |
|-------------|---------------------------------|
| 1 | Verde |
| 2 | Verde com traços amarelos |
| 3 | Mais verde que amarelo |
| 4 | Mais amarelo que verde |
| 5 | Ponta verde |
| 6 | Todo amarelo |
| 7 | Amarelo com áreas cafês |
| 8 | Amarelo com grandes áreas cafês |

¹ Segundo tabela da Fruit Dispatch Co. apresentada por OCHSE et alii (68).



QUADRO 3A - Formulário com escala do teste descritivo Hedônico utilizado no teste de palatabilidade de banana "Prata" ESAL, Lavras, MG., 1983.

Nome: _____

Dia e Horas: _____

Prove cada amostra 2 vezes e identifique o sabor; mesmo quando houver dúvida, faça o seu julgamento. Use a escala abaixo, indicando quanto gostou e desgostou.

| Escala de Provação | Número do Prato | | | | |
|------------------------------|-----------------|-----|-----|-----|-----|
| | 515 | 290 | 693 | 580 | 651 |
| 1. Desgostei muitíssimo | | | | | |
| 2. Desgostei muito | | | | | |
| 3. Desgostei moderadamente | | | | | |
| 4. Desgostei levemente | | | | | |
| 5. Nem gostei, nem desgostei | | | | | |
| 6. Gostei levemente | | | | | |
| 7. Gostei moderadamente | | | | | |
| 8. Gostei muito | | | | | |
| 9. Gostei muitíssimo. | | | | | |

Sabor estranho: Sem ()

Não ()

