



**MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGROECOSSISTEMAS**

**DETERMINAÇÃO DO PONTO DE COLHEITA E AVALIAÇÃO
DA PÓS-COLHEITA DE BANANA PRINCESA UTILIZANDO
BIOFILME**

CLAUDIA ANDRADE RIBEIRO SARMENTO

2012



**MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGROECOSSISTEMAS**



CLAUDIA ANDRADE RIBEIRO SARMENTO

**DETERMINAÇÃO DO PONTO DE COLHEITA E AVALIAÇÃO
DA PÓS-COLHEITA DE BANANA PRINCESA UTILIZANDO
BIOFILME**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Sergipe, como parte das exigências do Curso de Mestrado em Agroecossistemas, área de concentração Produção em Agroecossistemas para obtenção do título de “Mestre”.

Orientador

Prof. Luiz Fernando Ganassali de Oliveira Junior

SÃO CRISTOVÃO
SERGIPE – BRASIL
2012

**FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA BIBLIOTECA CENTRAL
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE**

S246d Sarmiento, Claudia Andrade Ribeiro
Determinação do ponto de colheita e avaliação da pós-
colheita de banana princesa utilizando biofilme/ Claudia
Andrade Ribeiro Sarmiento ; orientador Luiz Fernando
Ganassali de Oliveira Junior. – São Cristóvão, 2012.
74 f. ; il.

Dissertação (Mestrado em Agroecossistemas)-
Universidade Federal de Sergipe, 2012.

1. *Musa spp.* 2. Pós-colheita de frutas. 3. Biofilme. I.
Oliveira Junior, Luiz Fernando Ganassali, orient. II. Título

CDU: 634.773:664.8.3.038

CLAUDIA ANDRADE RIBEIRO SARMENTO

**DETERMINAÇÃO DO PONTO DE COLHEITA E AVALIAÇÃO
DA PÓS-COLHEITA DE BANANA PRINCESA UTILIZANDO
BIOFILME**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Sergipe como parte das exigências do Curso de Mestrado em Agroecossistemas, área de concentração Produção em Agroecossistemas, obtenção do título de “Mestre” em Ciências.

APROVADO em 27 de Fevereiro de 2012.

Prof. Dr. Marcelo Augusto Gutierrez Carnelossi
NEREN – UFS

Prof. Dr. Carlos Alberto da Silva Ledo
UFRB

Prof. Dr. Luiz Fernando Ganassali de Oliveira Júnior
NEREN – UFS
(Orientador)

SÃO CRISTÓVÃO
SERGIPE – BRASIL
2012

Agradecimentos

Agradeço primeiramente a Deus, por nunca permitir com que eu fraquejasse, pela fé nele depositada que sempre me fez seguir em frente e conseguir chegar ao fim da estrada, superando os inúmeros obstáculos do caminho.

Agradeço também aos meus mentores espirituais, espíritos de luz que trabalharam minha aura e guiaram meus passos.

Agradeço ao meu orientador Prof. Dr. Luiz Fernando Ganassali de Oliveira Junior, pela paciência, dedicação e pelo conhecimento cedido, com certeza me fez mais sábia e madura! Eternamente grata!

Meu especial agradecimento ao Prof. Dr. Marcelo Carnelossi, por estar sempre disponível nos momentos de dúvida e por inúmeras vezes ter cedido seus equipamentos e laboratório para o desenvolvimento desse trabalho. O senhor foi de fundamental importância na conclusão desta obra.

A minha família, base de educação, humildade e ética. Sem os esforços depositados na minha formação intelectual e acadêmica não teria chegado até aqui.

Ao meu querido e zeloso avô Helber José Ribeiro, que assim como eu Engenheiro Agrônomo de formação e de coração, muitíssimo obrigado meu COLEGA!

Ao meu tio Helio Ribeiro, que abriu a porta para mais esta conquista!

Aos colegas de laboratório Marília, Júlio, Lucas, João Paulo, Clarissa, Gabriel, Raniel e Ariadne. Muito obrigado pela dedicação e ajuda incondicional nas atividades de campo e laboratoriais. Sem a ajuda de vocês esse trabalho seria interminável! Acho que realmente construímos uma família, a família ECOPOC, e como verdadeiros irmãos nos ajudamos em momentos difíceis, enxugamos as lágrimas e dissemos uns pros outros: calma, tudo vai dar certo!

Aos meus queridos amigos e amigas da vida, vocês são a família que escolhi de coração! Muito obrigado pelos momentos de diversão que tanto precisei ao longo desses 2 anos. Obrigado pela paciência nos meus momentos de total estresse, pelas ligações só pra perguntar: ta tudo bem amiga? A vida fica cinza sem amigos e vocês colorem a minha!

Em especial agradeço a minha grande amiga Lygia Nunes Carvalho que mesmo longe soube me dar total apoio, sempre preocupada, disponível e presente em todo e qualquer momento necessário!

Enfim, agradeço imensamente a todos que contribuíram para a conclusão e desenvolvimento deste trabalho!

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS.....	i
LISTA DE TABELAS.....	iii
RESUMO.....	iv
ABSTRACT.....	v
1º CAPÍTULO.....	1
1-Introdução Geral.....	1
2-Referencial Teórico.....	2
2.1- Cultura da Bananeira.....	2
2.2- Cultivar Maçã.....	4
2.3- Ponto de Colheita.....	7
2.4- Características da Maturação.....	11
2.5- Filmes Comestíveis.....	14
Referências Bibliográficas.....	16
2º CAPÍTULO: Determinação do Ponto de Colheita Para Bananas Variedade Princesa.....	20
RESUMO.....	20
ABSTRACT.....	21
1-Introdução.....	22
2-Materiais e Métodos.....	23
2.1- Material Vegetal.....	23
2.2- Análises Físicas e Químicas.....	24
2.3- Análise de Coloração da Casca.....	25
2.4- Extração e determinação da Atividade da Enzima Pectinametilesterase E.C 3,1,1,11 (PME).....	27
2.5- Análise Estatística.....	27
3-Resultados e Discussão.....	28
3.1- Sólidos Solúveis.....	28
3.2- Acidez Titulável.....	29
3.3- Firmeza.....	31
3.4- Pectinametilesterase (PME).....	33
3.5- Análise de pH.....	34
3.7- Perda de Massa.....	35
3.8- Comprimento e Diâmetro do Fruto.....	36
3.9- Coloração da Casca.....	37

4- Conclusões.....	40
Referências Bibliográficas.....	41
3º CAPÍTULO: Efeito do Biofilme a Base de Amido e Quitosana na Conservação da Vida Pós-Colheita de Bananas Variedade Princesa.....	43
RESUMO.....	43
ABSTRACT.....	44
1-Introdução.....	45
2-Materiais e Métodos.....	46
2.1- Material Vegetal.....	46
2.2- Preparação dos Biofilmes à Base de Amido e Quitosana.....	46
2.3- Análises Físicas e Químicas.....	48
2.4- Análise de Coloração da Casca.....	49
2.5- Extração e determinação da Atividade da Enzima Pectinametilesterase E.C 3,1,1,11 (PME).....	50
2.6- Análise Estatística.....	50
3- Resultados e Discussão.....	51
3.1- Sólidos Solúveis.....	51
3.2- Acidez Titulável.....	52
3.3- Firmeza.....	53
3.4- Pectinametilesterase (PME).....	55
3.6- Análise de pH.....	57
3.7- Perda de Massa.....	58
3.8- Comprimento e Diâmetro do Fruto.....	59
3.9- Coloração da Casca.....	60
4- Conclusões.....	62
Referências Bibliográficas.....	63

LISTA DE FIGURAS

Numero	Título	Página
FIGURA 1:	Sintomas do Mal-do-Panamá em bananeiras: a) amarelecimento progressivo das folhas mais velhas para as mais novas, começando pelos bordos do limbo foliar e evoluindo no sentido da nervura principal. b) rachaduras no pseudocaule da planta.....	6
FIGURA 2:	Normas da classificação de cor do fruto da CEAGESP (2006).....	8
FIGURA 3:	Angulosidade das quinas dos frutos.....	9
FIGURA 4:	Marcação das brácteas abortadas desde a inflorescência até o cacho.....	11
FIGURA 5:	Marcação das brácteas abortadas desde a inflorescência até o cacho.....	23
FIGURA 6:	Frutos dos tratamentos, 90, 95, 100 e 105 brácteas abortadas.....	24
FIGURA 7:	Representação espacial do sistemas CIELAB.....	26
FIGURA 8:	Teor de sólidos solúveis totais em bananas variedade Princesa colhidas com 90, 95, 100 e 105 brácteas abortadas durante 12 dias de armazenamento à temperatura ambiente	29
FIGURA 9:	Acidez total titulável em bananas variedade Princesa colhidas com 90, 95, 100 e 105 brácteas abortadas durante 12 dias de armazenamento à temperatura ambiente.....	30
FIGURA 10:	Valores de firmeza (N) em bananas variedade Princesa colhidas com 90, 95, 100 e 105 brácteas abortadas durante 12 dias de armazenamento à temperatura ambiente	32
FIGURA 11:	Valores da atividade enzimática da Pectinametilesterase-PME (U.E. min ⁻¹ g ⁻¹) em bananas variedade Princesa colhidas com 90, 95, 100 e 105 brácteas abortadas durante 12 dias de armazenamento à temperatura ambiente.....	34
FIGURA 12:	Valores de pH em bananas variedade Princesa colhidas com 90, 95, 100 e 105 brácteas abortadas durante 12 dias de armazenamento à temperatura ambiente.....	35
FIGURA 13:	Perda de massa em bananas variedade Princesa colhidas com 90, 95, 100 e 105 brácteas abortadas durante 12 dias de armazenamento à temperatura ambiente.....	36
FIGURA 14:	Parâmetro de cor L* em bananas variedade Princesa colhidas com 90, 95, 100 e 105 brácteas abortadas durante 12 dias de armazenamento à temperatura ambiente.....	38
FIGURA 15:	Parâmetro de cor h para bananas variedade Princesa colhidas com 90, 95, 100 e 105 brácteas abortadas durante 12 dias de armazenamento à temperatura ambiente.....	39
FIGURA 16:	Parâmetro de cor C* para bananas variedade Princesa colhidas com 90, 95, 100 e 105 brácteas abortadas durante 12 dias de armazenamento à temperatura ambiente.....	40
FIGURA 17:	Esquema da elaboração dos biofilmes de amido à 2% e 4%.....	47

FIGURA 18: Esquema da elaboração dos biofilmes de quitosana à 2% e 4%.....	47
FIGURA 19: Representação espacial do sistemas CIELAB.....	49
FIGURA 20: Teor de sólidos solúveis totais em bananas variedade Princesa colhidas com 95 brácteas abortadas submetidas aos tratamentos controle, biofilme de amido 2% e 4% e biofilme de quitosana 2% e 4% durante 12 dias de armazenamento à temperatura ambiente.....	51
FIGURA 21: Acidez titulável em bananas variedade Princesa colhidas com 95 brácteas abortadas submetidas aos tratamentos controle, biofilme de amido 2% e 4% e biofilme de quitosana 2% e 4% durante 12 dias de armazenamento à temperatura ambiente.....	53
FIGURA 22: Firmeza (N) em bananas variedade Princesa colhidas com 95 brácteas abortadas submetidas aos tratamentos controle, biofilme de amido 2% e 4% e biofilme de quitosana 2% e 4% durante 12 dias de armazenamento à temperatura ambiente.....	54
FIGURA 23: Valores da atividade enzimática da Pectinametilesterase-PME (U.E. min ⁻¹ g ⁻¹) em bananas variedade Princesa colhidas com 95 brácteas abortadas submetidas aos tratamentos controle, biofilme de amido 2% e 4% e biofilme de quitosana 2% e 4% durante 12 dias de armazenamento à temperatura ambiente.....	56
FIGURA 24: Valores de pH em bananas variedade Princesa colhidas com 95 brácteas abortadas submetidas aos tratamentos controle, biofilme de amido 2% e 4% e biofilme de quitosana 2% e 4% durante 12 dias de armazenamento à temperatura ambiente.....	57
FIGURA 25: Perda de massa (%) em bananas variedade Princesa colhidas com 95 brácteas abortadas submetidas aos tratamentos controle, biofilme de amido 2% e 4% e biofilme de quitosana 2% e 4% durante 12 dias de armazenamento à temperatura ambiente.....	58
FIGURA 26: fruto do tratamento amido 4% com ataque de fungo.....	59
FIGURA 27: Parâmetro de cor L* em bananas variedade Princesa colhidas com 95 brácteas abortadas submetidas aos tratamentos controle, biofilme de amido 2% e 4% e biofilme de quitosana 2% e 4% durante 12 dias de armazenamento à temperatura ambiente.....	60
FIGURA 28: Parâmetro de cor h em bananas variedade Princesa colhidas com 95 brácteas abortadas submetidas aos tratamentos controle, biofilme de amido 2% e 4% e biofilme de quitosana 2% e 4% durante 12 dias de armazenamento à temperatura ambiente.....	61
FIGURA 29: Parâmetro de cor C* em bananas variedade Princesa colhidas com 95 brácteas abortadas submetidas aos tratamentos controle, biofilme de amido 2% e 4% e biofilme de quitosana 2% e 4% durante 12 dias de armazenamento à temperatura ambiente.....	62

LISTA DE TABELAS

Numero	Título	Página
TABELA 1:	Características das variedades de bananeira quanto ao GG - grupo genômico; SA - Sigatoka-amarela; SN - Sigatoka-negra; MP - mal-do-Panamá; NEM - nematóide; BR - broca-do-rizoma; S - suscetível; AS - altamente suscetível; MR - moderadamente resistente; MS - moderadamente suscetível; R - resistente; T - tolerante. ² MD/BX - médio a baixo; MD/AL - médio a alto	5
TABELA 2:	Calibragem dos frutos da bananeira no Equador, América Central e respectiva correspondência.....	10
TABELA 3:	Médias dos comprimentos e diâmetros em centímetro em bananas variedade Princesa colhidas com 90, 95, 100 e 105 brácteas abortadas durante 12 dias de armazenamento à temperatura ambiente.....	38
TABELA 4:	Médias dos comprimentos e diâmetros em centímetro em bananas variedade Princesa colhidas com 90, 95, 100 e 105 brácteas abortadas durante 12 dias de armazenamento à temperatura ambiente.....	61

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi o de desenvolver um protocolo para determinação do ponto de colheita ideal para os frutos de banana Princesa utilizando o método de brácteas abortadas, estudando também suas características físicas e químicas e prolongar a vida pós-colheita desses frutos com a utilização de biofilmes à base de amido e quitosana. Na determinação do ponto de colheita dos frutos, as bananas da variedade BRS Princesa foram obtidas no Campo Experimental Jorge do Prado Sobral da Embrapa Tabuleiros Costeiros em Nossa Senhora das Dores-SE. Os frutos foram selecionados de acordo com o número de brácteas abortadas desde a emissão da inflorescência até o momento da colheita, obtendo-se cachos com 90, 95, 100 e 105 brácteas abortadas. As análises físicas e químicas foram realizadas a cada 3 dias nos frutos dos 2º e 3º cachos e foram elas: sólidos solúveis, acidez titulável, perda de massa, comprimento e diâmetro dos frutos, pH, firmeza, coloração da casca e atividade da enzima pectinametilesterase. O delineamento estatístico utilizado foi o inteiramente casualizado em esquema fatorial 4x5, sendo 4 pontos de colheita e 5 períodos de análise, e os dados obtidos foram avaliados estatisticamente, por meio da análise de variância, e da aplicação do teste de Tukey ($p < 0,05$), com o uso do programa estatístico SISVAR. Para todos os parâmetros físicos e químicos analisados, os frutos colhidos com 90 brácteas abortadas apresentaram um aceleração no seu metabolismo quando comparado com os demais tratamentos, já os frutos colhidos com 95 e 100 brácteas abortadas apresentaram as melhores características físicas e químicas para serem adotados como ponto de colheita ideal para a variedade Princesa, já que apresentaram um bom incremento no teor de sólidos solúveis, valores semelhantes de acidez titulável, apresentaram uma pequena firmeza em seus frutos ainda no final do experimento, menores valores de atividade enzimática da PME, valores de índice de maturação e pH semelhantes, menores taxas de perda de massa e melhores valores para os parâmetros de coloração da casca L^* , h° e C^* . Porém adotar-se-á, os frutos com 95 brácteas devido à colheita ser feita mais rapidamente. Na segunda parte do trabalho, os frutos foram oriundos do mesmo pomar e as mesmas análises físicas e químicas foram realizadas nos frutos do 2º e 3º cachos colhidos com 95 brácteas abortadas. O delineamento estatístico utilizado foi o inteiramente casualizado em esquema fatorial 5x4, sendo 5 revestimentos e 4 períodos de análise, e os dados obtidos foram avaliados estatisticamente, por meio da análise de variância, e da aplicação do teste de Tukey ($p < 0,05$), com o uso do programa estatístico SISVAR. Como constatado em todas as análises físicas e químicas o tratamento de amido e quitosana à 4% aceleraram o metabolismo dos frutos, diminuindo, assim, sua vida de prateleira, já os frutos submetidos ao biofilme de amido à 2%, obtiveram os melhores resultados nas análises físicas e químicas quanto à conservação pós-colheita dos frutos, pois apresentaram um pico para os valores de sólidos solúveis apenas no final do experimento, atingiram valores semelhantes na acidez titulável ao longo do experimento, mantiveram os frutos mais firmes que os demais tratamentos, apresentaram menores atividades da enzima pectinametilesterase, valores de índice e pH semelhantes, menores perdas de massa e melhores valores para os parâmetros de coloração da casca L^* , h° e C^* .

Palavras-Chave: *Musa spp.*; maturação; revestimentos comestíveis.

ABSTRACT

The objective of this study was develop a protocol to determine an ideal point to harvest the fruits of: “Banana Princesa” using the aborted bracts method, also studying their physical and chemical characteristics and extend the postharvest life of fruits using starch and chitosan biofilms. In determining the point of harvesting the fruit, the banana of “BRS Princesa” variety were obtained at the Jorge Prado Sobral Experimental Camp of Embrapa Coastal Tablelands in Nossa Senhora das Dores -SE. The fruits were selected according to the number of aborted bracts from the is suance of the inflorescence to the time of harvest, resulting in clusters with 90, 95, 100 and 105 aborted bracts. The physical and chemical analysis were performed every 3 days in the fruits of 2nd and 3rd clusters: soluble solids, titratable acidity, loss of mass, length and diameter of fruits, pH, firmness, peel color and activity of the pectinmethylesterase enzyme. The experimental design was completely randomized in factorial scheme 4x5, with 4 points of harvest and 5 periods of analysis. The results were evaluated statistically by ANOVA and Tukey test ($p < 0.05$), using the statistical program SISVAR. For all physical and chemical parameters analyzed, the fruits harvested with 90 aborted bracts had an acceleration in their metabolism compared with other treatments, once the fruits harvested at 95 and 100 aborted bracts had the best physical and chemical characteristics to be adopted as optimal point of harvest for the “Banana Princesa” variety, since it presented a good increase insoluble solids, similar values of titratable acidity, a small firmness of this fruits until the end of the experiment, small enzymatic activity of PME, maturation index and pH similar, lower rates of mass loss and best values for the parameters of peel color, L^* , C^* and h° . However it will be adopted the fruit with 95 bracts aborted to be the ideal point of harvested, once it is soon. In the second part of the work, the fruit came from the same orchard and the same physical and chemical analysis were performed in the fruits of 2nd and 3rd with 95 bracts aborted. . The experimental design was completely randomized in factorial scheme (5x4), with 5 coutings and 4 periods of analysis, and results were evaluated statistically by ANOVA and Tukey test ($p < 0.05$), using the statistical program SISVAR. As seen in all physical and chemical analysis the treatment of the starch and chitosan by 4% accelerated metabolism of the fruit, reducing their shelf life. The fruits submitted to the starch biofilm by 2%, presents the best results in physical and chemical analysis as to the postharvest preservation of fruits, because it presented an increase in their values of soluble solids only at the end of the experiment, reaching values similar in titratable acidity during the experiment, the fruits remained firmer than the other treatments, had lower activity of the enzyme pectinmethylesterase, maturation index values and pH similar, lower mass loss and better values for the parameters of peel color, L^* , C^* and h° .

Key-words: *Musa* spp., maturation, edible coatings.

1º Capítulo

1- Introdução Geral

A cultura da banana no Brasil é de bastante importância, o país se destaca como quarto produtor mundial dessa fruta, com 7,12 milhões de toneladas (FAO, 2011). Esta é uma fruta bastante produzida em todas as regiões do país, onde a região Nordeste destaca-se como grande produtora, com 2.697.933 toneladas (IBGE, 2011), destacando essa fruta como importante ferramenta para o comércio desta região.

O Estado de Sergipe vem se destacando na produção de banana, apresentando uma produção de 47.845 toneladas e uma área plantada de 3.873 ha na safra de outubro de 2011 (IBGE, 2011). Porém ainda falta um maior incentivo do governo para expandir esta cultura, uma vez que o Estado se mostra com excelentes características para a produção desta frutífera.

O fruto da bananeira é bastante apreciado pelos consumidores por apresentar boas características de sabor e aroma, além de ser fonte de diversas vitaminas e minerais. A banana é o um dos frutos mais consumidos mundialmente, pois além de ser apreciada *in natura*, o fruto pode ser consumido frito, assado ou cozido, além de servir de base para várias iguarias, como doces, geléias e biscoitos.

Por ser uma cultura de baixo custo, a banana é geralmente cultivada por pequenos produtores, o que à torna um importante elemento econômico e de subsistência dessas famílias, que muitas vezes acabam consumindo as sobras dos seus frutos não comercializados.

As cultivares de banana mais difundidas no Brasil são: Prata, Pacovan, Prata-Anã, Maçã e Terra. Destas, as cultivares Prata, Prata-Anã e Pacovan são responsáveis por, aproximadamente, 60% da área cultivada com banana no Brasil (Silva et al.,2008).

A banana Maçã é uma variedade altamente apreciada pelos consumidores por suas características organolépticas, por apresentar um alto grau de doçura de seus frutos. Porém essa variedade está passando por sérios problemas, podendo chegar a sua extinção. Um fungo de solo, o *Fusarium oxysporum f. sp. cubense* (E.F. Smith) Sn e Hansen, é responsável por uma doença conhecida como Mal-do-Panamá, a qual a variedade Maçã é altamente suscetível, essa doença é responsável por provocar perdas de até 100% na produção desta variedade.

Com o objetivo de contornar os problemas causados pelo Mal-do-Panamá aos frutos da variedade Maçã, a Embrapa desenvolveu por meio de melhoramento genético, uma nova variedade tolerante à esta doença, esta nova variedade é conhecida como Princesa que foi classificada como uma variedade do Grupo Maçã, por apresentar características de desenvolvimento semelhantes à essa variedade.

Para que se faça o consumo dos frutos no seu estágio de maturação ideal é necessário que se faça a colheita do mesmo no seu ponto de maturação fisiológica, ou seja, quando os frutos já estiverem com suas características fisiológicas estabelecidas. Porém existem várias maneiras de determinar esse ponto de colheita, como a coloração da casca, a angulosidade das quinas e o diâmetro dos frutos. Sendo de primordial importância fixar esses parâmetros quando se trata de uma nova variedade que pode vir a ser explorada no mercado.

Atualmente outra grande preocupação é a de prolongar a vida pós-colheita dos frutos, já que muitas vezes os pomares dos frutos ficam distantes dos seus pontos de comercialização, precisando-se de mais tempo no transporte e conseqüentemente no consumo dos mesmos. Uma forma de aumentar essa vida pós-colheita é a utilização de revestimentos comestíveis, ou biofilmes sobre a superfície dos frutos, que são coberturas formadas por materiais biológicos, que tem como objetivo retardar o metabolismo dos frutos.

Dentre os biopolímeros utilizados na elaboração de biofilmes destacam-se: o amido, a pectina, a celulose e seus derivados, o colágeno e as proteínas miofibrilares. O amido é um polissacarídeo bastante usado na confecção de biofilmes, sendo a fécula de mandioca selecionada como a matéria-prima mais adequada para sua elaboração, por formar películas resistentes e transparentes.

Outro polissacarídeo que vem sendo estudado na confecção de biofilmes é a quitosana, extraída da carapaça de crustáceos, esse polissacarídeo apresenta boas características de formação de película, além de conter também propriedades antifúngicas, servindo portanto para prolongar a vida útil dos frutos e combatendo doenças fungicas nos mesmo.

Assim, o objetivo deste trabalho foi o de determinar um ponto de colheita ideal para os frutos da nova variedade Princesa, estudando também suas características físicas e químicas e prolongar a vida pós-colheita dos frutos desta variedade com a utilização de biofilmes à base de amido e quitosana.

2- Referencial Teórico

2.1- Cultura da Bananeira

Segundo a sistemática botânica de classificação, as bananeiras produtoras de frutos comestíveis são plantas da classe das Monocotiledôneas, ordem Scitaminales, família Musaceae, da qual fazem parte as subfamílias Heliconioideae, Strelizioideae e Musoideae. A seção Musa é a mais importante, uma vez que, além de ser formada pelo maior número de espécies do gênero, apresenta ampla distribuição geográfica e abrange as espécies de bananas comestíveis. A maioria dos cultivares de bananeira originou-se no Continente

Asiático, tendo evoluído a partir das espécies diplóides selvagens *Musa acuminata* Colla e *Musa balbisiana* Colla (Viviani, 2006).

As bananas apresentam três níveis cromossômicos, os diplóides, os triplóides e os tetraplóides, os quais correspondem, respectivamente, a dois, três e quatro múltiplos do número básico ou genoma de 11 ($x=n$). Sendo as bananas triplóides oriundas do cruzamento entre diplóides e os frutos tetraplóides originários do cruzamento de diplóides e triplóides (Viviani, 2006).

Cada cultivar de bananeira deve conter combinações variadas de genomas completos das espécies parentais. Esses genomas são denominados pelas letras A (*M. acuminata*) e B (*M. balbisiana*), de cujas combinações resultam os grupos conhecidos AA, BB, AB, AAA, AAB, ABB, AAAA, AAAB AABB e ABBB.(Silva et al.,1999).

A banana é considerada mundialmente um importante alimento em razão da sua composição química e conteúdo em vitaminas e minerais, principalmente potássio, destacando-se dentre as frutas tropicais como a mais consumida, tanto pela sua versatilidade em termos de modalidades de consumo (processada, frita, cozida, in natura) quanto pelas suas características de sabor, aroma, higiene e facilidade de ser consumida *in natura* (Donato et al., 2006). Além de apresentar baixos teores calóricos e de gordura, sendo, dessa forma, imprescindível para a complementação alimentar das populações de baixa renda (Siqueira, 2008).

O fruto da bananeira é produzido em 135 países, ocupando 10,2 milhões de hectares plantados, atingindo uma produção de mais de 125 milhões de toneladas (FAO, 2011). O Brasil destaca-se como o quarto maior produtor de banana do mundo, com 7,12 milhões de toneladas. Ocupando o terceiro lugar no mercado mundial de consumo da fruta, com 5,5 milhões de toneladas, o que equivale à 9,7% da banana consumida no mundo (FAO, 2011).

No Brasil, a bananeira é cultivada em praticamente todos os Estados, destacando-se: São Paulo, Paraíba, Minas Gerais, Bahia, Santa Catarina, Amazonas, Ceará, Mato Grosso, Pernambuco e Espírito Santo (PEREZ, 2002). Sendo, que para o mês de outubro de 2011 a região de maior produção foi o Nordeste, com 2.697.933 toneladas, destacando-se o estado da Bahia com uma produção de 1.152.892 toneladas (IBGE, 2011).

O Estado de Sergipe apresentou uma produção de 47.845 toneladas e uma área plantada de 3.873 há, destacando-se as microrregiões de Itabaiana, Cotinguiba, Baixo Cotinguiba, Japaratuba, Estância e Boquim, segundo dados da safra de outubro de 2011 (IBGE, 2011).

Deste modo é de extrema importância o estudo e desenvolvimento da cultura da banana no Estado de Sergipe, visto que este Estado apresenta um bom potencial para o desenvolvimento dessa frutífera.

2.2- Cultivar Maçã

As cultivares de banana mais difundidas no Brasil são: ‘Prata’, ‘Pacovan’, ‘Prata-Anã’, ‘Maçã’, ‘Mysore’, ‘Terra’ e ‘D’Angola’, do grupo AAB, utilizadas unicamente para o mercado interno, e ‘Nanica’, ‘Nanicão’ e ‘Grande Naine’, do grupo AAA, usadas principalmente para exportação. Destas, as cultivares Prata, Prata-Anã e Pacovan são responsáveis por, aproximadamente, 60% da área cultivada com banana no Brasil (Silva et al., 2008). Dentre essas variedades a banana Maçã é uma das mais apreciadas pelos consumidores devido as suas características sensoriais.

Dentre as cultivares exploradas, a banana-maçã, que recebeu esse nome por apresentar casca fina e polpa suave, lembrando o fruto da macieira (Silva et al., 2004), caracteriza-se por apresentar qualidades sensoriais agradáveis, sendo, talvez, a mais saborosa de todas as variedades para consumo *in natura* (Pinheiro et al., 2010).

A cultura da banana no Brasil, salvo algumas áreas de produção, tem a característica de baixo nível tecnológico dos cultivos. Isto leva ao fato de que, em geral, bananeiras mal cuidadas são automaticamente afetadas, com grande intensidade, por problemas fitossanitários, dentre os quais podemos destacar as doenças. Em função da diversidade climática em que as bananeiras são cultivadas no Brasil, e do próprio predomínio de variedades susceptíveis, as doenças assumem importância regional (Cordeiro, 1999), destacando-se a Sigatoka-Amarela (*Mycosphaerella musicola* Leach) nas regiões de clima úmido, com chuva frequente e temperatura em torno de 25° C, como a região sudeste do país (Cordeiro e Matos, 2000), a Sigatoka-Negra (*Mycosphaerella fijiensis* Morelet) apresenta-se mais concentrada na região norte, porém atingindo a partir de 2004 também alguns estados das regiões sul e sudeste, já o Mal-do-Panamá (*Fusarium oxysporum* f. sp. *Cubense*) atinge todas as regiões brasileiras (Cordeiro et al., 2004).

No sistema produtivo da bananeira, as doenças constituem a maior preocupação, haja vista o elevado nível de perdas que tem sido atribuídos à elas. Diante dessa realidade, saber identificar cada doença e conhecer as formas de combatê-las passam a ser condições fundamentais para o sucesso de qualquer plantio (Cordeiro et al., 2004).

Nesse contexto, a banana Maçã é uma cultivar altamente suscetível ao Mal-do-Panamá e à Sigatoka-Negra (tabela 1). Porém foi o Mal-do-Panamá que praticamente erradicou essa cultivar por ser uma doença endêmica em todas as regiões produtoras e que provoca perdas de 100% na produção. O Mal-do-Panamá é causado por *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* (E.F. Smith) Sn e Hansen, um fungo de solo que apresenta alta capacidade de sobrevivência na ausência do hospedeiro. Além disso, o patógeno tem sido detectado em associação com plantas invasoras de comum ocorrência em bananeiras, como: *Paspalum fasciculatum*, *Panicum purpurascens*, *Ixophorus unisetes*, *Commelina diffusa*, raízes de *Paspalum* SP. E *Amaranthus* SP (Cordeiro et al., 2004)

TABELA 1: Características das variedades de bananeira quanto ao GG - grupo genômico; SA - Sigatoka-amarela; SN - Sigatoka-negra; MP - mal-do-Panamá; NEM - nematóide; BR - broca-do-rizoma; S - suscetível; AS - altamente suscetível; MR - moderadamente resistente; MS - moderadamente suscetível; R - resistente; T - tolerante.²MD/BX - médio a baixo; MD/AL - médio a alto.

VARIEDADES	CARACTERÍSTICAS ¹							
	GG	PORTE ²	SA	SN	MP	MOKO	NEM	BR
Prata	AAB	ALTO	S	AS	S	S	R	MR
Pacovan	AAB	ALTO	S	AS	S	S	R	MR
Prata A anã	AAB	MD/BX	S	AS	S	S	R	MR
Maçã	AAB	MD/AL	MS	AS	AS	S	R	MR
Mysore	AAB	MD/BX	R	R	R	S	R	MR
Nanica	AAA	BAIXO	S	AS	R	S	S	S
Nanicão	AAA	MD/BX	S	AS	R	S	S	S
Nanição IAC 2001	AAA	MD/BX	R	S	R	S	S	S
Grande Naine	AAA	MD/BX	S	AS	R	S	S	S
Terra	AAB	ALTO	R	S	R	S	S	S
D'Angola	AAB	MÉDIO	R	S	R	S	S	S
Caipira	AAA	MD/AL	R	R	R	S	-	R
Thap Maeo	AAB	MD/AL	R	R	R	S	R	MR
Prata Baby	AAA	MD/AL	R	S	R	S	-	-
Fhia 18	AAAB	MD/BX	MS	R	S	S	-	-
Pacovan Ken	AAAB	ALTO	R	R	R	S	-	-
Prata Graúda	AAAB	MD/AL	MS	S	R	S	-	-
Preciosa	AAAB	ALTO	R	R	R	S	-	-
Tropical	AAAB	MD/AL	R	S	T	S	-	-
Fhia Maravilha	AAAB	MÉDIO	MS	R	R	S	-	-
Prata Caprichosa	AAAB	ALTO	R	R	S	S	-	-
Prata Garantida	AAAB	ALTO	R	R	R	S	-	-
Prata Zulu	ABB	MD/AL	R	R	AS	S	-	-
Japira	AAAB	ALTO	R	R	R	S	-	-
Vitória	AAAB	ALTO	R	R	R	S	-	-

Fonte: http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Agencia40/AG01/arvore/AG01_45_41020068055.html

As principais formas de disseminação da doença são o contato dos sistemas radiculares de plantas sadias com esporos liberados por plantas doentes e, em muitas áreas, o uso de material de plantio contaminado. O fungo também é disseminado por água de irrigação, de drenagem, de inundação, assim como pelo homem, por animais e equipamentos (Cordeiro et al., 2004).

As plantas infectadas por *Fusarium oxysporum f. sp. Cubense* exibem externamente um amarelecimento progressivo das folhas mais velhas para as mais novas, começando pelos bordos do limbo foliar e evoluindo no sentido da nervura principal. Posteriormente, as folhas murcham, secam e quebram

junto ao pseudocaule. Em consequência ficam pendentes, o que da a planta a aparência de um guarda-chuva fechado (fig 1). Além de rachaduras no pseudocaule (Cordeiro et al., 2004).



Fonte: Google.

FIGURA 1: Sintomas do Mal-do-Panamá em bananeiras: a) amarelecimento progressivo das folhas mais velhas para as mais novas, começando pelos bordos do limbo foliar e evoluindo no sentido da nervura principal. b) rachaduras no pseudocaule da planta.

A melhor medida para o controle do Mal-do-Panamá é a utilização de variedades resistentes ou tolerantes a doença. Para isso utiliza-se do melhoramento genético de bananeiras para o desenvolvimento dessas novas variedades, Pimentel et al. (2010), Oliveira (2010) e Silva et al. (2008) concordam que a baixa variabilidade genética associada a suscetibilidade dos materiais tradicionais as principais doenças da cultura representam um grande risco a bananicultura. Gomes et al. (2007) ressalta que o melhoramento genético se apresenta como uma das ferramentas para a solução da falta de variedades que reúnam várias características desejáveis, como resistência a doenças, porte adequado e boa aceitação pelo consumidor.

Por esse motivo, a Embrapa Mandioca e Fruticultura vem desenvolvendo no Brasil um programa de melhoramento genético de bananeira baseado principalmente na produção de tetraplóides AAAB, obtidos a partir do cruzamento de diplóides melhorados (AA) com triplóides AAB dos tipos Prata e Maçã, esse programa tem como objetivo a obtenção de variedades resistentes a doenças, pragas e nematóides, com porte reduzido, precoces e mais produtivas (Silva et al., 2003). Como exemplo disso temos a variedade Tropical, que é um híbrido tetraplóide do grupo AAAB, resultante do cruzamento da variedade Yangambi nº 2 e o híbrido diplóide (AA) M53, de porte médio a alto, criado pela Embrapa Mandioca e Fruticultura (YB42-21), em Cruz das Almas-BA (Silva et al, 2004).

Assim como a banana Tropical, atualmente desenvolveu-se uma nova variedade, a BRS Princesa, que também é um híbrido tetraplóide (AAAB), gerado na Embrapa Mandioca e Fruticultura, também resultante do cruzamento da cultivar Yangambi nº 2 (AAB) com o diplóide M53 (AA).

A variedade Princesa, do tipo Maçã, é tolerante ao Mal-do-Panamá, o que justifica a sua utilização, já que apresenta a maioria das suas características, de desenvolvimento semelhantes a cultivar Maçã, além de boa produtividade em torno de 15 a 20 t/ha e até 25 t/ha e porte menor que o da Maçã (Ledo et al., 2008).

Deste modo surge a importância de um estudo mais profundo sobre a variedade Princesa, para um conhecimento maior de suas características, visto que esta nova variedade pode conquistar uma grande fatia do mercado nacional, retomando, assim, a comercialização das bananas do grupo Maçã, tão apreciadas por suas características organolépticas e prejudicada por sua susceptibilidade às doenças fúngicas.

2.3- Ponto de Colheita

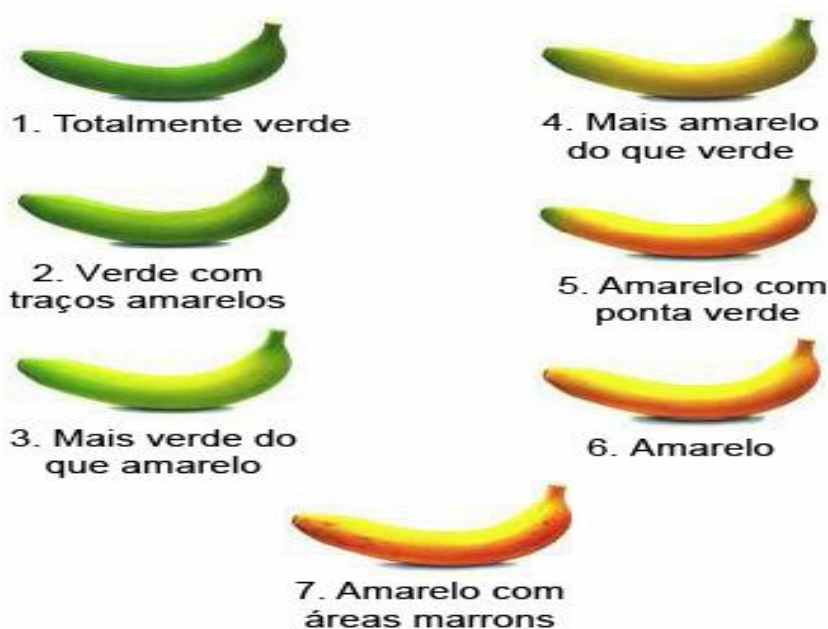
O fruto da bananeira é um fruto climatérico que passa por quatro fases de desenvolvimento: crescimento, maturação, amadurecimento e senescência. O crescimento é marcado por um período de rápida divisão e alongamento celular. A maturação é caracterizada por mudanças físicas e químicas que afetam a qualidade sensorial do fruto. A maturação sobrepõe a parte do estágio de crescimento e culmina com o amadurecimento do fruto, período no qual o fruto se torna apto para o consumo, em virtude de alterações desejáveis na aparência, no sabor, no aroma e na textura (Matsuura e Folegatti, 2001).

A determinação do momento ideal da colheita é um fator importante, uma vez que os frutos devem ser colhidos no seu estágio de maturação fisiológica. O momento indicado para a colheita da banana depende do número de dias que transcorrerá no seu transporte da zona produtora para o mercado consumidor, da estação do ano, das normas do mercado comprador, tipo de embalagem e utilização dos frutos para consumo local, exportação ou industrialização. De modo geral, as bananas são colhidas mais verdes, menos desenvolvidas e os frutos com menor diâmetro, quanto maior for a distância desde o bananal até o mercado consumidor e quanto mais quente for a época do ano, objetivando assim minimizar as perdas pós-colheita e durante o transporte. (Alves et al., 2004).

Um dos parâmetros utilizados para determinar o momento correto para ser realizada a colheita é a coloração da casca. A clorofila, que confere a coloração verde à casca da banana no estágio pré-climatérico, é rapidamente degradada, dando visibilidade aos carotenóides, pigmentos amarelos que caracterizam a banana madura (Vilas Boas *et al*, 2001). A cor verde dos frutos se deve à presença das clorofilas a e b. A molécula de clorofila possui duas partes: a primeira é um anel complexo ou porfirina, contendo Mg^{2+} , e a segunda, uma parte linear denominada fitol (álcool). A perda da cor verde resulta da quebra da estrutura de clorofila,

causada principalmente pelas mudanças de pH, pela presença de sistemas oxidantes e pela atividade de clorofilases, que separam o fitol da porfirina na molécula de clorofila (Awad, 1993).

Segundo normas da classificação de cor da CEAGESP (2006) (figura 2), os frutos devem ser colhidos no estágio de maturação 2 (verde com traços amarelos). Esse método foi executado por Pinheiro (2009), que com o objetivo de analisar as tecnologias pós-colheita para conservação de bananas cultivar Tropical, colheu seus frutos no grau 2 de coloração da casca. Nogueira et al. (2007) querendo observar as mudanças fisiológicas e químicas com os frutos tratados com carbureto de cálcio, também utilizou do mesmo parâmetro para colher seus frutos de banana Nanica e Pacovan (grau 2 de coloração da casca), quando os mesmos se apresentavam verdes com traços amarelos.



Fonte: normas de classificação de banana. São Paulo: CEAGESP, 2006. (Documentos, 29).

FIGURA 2: Normas da classificação de cor do fruto da CEAGESP (2006).

Porém segundo Siqueira (2008) a coloração da casca pode dar uma falsa idéia do ponto de maturação do fruto, já que a cor se altera com a intensidade de radiação, disponibilidade de água para planta e pela exposição dos frutos ao etileno exógeno, como comprovado por Lucena et al. (2004), que trabalhando com bananas variedade Prata-Anã, verificou que separando os frutos em forma de buquês, armazenando-os em câmara de refrigeração a 15 ± 1 °C e 85-95% de umidade relativa até a temperatura de polpa atingir 18°C e, em seguida, os submeteu à diferentes concentrações de etileno e números de aplicações, constatando uma crescente degradação da clorofila na casca dos frutos de acordo com uma maior concentração de etileno exógeno aplicado.

Outro método de determinação do ponto de colheita é o desaparecimento das quinias dos frutos (figura 3), principalmente para os frutos do grupo AAB, como Prata, Maçã, Pacovan, porém esse parâmetro não pode ser utilizado para as variedades do tipo Terra e do tipo Figo, pois essas variedades, mesmo quando maduras, apresentam angulosidade saliente (Alves et al, 2004).



Fonte: Google.

FIGURA 3: angulosidade das quinias dos frutos

O método de desaparecimento das quinias dos frutos foi realizado por Oliveira (2010), que trabalhando na caracterização pós-colheita de bananas variedade Prata-Anã e seu híbrido PA 42-44, colheu seus frutos no estágio de desenvolvimento $\frac{3}{4}$ gorda, definido visivelmente pelo desaparecimento das quinias.

O ponto de colheita também pode ser determinado pelo diâmetro do fruto, que surgiu em decorrência do erro na determinação do ponto de colheita ideal através do método de desaparecimento das quinias. O sistema foi adotado e generalizado no Equador e consolidou-se como grau ótimo de colheita dos frutos o compreendido, para os frutos centrais da segunda penca, entre 46 e 48” para os mercados dos Estados Unidos e de 43 a 45” para os mercados europeus (tabela 2). Esse método leva em consideração o momento em que o cacho emite a última penca (Alves et al, 2004). Porém, esse método não é muito utilizado no Brasil, aplicando-se apenas para variedades de banana do subgrupo Cavendish, por serem destinadas à exportação, nesse subgrupo encontram-se as cultivares Nanica, Nanicão e Grand Naine.

TABELA 2: Calibragem dos frutos da bananeira no Equador, América Central e respectiva correspondência.

Equador (calibre)	América Central (índice)	Correspondência (mm)
37/32`	5	29,4
38	6	30,2
39	7	31,0
40	8	31,8
41	9	32,6
42	10	33,4
43	11	34,2
44	12	35,0
45	13	35,8
46	14	36,6
47	15	37,4
48	16	38,2

Fonte: livro O Cultivo da Bananeira. Cap. VII: tratos culturais e colheita, 2004.

A determinação do ponto de colheita ideal para o fruto em relação a sua idade foi definido em 1974, essa idade corresponde ao número de dias desde o aparecimento da inflorescência até o momento da colheita, que leva em torno de 14 semanas ou 98 dias, aceitando-se frutas uma semana mais velha (105 dias) e frutas mais novas que apresentem as mesmas características que às de 14 semanas. Uma vantagem desse método é que não se misturam frutos com diferentes idades, podendo-se colher a fruta com um maior calibre sem risco de uma fase de maturação mais avançada, maximizando o seu aproveitamento (Alves et al, 2004).

Damatto et al. (2005), trabalhando com bananas Prata-Anã e Prata-Zulu, utilizou o método de determinação do ponto de colheita ideal utilizando a idade dos cachos, colhendo frutos de banana Prata-Anã e da cultivar Prata-Zulu, 166 e 149 dias após o florescimento. Do mesmo modo Rossetto et al. (2004), utilizou a mesma metodologia para a colheita de bananas cultivar Nanicão, colhendo seus frutos 110 dias após a antese.

Em laboratório, o ponto de colheita pode ser determinado por métodos físicos, como a determinação da firmeza da polpa, ou químicos, por meio da estimativa da determinação do conteúdo de amido e da relação entre acidez total e os sólidos solúveis (Bleinroth, 1990).

O método de determinação do ponto de colheita por brácteas abortadas tem como base o método de colheita por idade do cacho, que corresponde ao número de dias desde o aparecimento da inflorescência até o momento da colheita. Porém o método de brácteas abortadas, utiliza-se da contagem das marcações deixadas

no engajo, desde a inflorescência até o cacho (fig 4). Resultando numa forma mais simples e objetiva de contagem do tempo. Esse novo método foi testado no desenvolvimento deste trabalho, e consiste numa nova técnica para o desenvolvimento de um protocolo para a colheita da nova variedade BRS Princesa.

Fonte: Claudia Sarmento



FIGURA 4: marcação das brácteas abortadas desde a inflorescência até o cacho.

2.4- Característica da maturação

Atualmente há uma crescente preocupação com a vida pós-colheita dos frutos, tentando ao máximo prolongá-la, conquistando assim, maiores lucros e mercados cada vez mais distantes.

Durante a maturação até o completo amadurecimento dos frutos, numerosos processos bioquímicos sintéticos e degradativos ocorrem de forma sequencial ou concomitante, resultando nas modificações características do amadurecimento (Chitarra e Chitarra, 2005).

A banana, como um fruto climatérico, apresenta uma ascensão respiratória e de etileno que marca o início do amadurecimento. A emissão de etileno representa um gatilho que dispara rapidamente as modificações que resultam na transformação da banana em um fruto apto para o consumo (Matsuura e Folegatti, 2001).

A mudança característica inicial na maturação dos frutos é a degradação da clorofila, bem como a síntese de outros pigmentos, envolvendo modificações na cor, seguida de aprimoramento do flavor pela síntese de açúcares, redução da acidez e da adstringência, acompanhadas de modificações da textura pelo amaciamento dos tecidos em decorrência da solubilização das pectinas (Chitarra e Chitarra, 2005).

Nogueira et al. (2007), analisando as mudanças fisiológicas e químicas em bananas Nanica e Pacovan tratadas com carbureto de cálcio, constatou que os frutos controle (sem o uso de carbureto de cálcio), apresentaram degradação da clorofila ao longo dos dias de experimento, apresentando um amarelecimento dos frutos (visibilidade dos carotenóides) no 10º dia de análise.

Para um melhor entendimento das transformações que ocorrem, afetando ou não a qualidade do produto, devem ser considerados os atributos físicos, sensoriais e a composição química, bem como devem ser realizadas associações entre as medidas objetivas, medidas físicas e químicas e subjetivas, sensoriais (Chitarra e Chitarra, 1990).

Dentre os índices químicos mais utilizados para avaliar a qualidade pós-colheita da banana estão o pH, acidez titulável, sólidos solúveis, relação sólidos solúveis/acidez, açúcares redutores, açúcares não redutores, açúcares totais, substâncias pécnicas e teor de amido (Chitarra e Chitarra, 1990).

A mudança mais importante nos frutos de banana durante a maturação é a hidrólise de amidos em açúcares (Viviani, 2006). O amido constitui o principal carboidrato de reserva na maioria dos produtos vegetais. Em alguns frutos climatéricos imaturos, ele se encontra em proporção elevada, no caso da banana, os teores vão de 20 a 25%, como constatado por Oliveira (2010) que trabalhando na caracterização pós-colheita de banana Prata-Anã e seu híbrido PA42-44 armazenados sob refrigeração, constataram valores de amido entre 20% e 25% para a variedade Prata-Anã armazenadas à 25°C no início do experimento. Com a evolução da maturação, o amido é hidrolisado a glicose, responsável pelo aumento no grau de doçura, restando teores residuais de cerca de 1 a 2% (Chitarra, 2005). Rossetto (2004) trabalhando com a influência do ácido giberélico na degradação do amido durante o amadurecimento da banana, utilizando a cultivar Nanicão como fonte de estudo, observou um pico na degradação do amido 10 dias após o início do experimento, para frutos sem aplicação do ácido giberélico, coincidentemente observou-se um acréscimo nos teores de glicose, frutose e sacarose também aproximadamente 10 dias após o início do experimento, o que confirma a síntese dos açúcares solúveis a partir da hidrólise do amido.

Os sólidos solúveis indicam a quantidade dos sólidos que se encontram dissolvidos na polpa das frutas, que são constituídos principalmente por açúcares. O seu teor varia conforme a espécie, a cultivar, o estágio de maturação e o clima (Chitarra e Chitarra, 2005). Pinheiro et al. (2007), encontrou teores de sólidos solúveis na ordem de 26,3º Brix para frutos de banana Maçã completamente maduros. Já Cerqueira et al (2002) relataram teores de sólidos solúveis para banana Prata de 23,42º Brix. Em alguns híbridos de banana, o conteúdo de sólidos solúveis aumenta, constituindo um pico e logo diminui. Em outros híbridos, os sólidos solúveis continuam seu aumento com o amadurecimento (Dadzie e Orchard, 1997). O aumento nos teores de sólidos solúveis ocorre principalmente devido à hidrólise do amido, que tem como resultado a síntese de açúcares solúveis, porém esse teor vem a sofrer uma queda devido ao fruto se encontrar num estágio próximo à senescência, com isso ocorrendo um aumento nas taxas respiratórias, cujo açúcar serve com fonte.

Paralelamente ao acúmulo de açúcares, ocorre um aumento nos níveis de ácidos orgânicos, com predominância do ácido málico (Matsuura e Folegatti, 2001). Esse aumento nos teores de ácidos, ocorre entre outros motivos, devido a degradação da parede celular e o amaciamento dos frutos, que como consequência do processo, geram ácidos orgânicos, levando deste modo também a uma redução do pH. Damatto et al. (2005) comprovaram essa tendência para banana cultivar Prata-Anã e Prata-Zulu, tanto para a acidez titulável, como para o pH, onde foram encontrados valores médios de acidez para as cultivares de 0,11g/100g no primeiro dia de análise do experimento, 0,42g/100g no 6º dia de análise e 0,32g/100g no último dia do experimento, que durou 12 dias e valores de 5,53 e 4,59 para o pH, no primeiro e último dia de análise respectivamente.

A água é o constituinte básico dos frutos em proporção média de 70-85 % da massa fresca. A perda de água do fruto para o meio exterior se realiza na forma de vapor por parte dos tecidos vivos através de aberturas naturais na superfície do produto como os estômatos, lenticelas, cutícula, ou qualquer dano mecânico que rompa os tecidos do sistema epitelial como cortes e feridas, que diminuem a resistência da casca. As perdas de água podem ocorrer tanto nos frutos que se encontram em árvore, como nos colhidos. O processo de transpiração tem um papel importante na pós-colheita devido ao fato da água perdida não poder ser repostada ao órgão pelo sistema radicular. A perda de massa pós-colheita de um órgão geralmente está relacionada com a perda de água (Álvares et al, 2003). Damatto et al (2005), trabalhando na produção e caracterização de frutos de bananeira Prata-Anã e Prata-Zulu sem climatização, encontrou uma perda de massa de 11,13% em bananas Prata-Anã num período de 12 dias após a colheita. Já Siqueira et al. (2010), analisando características físico-químicas em cultivares de bananeira resistente à Sigatoka-Negra, Fhia-02 e Precioso (PV4285), utilizando seus frutos à 25°C e embalados com membranas MN860 (16 µm), MV760 (10 µm) e sem embalagem, constatou uma perda de massa média para suas cultivares de aproximadamente 18%.

Outro fator decorrente do amadurecimento dos frutos é o amaciamento dos mesmos, que ocorre devido à degradação da parede celular. A quebra das estruturas da parede celular ocorre, entre outros motivos, devido à ação de enzimas degradadoras de parede, dentre elas a pectinametilesterase (PME) e a poligalacturonase (PG). A função mais comum da PME é a de atuar desmetilando a cadeia pectínica e desencadeando o processo de amaciamento da polpa (Xisto et al., 2004), enquanto que a função da PG é de atuar na quebra de ligações glicosídicas das substâncias pectínicas para formar finalmente o ácido galacturônico. A PG tem sua atividade relacionada à atividade da PME, uma vez que é dependente do produto da reação desta última. Outro fator que afeta a consistência dos frutos é a perda de água, por exemplo, Siqueira et al. (2010), analisando características físico-químicas em cultivares de bananeira resistente à Sigatoka-Negra, Fhia-02 e Precioso (PV4285), utilizando seus frutos à 12°C e embalados com membranas MN860 (16 µm), MV760 (10 µm) e sem embalagem, observou uma perda de firmeza mais acentuada para os frutos submetidos ao tratamento sem

embalagem quando comparado com os demais, essa característica ocorre devido à uma diminuição na perda de água, já que os frutos submetidos à embalagem de MN860 (16 μm) e MV760 (10 μm), apresentam uma barreira a mais para a transpiração dos frutos e conseqüentemente para a perda de água, além de retardar o metabolismo do mesmo, pois os frutos submetidos à embalagens plásticas aumentam os níveis de CO_2 e diminuem os de O_2 , o que em condições não prejudiciais, aumentam a integridade dos tecidos dos frutos, mantendo assim, um fruto mais consistente.

Pimentel et al (2010), trabalhando na análise da qualidade pós-colheita dos genótipos de banana PA 42-44 e Prata-Anã cultivados no Norte de Minas Gerais, encontrou um decréscimo na firmeza dos frutos da variedade Prata-Anã de 40,32N para 6, 79N do índice 2 de coloração da casca (verde com traços amarelos) para o índice 6 (todo amarelo).

2.5- Filmes Comestíveis

Para expandir e conquistar novos mercados é preciso que se garanta a qualidade e que se prolongue à vida pós-colheita dos frutos. Para tanto, muitas técnicas são usadas como uso de atmosfera controlada, modificada, produtos químicos e refrigeração que visa reduzir a respiração, produção de etileno e combater patógenos (Oliveira Jr et al., 2005).

Existe um crescente interesse pelo desenvolvimento de biofilmes comestíveis ou filmes degradáveis biologicamente, devido à demanda por alimentos de alta qualidade, às preocupações ambientais sobre o descarte das materiais não renováveis das embalagens para alimentos e às oportunidades para criar novos mercados às matérias-primas formadoras de filme, derivadas de produtos agrícolas (Tanada-Palmu et al., 2002).

As coberturas comestíveis por serem mais baratas têm recebido bastante atenção de pesquisadores nos últimos anos, graças, principalmente, às suas propriedades de barreira nas trocas gasosas e na melhoria da aparência, da integridade estrutural e propriedades mecânicas dos alimentos (Manica et al., 2000).

Os revestimentos dos frutos podem ser utilizados como filmes ou coberturas. A diferença básica é que os filmes são pré-formados separadamente do produto e as coberturas são formadas sobre a própria superfície do alimento, que pode ser por imersão ou aspersão (Maia et al., 2000). Os filmes podem ser classificados em comestíveis ou biodegradáveis, dependendo dos constituintes utilizados para a sua produção e da quantidade das substâncias empregadas (Lemos, 2006).

A utilização de películas comestíveis tem sido bastante explorada para revestimento de frutas e hortaliças frescas, visando minimizar a perda de umidade e reduzir as taxas de respiração, além de conferir aparência brilhante e atraente (Azeredo, 2003). Essas películas possuem potencial para controlar a perda de

umidade e para controlar também a troca de oxigênio, etileno e dióxido de carbono do tecido de frutas; desta forma podem controlar a respiração do produto e aumentar sua vida de prateleira (Tanada-Palmu et al., 2002).

Os biofilmes são elaborados à base de macromoléculas biológicas capazes de formar uma matriz contínua (Kester e Fennema, 1986). Dentre os biopolímeros utilizados na elaboração de biofilmes destacam-se: o amido, a pectina, a celulose e seus derivados, o colágeno, a gelatina e as proteínas miofibrilares.

Dados recentes demonstram o sucesso da aplicação de filmes obtidos a partir de derivados de proteínas e lipídios como coberturas semi-permeáveis revestindo frutas tropicais (Tanada-Palmu et al., 2002). Além das proteínas, os polissacarídeos têm sido avaliados como uma alternativa consideravelmente econômica e eficiente para esse fim, sendo a quitosana o sacarídeo mais estudado (Coma et al., 2002).

Os biofilmes podem ser otimizados de forma a apresentar não somente a vantagem de proteção contra a perda de água e aumento da vida útil do produto, mas também de proteção contra microrganismos, se forem adicionadas substâncias antimicrobianas. A quitosana, derivado da quitina, possui propriedade antifúngica, além de ser um polissacarídeo natural (extraído da carapaça de crustáceos) e comestível. Devido à sua capacidade de formar um revestimento semipermeável, a quitosana prolonga a vida pós-colheita dos frutos tratados, minimizando a taxa de respiração e reduzindo a perda d'água (Bautista-Banños et al., 2006).

Segundo Maqbool et al. (2010), analisando o controle da antracnose e as características pós-colheita em frutos de banana cultivar Pisang Berangan, utilizando revestimento de quitosana (concentrações de 0,5; 0,75; 1,0 e 1,5%), goma arábica (concentrações de 5,10,15 e 20%) e de ambas as substâncias, constatou que os frutos de banana tratados com quitosana em qualquer concentração, apresentaram valores de perda de massa, sólidos solúveis inferiores e de firmeza superiores aos dos frutos controle, o que comprova a eficiência desse polissacarídeo na conservação pós-colheita dos frutos.

Outra substância comumente usada na preparação de biofilmes é o amido, que é a maior reserva de energia em todas as plantas, sendo abundante em sementes, raízes e tubérculos. De todos os polissacarídeos, o amido é o único produzido em pequenos agregados individuais, denominados grânulos. São sintetizados nas células de cada planta, adquirem tamanhos e forma prescritos pelo sistema biossintético das plantas e pelas condições físicas impostas pelo contorno do tecido (Feniman, 2004).

Os biofilmes comestíveis tendo o amido como biopolímero para sua formação, começam a ser estudados de forma mais intensa, sendo a fécula de mandioca selecionada como a matéria-prima mais adequada para sua elaboração, por formar películas resistentes e transparentes; são eficientes barreiras à perda de água, proporcionam bom aspecto e brilho intenso, tornando frutos e hortaliças comercialmente atrativos (Vila, 2004).

Referências Bibliográficas

- ÁLVARES, V. de S.; CORRÊA, P. C.; VIEIRA, G.; FINGER, F. L.; AGNESINI, R. V. Análise da Coloração da Casca de Banana Prata Tratada com Etileno Exógeno pelo Método Químico e Instrumental. *Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais*, Campina Grande, v. 5, n. 2, p. 155-160, 2003.
- ALVES, E. J.; LIMA, M. B.; CARVALHO, J. E. B. de; BORGES, A. L. Tratos Culturais e Colheita in: **O Cultivo da Bananeira**, 1. ed Cruz das Almas: CNPMF, p. 107-131, 2004.
- AWAD, M. **Fisiologia Pós-colheita de Frutos**. São Paulo: Nobel, 144p., 1993.
- AZEREDO, H. M. C. de. Películas comestíveis em frutas conservadas por métodos combinados: potencial da aplicação. **Boletim do CEPPA**. Curitiba-PR, v. 21, n.2, 2003.
- BAUTISTA-BAÑOS, S.; HERNANDEZ-LAUZARDO, A. N.; VELAZQUEZ-DELVALLE, M. G.; HERNANDEZ-LOPEZ, M.; BARKA, E. A. ; BOSQUEZ-MOLINA, E. ; WILSON, C. L. Chitosan as a potential natural compound to control pre and postharvest diseases of horticultural commodities. **Crop Protection**, v. 25, p. 108-118, 2006.
- BLEINROTH, E. W. Matéria Prima in: *Banana: cultura, matéria prima, processamento e aspectos econômicos*. **Instituto de Tecnologia de Alimentos**, Campinas – SP, 2 ed, p. 133-196, 1990.
- CEAGESP. **Normas de Classificação 2006**. Disponível em: <http://www.ceagesp.gov.br/hortiescolha/anexos/hortiescolha_apresentacao.pdf> Acesso em: 11 nov. 2011.
- CERQUEIRA, R. C.; SILVA, S. de O.; MEDINA, V. M. Características Pós-Colheita de Frutos de Genótipos de Bananeira (*Musa spp.*). **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal – SP, v. 24, n. 3, p. 654-657, 2002.
- CHITARRA, M.I.F.; CHITARRA, A.B. Pós-colheita de frutas e hortaliças. Fisiologia e manuseio. **ESAL/FAEPE**. Lavras. 293p., 1990.
- CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. Pós-colheita de frutas e hortaliças: fisiologia e manuseio. **Universidade Federal de Lavras**, Lavras-MG, 2. ed. , 785p. , 2005.
- COMA, V.; MARTIAL, G. A.; GARREAU, S.; COPINET, A.; SALIN, F. Deschamps a edible antimicrobial films based on chitosan matrix. **J. Food Sci.**, Chicago, 67(3), 1162 , 2002.
- CORDEIRO, Z. J. M.; Doenças. In: ALVES, E. J. (Org.). **A Cultura da Bananeira: aspectos técnicos, socioeconômicos e agroindustriais**, 2. ed Brasília: Embrapa-SPI/Cruz das Almas: Embrapa-CNPMF, p. 353 – 407, 1999.
- CORDEIRO, Z. J. M.; MATOS, A. P. de. Doenças in: *Banana. Produção: aspectos técnicos*. Embrapa - Brasília: Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia. 143p, 2000.
- CORDEIRO, Z. J. M. ; MATOS, A. P. de; MEISSNER, P. E. F. Doenças e Métodos de Controle in: **O Cultivo da Bananeira**, 1. ed Cruz das Almas: CNPMF, p. 146-182, 2004.

DADZIE, B. K.; ORCHARD, J. E. Evaluación rutinaria postcosecha de híbridos de bananos y plátanos: criterios y metodos. **Guias técnicas Inibap**. Roma: IPGRI, 2 ed., 63 p., 1997.

DAMATTO, E. R.; CAMPOS, A. J. de; MANOEL, L.; MOREIRA, G. C.; LOENEL, S.; EVANGELISTA, R. M. Produção e Caracterização de Frutos de Bananeira Prata-Anã e Prata-Zulu. **Revista Brasileira de Fruticultura**. Jaboticabal- Sp, v. 27, n. 3 . 2005.

DONATO, S. L, R.; SILVA, S. de O.; LUCCA, O. A. F.; LIMA, M. B.; DOMINGUES, H.; ALVES, J. da S. Comportamento de Variedades e Híbridos de Bananeira (Musa spp) em dois Ciclos de Produção no Sudoeste da Bahia. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal – SP, v. 28, n. 1, p. 139-144, 2006.

FAO. Food and Agriculture Organization of the United Nations. FAOSTAT Production. ProdSTAT-Crops. Disponível em <<http://faostat.fao.org/site/567/DesktopDefault.aspx?PageID=567#ancor>>. Acesso em: 09 nov. 2011.

FENIMAN, C.M. Caracterização de raízes de mandioca (Manihot esculenta Crantz) da cultivar IAC 576-70 quanto à cocção, composição química e propriedades do amido em duas épocas de colheita. 83p. **Dissertação. Universidade Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”**, Piracicaba, 2004

GOMES, M.C.; VIANA, A. P.; OLIVEIRA, J. G. de; PEREIRA, M. G.; GONÇALVES, G. M.; FERREIRA, C. F. Avaliação de germoplasma elite de bananeira. *Revista Ceres*, Viosa, v.54, n.312, p.185-190, 2007.

IBGE 2011. Disponível em <<http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/default.asp?t=5&z=t&o=1&u1=1&u2=1&u3=1&u4=1&u6=1&u7=1&u8=1&u9=1&u10=1&u11=1&u12=3&u13=1&u14=26674&u15=1&u16=1&u5=26>>. Acesso em: 09 nov. 2011.

KESTER, J.J.; FENNEMA, O.R. Edible films and coatings: a review. **Food Technology**, v. 40, n. 12, p. 47-59, 1986.

LEDO, A. da S.; JUNIOR, J. F. da S.; LEDO, C. A. da S.; SILVA, S. de O. Avaliação de Genótipos de Bananeira na Região do Baixo São Francisco, Sergipe. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal - SP, v. 30, n. 3, p. 691-695, 2008.

LEMOS, O.L. Utilização de biofilmes comestíveis na conservação pós-colheita do pimentão ‘Magali R’. **Dissertação (Mestrado em Agronomia em Fitotecnia)** – Universidade estadual do Sudoeste da Bahia – UESB, Vitória da Conquista-BA, 130f, 2006.

LUCENA, E. M. P. de; SILVA Jr, A.; SILVA, A. M. C. da; CAMPELO, I. K. M.; SOUSA, J. dos S.; COSTA, T. L.; MARQUES, L. F.; PAIXÃO, F. J. R. da. Uso de Etileno Exógeno na Maturação da Banana Variedade Prata-Anã. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, Campina Grande, Especial, v.6, n.1, p.55-60, 2004.

MAIA, L. H.; PORTE, A.; SOUZA, V. F. Filmes comestíveis: aspectos gerais, propriedades de barreira a umidade e oxigênio. **Boletim do CEPPA**, Curitiba-PR v.18, n.1, p. 105-128, 2000.

MANICA, I.; ICUMA, I.M.; JUNQUEIRA, N.T.V.; SALVADOR, J.O.; MOREIRA, A.; MALAVOLTA, E. Goiaba. Porto Alegre: **Cinco continentes**, p. 374, 2000.

MAQBOOL, M.; ALI, A.; RAMACHANDRAN, S.; SMITH, D. R.; ALDERSON, G. Control of Postharvest Anthracnose of Banana Using a New Edible Composite Coating. **Crop Protection**, 29, 2010.

MATSUURA, F. C. A. U.; FOLEGATTI, M.I.S. (Ed.) Banana. Pós-colheita. Brasília: **Embrapa Informação Tecnológica**. 71p. Frutas do Brasil, 16, 2001.

NOGUEIRA, D. H.; PEREIRA, W. E.; SILVA, S. de M.; ARAUJO, R. da C. Mudanças Fisiológicas e Químicas em Bananas “Nanica” e “Pacovan” Tratadas com Carbureto de Cálcio. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal - SP, v. 29, n. 3, p. 460-464, 2007.

OLIVEIRA, C. G. de. Caracterização Pós-Colheita de Banana Prata- Anã e Seu Híbrido PA42-44 Armazenados Sob Refrigeração. **Dissertação (mestrado)-Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal no Semiárido, Universidade Estadual de Montes Claros - Unimontes**, Minas Gerais, 2010.

OLIVEIRA JR, L.F.G.; COELHO, E.M. ; COELHO, F.C. Utilização de atmosfera modificada na conservação do mamão (Carica papaya L.) Golden sob refrigeração **Revista brasileira de Armazenamento**, Viçosa, 30 (1): 73-77, 2005.

PEREZ, L.H. Distribuição geográfica da bananicultura no Estado de São Paulo, 1983-2001. **Informações Econômicas**, São Paulo, v.32, n.4, p.41, 2002

PIMENTEL, R. M. A.; GUIMARÃES, F. N.; SANTOS, V. M.; RESENDE, J. C. F. Qualidade Pós-Colheita dos Genótipos de Banana PA42-44 e ‘Prata-Anã’ Cultivados no Norte de Minas Gerais. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal – SP, v. 32, n. 2, p.407-413, 2010.

PINHEIRO, J. M. da S. Tecnologia Pós-Colheita para Conservação de Bananas da Cultivar Tropical. **Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal)-Universidade Estadual de Montes Claros**. Janaúba- Minas Gerais, 2009.

PINHEIRO, A. C. M.; VILAS BOAS, E. V. de B.; ALVES, A. de P.; SELVA, M. L. Amadurecimento de Bananas Maçã submetidas ao 1-Metilciclopropeno (1-MCP). **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal – SP, v. 29, n. 1, p. 001-004, 2007.

PINHEIRO, A. C. M.; VILAS BOAS, E. V. de B.; BOLINI, H. M. A. Prolongamento da vida pós-colheita de bananas-maçã submetidas ao 1-metilciclopropeno (1-MCP) – qualidade sensorial e física. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas- SP, v. 30, n. 1, p. 132-137, 2010.

ROSSETTO, R. M. M.; LAJOLO, M. F.; CORDENUNSI, R. B. Influência do Ácido Giberélico na Degradação do Amido Durante o Amadurecimento da Banana. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas-SP, v. 24, n. 1, p. 76-81, 2004.

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

SILVA, S. de O.; GASPAROTTO, L.; MATOS, A.P. de; CORDEIRO, Z.J.M.; FERREIRA, C.F.; RAMOS, M.M.; JESUS, O.N. de. **Programa de melhoramento de bananeira no Brasil: resultados recentes**. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 36p, 2003.

SILVA, S. de O. ; SEREJO, J. A. dos S. ; CORDEIRO, Z. J. M. Variedades in: **O Cultivo da Bananeira**, 1. ed Cruz das Almas: CNPMF, p. 45-58, 2004.

SILVA, S.O.; PEREIRA, L.V.; RODRIGUES, M.G.V. Bananicultura irrigada: inovações tecnológicas: variedades. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.29, n.245, p.78-83, jul./ago. 2008.

SIQUEIRA, C. L. Conservação Pós-Colheita de Genótipos de Bananeiras Resistentes à Sigatoka Negra por Atmosfera Modificada. **Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal)-Universidade Estadual de Montes Claros**. Janaúba- Minas Gerais, 2008.

SIQUEIRA, C. L.; RODRIGUES, M. L. M.; MIZOBUTSI, G. P.; SANTOS, P. G.dos; MOTA, W. F.da; MIZOBUTSI, E. H.; OLIVEIRA, G. B. de. Características Físico-químicas, Análise Sensorial e Conservação

de Frutos de Cultivares de Bananeira Resistente à Sigatoka-Negra. Revista Ceres, Viçosa-MG, v. 57, n. 5, p. 673-678, 2010.

TANADA-PALMU,P. ; FAKHOURI, F.M. ; GROSSO, C.R.F. Filmes biodegradáveis: extensão da vida útil de frutas tropicais, **Biotecnologia Ciência e Desenvolvimento**, Brasília, v. 26, n. 12 2002.

VILA, M.T.R. Qualidade pós-colheita de goiaba ‘Pedro Sato’ armazenados sob refrigeração e atmosfera modificada por biofilme de amido de mandioca. 66p. **Dissertação – Universidade Federal de Lavras**. Lavras, 2004.

VILAS BOAS, E. V. B.; ALVES, R. E.; FILGUEIRAS, H. A. C.; MENEZES, J.B. Características da fruta. In: Matsuura FCAU, Folegatti MIS. Banana pós-colheita. Brasília:Embrapa Informação Tecnológica, pp.15-19, 2001

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

XISTO, A.L.R.P.; ABREU,C.M.P.; CORRÊA, A.D.; SANTOS, C.D. Textura de goiabas “Pedro Sato” submetidas à aplicação de cloreto de cálcio. **Ciência Agrotécnica.**, Lavras, v.28, n. 1, p. 113-118, 2004.

2º Capítulo

Desenvolvimento de Protocolo para Determinação do Ponto de Colheita de Bananas Variedade Princesa

RESUMO

A determinação do momento ideal da colheita é um fator importante, já que os frutos devem ser colhidos no seu estágio de maturação fisiológica, evitando assim, colhe-las antecipadamente a esse momento. Assim, o objetivo deste trabalho foi de desenvolver um protocolo que permita determinar o ponto de colheita ideal para a variedade Princesa utilizando o método de brácteas abortadas. Bananas da variedade BRS Princesa foram obtidas no Campo Experimental Jorge do Prado Sobral da Embrapa Tabuleiros Costeiros em Nossa Senhora das Dores-SE. Os frutos foram selecionados de acordo com o número de brácteas abortadas desde a emissão da inflorescência até o momento da colheita, obtendo-se cachos com 90, 95, 100 e 105 brácteas abortadas. As análises físicas e químicas foram realizadas a cada 3 dias nos frutos dos 2º e 3º cachos e foram elas: sólidos solúveis, acidez titulável, perda de massa, comprimento e diâmetro dos frutos, pH, firmeza, coloração da casca e atividade da enzima pectinametilesterase. O delineamento estatístico utilizado foi o inteiramente casualizado em esquema fatorial 4x5, sendo 4 pontos de colheita e 5 períodos de análise, e os dados obtidos foram avaliados estatisticamente, por meio da análise de variância, e da aplicação do teste de Tukey ($p < 0,05$), com o uso do programa estatístico SISVAR. Para todos os parâmetros físicos e químicos analisados, os frutos colhidos com 90 brácteas abortadas apresentaram um aceleração no seu metabolismo quando comparado com os demais tratamentos, já os frutos colhidos com 95 e 100 brácteas abortadas apresentaram as melhores características físicas e químicas para serem adotados como ponto de colheita ideal para a variedade Princesa, já que apresentaram um bom incremento no teor de sólidos solúveis, valores semelhantes de acidez titulável, apresentaram uma pequena firmeza em seus frutos ainda no final do experimento, menores valores de atividade enzimática da PME, valores de índice de maturação e pH semelhantes, menores taxas de perda de massa e melhores valores para os parâmetros de coloração da casca L^* , h° e C^* . Porém adotar-se-á, os frutos com 95 brácteas devido á colheita ser feita mais rapidamente.

Palavras-chave: brácteas, maturação, *Musa spp.*

ABSTRACT

Determining the optimal time of harvest is an important factor, since the fruit must be harvested at a stage of physiological maturity, thus avoiding harvest them early this time. The objective of this study was to develop a protocol for determining the optimal harvest point for the variety Princess using the aborted bracts method. The fruits of "BRS Princesa" variety were obtained at the Jorge Prado Sobral Experimental Camp of Embrapa Coastal Tablelands in Nossa Senhora das Dores -SE. The fruits were selected according to the number of aborted bracts from the issuance of the inflorescence to the time of harvest, resulting in clusters with 90, 95, 100 and 105 aborted bracts. The physical and chemical analysis were performed every 3 days in the fruits of 2nd and 3rd clusters: soluble solids, titratable acidity, loss of mass, length and diameter of fruits, pH, firmness, peel color and activity of the pectinmethylesterase enzyme. The experimental design was completely randomized in factorial scheme 4x5, with 4 points of harvest and 5 periods of analysis. The results were evaluated statistically by ANOVA and Tukey test ($p < 0.05$), using the statistical program SISVAR. For all physical and chemical parameters analyzed, the fruits harvested with 90 aborted bracts had an acceleration in their metabolism compared with other treatments, once the fruits harvested at 95 and 100 aborted bracts had the best physical and chemical characteristics to be adopted as optimal point of harvest for the "Banana Princesa" variety, since it presented a good increase insoluble solids, similar values of titratable acidity, a small firmness of this fruits until the end of the experiment, small enzymatic activity of PME, maturation index and pH similar, lower rates of mass loss and best values for the parameters of peel color, L*, C* and h°. However it will be adopted the fruit with 95 bracts aborted to be the ideal point of harvested, once it is soon.

Key-words: bracts, maturation, *Musa spp.*

1- Introdução

O fruto da bananeira é bastante apreciado pelos consumidores devido suas características organolépticas e por apresentarem um alto valor nutricional. Esta é uma fruta bastante produzida no país, onde a região Nordeste destaca-se como grande produtora, com 2.697.933 toneladas (IBGE, 2011), destacando essa fruta como importante ferramenta para o comércio desta região.

O Estado de Sergipe vem se destacando como grande produtor desta frutífera, com uma produção de 47.845 toneladas (IBGE, 2011). O que mostra um crescente interesse do Estado nesse setor de produção, justificando a implantação de novos investimentos nessa cultura.

Atualmente existem diversas variedades de banana no Brasil, sendo que as mais consumidas e difundidas pelo país são a Prata, Pacovan, Maçã, e a Terra, cuja qual é comumente consumida cozida. A variedade de banana Maçã é uma das mais apreciadas pelos consumidores, por obter características favoráveis ao consumo, como um sabor mais adocicado que as demais variedades. Porém essa variedade é altamente suscetível à uma doença fungica conhecida como Mal-do-Panamá, que provoca perdas de até 100% na produção desta variedade.

Uma nova variedade vem sendo estudada como alternativa ao cultivo da banana Maçã por ser tolerante ao Mal-do-Panamá, essa nova variedade é conhecida como Princesa, que é classificada como uma variedade do tipo Maçã por apresentar suas características de desenvolvimento semelhantes à banana Maçã, além de apresentar uma boa produtividade.

Essa variedade, como qualquer outra banana, apresenta diferentes parâmetros para se determinar o momento ideal de sua colheita, como a coloração da casca, angulosidade das quinas e diâmetro dos frutos. A determinação do momento ideal da colheita é um fator importante, já que os frutos devem ser colhidos no seu estágio de maturação fisiológica, evitando assim, colheitas antecipadamente ou tardiamente a esse momento com o objetivo de evitar perdas, pois quanto mais cedo ou mais tarde colhidas, menor será sua vida útil de consumo, lembrando que muitas vezes as colheitas são realizadas em pomares distantes dos seus centros de comercialização, sendo de fundamental importância, portanto, expandir a vida de prateleira dessas, atribuindo, assim, maior valor final ao produto.

Um dos métodos utilizados na determinação do ponto de colheita ideal é o método da contagem de brácteas abortadas, que tem como base o método de colheita por idade do cacho, que corresponde ao número de dias desde o aparecimento da inflorescência até o momento da colheita. Porém o método de brácteas abortadas utiliza-se da contagem das marcações deixadas no engaço, desde a inflorescência até o cacho. Resultando numa nova maneira mais simples e objetiva de contagem do tempo.

Assim, o objetivo deste trabalho foi de desenvolver um protocolo que permita determinar o ponto de colheita ideal para a variedade Princesa utilizando o método de brácteas abortadas.

2- Materiais e Métodos

2.1- Material vegetal

Bananas da variedade BRS Princesa, foram obtidas no Campo Experimental Jorge do Prado Sobral da Embrapa Tabuleiros Costeiros em Nossa Senhora das Dores-SE. Os frutos foram selecionados de acordo com o número de brácteas abortadas desde a emissão da inflorescência até o momento da colheita (fig 5), desta forma, obtendo-se cachos com 90, 95, 100 e 105 brácteas abortadas (fig 6).

As análises foram realizadas a cada 3 dias nos frutos da 2ª e 3ª penca dos respectivos cachos selecionados (90, 95, 100 e 105 brácteas abortadas), por estes serem os frutos mais representativos.



Fonte: Claudia Sarmento.

FIGURA 5: Marcação das brácteas abortadas desde a inflorescência até o cacho.



Fonte: Claudia Sarmento.

FIGURA 6: Frutos dos tratamentos, 90, 95, 100 e 105 brácteas abortadas.

Após a colheita os frutos foram levados ao laboratório de ecofisiologia e pós-colheita (ECOPOC) na Universidade Federal de Sergipe. Os frutos foram sanitizados com detergente neutro, secados naturalmente e acondicionados em BOD à temperatura de 25°C.

2.2- Análises físicas e químicas

-teor de sólidos solúveis (SS): a análise de sólidos solúveis foi realizada por meio de leitura refratométrica direta em graus Brix (°Brix), em três amostras, utilizando uma gota do sulco da polpa do fruto, com o refratômetro de bancada digital (RTD-45, Instrutherm).

- acidez titulável (AT): A determinação da acidez titulável foi realizada de acordo com metodologia recomendada pelo AOAC (1992), utilizando-se amostra de 5,0 mL de suco da polpa, extraída por maceração manual, e transferida para Becker contendo 50 mL de água destilada. À amostra foram adicionadas três gotas do indicador fenolftaleína a 1%, procedendo-se em seguida a titulação, sob agitação, com solução de NaOH 0,1 N, previamente padronizada com biftalato de potássio até ocorrer a viragem, ou seja, no momento que o pH atinge, aproximadamente, o valor 8,1. Os resultados foram expressos em equivalente grama de ácido málico/100g de polpa, calculados pela seguinte equação:

$AT = 10 \times f \times N \times V / P$, onde:

f = fator da padronização do NaOH;
N = normalidade do NaOH;
V = volume gasto de NaOH durante a titulação (ml);
P = peso da amostra do fruto (g).

- **perda de massa:** os frutos foram pesados em balança semi-analítica (Mark M333, Bel Engineering), máxima de 330g e divisão de 0,001g, onde a percentagem de perda de massa foi obtida pela equação:

$$PM(\%) = \frac{[P_i - P_j]}{P_i} \times 100$$

Onde:

PM = perda de massa (%);

P_i = peso inicial do fruto (g);

P_j = peso do fruto no período subsequente a P_i (g);

- **comprimento:** o fruto foi medido com o auxílio de uma fita métrica e os resultados foram expressos em centímetros.

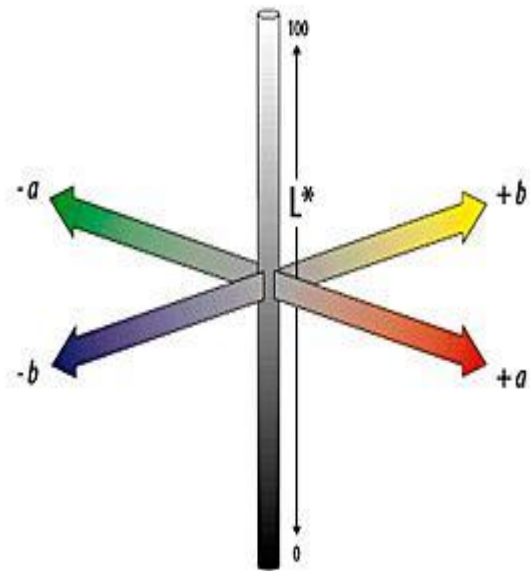
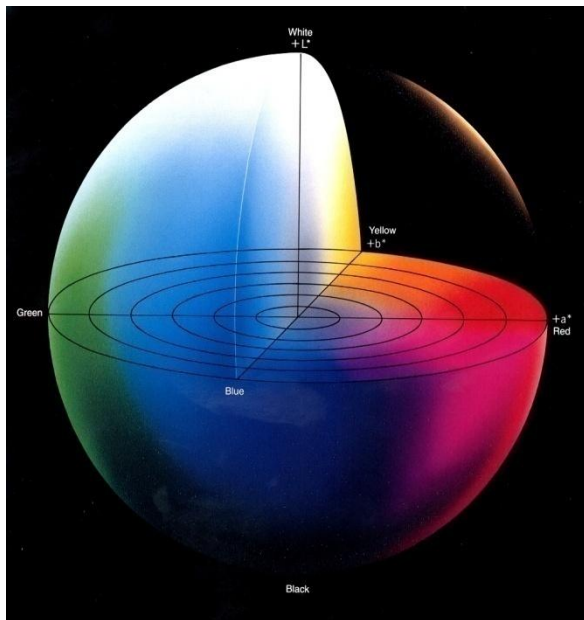
- **diâmetro:** o diâmetro do fruto foi medido na região mediana do fruto com o auxílio de um paquímetro e os resultados dados em centímetros.

- **firmeza:** após a retirada superficial da casca para a exposição da polpa, em dois pontos equidistantes na região mediana, os frutos foram submetidos à pressão, onde se mediu a resistência da polpa à penetração do penetrômetro digital (Turoni), com profundidade de penetração de 2,0 mm, velocidade de 2,0 mm s⁻¹ e ponteiro 6mm de diâmetro, com força máxima de 196N. Os resultados foram dados em Newton (N).

- **pH:** utilizou-se uma amostra de 5 gramas do fruto macerado e homogeneizada com 50 mL de água destilada, a leitura foi feita em pHmetro de bancada (pHS-3E, LabMeter), segundo técnica da AOAC (1992).

2.3- Análise de Coloração da Casca

A análise de cor foi avaliada no fruto em dois pontos equidistantes na região equatorial com o auxílio de um colorímetro (modelo CR-400, Minolta) de acordo com a escala L* a* b* ou CIELAB (fig 7), recomendada pela *Commision Internationale de L'Eclairage* (CIE).



Fonte: Google

FIGURA 7: representação espacial do sistemas CIELAB.

- parâmetro de cor L^* : representa o brilho do fruto, variando do claro ($L=100$) ao escuro ($L=0$).
- parâmetro de cor C^* : Chroma, representa a saturação da cor e é expresso pela fórmula

$$C_{ab}^* = \sqrt{a^{*2} + b^{*2}}$$

Onde,

a^* = croaticidade na região do vermelho ($+a^*$) ao verde ($-a^*$);

b^* = cromaticidade no intervalo do amarelo ($+b^*$) ao azul ($-b^*$).

- parâmetro de cor h° : posição relativa da cor entre o vermelho e amarelo. representado pela fórmula

$$h_{ab} = \arctan \frac{b^*}{a^*}$$

Onde,

a^* = cromaticidade na região do vermelho (+ a^*) ao verde (- a^*);

b^* = cromaticidade no intervalo do amarelo (+ b^*) ao azul (- b^*).

2.4- Extração e determinação da Atividade da Enzima Pectinametilsterase E.C 3,1,1,11 (PME)

A atividade de pectinametilsterase (PME) foi determinada segundo Hultin et al., (1966). Para preparação do extrato enzimático foi retirada uma amostra de 5 gramas do fruto, a qual foi macerada com 20 mL de NaCl a 0,2N gelado. O resultado da maceração foi filtrado e retirada uma alíquota de 5 mL, adicionado-se a este 30 mL de pectina cítrica 1% em NaCl 0,2N. Finalmente o pH da solução foi mantido em torno de 7,0, por dez minutos, através da titulação com NaOH 0,01N. Uma unidade de PME foi definida como a quantidade de enzima capaz de catalisar a desmetilação de pectina correspondente ao consumo de 1 μ mol de NaOH/ min/ g de massa fresca, nas condições de ensaio. Os resultados foram expressos em U.E./ min/ g.

2.5- Análise Estatística

O delineamento estatístico utilizado foi o inteiramente casualizado em esquema fatorial 4x5 sendo 4 pontos de colheita (90 brácteas abortadas, 95 brácteas abortadas, 100 brácteas abortadas e 105 brácteas abortadas) e 5 períodos de análise (0, 3, 6, 9 e 12 dias de análise).

Os dados obtidos foram avaliados estatisticamente, por meio da análise de variância (ANAVA) e análise de regressão com o uso do programa estatístico SISVAR (Ferreira, 2000).

3- Resultados e Discussão

3.1- Sólidos Solúveis

O aumento no teor de sólidos solúveis durante a maturação dos frutos se dá, principalmente devido à conversão de amido em açúcares, que com a evolução da maturação, é hidrolisado a glicose, responsável pelo aumento no grau de doçura dos frutos.

O teor de sólidos solúveis apresentou um incremento (fig 8) em todos os tratamentos avaliados ao longo do tempo. Sendo as maiores concentrações verificadas no 12º dia para todos os tratamentos, exceto para o tratamento de 90 brácteas abortadas, que ocorreu no 9º dia de análise. Não houve redução nos teores de sólidos solúveis para a maioria dos tratamentos, apenas o tratamento de 90 brácteas abortadas apresentou um decréscimo nos valores de sólidos solúveis a partir do 9º dia de análise, sugerindo que o substrato de preferência para a respiração não seja os açúcares e sim os ácidos orgânicos, como verificado por Carvalho (1989), afirmando que a acidez titulável para a banana decresce quando a fruta se encontra muito madura ou senescente devido ao consumo de ácidos durante o pico respiratório característico dos frutos em estágio de senescência. O Tratamento de 90 brácteas abortadas apresentou valores de sólidos solúveis superiores aos demais tratamentos na maioria dos períodos de análise, isso ocorre, provavelmente a esses frutos terem sido colhidos mais cedo e conseqüentemente apresentaram uma maturação um pouco mais acelerada que os demais. Observa-se um retardo no metabolismo dos frutos colhidos com 100 e 105 brácteas abortadas no primeiro dia de análise, porém já no segundo dia esses valores se equiparam ou superam o tratamento de 95 brácteas abortadas.

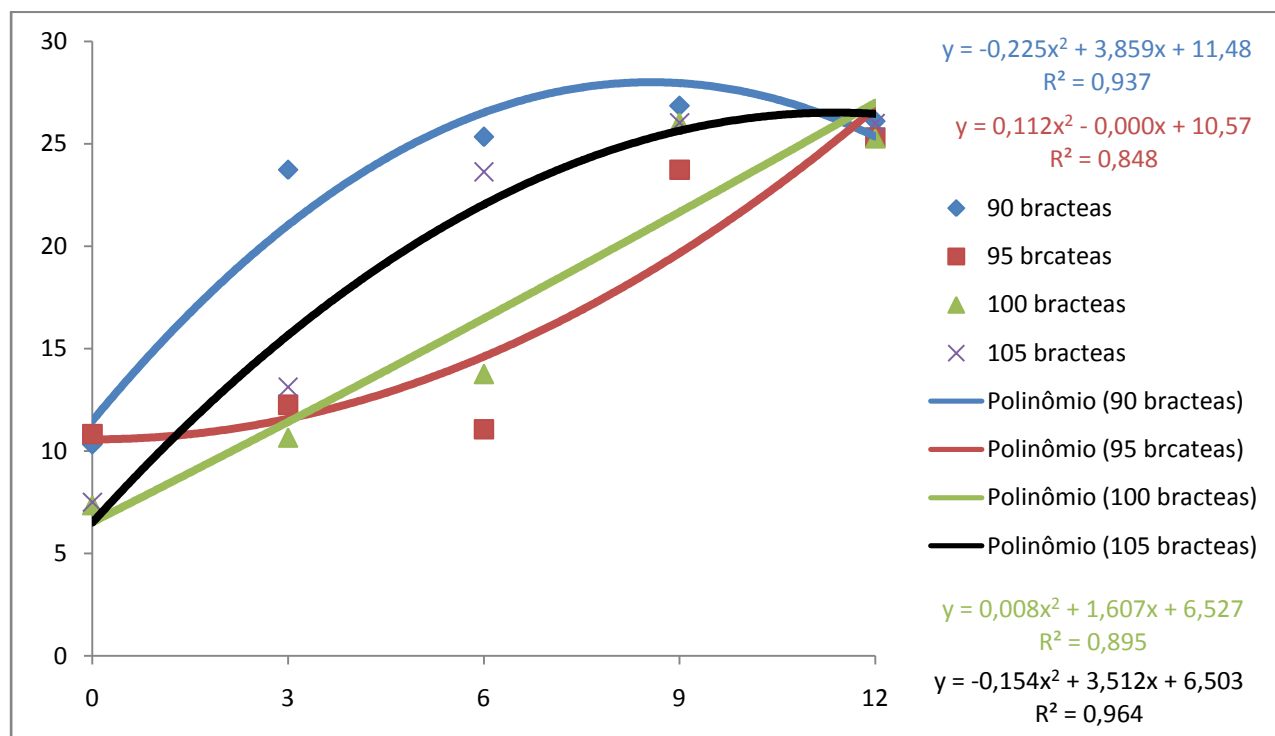


FIGURA 8: teor de sólidos solúveis totais em bananas variedade Princesa colhidas com 90, 95, 100 e 105 brácteas abortadas durante 12 dias de armazenamento à temperatura ambiente.

Os valores de sólidos solúveis encontrados neste trabalho estão de acordo com os de Pinheiro et al. (2007), que analisando o amadurecimento de bananas Maçã submetidos ao 1- Metilciclopropeno (1-MCP), observou esta mesma tendência em seus frutos armazenados à 25°C, as bananas apresentaram valores de sólidos solúveis de 3,35; 14,68 e 26,3% para as colorações de casca de 2 (frutos 100% verdes), 4 (frutos mais amarelos que verdes) e 7 (frutos completamente amarelos com manchas marrons) respectivamente. Já os valores máximos de sólidos solúveis encontrados por Cerqueira et al. (2002), estudando as características pós-colheita de frutos de genótipos de bananeiras, foram menores, encontrando em frutos da cultivar Prata Comum, analisadas no estágio de coloração 6 da casca (totalmente amarelos), valores médios de 23,42 °Brix.

3.2- Acidez Titulável

A elevação da acidez titulável está diretamente relacionada com o amolecimento dos frutos que ocorre ao longo do período de maturação dos mesmos, pois o resultado da ação das enzimas degradadoras de paredes pectinametilesterase (PME) e poligalacturonase (PG), tem como resultado a formação de ácidos orgânicos.

A acidez titulável em bananas apresentou elevação nos valores para todos os tratamentos (fig 9), atingindo picos com valores aproximados de 0,23 mg de ácido málico/100g de fruto e 0,27 mg de ácido

málico/100g de fruto para os tratamentos 90 e 105 brácteas abortadas no 6º dia de análise e no 9º dia de análise para os tratamentos 95 e 100 brácteas abortadas, com valores de 0,23 e 0,25 mg de ácido málico/100g de fruto respectivamente.

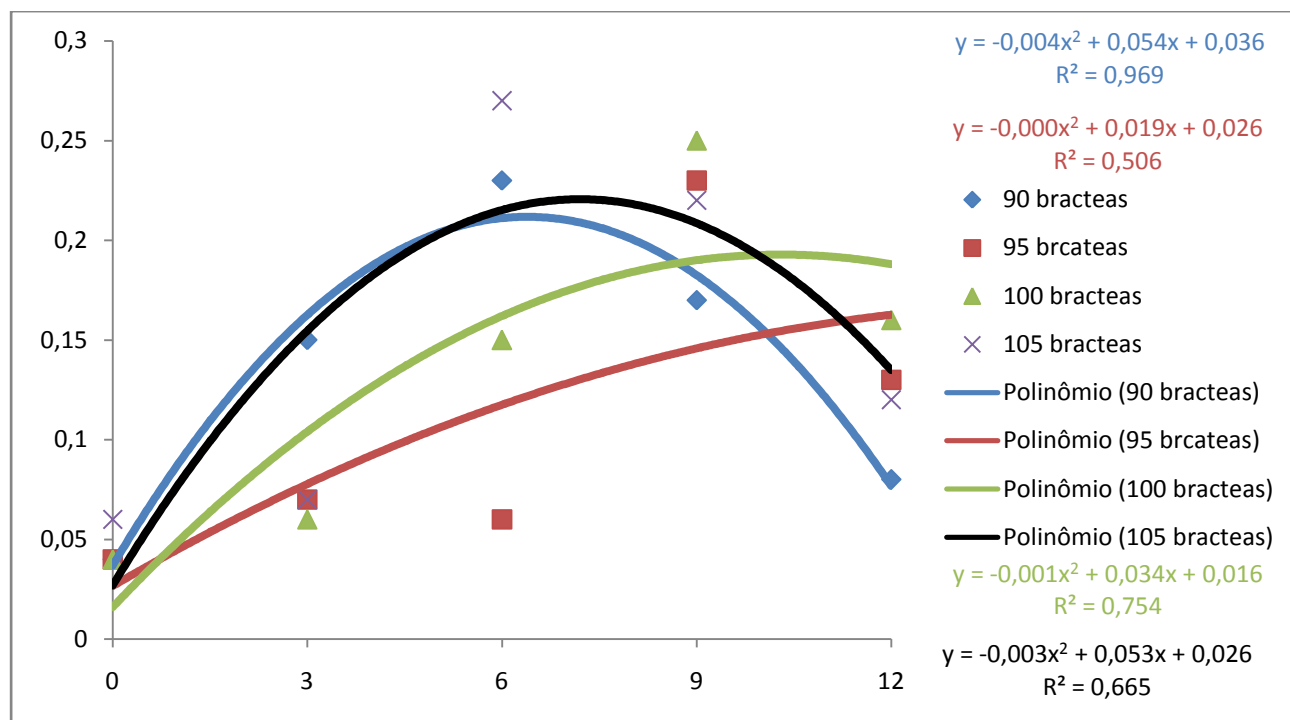


FIGURA 9: acidez total titulável em bananas variedade Princesa colhidas com 90, 95, 100 e 105 brácteas abortadas durante 12 dias de armazenamento à temperatura ambiente.

Após o pico da acidez titulável no 6º dia de análise para os tratamentos de 90 e 105 brácteas abortadas e no 9º dia de análise para os tratamentos de 95 e 100 brácteas abortadas, verificou-se uma redução nos teores de acidez, provavelmente devido ao consumo desses ácidos pela respiração do fruto. Dessa forma, verificou-se que os tratamentos de 90 e 105 brácteas apresentaram um comportamento metabólico um pouco mais acelerado quando comparado com os outros tratamentos, sendo um importante parâmetro a ser analisado, já que, o metabolismo mais lento, leva-se a uma menor degradação do fruto e conseqüentemente um maior período de armazenamento e vida de prateleira para os mesmos. Segundo Carvalho (1989) a acidez titulável para a banana cresce com o seu amadurecimento, e decresce quando a fruta se encontra muito madura ou senescente. Isso ocorre devido ao consumo de ácidos durante o pico respiratório característico dos frutos em estágio de senescência.

Damatto et al. (2005), trabalhando na produção e caracterização de frutos de bananeira Prata-Anã e Prata-Zulu submetidos à temperatura ambiente durante 12 dias, encontrou valores superiores, porém com a mesma característica para acidez descrita anteriormente, seus frutos apresentaram um pico de acidez no 6º dia

de análise, 0,42 mg de ácido málico/100g de fruto e uma posterior queda, atingindo 0,32 mg de ácido málico/100g de fruto no 12º dia do experimento.

Cerqueira et al. (2002), estudando as características pós-colheita de frutos de genótipos de bananeiras, apresenta uma relação no valor médio da acidez titulável para 16 híbridos e 4 cultivares de banana, mostrando a diversidade nos valores de acidez para cada tipo analisado, apresentando valores que vão de 0,19 a 0,65 mg de ácido málico/100g de fruto.

3.3- Firmeza

A diminuição da firmeza está relacionada com a perda de integridade da parede celular, ocorrendo a sua hidrólise enzimática devido a ação de enzimas pectinolíticas, como a poligalacturonase (PG) e pectinametilsterase (PME) (Chitarra e Chitarra, 2005). A função da PG é de atuar na quebra de ligações glicosídicas das substâncias pécticas para formar finalmente o ácido galacturônico, tendo sua atividade relacionada à atividade da PME, uma vez que é dependente do produto da reação desta última.

Observou-se perda de firmeza para todos os tratamentos ao longo do experimento (fig 10). Os frutos colhidos com 90 e 105 brácteas abortadas foram os que sofreram mais rápida perda da firmeza, como pode ser observado no 3º dia de análise para 90 brácteas e no 6º dia para 105 brácteas abortadas. Já para os tratamentos de 95 e 100 brácteas abortadas, a maior perda de firmeza para ambos foi observada no 9º dia de análise, igualando-se estatisticamente aos outros tratamentos no 12º dia de análise. Assim, os frutos dos tratamentos 95 e 100 brácteas abortadas foram os que apresentaram uma perda de firmeza mais lenta, mantendo valores de firmeza mais altos no último dia de análise, indicando um metabolismo mais lento para os frutos desses tratamentos em comparação com os frutos colhidos com 90 e 105 brácteas abortadas.

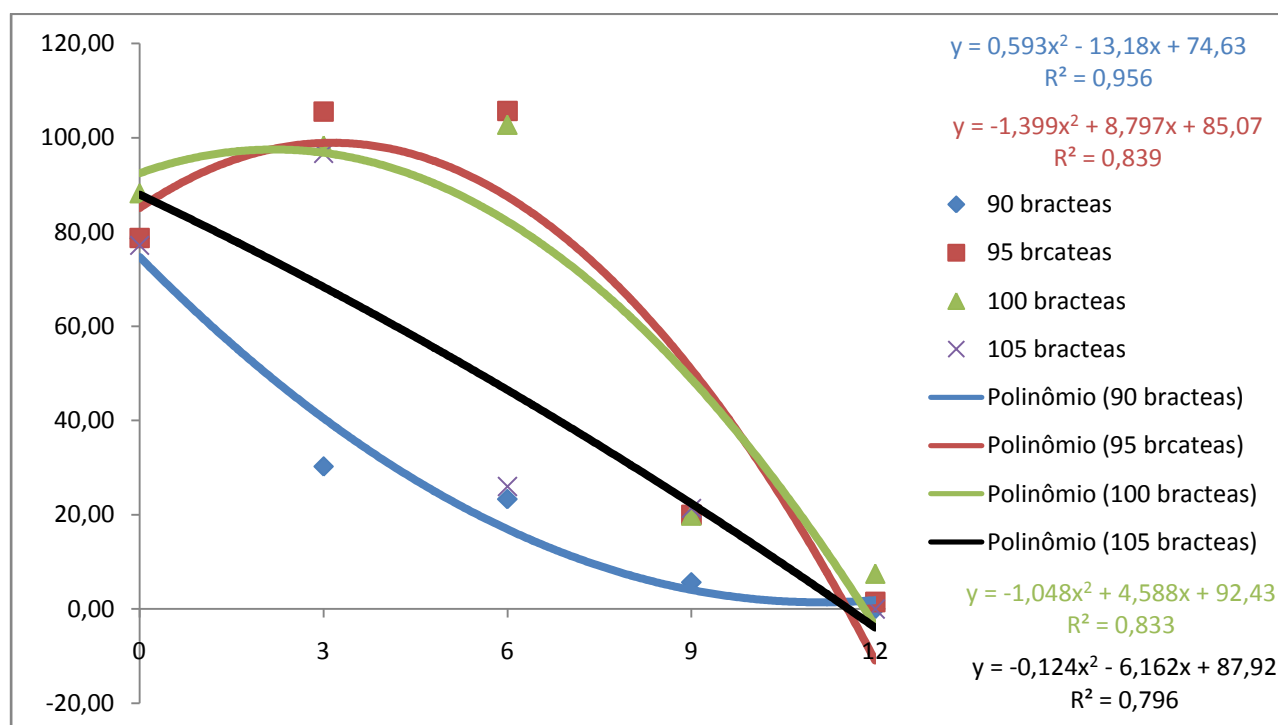


FIGURA 10: valores de firmeza (N) em bananas variedade Princesa colhidas com 90, 95, 100 e 105 brácteas abortadas durante 12 dias de armazenamento à temperatura ambiente.

Provavelmente a colheita dos frutos com 90 brácteas abortadas seja muito precoce, o que ocasionou maior perda de firmeza e conseqüentemente maior incremento no teor de sólidos solúveis no 3º e 6º dia de análise (fig 8), provocado pela conversão dos componentes degradados da parede celular em açúcares. Pode ser observado também o aumento na acidez titulável no 3º e 6º dias de análise (fig 9), em função do resultado da degradação da parede celular ser a formação de ácidos orgânicos. Já para os frutos colhidos com 105 brácteas, provavelmente a colheita foi realizada tardiamente, pois verificou-se maior perda de firmeza no 6º dia de análise, ocasionando incremento de sólidos solúveis e acidez titulável também no 6º dia, em função da conversão dos componentes degradados da parede celular em açúcares e ácidos orgânicos.

Essa relação de maior decréscimo de firmeza e maior incremento de acidez foi observado também por Leite et al. (2010), que trabalhando na qualidade pós-colheita de banana Pacovan comercializada em diferentes estabelecimentos no município de Mossoró-RN, encontrou valores médios de firmeza de 20,70N; 21,24N e 23,16N e de 0,42; 0,43 e 0,39% para acidez titulável em frutos já maduros.

Cerqueira et al. (2002), estudando as características pós-colheita de frutos de genótipos de bananeiras, encontrou em frutos da cultivar Prata Comum analisados no estágio de coloração 6 da casca (totalmente amarelos) à 21°C, valores médios de 22,44N. Almeida et al. (2006), estudando o atraso do amadurecimento de banana Maçã pelo 1-MCP, aplicado previamente à refrigeração, encontrou valores de 9,2N para os frutos sem aplicação do 1-MCP armazenados durante 30 dias à 13°C e posterior

amadurecimento em temperatura ambiente até atingir o grau 6 de coloração da casca (completamente amarelas).

3.4- Pectinametilsterase (PME)

A pectinametilsterase é uma enzima que atua na degradação das estruturas pécicas da parede celular dos frutos, ocasionando deste modo o amaciamento dos frutos e conseqüentemente a perda de firmeza dos mesmos. Assim os tratamentos de 95 e 100 brácteas abortadas apresentaram um pico de atividade enzimática no último no 12º dia de análise (fig 11), isso pode ser comprovado pelas análises das tabelas de acidez (fig 9), onde os picos de atividade enzimática para esses tratamentos coincidem com o aumento nos teores de acidez titulável e também na tabela de firmeza dos frutos (fig 10), onde os frutos sofrem sua maior perda no último período de análise, restando valores mínimos de firmeza para os mesmos. Para os tratamentos de 90 e 105 brácteas abortadas, observou-se um incremento na atividade enzimática, verificando-se o pico dessa atividade no 9º dia de análise, coincidindo com as maiores perdas de firmeza nos frutos desses tratamentos e com maiores teores de acidez titulável. Observa-se que os valores dos picos da atividade enzimática dos tratamentos de 90 e 105 brácteas abortadas (100 e 80U.E. min-1 g-1) foram maiores do que os de 90 e 100 brácteas abortadas (66 e 70 U.E. min-1 g-1), o que provavelmente acontece devido ao momento errado da colheita dos frutos para os tratamentos de 90 e 105 brácteas abortadas.

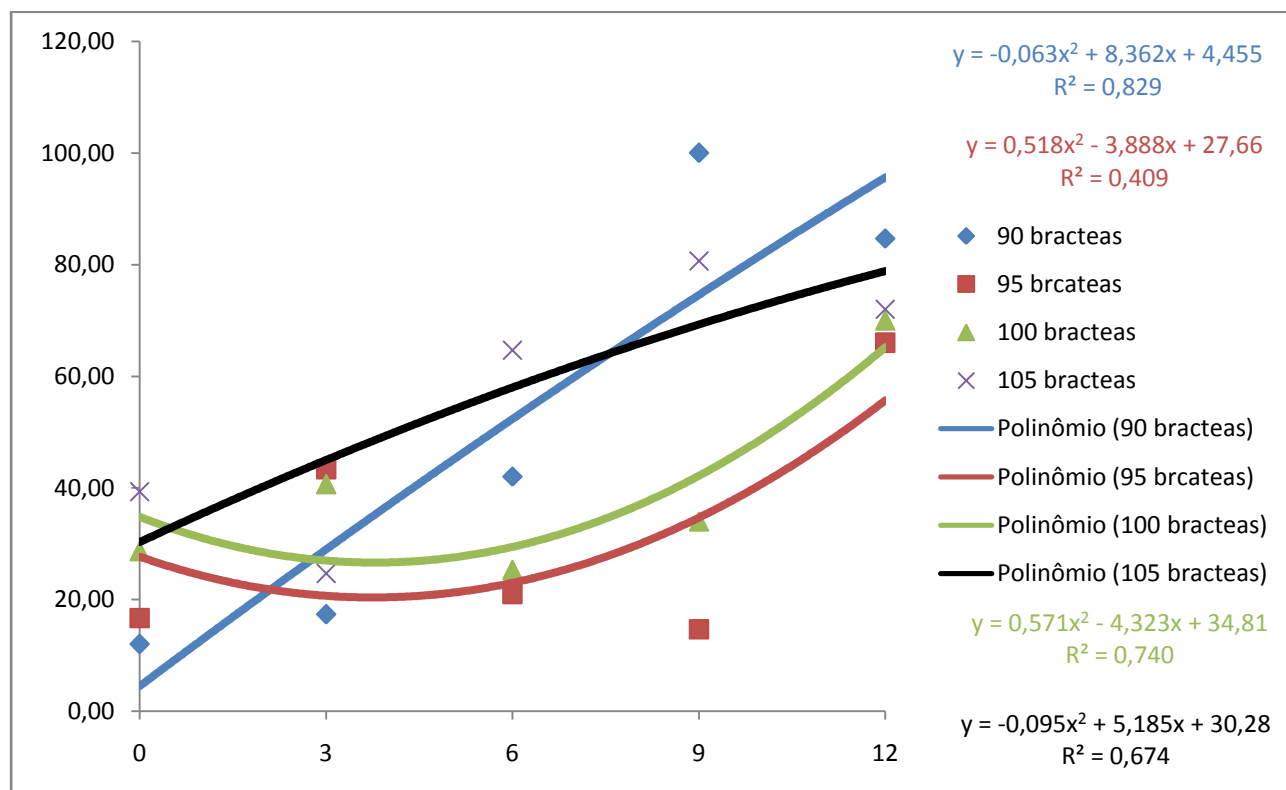


FIGURA 11: valores da atividade enzimática da Pectinametilesterase-PME (U.E. min-1 g-1) em bananas variedade Princesa colhidas com 90, 95, 100 e 105 brácteas abortadas durante 12 dias de armazenamento à temperatura ambiente

Pinheiro et al. (2005), estudando a ação do 1-metilciclopropeno na vida de prateleira de bananas Maçã, observou uma atividade enzimática de 433,33 η mol NaOH. g-1 de polpa fresca . min-1, no grau 5 de coloração da casca de seus frutos controle (sem utilização do 1-metilciclopropeno), onde os frutos apresentavam-se amarelos com extremidades verdes, observando também que seus frutos controle não apresentaram atividade enzimática no início do experimento, quando apresentavam coloração da casca 50% verde e 50% amarela. Sales et al. (2004), analisando o efeito da aplicação do 1- Metilciclopropeno em bananas Prata-Anã e seu efeito sobre as substâncias pécicas e enzimas pectinolíticas, constatou uma alta atividade enzimática da pectinametilesterase nos seus frutos controle (não submetidos ao 1-MCP) em torno de 9000 nmol g-1 min-1 e uma atividade praticamente nula dessa enzima nos frutos submetidos à maior concentração do 1-Metilciclopropeno.

3.5-Análise de pH

O pH é uma ferramenta utilizada para analisar a acidez dos frutos, quanto menor os valores de pH, mais ácido será o fruto. Desta forma, há uma relação direta entre o pH e a acidez titulável dos frutos, pois

quanto maior os valores da acidez titulável, mais ácido será o fruto, e consequentemente, o mesmo apresentará valores menores de pH.

Os valores de pH apresentaram-se maiores que 5 nos dois primeiros dias do experimento (fig 12), somente o tratamento de 90 brácteas abortadas apresentou um pH de 4,88 no 3º dia de análise. Verificou-se também os menores valores de pH no 6º dia de análise para 90 e 105 brácteas abortadas e no 9º dia para 95 e 100 brácteas abortadas. Esses períodos de menor pH, ou maior acidez, está diretamente relacionado com os pontos de maior acidez titulável (fig 9), demonstrando a relação entre o pH e a acidez titulável dos frutos. O fato dos menores valores de pH surgirem no 9º dia de análise para os tratamentos de 95 e 100 brácteas abortadas, sugerem um retardo no amadurecimento dos frutos nesses tratamentos.

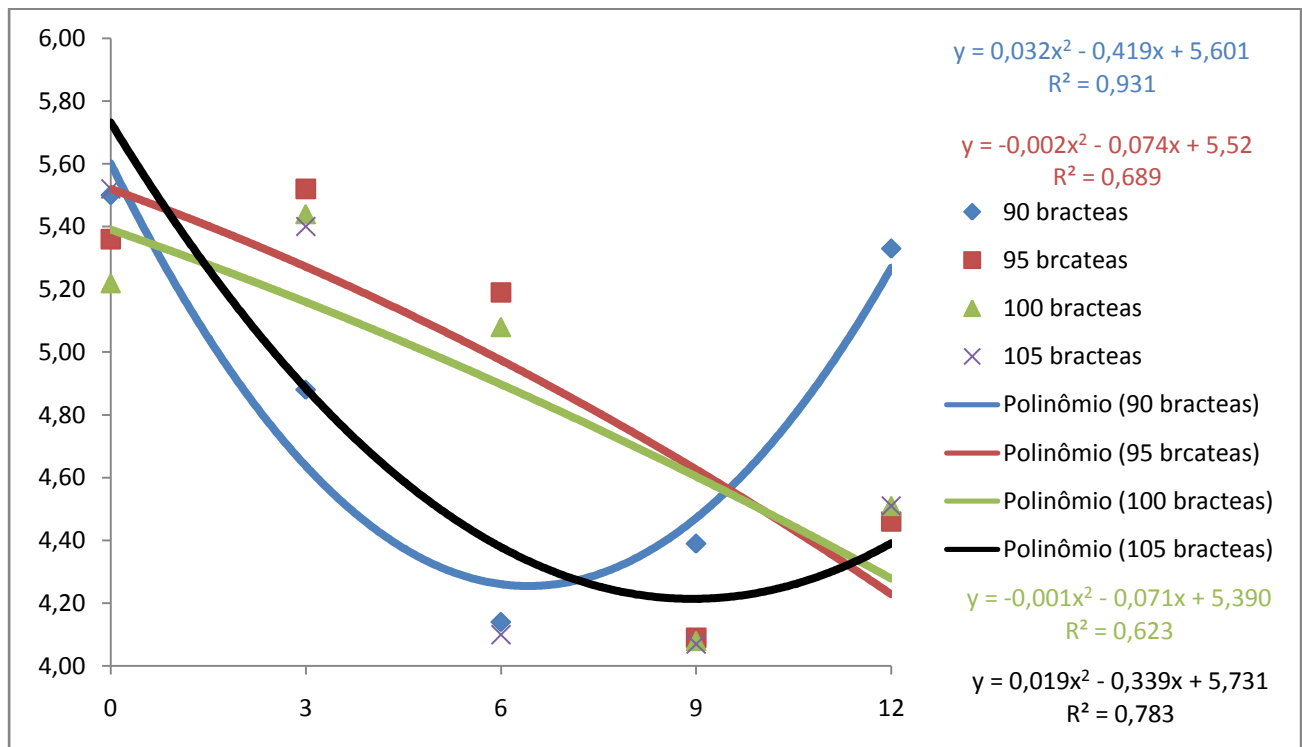


FIGURA 12: valores de pH em bananas variedade Princesa colhidas com 90, 95, 100 e 105 brácteas abortadas durante 12 dias de armazenamento à temperatura ambiente.

O decréscimo do pH ao longo do amadurecimento é esperado por estar associado ao acúmulo de açúcar e de constituintes ácidos durante o amadurecimento dos frutos. Como os açúcares solúveis são precursores dos ácidos orgânicos, com predominância, na banana, do ácido málico, o seu acúmulo acarreta diminuição do pH ao longo do amadurecimento (Nascimento Jr. et al., 2008). Já o ligeiro aumento do pH no final do experimento, remete-se ao consumo dos ácidos orgânicos pelo pico da respiração característica de frutos em estágio de senescência.

Resultados semelhantes foram apresentados por Oliveira (2010) onde o pH sofreu um decréscimo do seu valor no início do amadurecimento, e, em seguida, uma pequena elevação para os frutos de banana Prata-Anã e seu híbrido PA 42-44 durante 10 dias de análise à 25°C..

3.6-Perda de Massa

A perda de massa em frutos ocorre devido à transpiração dos mesmos, perdendo sua massa proporcionalmente à perda de água. As perdas de massa podem afetar a comercialização da banana, que se dá por meio da sua massa e aspecto visual (Oliveira, 2010). Segundo Chitarra e Chitarra (2005), o teor de água na maioria das frutas e hortaliças é variável entre 80 e 95%, parte da qual é perdida através da evapotranspiração.

Houve um aumento da perda de massa para todos os tratamentos ao longo do experimento, porém notou-se que o tratamento com 90 brácteas abortadas sofreu uma maior perda, chegando à 27,43% de perda de massa no final do experimento (fig 13). No 6º dia de análise verificou-se que os tratamentos de 95 e 100 brácteas abortadas apresentaram as menores perdas de massa. Verificou-se portanto uma maior perda de massa fresca ao longo do experimento para o tratamento de 90 brácteas abortadas, demonstrando uma aceleração no seu metabolismo e consequentemente uma mais rápida perda de água no fruto.

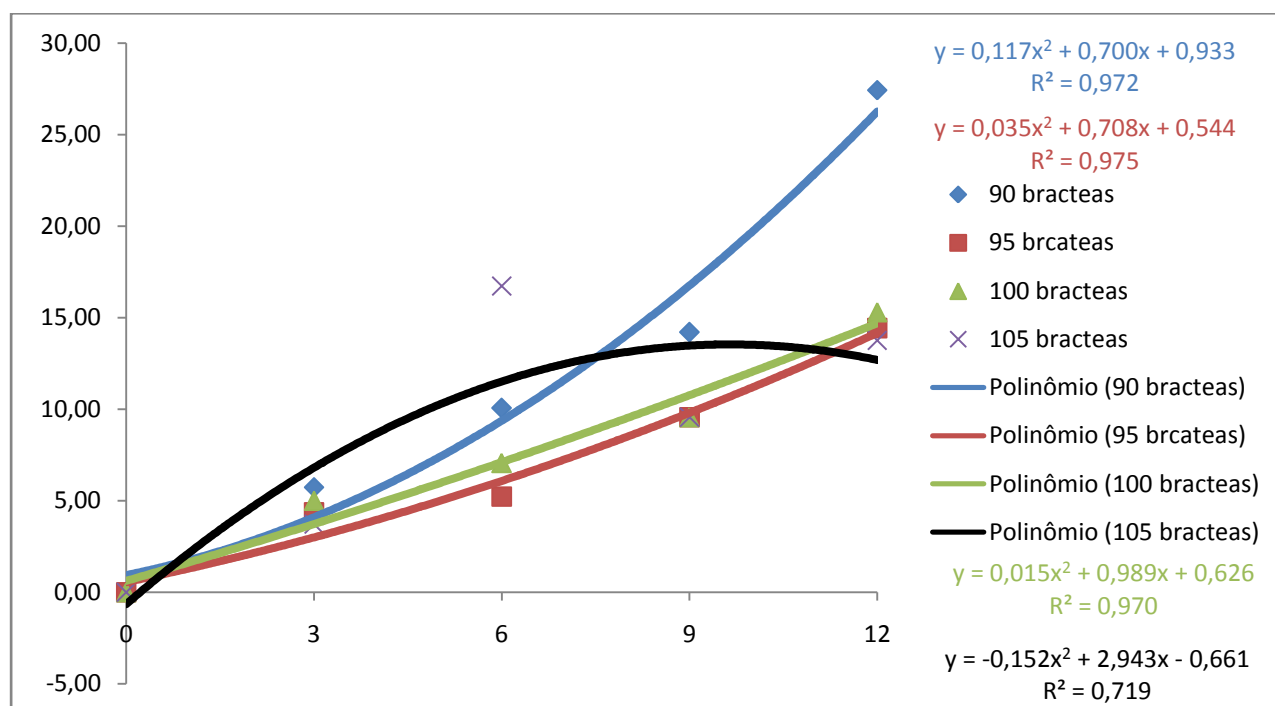


FIGURA 13: perda de massa em bananas variedade Princesa colhidas com 90, 95, 100 e 105 brácteas abortadas durante 12 dias de armazenamento à temperatura ambiente.

Siqueira (2008), trabalhando na conservação pós-colheita de genótipos de bananeiras resistentes à Sigatoka-Negra por atmosfera modificada, observou nos frutos-controle dos genótipos Fhia 02 e Preciosa sem embalagem e armazenadas à 25°C, valores que chegaram à 28,11% de perda de massa num período de 8 dias de armazenamento. Damatto et al (2005), trabalhando na produção e caracterização de frutos de bananeira Prata-Anã e Prata-Zulu sem climatização, encontrou uma perda de massa de 11,13% em bananas Prata-Anã num período de 12 dias após a colheita.

3.7- Comprimento e Diâmetro do fruto

As bananas apresentaram valores médios de comprimento de 11,5 cm; 11,7 cm; 12,9 cm e 12,3 cm para os tratamentos de 90, 95, 100 e 105 brácteas abortadas respectivamente (tabela 3), não apresentando uma grande diferença para o comprimento ao longo do tempo.

TABELA 3: médias dos comprimentos e diâmetros em centímetro em bananas variedade Princesa colhidas com 90, 95, 100 e 105 brácteas abortadas durante 12 dias de armazenamento à temperatura ambiente.

Tratamentos	Comprimento (cm)	Diâmetro (cm)
90 brácteas	11,5	3,2
95 brácteas	11,7	3,3
100 brácteas	12,9	3,4
105 brácteas	12,3	3,4

Segundo Donato et al. (2006) para a variedade Prata-Anã os valores foram de aproximadamente 16,58 cm, o que justifica os frutos estudados nesse trabalho serem um pouco menores, já que assemelhando-se com os da variedade Maçã.

Gomes (2004), estudando o crescimento e produção de bananeiras Prata-Anã e Maçã fertirrigadas com potássio, encontrou no 1º ciclo de produção das suas plantas controle (sem aplicação de potássio) um comprimento de 12 cm para os frutos de banana Prata-Anã e 10,7 cm para os frutos da variedade Maçã.

Para o diâmetro encontrou-se valores médios de 3,2 cm; 3,3 cm; 3,4 cm e 3,4 cm para os tratamentos de 90, 95, 100 e 105 brácteas abortadas respectivamente, apresentando comportamento semelhante ao comprimento, sem grandes variações dos valores ao longo do tempo de experimento.

Os valores de diâmetro variaram entre 3,13 e 3,6cm ao longo do experimento, o que se confirma por Donato et al. (2006), analisando o comportamento de variedades e híbridos de bananeira (*Musa spp*) em dois ciclos de produção no sudoeste da Bahia, encontrou valores de aproximadamente 3,5 para a variedade Prata-Anã. Já Gomes (2004), encontrou valores de 3,04 e 3,21 cm para as variedades Prata-Anã e Maçã respectivamente.

3.8-Coloração da Casca

Geralmente os consumidores são levados a compra e consumo do fruto pela cor apresentada na casca dos mesmos, já que a coloração do fruto representa um importante parâmetro visual de maturação dos mesmos. Para isso foi desenvolvido um aparelho chamado colorímetro, que tem a função de quantificar numericamente a cor, pois apresenta sensores que simulam a forma como o olho humano vê as cores. A determinação da cor por esse instrumento se baseia em três parâmetros de cor, a coordenada L*, C* e o ângulo Hue (h°).

A coordenada L* representa o brilho do fruto, sendo que a escala de brilho vai de 0 (fruto escuro) à 100 (fruto brilhante). O tratamento de 90 brácteas apresentou um aumento do brilho dos seus frutos e um posterior decréscimo, provavelmente por apresentarem em estado de senescência no fim do experimento, o que é caracterizado pelo escurecimento do fruto. Os demais tratamentos apresentaram valores entre 55 e 60,23 no 1º dia de análise (fig 14) e entre 70 e 72 no último dia de análise, período em que apresentou seus maiores valores, exceto para o tratamento de 90 brácteas abortadas, que apresentou queda brusca nos valores de L* no final do experimento.

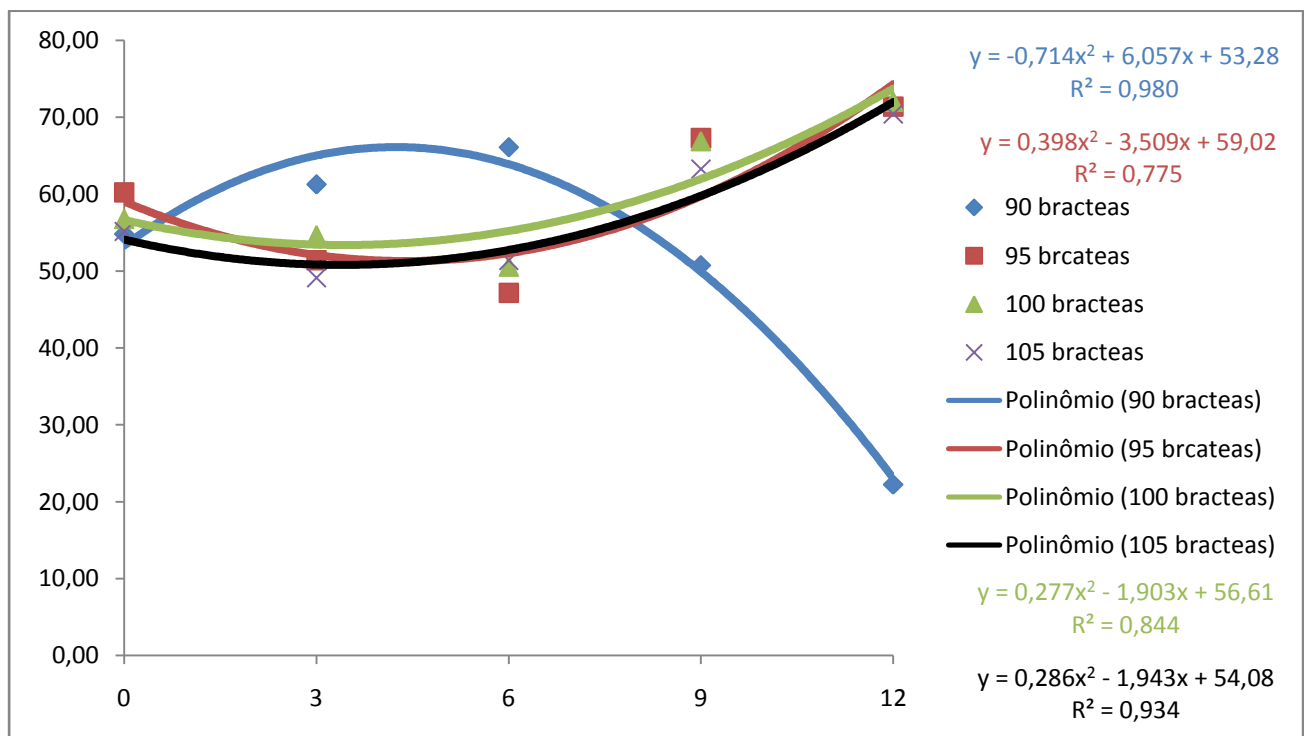


FIGURA 14: parâmetro de cor L* em bananas variedade Princesa colhidas com 90, 95, 100 e 105 brácteas abortadas durante 12 dias de armazenamento à temperatura ambiente.

Pinheiro (2009), estudando a tecnologia pós-colheita para conservação de bananas da cultivar tropical, apresentou resultados semelhantes para os frutos armazenadas sem embalagem à temperatura de

25°C , onde a coordenada L* apresentou valores máximos de 68,1. Já Álvares et al. (2003), analisando a coloração da cascas de banana Prata tratada com etileno exógeno pelo método químico e instrumental, encontrou valores entre 44,18 e 68,43 para os frutos tratados com diferentes concentrações de etileno sob vários tempos de exposição a 18 °C.

A coordenada h° (ângulo hue) representa a mudança da coloração da casca de verde para amarelo pela degradação da clorofila, dando assim visibilidade aos carotenóides, pigmentos de coloração amarela. Analisando os resultados dessa coordenada (fig 15), ocorreu uma gradual mudança da coloração da cascas de valores em torno de 113° a 115°, no 1º dia de análise, para entre 84° a 85° no final do experimento, isso pode ser justificado pelo fato dos frutos já se apresentarem senescentes no final do experimento, que tem como característica o escurecimento de suas cascas, pois quanto maior os valores de h° mais intensa é a cor do fruto. Apenas o tratamento de 90 brácteas abortadas apresentou um decréscimo mais rápido nos valores de ângulo hue por apresentar um metabolismo mais acelerado para seus frutos. Pinheiro (2009), achou para bananas Tropical armazenadas à 25°C uma variação no ângulo hue de 105,35° a 77,33°.

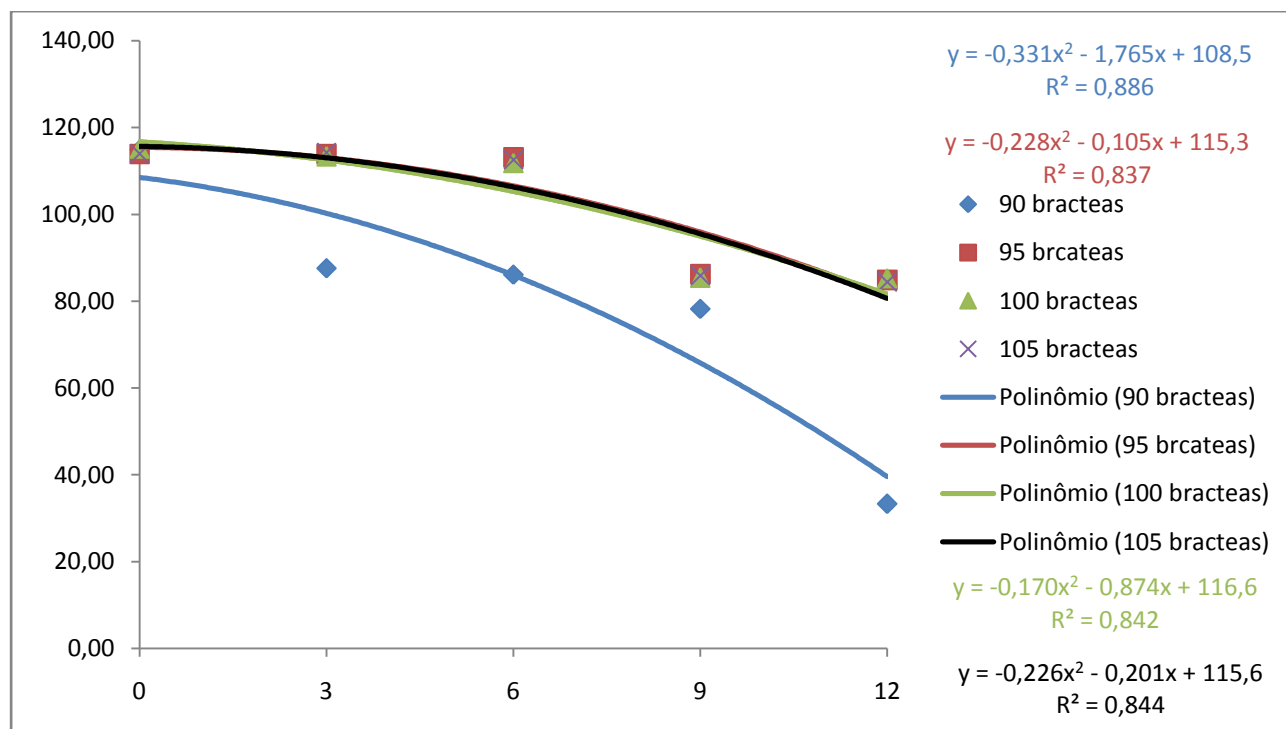


FIGURA 15: parâmetro de cor h para bananas variedade Princesa colhidas com 90, 95, 100 e 105 brácteas abortadas durante 12 dias de armazenamento à temperatura ambiente.

Os valores de C* representam a saturação da cor entre o vermelho e verde (a*) e o amarelo e azul (b*). Os valores dessa coordenada sofreram um decréscimo e um aumento ao longo do experimento (fig 16). O tratamento de 90 brácteas abortadas apresentou-se diferente dos demais tratamentos nos três últimos dias de análise, apresentando maiores valores nos primeiros dias de análise e uma queda brusca em seu valor no 9º

dia de análise, o que justifica seu metabolismo mais acelerado que os demais tratamentos. Os tratamentos de 95, 100 e 105 brácteas abortadas permaneceram semelhantes até o 6º dia de análise.

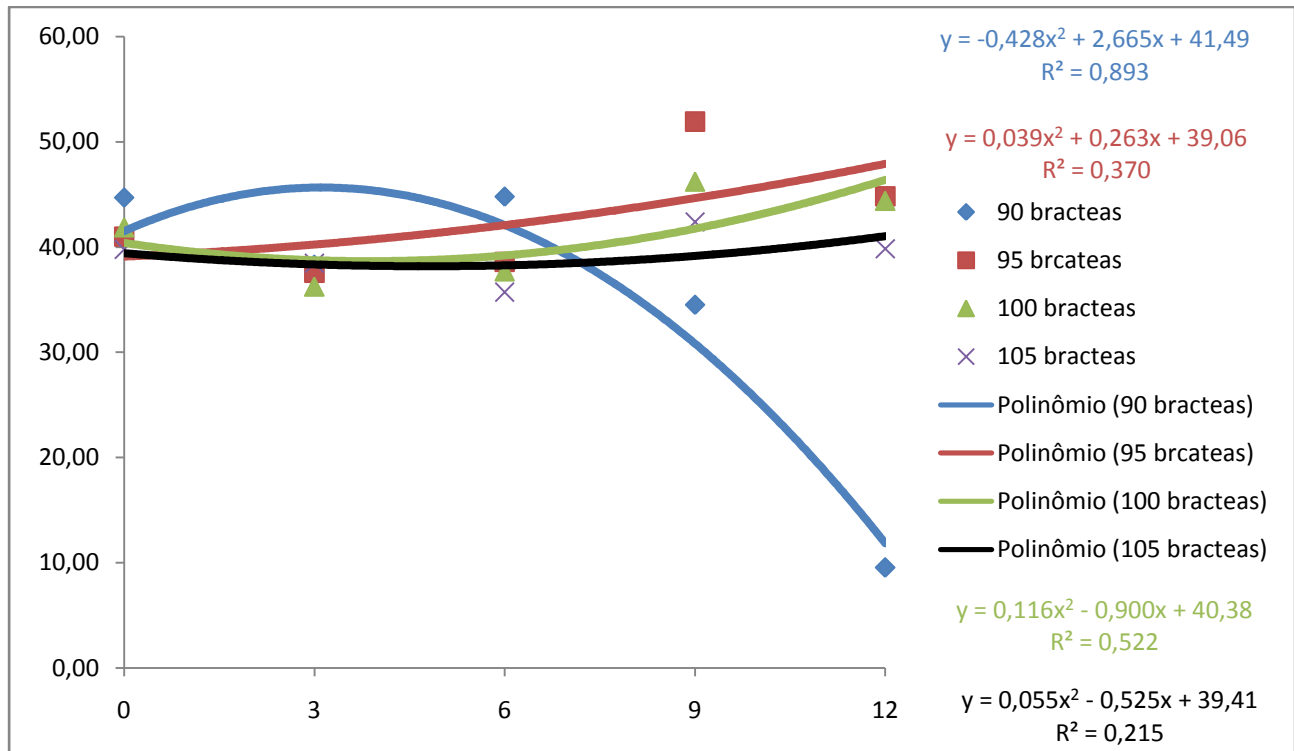


FIGURA 16: parâmetro de cor C* para bananas variedade Princesa colhidas com 90, 95, 100 e 105 brácteas abortadas durante 12 dias de armazenamento à temperatura ambiente.

4- Conclusões

- O método de brácteas abortadas foi eficiente na determinação do ponto de colheita ideal para bananas variedade Princesa.
- Os frutos colhidos com 90 e 105 brácteas abortadas apresentaram uma maturação acelerada em comparação com os demais tratamentos.
- Os frutos colhidos com 95 e 100 brácteas abortadas apresentaram características semelhantes, que levam à serem adotados como ponto ideal para colheita, porém adotar-se-á, os frutos com 95 brácteas devido à colheita ser feita mais rapidamente.

Referências Bibliográficas

ALMEIDA, G. C.; VILAS BOAS, E. V. de B.; RODRIGUES, L. J.; PAULA, N. R. F. de. Atraso do Amadurecimento de Banana Maçã Pelo 1-MCP, Aplicado Previamente à Refrigeração. *Revista Brasileira de Fruticultura*. Jaboticabal-SP, vol. 28, n. 2, 2006.

ÁLVARES, V. de S.; CORRÊA, P. C.; VIEIRA, G.; FINGER, F. L.; AGNESINI, R. V. Análise da Coloração da Casca de Banana Prata Tratada com Etileno Exógeno pelo Método Químico e Instrumental. *Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais*, Campina Grande, v. 5, n. 2, p. 155-160, 2003.

ASSOCIATION OF OFFICIAL AGRICULTURAL CHEMISTS. **Official methods of analysis of the Association of the Agricultural Chemists**. Washington: A.O.A.C., 12. Ed, 1992.

BEZERRA, V. S.; DIAS, J. do S. A. Avaliação Físico-química de Frutos de Bananeira. **Acta Amazônica**, Manaus-AM, v. 39, n. 2, 2009.

CARVALHO, H. A. Qualidade da banana 'prata' previamente armazenada em filme de polietileno, amadurecida em ambiente com umidade relativa elevada: acidez, sólidos solúveis e taninos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 24, n. 5, p. 495-501, 1989.

CERQUEIRA, R. C.; SILVA, S. de O.; MEDINA, V. M. Características Pós-Colheita de Frutos de Genótipos de Bananeira (*Musa spp.*). **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal – SP, v. 24, n. 3, p. 654-657, 2002.

CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. Pós-colheita de frutas e hortaliças: fisiologia e manuseio. **Universidade Federal de Lavras**, Lavras-MG, 2. ed. , 785p. , 2005

DAMATTO, E. R.; CAMPOS, A. J. de; MANOEL, L.; MOREIRA, G. C.; LOENEL, S.; EVANGELISTA, R. M. Produção e Caracterização de Frutos de Bananeira Prata-Anã e Prata-Zulu. **Revista Brasileira de Fruticultura**. Jaboticabal- Sp, v. 27, n. 3 . 2005.

DONATO, S. L, R.; SILVA, S. de O.; LUCCA, O. A. F.; LIMA, M. B.; DOMINGUES, H.; ALVES, J. da S. Comportamento de Variedades e Híbridos de Bananeira (*Musa spp*) em dois Ciclos de Produção no Sudoeste da Bahia. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal – SP, v. 28, n. 1, p. 139-144, 2006.

FERREIRA, D.F. **SISVAR: Sistema de Análise de Variância**. Lavras – MG:UFLA, 2000.

GOMES, E. M. Crescimento e produção de Bananeiras Prata-Anã e Maçã Fertirrigadas com Potássio. **Tese (Doutorado em Agronomia)-Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”**. Botucatu-SP, 2004.

HULTIN, H.O.; SUN, B.; BURGER, J. Pectin methyl esterase of the banana. Purification and properties. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 31, p. 320-327, 1966.

IBGE 2011. Disponível em <<http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/default.asp?t=5&z=t&o=1&u1=1&u2=1&u3=1&u4=1&u6=1&u7=1&u8=1&u9=1&u10=1&u11=1&u12=3&u13=1&u14=26674&u15=1&u16=1&u5=26>>. Acesso em: 09 nov. 2011.

LEITE, G. A.; MEDEIROS, E. V. de; MENDONÇA, V.; MORAES, P. L. D. de; LIMA, L. M. de; XAVIER, I. F. Qualidade pós-colheita da banana ‘pacovan’ comercializada em diferentes estabelecimentos no município de Mossoró-RN. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife-PE, v. 5, n. 3, p. 322-327, 2010.

NASCIMENTO JUNIOR, B. B.; OZORIO, L. P.; REZENDE, C. M.; SOARES, A. G.; FONSECA, M. J. O. Diferenças entre bananas de cultivares Prata e Nanicao ao longo do amadurecimento: características físico-químicas e compostos voláteis. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas-SP, v. 28, n. 3, 2008.

OLIVEIRA, C. G. de. Caracterização Pós-Colheita de Banana Prata- Anã e Seu Híbrido PA42-44 Armazenados Sob Refrigeração. **Dissertação (mestrado)-Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal no Semiárido, Universidade Estadual de Montes Claros - Unimontes**, Minas Gerais, 2010.

PINHEIRO, A. C. M.; VILAS BOAS, E. V. de B.; MESQUITA, C. T. Ação do 1-METILCICLOPROPENO (1-MCP) na Vida de Prateleira da Banana Maçã. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal – SP, v. 27, n. 1, p. 25-28, 2005.

PINHEIRO, A. C. M.; VILAS BOAS, E. V. de B.; ALVES, A. de P.; SELVA, M. L. Amadurecimento de Bananas Maçã submetidas ao 1-Metilciclopropeno (1-MCP). **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal – SP, v. 29, n. 1, p. 001-004, 2007.

PINHEIRO, J. M. da S. Tecnologia Pós-Colheita para Conservação de Bananas da Cultivar Tropical. **Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal)-Universidade Estadual de Montes Claros**. Janaúba- Minas Gerais, 2009.

SALES, A. N. de; BOTREL, N.; COELHOS, A. H. R. Aplicação de 1-Metilciclopropeno em Banana Prata-Anã e seu Efeito Sobre as Substâncias Pécnicas e Enzimas Pectinolíticas. **Ciência Agrotécnica.**, Lavras, v. 28, n. 3, p. 479-487, 2004.

SIQUEIRA, C. L. Conservação Pós-Colheita de Genótipos de Bananeiras Resistentes à Sigatoka Negra por Atmosfera Modificada. **Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal)-Universidade Estadual de Montes Claros**. Janaúba- Minas Gerais, 2008.

VILAS BOAS, E. V. de B.; ALVES, R. E.; FIGUEIRAS, H. A. C.; MENEZES, J. B. Características da Fruta. In: MATSURA, F.C.A.U., FOLEGATTI, M.L.S. (Ed.) **Banana: pós-colheita**.

VIVIANI, L.; LEAL, P. M. Qualidade Pós-Colheita de Banana Prata-Anã Armazenada Sob Diferentes Condições. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal – SP, v. 29, n. 3, p. 465-470, 2007.

3º Capítulo

Efeito de biofilme a base de amido e quitosana na conservação da vida pós-colheita de bananas da variedade Princesa.

RESUMO

O objetivo desse trabalho foi prolongar a vida pós-colheita de bananas variedade Princesa com a utilização de biofilmes à base de amido e quitosana. Bananas da variedade BRS Princesa com 95 brácteas abortadas foram obtidas no Campo Experimental Jorge do Prado Sobral da Embrapa Tabuleiros Costeiros em Nossa Senhora das Dores-SE. As análises físicas e químicas foram realizadas a cada 4 dias nos frutos dos 2º e 3º cachos e foram elas: sólidos solúveis, acidez titulável, perda de massa, comprimento e diâmetro dos frutos, pH, firmeza, coloração da casca e atividade da enzima pectinametilesterase. O delineamento estatístico utilizado foi o inteiramente casualizado em esquema fatorial 5x4, sendo 5 revestimentos e 4 períodos de análise, e os dados obtidos foram avaliados estatisticamente, por meio da análise de variância, e da aplicação do teste de Tukey ($p < 0,05$), com o uso do programa estatístico SISVAR. Como constatado em todas as análises físicas e químicas o tratamento de amido e quitosana à 4% aceleraram o metabolismo dos frutos, diminuindo, assim, sua vida de prateleira, já os frutos submetidos ao biofilme de amido à 2%, obtiveram os melhores resultados nas análises físicas e químicas quanto à conservação pós-colheita dos frutos, pois apresentaram um pico para os valores de sólidos solúveis apenas no final do experimento, atingiram valores semelhantes na acidez titulável ao longo do experimento, mantiveram os frutos mais firmes que os demais tratamentos, apresentaram menores atividades da enzima pectinametilesterase, valores de índice e pH semelhantes, menores perdas de massa e melhores valores para os parâmetros de coloração da casca L^* , h° e C^* .

Palavras-Chave: revestimento comestível, vida útil, *Musa spp.*

ABSTRACT

The objective of this study was to prolong the postharvest life of bananas Princess with the use of biofilm based in starch and chitosan. Bananas of variety BRS Princess with 95 aborted bracts were obtained at the Jorge Prado Sobral Experimental Camp of Embrapa Coastal Tablelands in Nossa Senhora das Dores-SE. The experimental design was completely randomized in factorial scheme (5x4), with 5 coatings and 4 periods of analysis, and results were evaluated statistically by ANOVA and Tukey test ($p < 0.05$), using the statistical program SISVAR. As seen in all physical and chemical analysis the treatment of the starch and chitosan by 4% accelerated metabolism of the fruit, reducing their shelf life. The fruits submitted to the starch biofilm by 2%, presents the best results in physical and chemical analysis as to the postharvest preservation of fruits, because it presented an increase in their values of soluble solids only at the end of the experiment, reaching values similar in titratable acidity during the experiment, the fruits remained firmer than the other treatments, had lower activity of the enzyme pectinmethylesterase, maturation index values and pH similar, lower mass loss and better values for the parameters of peel color, L^* , C^* and h° .

Key-words: edible coating, shelf-life, *Musa spp.*

1- Introdução

A banana é um importante fruto por ser uma cultura de baixo custo e por apresentar um alto valor nutricional, sendo geralmente cultivada por pequenos produtores e sendo fonte de subsistência para os mesmo.

O Brasil destaca-se como o quarto maior produtor de banana do mundo, com 7,12 milhões de toneladas (FAO, 2011). Sendo esta fruteira cultivada em praticamente todos os Estados do país. O Estado de Sergipe, apresentou uma produção de 47.845 toneladas e uma área plantada de 3.873 há na safra de outubro de 2011 (IBGE, 2011), destacando o bom potencial do Estado para o cultivo dessa frutífera.

A banana Maçã, uma cultivar altamente apreciada pelos consumidores devido suas características organolépticas vem apresentando sérios problemas em sua comercialização, chegando praticamente à extinção dos pomares comerciais dessa cultivar. Esse problema ocorre pela susceptibilidade dessa cultivar ao Mal-do-Panamá, que é causado por *Fusarium oxysporum f. sp. cubense* (E.F. Smith) Sn e Hansen, um fungo de solo que apresenta alta capacidade de sobrevivência na ausência do hospedeiro.

A variedade Princesa, um híbrido tetraplóide (AAAB), gerado na Embrapa Mandioca e Fruticultura, também resultante do cruzamento da cultivar Yangambi nº 2 (AAB) com o diplóide M53 (AA).do tipo Maçã, é tolerante ao Mal-do-Panamá, o que justifica a sua utilização, já que apresenta a maioria das suas características de desenvolvimento semelhantes a cultivar Maçã.

Atualmente há uma crescente preocupação em prolongar a vida pós-colheita dos frutos, podendo dessa forma, alcançar uma fatia maior do mercado, já que os frutos durariam mais tempo e conseqüentemente poderiam ser comercializados em mercados mais distantes, prolongando também o tempo de consumo desses frutos. Uma das formas de aumentar essa vida pós-colheita é a utilização de biofilmes como revestimento dos frutos. Os biofilmes são películas formadas por materiais biológicos que tem como objetivo retardar o metabolismo do fruto, aumentando assim, sua vida útil.

Dentre os biopolímeros utilizados na elaboração de biofilmes destacam-se: o amido, a pectina, a celulose e seus derivados, o colágeno e as proteínas miofibrilares. O amido é um polissacarídeo bastante usado na confecção de biofilmes, sendo a fécula de mandioca selecionada como a matéria-prima mais adequada para sua elaboração, por formar películas resistentes e transparentes; são eficientes barreiras à perda de água, proporcionam bom aspecto e brilho intenso, tornando frutos e hortaliças comercialmente atrativos (Vila, 2004).

A quitosana, um outro polissacarídeo derivado da quitina, obtido através das carapaças de crustáceos, apresenta uma boa capacidade de formar revestimentos semipermeáveis, desta forma, prolongando a vida pós-colheita dos frutos, além de conter também propriedades antifúngicas, servindo de combate á esses tipos de doenças nos frutos. Por fim apresenta ainda uma importância ambiental, já que aproveita os restos de pescarias para sua composição, os quais seriam depositados no meio ambiente.

O objetivo desse trabalho foi prolongar a vida pós-colheita de bananas variedade Princesa com a utilização de biofilmes à base de amido e quitosana.

2- Materiais e Métodos

2.1- Material vegetal

Bananas da variedade BRS Princesa, foram obtidas no Campo Experimental Jorge do Prado Sobral da Embrapa Tabuleiros Costeiros em Nossa Senhora das Dores-SE. Foram selecionados os frutos com 95 brácteas abortadas, de acordo com a análises e as conclusões chegadas no capítulo anterior.

As análises foram realizadas a cada 4 dias nos frutos da 2ª e 3ª penca, por estes serem os frutos mais representativos.

Após a colheita os frutos foram levados ao laboratório de ecofisiologia e pós-colheita (ECOPOC) na Universidade Federal de Sergipe. Os frutos foram sanitizados com detergente neutro, secados naturalmente e posteriormente submetidos aos biofilmes de amido e quitosana, obtendo-se 5 tratamentos (controle, frutos submetidos ao biofilme de amido 2%, frutos submetidos ao biofilme de amido 4%, frutos submetidos ao biofilme de quitosana 2% e frutos submetidos ao biofilme de quitosana 4%), por fim os frutos foram acondicionados em BOD à temperatura de 25°C.

2.2- Preparação dos biofilmes à base de amido e quitosana

Os frutos de bananeiras variedade BRS Princesa foram imersos nos biofilmes de amido e quitosana por 30 segundos e posteriormente colocados para secar ao natural.

- **biofilme de amido:** elaborado através da geleificação de fécula de mandioca comercial de modo a se obter uma solução de 2 e 4% pela diluição em água destilada aquecida a 70°C por 15 minutos e posterior resfriamento do mesmo ao ar livre (figura 8).

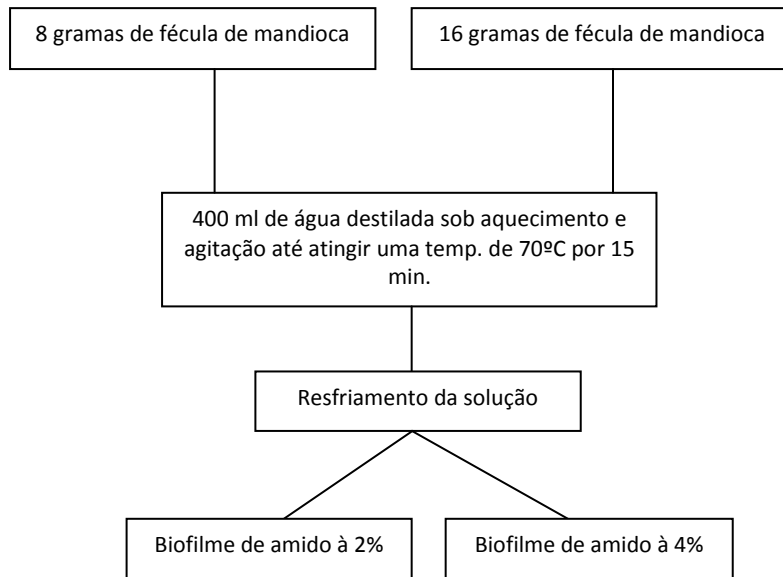


FIGURA 17: esquema da elaboração dos biofilmes de amido à 2% e 4%.

- **biofilme de quitosana:** foi obtido através da diluição de 2 e 4% de quitosana em uma solução de 2% de ácido acético sob constante agitação e realizando a correção do pH da solução para em torno de 4,5 com NaOH 0,1N, de modo a se obter uma solução geleificada (figura 9).

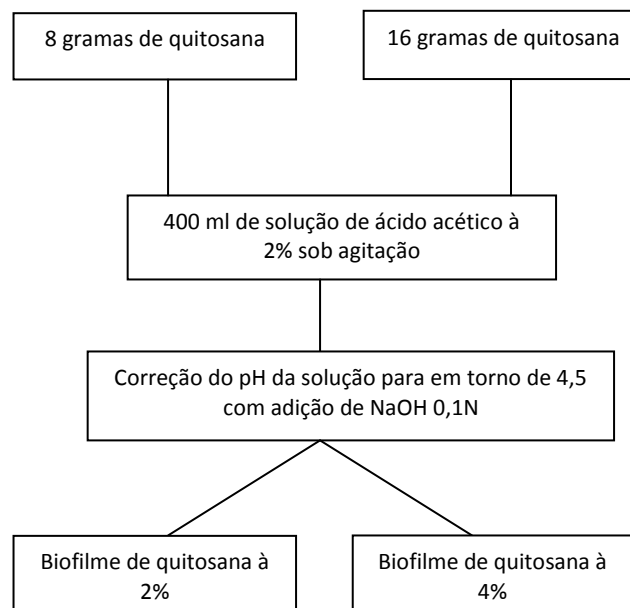


FIGURA 18: esquema da elaboração dos biofilmes de quitosana à 2% e 4%.

2.3- Análises físicas e químicas

- **teor de sólidos solúveis (SS):** a análise de sólidos solúveis foi realizada por meio de leitura refratométrica direta em graus Brix (°Brix), em três amostras, utilizando uma gota do sulco da polpa do fruto, com o refratômetro de bancada digital (RTD-45, Instrutherm).

- **acidez titulável (AT):** A determinação da acidez total titulável foi realizada de acordo com metodologia recomendada pelo AOAC (1992), utilizando-se amostra de 5,0 mL de suco da polpa, extraída por maceração manual, e transferida para Becker contendo 50 mL de água destilada. À amostra foram adicionadas três gotas do indicador fenolftaleína a 1%, procedendo-se em seguida a titulação, sob agitação, com solução de NaOH 0,1 N, previamente padronizada com biftalato de potássio até ocorrer a viragem, ou seja, no momento que o pH atinge, aproximadamente, o valor 8,1. Os resultados foram expressos em equivalente grama de ácido málico/100g de polpa, calculados pela seguinte equação:

$$AT = 10 \times f \times N \times V / P, \text{ onde:}$$

f = fator da padronização do NaOH;

N = normalidade do NaOH;

V = volume gasto de NaOH durante a titulação (ml);

P = peso da amostra do fruto (g).

- **perda de massa:** os frutos foram pesados balança em semi-analítica (Mark M333, Bel Engineering), máxima de 330g e divisão de 0,001g, onde a percentagem de perda de massa foi obtida pela equação:

$$PM(\%) = \frac{[P_i - P_j]}{P_i} \times 100$$

Onde:

PM = perda de massa (%);

P_i = peso inicial do fruto (g);

P_j = peso do fruto no período subsequente a P_i (g).

- **comprimento:** o fruto foi medido com o auxílio de uma fita métrica e os resultados foram expressos em centímetros.

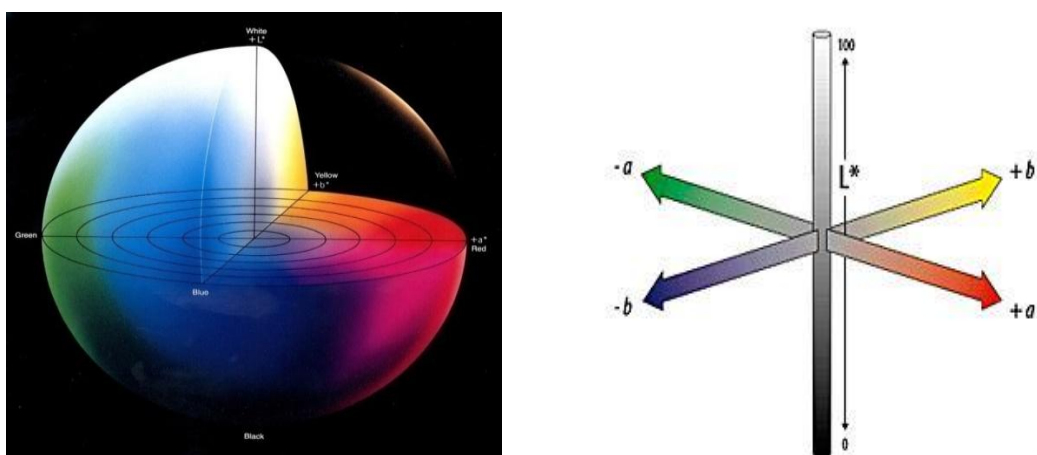
- **diâmetro:** o diâmetro do fruto foi medido na região mediana do fruto com o auxílio de um paquímetro e os resultados dados em centímetros.

- **firmeza:** após a retirada superficial da casca para a exposição da polpa, em dois pontos equidistantes na região mediana, os frutos foram submetidos à pressão, onde se mediu a resistência da polpa à penetração do penetrômetro digital (Turoni), com profundidade de penetração de 2,0 mm, velocidade de 2,0 mm s⁻¹ e ponteiro 6mm de diâmetro, com força máxima de 196N. Os resultados foram dados em Newton (N).

- **pH:** utilizou-se uma amostra de 5 gramas do fruto macerado e homogeneizada com 50 mL de água destilada, a leitura foi feita em pHmetro de bancada (pHS-3E, LabMeter), segundo técnica da AOAC (1992).

2.4- Análise de Coloração da Casca

A análise de cor será avaliada no fruto em dois pontos equidistantes na região equatorial com o auxílio de um colorímetro (modelo CR-400, Minolta) de acordo com a escala L* a* b* ou CIELAB (figura 2), recomendada pela *Commision Internationale de L'Eclairage* (CIE).



Fonte: Google.

FIGURA 19: representação espacial do sistemas CIELAB.

- parâmetro de cor L*: representa o brilho do fruto, variando do claro (L= 100) ao escuro (L=0).
- parâmetro de cor C*: Chroma, representa a saturação da cor e é expresso pela formula

$$C_{ab}^* = \sqrt{a^{*2} + b^{*2}}$$

Onde,

a^* = cromaticidade na região do vermelho (+ a^*) ao verde (- a^*);

b^* = cromaticidade no intervalo do amarelo (+ b^*) ao azul (- b^*).

- parâmetro de cor h° : posição relativa da cor entre o vermelho e amarelo. representado pela fórmula:

$$h_{ab} = \arctan \frac{b^*}{a^*}$$

Onde,

a^* = cromaticidade na região do vermelho (+ a^*) ao verde (- a^*);

b^* = cromaticidade no intervalo do amarelo (+ b^*) ao azul (- b^*).

2.5- Extração e determinação da Atividade da Enzima Pectinametilsterase E.C 3,1,1,11 (PME)

A atividade de pectinametilsterase (PME) foi determinada segundo Hultin et al., (1966). Para preparação do extrato enzimático foi retirada uma amostra de 5 gramas do fruto, a qual foi macerada com 20 mL de NaCl a 0,2N gelado. O resultado da maceração foi filtrado e retirada uma alíquota de 5 mL, adicionado-se a este 30 mL de pectina cítrica 1% em NaCl 0,2N. Finalmente o pH da solução foi mantido em torno de 7,0, por dez minutos, através da titulação com NaOH 0,01N. Uma unidade de PME foi definida como a quantidade de enzima capaz de catalisar a desmetilação de pectina correspondente ao consumo de 1 μ mol de NaOH/ min/ g de massa fresca, nas condições de ensaio. Os resultados foram expressos em U.E./ min/ g.

2.6- Análise Estatística

O delineamento estatístico utilizado foi o inteiramente casualizado em esquema fatorial 5x4 sendo 5 biofilmes (controle, amido 2%, amido 4%, quitosana 2% e quitosana 4%) e 4 períodos de análise (0; 4; 8 e 12 dias de análise).

Os dados obtidos foram avaliados estatisticamente, por meio da análise de variância (ANAVA) e análise de regressão com o uso do programa estatístico SISVAR (FERREIRA, 2000).

3- Resultados e Discussão

3.1- Sólidos Solúveis

O aumento no teor de sólidos solúveis durante a maturação dos frutos se dá, principalmente devido à conversão de amido em açúcares, porém os biofilmes desenvolvem a função de retardar a maturação dos frutos. Eles possuem potencial para controlar a perda de umidade e para controlar também a troca de oxigênio, etileno e dióxido de carbono do tecido de frutas; desta forma podem controlar a respiração do produto e aumentar sua vida de prateleira (Tanada-Palmu et al., 2002).

Houve um acréscimo no teor de sólidos solúveis ao longo do experimento para todos os tratamentos (fig 20), com um acréscimo nesse teor de 13,16 °Brix, no primeiro dia de análise, para valores entre 24,10 à 26,46 °Brix no último dia de análise. Os tratamentos de amido 4% e quitosana 4% apresentaram um pico nos seus valores de sólidos solúveis no 8º dia de análise, já os tratamentos controle, amido 2% e quitosana 2% apresentaram o pico de seus valores apenas no 12º dia de análise. Isso mostra que os frutos tratados com biofilmes de maiores concentrações, mais espessos, aceleraram os processos metabólicos dos mesmos, provavelmente por apresentarem uma barreira maior para as trocas gasosas com o ambiente, concentrando os gases no interior dos frutos. Somente o tratamento de amido à 2% apresentou-se diferente dos demais no 8º dia de análise, apresentando menores valores de sólidos solúveis de seus frutos, mostrando-se eficiente no retardo do metabolismo dos mesmos.

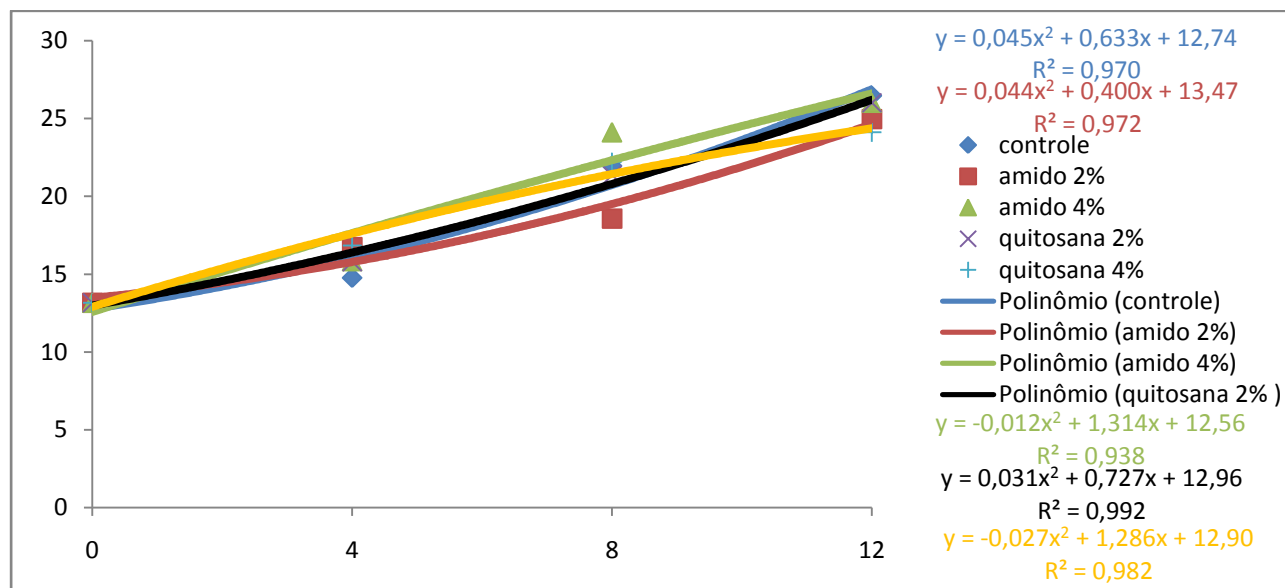


FIGURA 20: teor de sólidos solúveis totais em bananas variedade Princesa colhidas com 95 brácteas abortadas submetidas aos tratamentos controle, biofilme de amido 2% e 4% e biofilme de quitosana 2% e 4% durante 12 dias de armazenamento à temperatura ambiente.

Siqueira (2008), estudando a conservação pós-colheita de genótipos de bananeiras resistentes à Sigatoka Negra por atmosfera modificada, encontrou para os frutos de banana Fhia 02 sem embalagem armazenadas à 25°C um acréscimo no teor de sólidos solúveis para valores próximos de 25°Brix, já para os tratamentos com embalagem atingiram valores em torno de 15°Brix.

Cardoso et al. (2008), trabalhando na utilização de atmosfera modificada na conservação pós-colheita de bananas Pacovan, apresentou um teor de sólidos solúveis de aproximadamente 20°Brix para os frutos sem embalagem após 9 dias de armazenamento, enquanto os frutos com embalagem de cera de carnaúba ficaram em torno de 16° Brix, menores teores apresentaram os frutos embalados com filmes de PVC, com teores de aproximadamente 12°Brix.

3.2-Acidez Titulável

A acidez titulável está amplamente associada á firmeza do fruto, já que a degradação da parede celular, realizada péla ação de duas enzimas, a pectinametilesterase (PME) e a poligalacturonase (PG), tem como produto final a formação do ácido péctico e ácido galacturônico, aumento assim o teor de acidez titulável dos frutos.

Todos os tratamentos apresentaram um acréscimo na sua acidez ao longo do experimento (fig 21). Normalmente o comportamento da acidez titulável em bananas é caracterizado por uma elevação e uma posterior queda nesses teores. Essa tendência não foi observada em nenhum dos tratamentos, o que comprova uma inibição do metabolismo para estes. Apenas no ultimo dia de análise, os tratamentos de amido e quitosana à 4% apresentaram valores de acidez menores que os demais tratamentos. Esse fato pode ter ocorrido por esses revestimentos serem mais concentrados e espessos, acelerando a maturação do fruto, que em estagio de senescência utiliza os ácidos orgânicos como fonte para seu ultimo pico respiratório.

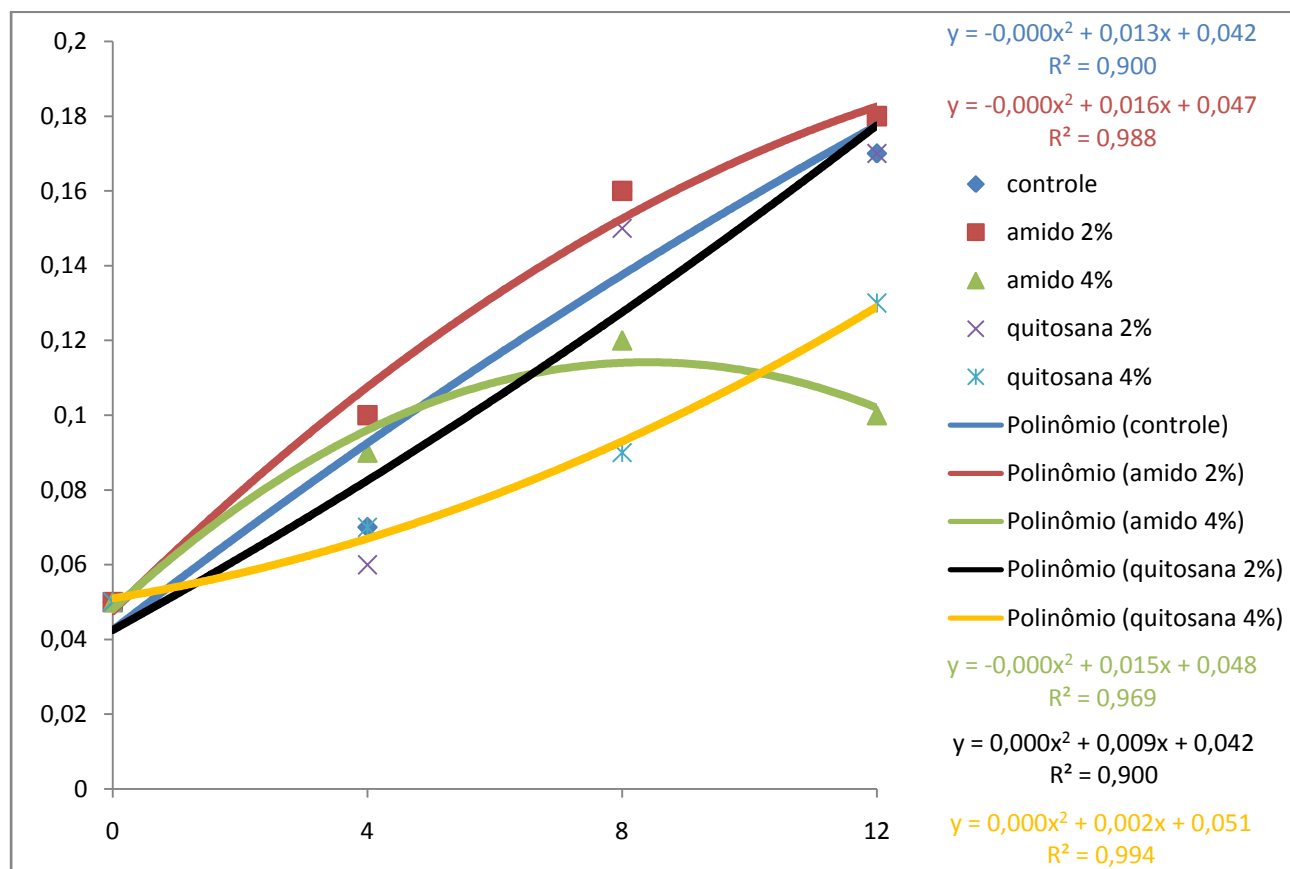


FIGURA 21: acidez titulável em bananas variedade Princesa colhidas com 95 brácteas abortadas submetidas aos tratamentos controle, biofilme de amido 2% e 4% e biofilme de quitosana 2% e 4% durante 12 dias de armazenamento à temperatura ambiente.

Lima et al. (2005), encontrou a mesma tendência para bananas Prata-Anã submetidas à atmosfera modificada passiva durante 25 dias à 12°C, onde os frutos com aplicação de filme de PVC de 15 micras de espessura apresentaram uma acidez titulável de 0,58 mg de ácido málico/100g de fruto no final do experimento.

Cardoso et al. (2008) constatou o mesmo comportamento de tendência ao crescimento no teor de acidez titulável, chegando a atingir valores de mais de 0,5mg de ácido málico/100g de fruto para bananas Pacovan embaladas com filmes de cera de carnaúba, PVC e polietileno.

3.3- Firmeza

A queda da firmeza ocorre devido à ação de enzimas degradadoras de parede celular, a pectinametilesterase (PME) e a poligalacturonase (PG), tais enzimas agem degradando a parede celular dos frutos, ocasionando o amaciamento dos mesmos. A função mais comum da PME é a de atuar desmetilando a cadeia pécica e desencadeando o processo de amaciamento da polpa (Xisto et al., 2004), enquanto que a função da PG é de atuar na quebra de ligações glicosídicas das substâncias pécicas para formar finalmente o

ácido galacturônico. A PG tem sua atividade relacionada à atividade da PME, uma vez que é dependente do produto da reação desta última.

Todos os revestimentos mais o controle não apresentaram queda brusca na firmeza de seus frutos nos 4 primeiros dias de análise (fig 22), apenas o revestimento de amido 4% apresentou uma queda na firmeza em torno de 46%, chegando a uma perda quase total da firmeza de seus frutos no 8º dia de análise. Os demais tratamentos e o controle só apresentaram uma queda nos valores de firmeza entre o 4º e o 8º dia de análise, com quedas de 65% para o controle, 40% para o revestimento de amido à 2%, 63% para o revestimento de quitosana à 2% e 76% para o revestimento de quitosana à 4%, sendo que nenhum dos tratamentos apresentou firmeza em seus frutos no ultimo dia de análise do experimento. Dessa forma verificou-se que o revestimento de amido à 2% foi o que manteve por mais tempo a firmeza dos frutos, comprovando sua qualidade no retardo do metabolismo dos frutos e consequentemente no aumento da vida de prateleira dos mesmos, o que não ocorreu com os frutos revestidos com o biofilme à base de amido á 4%, que acelerou o metabolismo dos frutos.

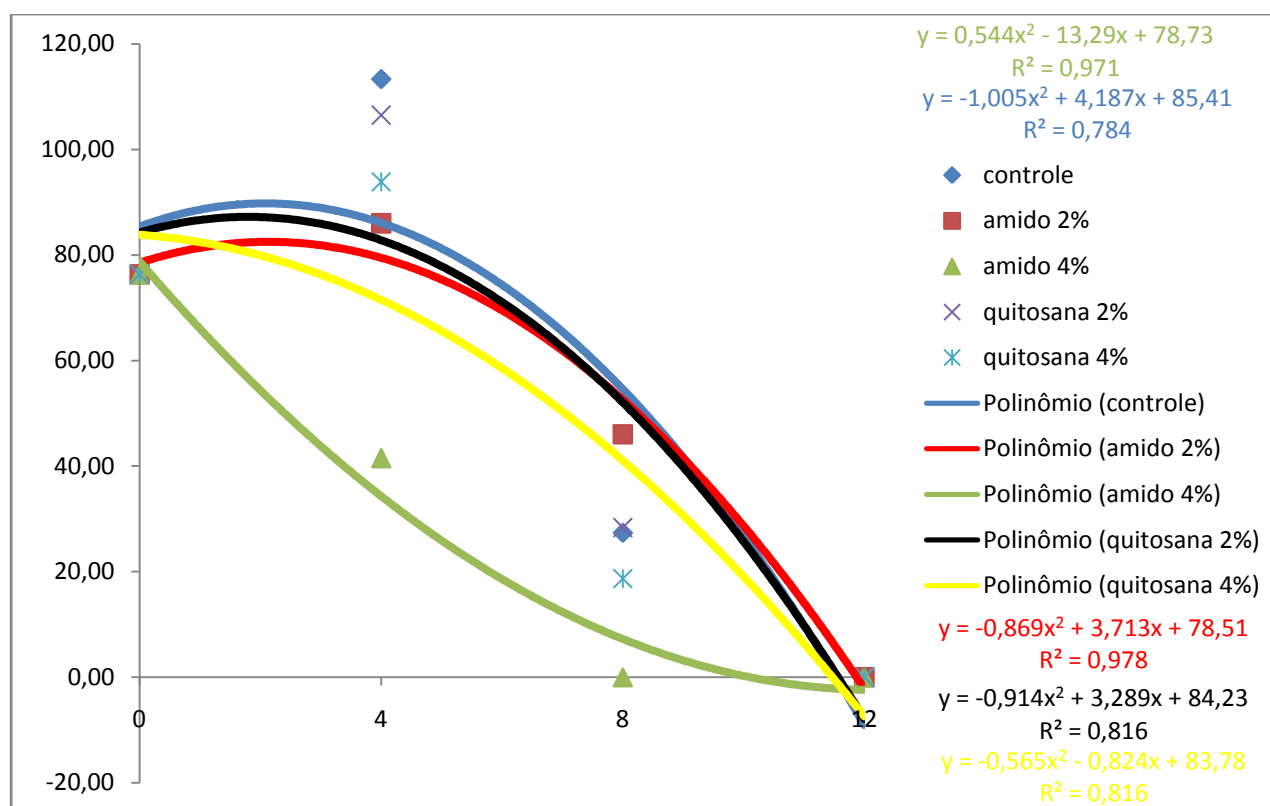


FIGURA 22: firmeza (N) em bananas variedade Princesa colhidas com 95 brácteas abortadas submetidas aos tratamentos controle, biofilme de amido 2% e 4% e biofilme de quitosana 2% e 4% durante 12 dias de armazenamento à temperatura ambiente.

Oliveira et al. (2009), estudando a atmosfera modificada na conservação pós-colheita de banana cultivar Pacovan, encontrou no 8º dia de análise, para seus frutos controle e submetidos à biofilme de 1%

Fécula de mandioca + xarope de frutose, 2% Fécula de mandioca + xarope de frutose e 3% Fécula de mandioca + xarope de frutose armazenados à temperatura ambiente, valores de 10N.

3.4- Pectinametilesterase (PME)

A enzima pectinametilesterase ou PME, é responsável pelo amaciamento dos frutos, já que a mesma atua na desmetilização das cadeias pécticas da parede celular, ocasionando assim, a perda de firmeza dos frutos e a formação de ácidos orgânicos.

De acordo com os resultados da atividade enzimática (fig 23), verificou-se que até o 4º dia do experimento praticamente não houve atividade enzimática, com a exceção dos revestimentos de amido e quitosana 4%, que pode ser comprovado pela queda na firmeza dos frutos desse tratamento também no 4º dia de análise (fig 22), no 8º dia de análise, verifica-se um pico na atividade enzimática para esses tratamentos, o que levou os frutos revestidos com esse tratamento a apresentarem uma brusca queda na firmeza nesse mesmo dia de análise, comprovando, mais uma vez que esse revestimento não foi eficaz na extensão da vida útil dos frutos, acelerando o metabolismo dos mesmos. Os demais tratamentos apresentaram uma pequena atividade enzimática até o 8º dia de análise. O melhor resultado foi obtido pelo revestimento de amido 2%, apresentando uma atividade enzimática moderada ainda no último dia do experimento, comprovando a eficiência desse biofilme.

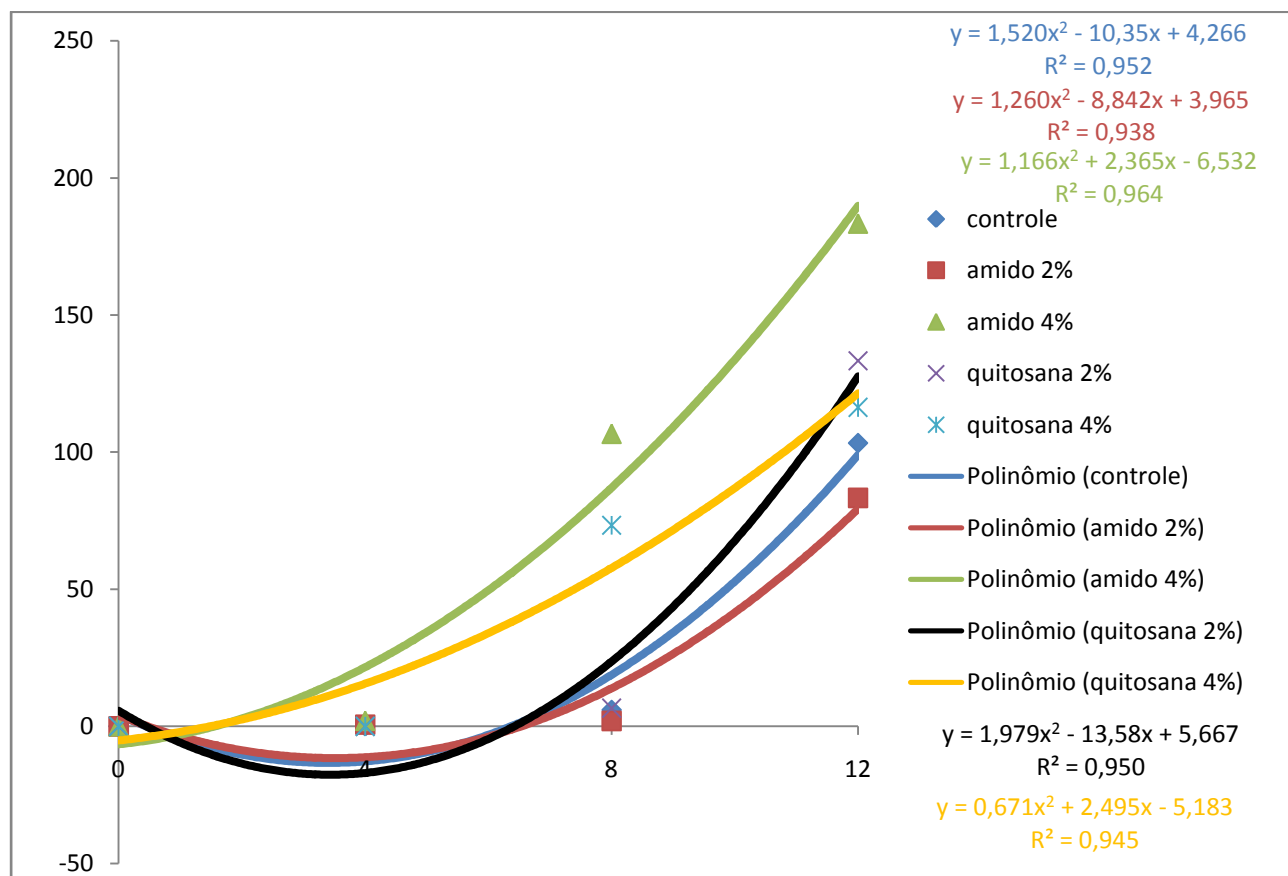


FIGURA 23: valores da atividade enzimática da Pectinametilesterase-PME (U.E. min⁻¹ g⁻¹) em bananas variedade Princesa colhidas com 95 brácteas abortadas submetidas aos tratamentos controle, biofilme de amido 2% e 4% e biofilme de quitosana 2% e 4% durante 12 dias de armazenamento à temperatura ambiente.

Vilas Boas et al. (2009), analisando o uso de misturas químicas para manutenção da firmeza da banana Prata minimamente processada na coloração 5 da casca, onde esses frutos foram tratados com atmosfera modificada ativa (10 kPa CO₂ e 2 kPa O₂); Grupo M1: imersão em solução química de L-cisteína (0,5% p/v), ácido ascórbico (1% p/v) e cloreto de cálcio (1% p/v = 0,36% p/v Ca²⁺); Grupo M2: imersão em solução química de L-cisteína (1% p/v), ácido ascórbico (1% p/v) e cloreto de cálcio (1% p/v); Grupo M1+ATM: imersão em solução química de L-cisteína (0,5% p/v), ácido ascórbico (1% p/v) e cloreto de cálcio (1% p/v) + injeção de atmosfera modificada ativa e frutos controle (não submetidos à nenhum tratamento e sob atmosfera passiva), os frutos não tratadas com os banhos químicos, sob atmosfera modificada ou não, apresentaram um aumento considerável na atividade de PME, após seis horas do processamento, já o tratamento M2 foi mais efetivo no controle da ascensão da atividade da PME, seguido do tratamento M1+ATM.

3.5- Análise de pH

O pH é uma ferramenta utilizada para analisar a acidez dos frutos, quanto menor os valores de pH, mais ácido será o fruto. O controle, o tratamentos de amido 2% e quitosanas 2% e 4% apresentaram a mesma tendência (fig 24), apresentando uma queda no pH ao longo do experimento, isso pode ser explicado pelo fato da atividade enzimática formar ácidos orgânicos como resultado de sua ação, abaixando assim o pH dos frutos. Somente o tratamento de amido 4% apresentou queda seguida de elevação no pH no final do experimento, o que pode ser justificado pelo consumo dos ácidos no pico respiratório referente à senescência dos frutos. Outra explicação para a queda do pH ao longo do experimento é pelo acúmulo de açúcar e de constituintes ácidos durante o amadurecimento dos frutos. Como os açúcares solúveis são precursores dos ácidos orgânicos, com predominância, na banana, do ácido málico, o seu acúmulo acarreta diminuição do pH ao longo do amadurecimento (Nascimento Jr. et al., 2008).

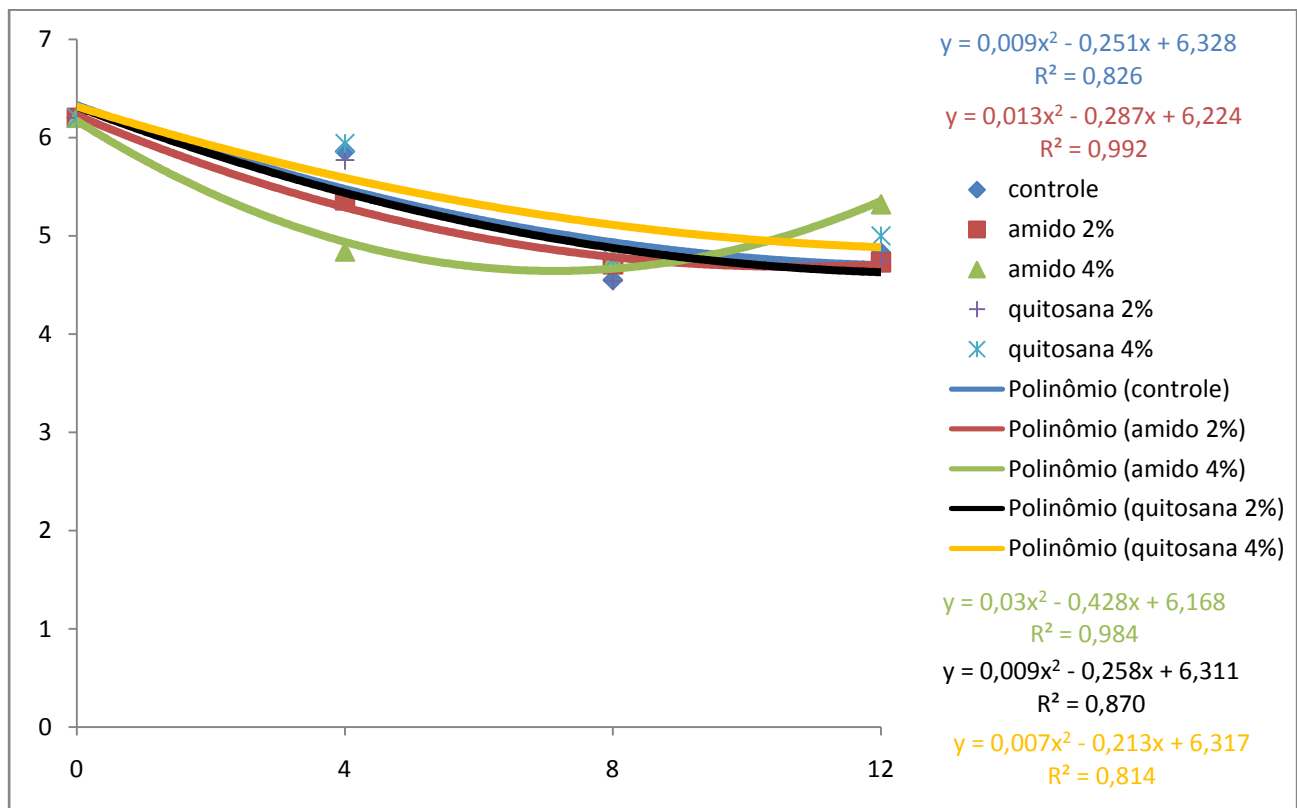


FIGURA 24: valores de pH em bananas variedade Princesa colhidas com 95 brácteas abortadas submetidas aos tratamentos controle, biofilme de amido 2% e 4% e biofilme de quitosana 2% e 4% durante 12 dias de armazenamento à temperatura ambiente.

Siqueira (2008), estudando a conservação pós-colheita de genótipos de bananeiras resistentes à Sigatoka Negra por atmosfera modificada, encontrou para a cultivares Fhia 02 e Preciosa valores de pH variando entre 3,63 e 6,2.

3.6-Perda de massa

A perda de massa em frutos ocorre devido à transpiração dos mesmos, perdendo sua massa proporcionalmente à perda de água. Na figura 25 pode-se observar a perda de massa fresca em todos os revestimentos e no controle ao longo do período do experimento. Até o 4º dia de análise não houve muita diferença entre os revestimentos e o controle, já a partir do 8º dia o revestimento de amido 4% apresentou a maior perda de 17,73%, para esse tratamento foi observado uma rachadura nas quinas dos frutos (fig 11), o que pode ter ocasionado uma maior perda de água nesse tratamento. No final do experimento o revestimento de amido 4% continuou se destacando com a maior perda de massa fresca, enquanto que o revestimento de amido 2% apresentou menores perdas, de 16,50%, o que demonstra a eficiência desse revestimento como barreira para perda de água pelo fruto.

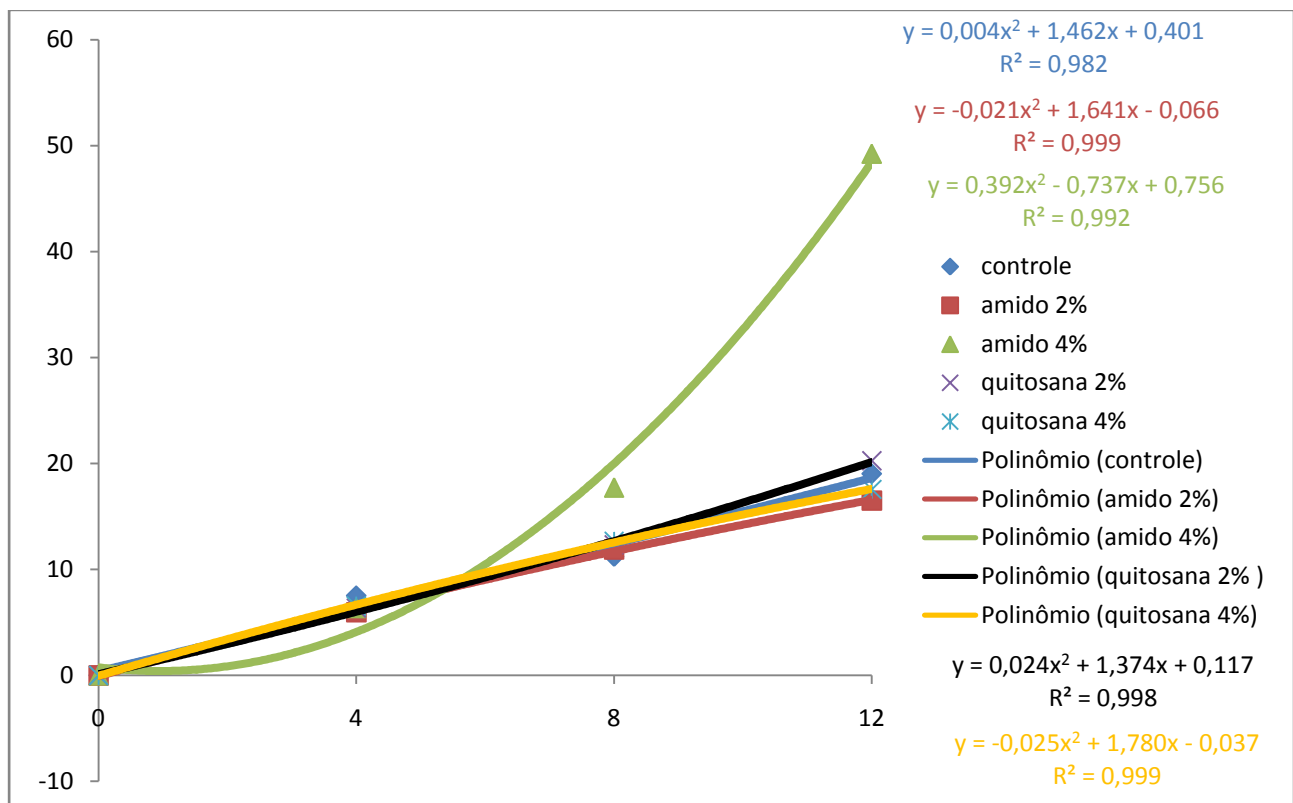


FIGURA 25: perda de massa (%) em bananas variedade Princesa colhidas com 95 brácteas abortadas submetidas aos tratamentos controle, biofilme de amido 2% e 4% e biofilme de quitosana 2% e 4% durante 12 dias de armazenamento à temperatura ambiente.



Fonte: Claudia Sarmento

FIGURA 26: fruto do tratamento amido 4% com ataque de fungo, principalmente nas quinanas.

Siqueira (2008), encontrou maiores perdas de massa de até 28,11% em frutos da controle (sem embalagem) após 8 dias de armazenamento à 25°C, e 1,18% e 4,72% para frutos embalados com membranas MN860 ($\mu\text{m}16$) e MV760 ($10\mu\text{m}$).

Santos et al. (2006), estudando a influência da atmosfera controlada sobre a vida pós-colheita e qualidade de banana Prata-Anã, encontrou valores de 10% de perda de massa para os frutos controle e 3,5%, em frutos armazenados à 12,5°C durante 40 dias submetidos aos tratamentos de atmosfera controlada de 2 kPa de O_2 + 4 kPa de CO_2 (2/4), 3 kPa de O_2 + 7 kPa de CO_2 (3/7) e 4 kPa de O_2 + 10 kPa de CO_2 (4/10).

3.7-Comprimento e Diâmetro do fruto

As bananas deste estudo apresentaram uma média entre 11,66cm e 12,33cm para o comprimento e 3,01cm e 3,16cm para o diâmetro (tabela 4). Gomes (2004), estudando o crescimento e produção de bananeiras Prata-Aná e Maçã fertirrigadas com potássio, encontrou no 1º ciclo de produção das suas plantas controle (sem aplicação de potássio) um comprimento de 12 cm para os frutos de banana Prata-Aná e 10,7 cm para os frutos da variedade Maçã, já para o diâmetro encontrou valores de 3,04 e 3,21 cm para as variedades Prata-Ãnã e Maçã respectivamente. Donato et al. (2006), analisando o comportamento de variedades e híbridos de bananeira (*Musa spp*) em dois ciclos de produção no sudoeste da Bahia, encontrou valores de aproximadamente 3,5 para a variedade Prata-Anã.

TABELA 4: médias dos comprimentos e diâmetros em centímetro em bananas variedade Princesa colhidas com 90, 95, 100 e 105 brácteas abortadas durante 12 dias de armazenamento à temperatura ambiente.

Tratamentos	Comprimento (cm)	Diâmetro (cm)
Controle	11,83	3,08
Amido 2%	12,07	3,16
Amido 4%	11,74	3,01
Quitosana 2%	12,33	3,09
Quitosana 4%	11,66	3,13

3.8-Coloração da Casca

Normalmente os revestimentos promovem maior brilho aos frutos, o que acaba sendo mais atrativo aos olhos dos consumidores. A coordenada L*, representa o brilho do fruto, a escala de brilho vai de 0 (fruto escuro) à 100 (fruto brilhante). Observa-se que ao longo do tempo todos os revestimentos apresentaram incremento nos valores de L* (fig 27), apenas o revestimento de amido 4% apresentou leve incremento seguido de decréscimo, já apresentando esse decréscimo no 8º dia de análise do experimento.

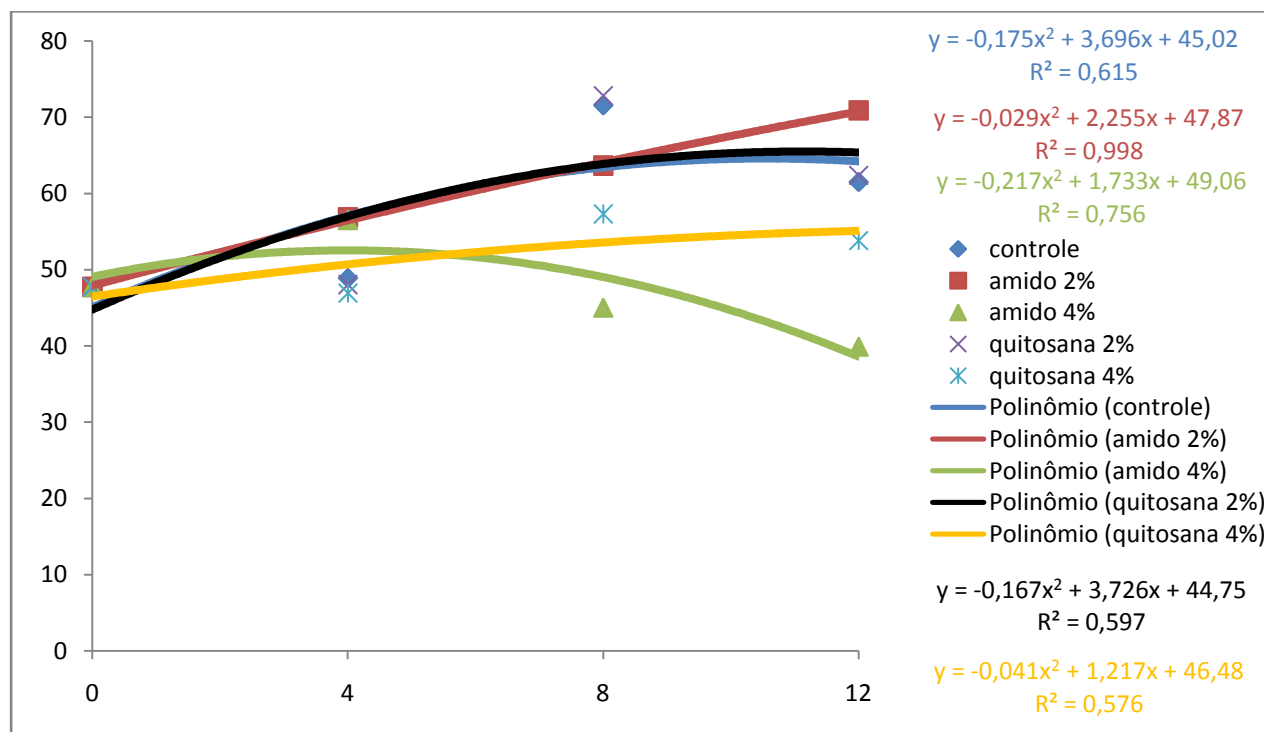


FIGURA 27: parâmetro de cor L* em bananas variedade Princesa colhidas com 95 brácteas abortadas submetidas aos tratamentos controle, biofilme de amido 2% e 4% e biofilme de quitosana 2% e 4% durante 12 dias de armazenamento à temperatura ambiente.

Pinheiro (2009), estudando a tecnologia pós-colheita para conservação de bananas da cultivar tropical, apresentou resultados semelhantes para os frutos armazenadas sem embalagem à temperatura de 25°C, onde a coordenada L* apresentou valores máximos de 68,1. Já Álvares et al. (2003), analisando a coloração da cascas de banana Prata tratada com etileno exógeno pelo método químico e instrumental, encontrou valores entre 44,18 e 68,43 para os frutos tratados com diferentes concentrações de etileno sob vários tempos de exposição a 18 °C.

As alterações nos valores do ângulo hue (h) representam a degradação da clorofila e síntese de carotenóides, dando assim visibilidade aos pigmentos de coloração amarela. Verificou-se decréscimo nos valores do ângulo hue ao longo do experimento para todos os tratamentos (fig 28). O tratamento de amido 4% foi o que apresentou maior perda nos valores (65,61°) no ultimo dia do experimento, o que se justifica por os frutos apresentarem-se escurecidos no final do experimento devido ao ataque de fungos e senescência dos mesmos. O restante dos tratamentos apresentaram-se semelhantes no ultimo dia de análise dos frutos, apresentando uma perda de valores de 115,70° para entre 81,20° e 84,16° do início ao final do experimento.

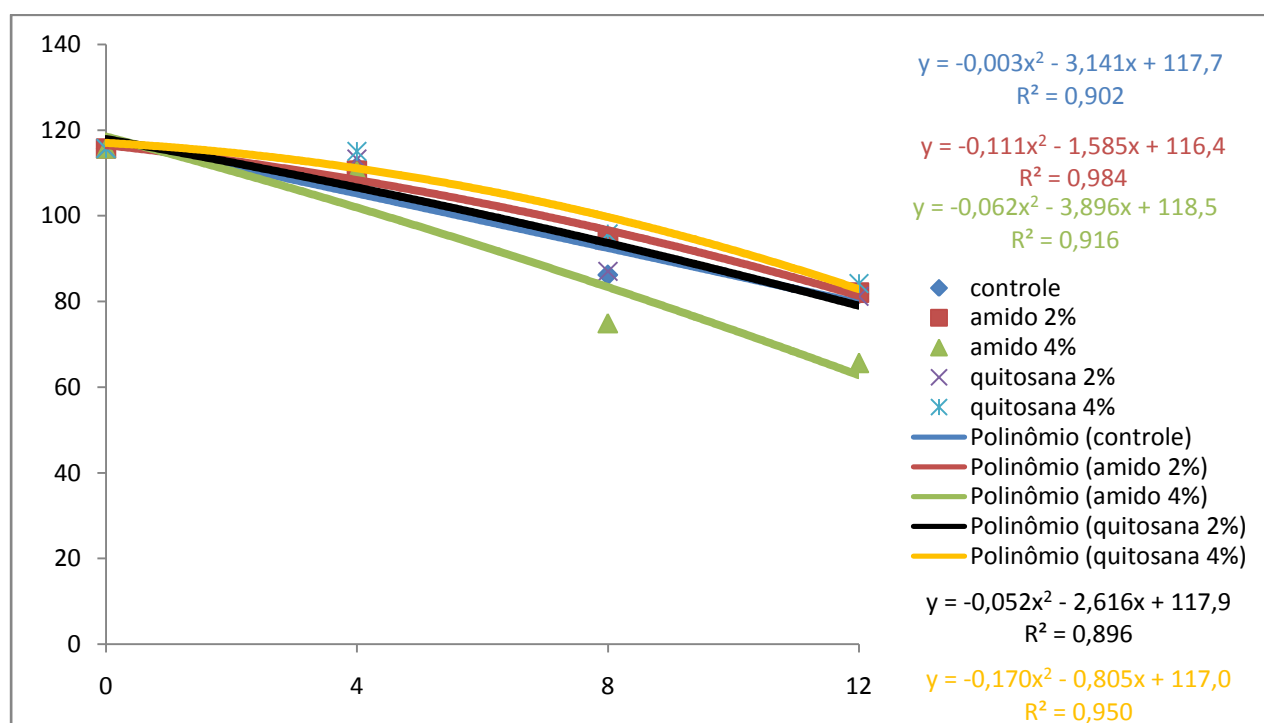


FIGURA 28: parâmetro de cor h° em bananas variedade Princesa colhidas com 95 brácteas abortadas submetidas aos tratamentos controle, biofilme de amido 2% e 4% e biofilme de quitosana 2% e 4% durante 12 dias de armazenamento à temperatura ambiente.

Pinheiro (2009), achou para bananas Tropical armazenadas à 25°C uma variação no ângulo hue de 105,35° a 77,33°.

A coordenada C* representa a saturação da cor, ou seja, a intensidade que a cor se apresenta nos frutos, quanto maior o valor de C* mais intensa é a cor. Só não ocorreu aumento nos valores de C* para os tratamentos de amido e quitosana 4%, com valores finais de 8,71 e 32,99 respectivamente (fig 29). Os tratamentos controle, amido 2% e quitosana 2%, apresentaram um aumento de 36,59 para em torno de 45. O tratamento de amido 4% sofreu uma queda nos seus valores de C* já entre o 4º e o 8º dia de análise, o que comprova o pior desempenho dessa embalagem por acelerar a degradação dos frutos.

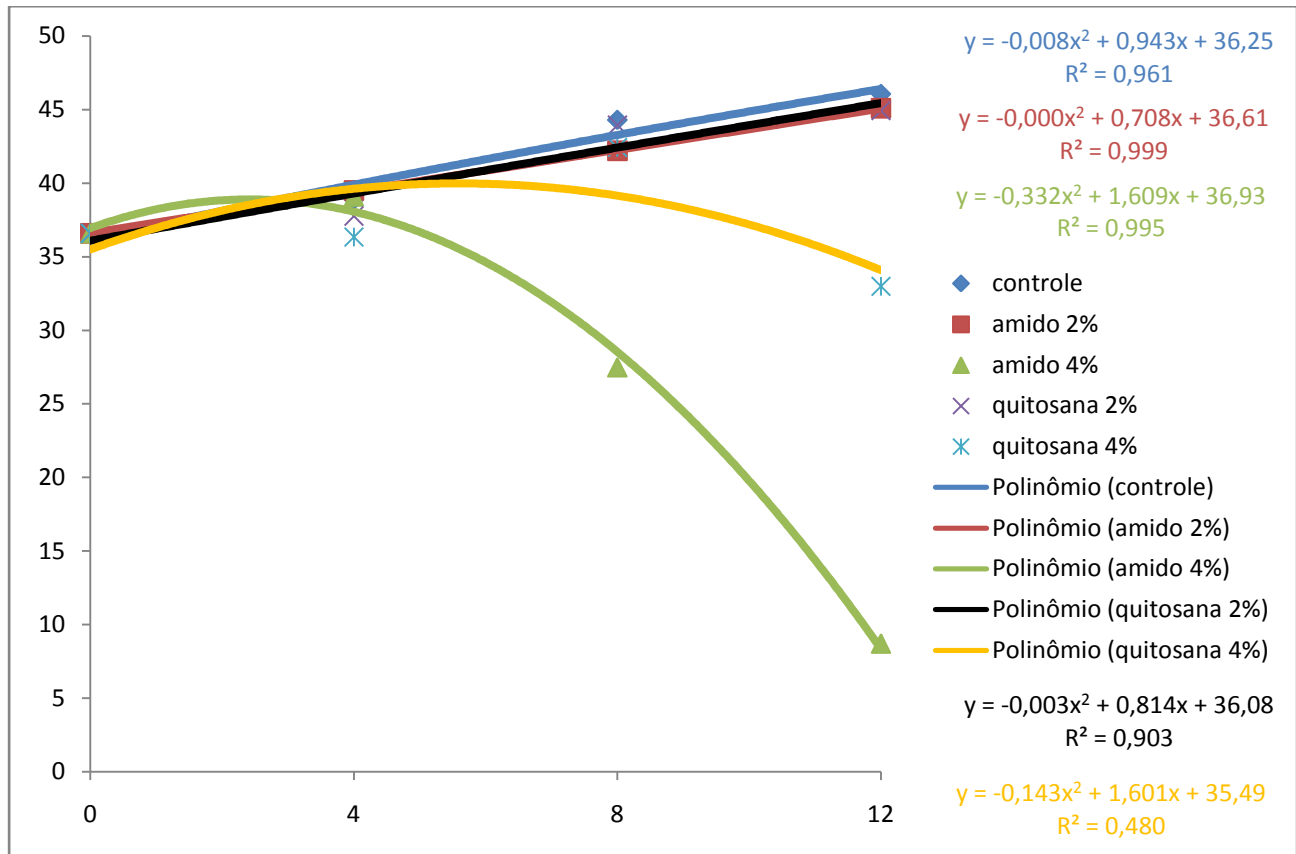


FIGURA 29: parâmetro de cor C* em bananas variedade Princesa colhidas com 95 brácteas abortadas submetidas aos tratamentos controle, biofilme de amido 2% e 4% e biofilme de quitosana 2% e 4% durante 12 dias de armazenamento à temperatura ambiente.

4- Conclusões

- O uso de biofilmes foi eficiente na conservação pós-colheita dos frutos;
- Os frutos submetidos ao biofilme de amido à 2%, obtiveram os melhores resultados quanto á conservação pós-colheita;
- O tratamento de amido e quitosana à 4% aceleraram o metabolismo dos frutos, diminuindo, assim, sua vida de prateleira.

Referências Bibliográficas

ÁLVARES, V. de S.; CORRÊA, P. C.; VIEIRA, G.; FINGER, F. L.; AGNESINI, R. V. Análise da Coloração da Casca de Banana Prata Tratada com Etileno Exógeno pelo Método Químico e Instrumental. *Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais*, Campina Grande, v. 5, n. 2, p. 155-160, 2003.

ASSOCIATION OF OFFICIAL AGRICULTURAL CHEMISTS. **Official methods of analysis of the Association of the Agricultural Chemists**. Washington: A.O.A.C., 12. Ed, 1992.

CARDOSO, J. M. da S.; SANTOS, A. E. O. dos; LIMA, M. A. C de; MARQUES, M. A. D.; SILVA, M. G. da. Utilização de Atmosfera Modificada na Conservação Pós-Colheita de Bananas Pacovan. **III Congresso de Pesquisa e Inovação da Rede Norte Nordeste de Educação Tecnológica**. Fortaleza – CE, 2008.

CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. Pós-colheita de frutas e hortaliças: fisiologia e manuseio. **Universidade Federal de Lavras**, Lavras-MG, 2. ed. , 785p. , 2005.

DONATO, S. L. R.; SILVA, S. de O.; LUCCA, O. A. F.; LIMA, M. B.; DOMINGUES, H.; ALVES, J. da S. Comportamento de Variedades e Híbridos de Bananeira (*Musa spp*) em dois Ciclos de Produção no Sudoeste da Bahia. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal – SP, v. 28, n. 1, p. 139-144, 2006.

FAO. Food and Agriculture Organization of the United Nations. FAOSTAT Production. ProdSTAT-Crops. Disponível em <<http://faostat.fao.org/site/567/DesktopDefault.aspx?PageID=567#ancor>>. Acesso em: 09 nov. 2011.

FERREIRA, D.F. **SISVAR: Sistema de Análise de Variância**. Lavras – MG: UFLA, 2000.

GOMES, E. M. Crescimento e produção de Bananeiras Prata-Anã e Maçã Fertirrigadas com Potássio. **Tese (Doutorado em Agronomia)-Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”**. Botucatu-SP, 2004.

HULTIN, H.O.; SUN, B.; BURGER, J. Pectin methyl esterase of the banana. Purification and properties. **Journal of Food Science**, Chicago, v.31, p.320-327, May/June 1966.

IBGE 2011. Disponível em <<http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/default.asp?t=5&z=t&o=1&u1=1&u2=1&u3=1&u4=1&u6=1&u7=1&u8=1&u9=1&u10=1&u11=1&u12=3&u13=1&u14=26674&u15=1&u16=1&u5=26>>. Acesso em: 09 nov. 2011.

LIMA, L. C.; COSTA, S. M.; DIAS, M. S. C.; MARTINS, R. N.; RIBEIRO JR, P. M. Controle do Amadurecimento de Banana Prata-Anã armazenada sob refrigeração e atmosfera modificada passiva com o uso de 1-metilciclopropano. **Revista Ciência e Agrotecnologia**. Lavras-MG, vol. 29, n. 2, 2005.

NASCIMENTO JUNIOR, B. B.; OZORIO, L. P.; REZENDE, C. M.; SOARES, A. G.; FONSECA, M. J. O. Diferenças entre bananas de cultivares Prata e Nanicaço ao longo do amadurecimento: características físico-químicas e compostos voláteis. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas-SP, v. 28, n. 3, 2008.

OLIVEIRA, T. C. T. de; SANTOS, A. E. O. dos; SILVA, J. R.; OLIVEIRA, L. N. de; BARROS, F. L. L. Atmosfera Modificada na Conservação Pós-Colheita de Banana Cv. Pacovan. **IV Congresso de Pesquisa e Inovação da Rede Norte Nordeste de Educação Tecnológica**. Belém-PA, 2009.

PIMENTEL, R. M. de A.; GUIMARAES, F. N.; SANTOS, V. M. dos; RESENDE, J. C. F. de. Qualidade Pós-Colheita dos Genótipos de Banana PA42-44 e Prata-Anã Cultivados no Norte de Minas Gerais. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal – SP, v. 32, n. 2, p. 407-413, 2010.

PINHEIRO, J. M. da S. Tecnologia Pós-Colheita para Conservação de Bananas da Cultivar Tropical. **Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal)-Universidade Estadual de Montes Claros**. Janaúba- Minas Gerais, 2009.

SANTOS, C. M. S.; VILAS BOAS, E. V. de; BOTREL, N.; PINHEIRO, A. C. M. Influência da Atmosfera Controlada Sobre a Vida Pós-Colheita e Qualidade de Banana Prata-Anã. *Revista Ciência e Agrotecnologia*. Lavras-MG, **vol. 30, n. 2, 2006**.

SIQUEIRA, C. L. Conservação Pós-Colheita de Genótipos de Bananeiras Resistentes à Sigatoka Negra por Atmosfera Modificada. **Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal)-Universidade Estadual de Montes Claros**. Janaúba- Minas Gerais, 2008.

TANADA-PALMU,P. ; FAKHOURI, F.M. ; GROSSO, C.R.F. Filmes biodegradáveis: extensão da vida útil de frutas tropicais, **Biotecnologia Ciência e Desenvolvimento**, Brasília, v. 26, n. 12 2002.

VILA, M.T.R. Qualidade pós-colheita de goiaba ‘Pedro Sato’ armazenados sob refrigeração e atmosfera modificada por biofilme de amido de mandioca. 66p. **Dissertação – Universidade Federal de Lavras**. Lavras, 2004.

VILAS BOAS, E. V. de B.; REIS, C. M. F.; MELO, A. A. M. Uso de Misturas Químicas para a Manutenção da Firmeza de Banana Prata Minimamente Processada. **Ciência Agrotécnica.**, Lavras, v. 33, n. 1, 2009.

XISTO, A.L.R.P.; ABREU,C.M.P.; CORRÊA, A.D.; SANTOS, C.D. Textura de goiabas “Pedro Sato” submetidas à aplicação de cloreto de cálcio. **Ciência Agrotécnica.**, Lavras, v. 28, n. 1, p. 113-118, 2004.