



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DE RORAIMA
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

PAULA MONIQUE CARVALHO DA SILVA

**DETERMINAÇÃO DO PONTO DE COLHEITA DE FRUTOS DE DUAS
ESPÉCIES DE *Byrsonima sp.* NO ESTADO DE RORAIMA**

Boa Vista, RR

2015

PAULA MONIQUE CARVALHO DA SILVA

**DETERMINAÇÃO DO PONTO DE COLHEITA DE FRUTOS DE DUAS
ESPECIES DE *Byrsonima* sp. NO ESTADO DE RORAIMA**

Dissertação apresentado como requisito
para a obtenção do título de Mestre, pelo
Programa de Pós-Graduação em Agronomia
da Universidade Federal de Roraima.

Orientador: Dr. Leandro Timoni Buchdid
Camargo Neves

Boa Vista, RR

2015

Dados Internacionais de Catalogação na publicação (CIP)
Biblioteca Central da Universidade Federal de Roraima

S586d Silva, Paula Monique Carvalho da.

Determinação do ponto de colheita de frutos de duas espécies de *Byrsonima sp.* no Estado de Roraima / Paula Monique Carvalho da Silva. – Boa Vista, 2015.

105f. : il.

Orientador: Prof. Dr. Leandro Timoni Buchdid Camargo Neves.

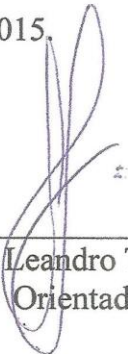
Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Roraima, Programa de Pós-Graduação em Agronomia.

PAULA MONIQUE CARVALHO DA SILVA


Ponto de colheita de duas espécies de *Byrsonima sp.* no Estado de Roraima

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Agronomia da Universidade Federal de Roraima, em parceria com a Embrapa Roraima, como pré-requisito para obtenção do título de Mestre em Agronomia, Área de Concentração: Produção Vegetal.

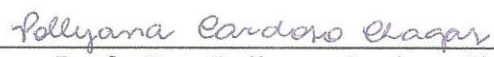
Aprovada: 20 de fevereiro de 2015.



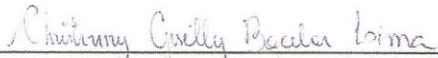
Prof. Dr. Leandro T. B. Camargo Neves
Orientador – UFRR



Prof. Dr. Paulo Roberto Ribeiro Rocha
UFRR



Profa. Dra. Pollyana Cardoso Chagas
UFRR



Dra. Christinny Giselly Bacelar Lima
UFRR/EMBRAPA/CAPES/PNPD

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por ter me dado forças para prosseguir nesta trajetória, por ter me dado as armas necessárias para vencer cada batalha que se fizeram ao longo desse tempo, agradeço por ter iluminado meu caminho e por ter me guiado de volta ao caminho certo nas vezes em que me perdi, obrigado por ter fortalecido o meu corpo e a minha alma não me permitindo desistir nas muitas vezes em que pensei parar. Obrigado por tudo.

Quero agradecer a minha família que me apoiou durante esses anos, agradeço as minhas mães Francisca e Vanda que me deram o suporte para vencer esta batalha e por todo o amor, agradeço ao meu pai Arlindo por ter me deixado ser sua filha e por ter sido o melhor pai do mundo. Todos os meus êxitos sempre serão dedicados a sua memória.

Ao meu companheiro Victorio Jacob Bastos por ter se tornado meu alicerce, sempre estando comigo me dando força e motivação.

Ao corpo docente e colegas que fizeram parte dessa caminhada e que contribuíram para meu crescimento nesta universidade.

A UFRR por meio do CCA pela oportunidade de realizar a minha formação.

Aos servidores do CCA pelo apoio.

Ao Prof. Leandro pela confiança em orientar-me e pela boa vontade em me conduzir nesta caminhada.

As Pesquisadoras Dr^{as}. Cristinny Giselly Bacelar Lima e Aline das Graças Souza pelo apoio no desenvolvimento desse trabalho, pelo tempo dedicado e pela contribuição ao meu aprendizado.

Ao CNPq pela concessão de bolsa.

E em especial agradeço àqueles pela descrença na minha capacidade de conquistar mais este degrau, o "não incentivo" me tornou mais forte.

Pai sinto sua falta,
um pouco mais todo dia

ÍNDICE

RESUMO	12
ABSTRACT	13
1. INTRODUÇÃO	15
2. OBJETIVOS	16
3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	16
3.1. Roraima.....	16
3.2. Família Malpighiaceae.....	18
3.2.1. Gênero <i>Byrsonima</i>	18
3.2.2. <i>Byrsonima Crassifolia</i>	19
3.2.3. <i>Byrsonima. Coccolobifolia</i>	20
3.3. Ponto de Colheita dos Frutos	21
3.4. Parâmetros físicos	22
3.5. Parâmetros Químicos.....	23
3.5.1. Sólidos Solúveis totais.....	23
3.5.2. pH (Potencial hidrogeniônico) e Acidez total.....	23
3.5.3. Amido.....	24
3.5.4. Açúcares Totais e Redutores.....	25
3.5.5. Pectina.....	26
3.5.6. Enzimas Pectinametilesterase (PME) e Poligalacturonase (PG)	28
3.5.7. Padrão Respiratório	29
3.5.8. Atividade Antioxidante	30
3.5.9. Radicais Livres.....	30
3.5.10. Método DPPH• (organic chemical compound 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl.)	32
3.5.11. Método ORAC (Oxygen Radical Absorbance Capacity).....	32
3.5.12. Compostos Fenólicos	34
3.5.13. Acido Ascórbico	34

4. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	36
ESTUDO DA FENOLOGIA NA DETERMINAÇÃO DO PONTO DE COLHEITA DO MURICI (<i>Byrsonima coccolobifolia</i> Kunth.) POR MEIO DE ATRIBUTOS QUIMICOS E FUNCIONAIS.	47
RESUMO.....	47
ABSTRACT	48
5. INTRODUÇÃO	49
6. MATERIAL E MÉTODOS.....	50
7. RESULTADOS E DISCUSSÃO	54
8. CONCLUSÃO	62
9. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	63
DETERMINAÇÃO DO PONTO DE COLHEITA DE FRUTOS DE MURICI (<i>Byrsonima crassifolia</i> KUNTH.) EM FUNÇÃO DE ATRIBUTOS FÍSICOS, QUÍMICOS E FUNCIONAIS	75
RESUMO	75
ABSTRACT	76
10. INTRODUÇÃO	77
11. MATERIAL E MÉTODOS.....	77
12. RESULTADOS E DISCUSSÃO	82
13. CONCLUSÃO	89
14. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	89
Anexos.....	102

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Diâmetro polar e equatorial (cm) dos frutos de murici (<i>Byrsonima coccolobifolia</i>) durante o período de 7 aos 42 DAA.	68
Figura 2 - Massa fresca de fruto e polpa (g) de murici (<i>Byrsonima coccolobifolia</i>) durante o período de 7 aos 42 DAA.	68
Figura 3 - Teor de sólidos solúveis (°Brix) de murici (<i>Byrsonima coccolobifolia</i>) durante o período de 7 aos 42 DAA.	69
Figura 4 - Avaliação de pH e Acidez total titulavel em murici (<i>Byrsonima coccolobifolia</i>) durante o período de 7 aos 42 DAA.	69
Figura 5 - Determinação de açúcares totais e redutores em murici (<i>Byrsonima coccolobifolia</i>) durante o período de 7 aos 42 DAA.	70
Figura 6 - Teor de Pectina total e solúvel em murici (<i>Byrsonima coccolobifolia</i>) durante o período de 7 aos 42 DAA.	70
Figura 7 - Atividade da enzima Poligacturonase (PG) em murici (<i>Byrsonima coccolobifolia</i>) durante o período de 7 aos 42 DAA.	71
Figura 8 - Atividade da enzima Pectinametilesterase (PME) em murici (<i>Byrsonima coccolobifolia</i>) durante o período de 7 aos 42 DAA.	71
Figura 9 - Teor de amido em murici (<i>Byrsonima coccolobifolia</i>) durante o período de 7 aos 42 DAA.	72
Figura 10 - Potencial da atividade antioxidante pelos métodos (ORAC) e (DPPH) em murici (<i>Byrsonima coccolobifolia</i>) durante o período de 7 aos 42 DAA.	72
Figura 11 - Evolução dos compostos fenólicos em murici (<i>Byrsonima coccolobifolia</i>) durante o período de 7 aos 42 DAA.	73
Figura 12 - Evolução do teor de Acido ascórbico em murici (<i>Byrsonima coccolobifolia</i>) durante o período de 7 aos 42 DAA.	73
Figura 13 - Produção de CO ₂ e etileno em murici (<i>Byrsonima coccolobifolia</i>) durante o período de 7 aos 42 DAA.	74
Figura 14 - Diâmetro polar e equatorial (cm) dos frutos de murici (<i>Byrsonima crassifolia</i>) durante o período de 7 aos 49 DAA.	94
Figura 15 - Massa fresca de fruto e polpa (g) de murici (<i>Byrsonima crassifolia</i>) durante o período de 7 aos 49 DAA.	94

Figura 16 - Teor de sólidos solúveis (°Brix) de murici (<i>Byrsonima crassifolia</i>) durante o período de 7 aos 49 DAA.	95
Figura 17 - Avaliação de pH em murici (<i>Byrsonima crassifolia</i>) durante o período de 7 aos 49 DAA.	95
Figura 18 - Avaliação da Acidez total titulavel em murici (<i>Byrsonima crassifolia</i>) durante o período de 7 aos 49 DAA.....	96
Figura 19 - Determinação de açúcares totais e redutores em murici (<i>Byrsonima crassifolia</i>) durante o período de 7 aos 49 DAA.	96
Figura 20 - Teor de amido em murici (<i>Byrsonima crassifolia</i>) durante o período de 7 aos 49 DAA.	97
Figura 21 - Teor de Pectina total e solúvel em murici (<i>Byrsonima crassifolia</i>) durante o período de 7 aos 49 DAA.	97
Figura 22 - Atividade da enzima Poligacturonase (PG) em murici (<i>Byrsonima crassifolia</i>) durante o período de 7 aos 49 DAA.	98
Figura 23 - Atividade da enzima Pectinametilesterase (PME) em murici (<i>Byrsonima crassifolia</i>) durante o período de 7 aos 49 DAA.	98
Figura 24 - Produção de etileno em murici (<i>Byrsonima crassifolia</i>) durante o período de 7 aos 49 DAA.	99
Figura 25 - Produção de CO ₂ em murici (<i>Byrsonima crassifolia</i>) durante o período de 7 aos 49 DAA.	99
Figura 26 - Potencial da atividade antioxidante pelos métodos (ORAC) e (DPPH) em murici (<i>Byrsonima crassifolia</i>) durante o período de 7 aos 49 DAA.	100
Figura 27 - Evolução dos compostos fenólicos em murici (<i>Byrsonima crassifolia</i>) durante o período de 7 aos 49 DAA.	100
Figura 28 - Evolução do teor de Acido ascórbico em murici (<i>Byrsonima crassifolia</i>) durante o período de 7 aos 49 DAA.	101

ÍNDICE DE IMAGENS

Imagem 1 – Área de coleta localizada no campo experimental Agua Boa – Embrapa.....	102
Imagem 2 – À esquerda individuo da espécie <i>B. Crassifolia</i> e à direita individuo da espécie <i>B. Coccolobifolia</i>	102
Imagem 3 – Botões florais (superior), flores após antese e flores fecundadas (inferior) da espécie <i>B. Coccolobifolia</i>	103
Imagem 4 – Botões florais (superior), flores após antese (inferior) e flores fecundadas da espécie <i>B. Crassifolia</i>	104
Imagem 5 – Desenvolvimento dos frutos de murici (<i>Byrsonima crassifolia</i> (L.) Rich.) dos 7 aos 49 DAA.....	105
Imagem 6 – Desenvolvimento dos frutos de murici (<i>Byrsonima coccolobifolia</i> Kunth) dos 7 aos 42 DAA	105

RESUMO

Durante o processo de maturação dos frutos ocorrem transformações químicas e físicas as quais sendo analisadas, tornam o desenvolvimento do fruto algo distinguível em etapas e quantificável em valores. Utilizando destas ferramentas e considerando que o fruto colhido em condições ideais ou próximas a elas, podem além de prolongar seu período útil para consumo, manter suas qualidades funcionais, requisito essencial para o consumo de um alimento que além da própria nutrição fornece benefícios adicionais a quem os consoma., pode-se determinar um ponto de colheita ideal. Levando em consideração que os frutos são umas das bases de uma boa alimentação e muito mais acessíveis do ponto de vista econômico e cultural do que seriam os inúmeros complexos vitamínicos, procuramos dentro deste trabalho da ênfase a um fruto nativo, popular porem pouco explorado. O murici, nome comum do gênero *Byrsonima*, é uma pequena drupa, de coloração amarela e aroma característico, utilizado basicamente na produção de subprodutos, tais como sucos e doces pela população nativa, porem pouco evidenciado em escala nacional, apresenta de acordo com alguns estudos um alto potencial antioxidante, doses de ácido ascórbico variáveis ao longo de sua maturação e altos teores de compostos fenólicos, um dos grandes responsáveis por seu comportamento antioxidante. Em vista da possibilidade de um melhor aproveitamento e do próprio reconhecimento de suas capacidades funcionais, o presente estudo teve como objetivo analisar o comportamento químico e físico durante o processo de desenvolvimento e maturação com o intuito de determinar um ponto de colheita adequado as duas espécies do gênero *Byrsonima* comumente encontradas no lavrado de Roraima, *B. crassifolia* e *B. coccolobifolia*, levando em consideração as características básicas de um fruto apto ao consumo bem como a alta expressividade de seus componentes funcionais.

Palavras-chaves: *B. crassifolia*, *B. coccolobifolia* e Ponto de colheita.

ABSTRACT

During fruit maturation process occurring chemical and physical transformations which were analyzed, make the development of the fruit something distinguishable in stages and in quantifiable values. Using these tools and considering that the fruit harvested under ideal conditions or close to it, can extend beyond your time limit for consumption, maintaining their functional qualities, essential requirement for the consumption of a food that beyond the proper nutrition provides additional benefits to those devour., can determine an optimal harvest point. Considering that the fruits are one of the foundations of good nutrition and more affordable economic and cultural point of view of what would be many vitamin complexes, we seek in this work the emphasis to a native fruit, popular but little explored. The murici, common name *Byrsonima* gender, is a small drupe, yellow color and characteristic aroma, used primarily in the production of by-products such as juices and sweets by the native population, but little evident on a national scale, has according to some studies a high potential antioxidant, ascorbic acid doses variables throughout its maturation and high levels of phenolic compounds, largely responsible for its antioxidant behavior. Considering the possibility of a better use and own recognition of their functional capabilities, this study aimed to analyze the chemical and physical behavior during the process of development and maturation in order to determine an appropriate collection point the two species *Byrsonima* genre commonly found in carvings of Roraima, *B. crassifolia* and *B. coccolobifolia*, taking into account the basic characteristics of a fruit fit for consumption and the high expressiveness of its functional components.

Keywords: *B. crassifolia*, *B. coccolobifolia* and Harvesting point.

1. INTRODUÇÃO

Os processos de crescimento e amadurecimento de frutos são constituídos por mudanças físicas, químicas e fisiológicas. De forma geral, à medida que se tornam completamente maduros, os frutos adquirem maciez, sabor adocicado e coloração forte para ficarem mais palatáveis apropriados para dispersão das sementes (GIOVANNONI, 2004).

Assim que a flor é polinizada, dar-se início à formação do fruto através de inúmeras divisões celulares. Após essa fase, as células passam a se expandir até o fruto atingir o tamanho final (GILLASPY *et al.*, 1993), o resultado final desses processos é o aumento no comprimento, largura e volume dos frutos, deixando-os no formato e tamanho característicos da espécie. A elevação na massa de matéria fresca, em virtude da maior absorção de água, e o aumento da massa de matéria seca, pela translocação de fotoassimilados de outras partes da planta para os frutos também contribuem na formação final do fruto (NETO e REINHARDT, 2003).

Durante o processo de amadurecimento há aumento dos níveis de sólidos solúveis, açúcares solúveis e totais e da maciez dos frutos e compostos fenólicos, em contrapartida a redução da acidez (BASHIR e ABU-GOUKH, 2003). O hormônio que controla todas essas alterações do amadurecimento em frutos climatéricos é o etileno. O etileno induz à síntese de várias enzimas que degradam ou produzem compostos necessários ao amadurecimento dos frutos, como enzimas que degradam a clorofila, sintetizam os carotenoides (FUJI *et al.*, 2007) e as enzimas necessárias para promover a maciez dos frutos (MAJUMBER e MAZUMDAR, 2002) e degradação dos ácidos orgânicos (BRACKMANN *et al.*, 2009).

Frutos apresentam diferentes comportamentos em relação à síntese de etileno e à respiração durante o amadurecimento, o que os classifica em dois grupos: os frutos climatéricos e não-climatericos. Frutos climatéricos possuem aumento súbito na respiração e na síntese de etileno durante o seu desenvolvimento e frutos não-climatericos não possuem esse aumento da respiração e etileno (BARRY e GIOVANNONI, 2007). Na prática, frutos climatéricos podem ser colhidos verdes maduros e logo que há incremento de etileno, pois as transformações decorrentes do amadurecimento ocorrerão mesmo com os frutos destacados da planta (MENDES, 2013).

2. OBJETIVOS

2.1. Geral

Determinar o ponto de colheita de frutos de duas espécies de muricizeiro (*Byrsonima crassifolia* (L.) Rich.) e (*Byrsonima coccolobifolia* Kunth), nas condições de Roraima

2.2. Específico

Avaliar o desenvolvimento de frutos de duas espécies de muricizeiro (*Byrsonima crassifolia* (L.) Rich.) e (*Byrsonima coccolobifolia* Kunth), objetivando o desenvolvimento de tecnologias para a colheita dessas espécies em Roraima.

Determinar o padrão respiratório de duas espécies de muricizeiro (*Byrsonima crassifolia* (L.) Rich.) e (*Byrsonima coccolobifolia* Kunth).

Determinar o ponto de colheita de frutos de duas espécies de muricizeiro (*Byrsonima crassifolia* (L.) Rich.) e (*Byrsonima coccolobifolia* Kunth), nas condições de Roraima, com o intuito de identificar condições de maturação que permitam o aumento da vida útil após a colheita dos frutos, facilitado o armazenamento e a comercialização.

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1. Roraima

Roraima possui um território com 225,116 km², sendo 17% ocupado por savanas, localmente conhecido como “Lavrado” (BARBOSA, 1997), formações essas situadas em toda a porção norte-nordeste do Estado, ao longo de toda a Formação Boa Vista e parte do Grupo Roraima, apresentando quatro divisões: savana arbórea densa, savana arbórea aberta, savana parque e savana graminosa (MIRANDA *et al.*, 2003), sendo o conjunto destas fitocenoses o formador de um grande mosaico de unidades vegetais das savanas de Roraima (BARBOSA e MIRANDA, 2005; BARBOSA *et al.*, 2007).

Além destas características de vegetação, a região apresenta solos com baixa fertilidade natural, possuindo características distintas dos solos do cerrado do Brasil Central (MOURÃO Jr. *et al.*, 2010). Entretanto mais próximas aos solos das savanas do Amapá, além de uma estreita relação com seu equivalente ecológico situado do lado venezuelano, logo após os contra-fortes da Gran Sabana, sentido sul-norte. As características químicas são ditadas pela natureza geológica do substrato e das condições climáticas (VALE JR e SOUSA, 2005). O regime de precipitação pluvial na região (tomando-se como base a série histórica do Campo Experimental Monte Cristo, da Embrapa Roraima) caracteriza-se pela concentração de chuvas (57% da precipitação total) nos meses de maio, junho e julho, representando o período de maior precipitação pluvial. O período de menor precipitação pluvial é longo, com seis meses, ocorrendo entre os meses de outubro-março, com uma representatividade de 16% da precipitação total. Um período intermediário é representado nos meses de abril, agosto e setembro, com 29% da precipitação total. Sendo que a precipitação total anual oscila num intervalo de confiança de 1.460 a 2.100mm (MOURÃO Jr. *et al.*, 2003).

As savanas de Roraima, comparadas com as do Brasil central (cerca de 6.400 espécies) são extremamente pobres em espécies arbóreas (cerca de 550 espécies). Estas espécies estão adaptadas à baixa fertilidade dos campos e são resistentes ao fogo, possuindo adaptações para resistir à insolação direta e ao estresse hídrico causado tanto pela falta de água no período seco, quanto pelo excesso de água no período chuvoso, em virtude desta baixa diversidade do estrato arbóreo, apresenta comumente o Índice de Shannon quase sempre calculado próximo de 1,0. Esta constatação é ditada pela alta concentração de indivíduos em poucas espécies, notadamente *Curatella americana* L. (Dilleniaceae), *Byrsonima crassifolia* (L.) Kunth. (Malpighiaceae) e *B. coccolobifolia* Kunth. (Malpighiaceae). Estas são consideradas espécies-chave, que juntas, representam cerca de 60-70% do número de indivíduos e mais de 80% do total de biomassa viva acima do solo nas savanas de Roraima (BARBOSA, 2001). Somadas a outras espécies arbóreas comuns, como *Bowdichia virgilioides* Kunth. (Fabaceae), *Himatanthus articulatus* (Vahl.) Woods. (Apocynaceae), *Antoniaovata* Pohl. (Loganiaceae), *Roupala montana* Aubl. (Proteaceae), *Xylopia aromatica* (Lam.) Mart. (Annonaceae), formam a base do estrato arbóreo-arbustivo de toda a área de savanas abertas de Roraima (BARBOSA *et al.*, 2007).

3.2. Família Malpighiaceae

A família Malpighiaceae é predominantemente tropical, sendo que aproximadamente 85% das espécies conhecidas ocorrem no Novo Mundo (ANDERSON, 1979; 1990). É formada por 70 gêneros e cerca de 1.200 espécies predominantemente tropicais subtropicais, sendo 300 delas representadas no Brasil (SOUZA e LORENZI, 2008). A família tem importância econômica, destacando-se a acerola (*Malpighia glabra*), nativa da América Central e amplamente cultivada no Brasil, e os muricis (*Byrsonima* spp.), cujo fruto comestível é consumido in natura e é utilizado também para preparo de geleias, sucos e sorvetes (ALMEIDA, 1998). Muitas espécies desta família também são utilizadas na medicina popular ou como ornamentais, como plantas dos gêneros *Banisteriopsis*, *Byrsonima* e *Galphimia*, sendo que o potencial ornamental ainda pouco explorado (LORENZI e MATOS, 2002; SOUZA e LORENZI, 2008).

A família exibe variabilidade com relação ao habitat e hábito (lianas, subarbustos, arbustos e raramente, árvores), à morfologia do pólen, a cobertura da folha (tricomas) e estrutura do fruto (LOBELLO e FORNI-MARTINS, 2003). A morfologia das flores de Malpighiaceae é bastante homogênea, mas seus frutos possuem extrema diversidade (ANDERSON, 1979), ocorrendo frutos indeiscentes, secos e carnosos, e frutos secos deiscentes, que podem ser alados ou sem alas, glabros ou pilosos (ANDERSON, 1990).

A maioria das espécies apresentam glândulas circulares, elípticas ou ovais (nectários extraflorais), dispostos aos pares na base das sépalas (BARROSO, 1991). O gênero *Byrsonima* é o maior da família Malpighiaceae agrupando 150 espécies (JUDD *et al.*, 1999), sendo comuns na região de lavrado do estado de Roraima as espécies *B. coccolobifolia*, *B. crassifolia* (BARBOSA, 2001) e *B. verbacifolia*.

3.2.1. Gênero *Byrsonima*

Byrsonima Rich. *ex* Kunth é um dos gêneros mais representativos entre os dessa família no Brasil (MARINHO, 2008), englobando cerca de 150 espécies, encontradas a partir do México, difundindo-se por toda América do Sul (AGUIAR; DAVID; DAVID, 2005). As espécies desse gênero são conhecidas popularmente como “murici” e podem apresentar hábitos herbáceos, arbustivos, arbóreos ou escandentes. Suas flores são vistosas, de coloração em geral amarela ou rosada, cíclicas,

hermafroditas, diclamídeas, de simetria zigomorfa, produtoras de óleo, reunidas em inflorescências paniculadas nas axilas superiores ou terminais (LOURENÇO, 2008).

As pesquisas em relação ao sistema reprodutivo indicam que o gênero *Byrsonima* apresenta os três tipos: autogâmico, alogâmico e misto (BARROS, 1992; BENEZAR; PESSONI, 2006). O que segundo Scariot *et al.*, (1991), confere a planta alta capacidade de adaptabilidade dos indivíduos a condições ambientais adversas proporcionado pela autofecundação, associada recombinação de alelos, proporciona à espécie alta capacidade evolutiva, possibilitando a colonização em novas áreas.

Os frutos são do tipo drupas globosas, com mesocarpo carnoso (LORENZI *et al.*, 2006), utilizados na produção de suco, licor, geleias, vinho, doces, refrescos e sorvetes (SILVA *et al.*, 2001; DONADIO; MÔRO; SERVIDONE, 2002), bem como *in natura* (SEIXAS *et al.*, 2011). As demais partes da planta são amplamente utilizadas para fins terapêuticos como laxantes, sedativos, diuréticos, anti-hipertensivos, digestivos, anti-asmáticos, contra dermatites, gripes, asma, eczemas, distúrbios menstruais, doenças renais, etc. e algumas propriedades já têm seus efeitos comprovados em laboratório (SANNOMIYA, 2005; MARINHO, 2008). Outros usos são o emprego em curtumes e para tingir tecidos, devido à grande quantidade de taninos e matéria tintorial existente nas cascas (GUILHON-SIMPLICIO; PEREIRA, 2011), e para recuperação de áreas degradadas, por apresentarem rápido crescimento (RIBEIRO *et al.*, 1999).

3.2.2. *Byrsonima Crassifolia*

O muricizeiro (*Byrsonima crassifolia* (L.) Rich.) é uma frutífera nativa da Amazônia (MINEIRO *et al.*, 2009) e amplamente distribuída nas Américas Central e do Sul (MARTÍNEZ-VÁZQUEZ *et al.*, 1999). Suas folhas e casca tem sido utilizadas na medicina tradicional para tratar tosses, distúrbios gastrointestinais, infecções ginecológicas e da pele (HEINRICH *et al.*, 1992) e picadas de cobra (RASTRELLI *et al.*, 1997). Estudos experimentais com folhas e casca desta espécie apontaram alta capacidade antioxidante do extrato hidroalcoólico (SILVA *et al.*, 2007), efeitos espasmogênicos (BEJAR e MALONE 1993), atividade antiprotozoária (PERAZA-SÁNCHEZ *et al.*, 2007) e antiinflamatória (MALDINI *et al.*, 2009).

A planta possui de 2 a 6 metros de altura e tronco tortuoso. As folhas opostas, simples e coriáceas, pelos ferrugíneos na face interior. As flores são hermafroditas, possuem cálice com cinco sépalas oval-triangulares e corola formada por cinco pétalas

amarelas. O fruto é uma drupa pequena, arredondada ou alongada, tendo em média 1 a 2 cm de diâmetro; exocarpo delgado, amarelo; mesocarpo pastoso, amarelo, medindo 5 mm de espessura, cheiro e sabor característicos; endocarpo arredondado ou ovalado, rígido e reticulado (FERREIRA, 2005).

Na época da safra, o murici torna-se uma fruta procurada pela população, devido a grande aceitação de seu sabor onde a maior comercialização ocorre em grande parte com a fruta *in natura*, outra forma de consumo são produtos derivados do murici, como por exemplo, os sucos, geleias, sorvetes, iogurtes, doce em pastas e licores. (ALVES e FRANCO, 2003; FERREIRA, 2005; RUFINO, 2008).

O fruto tem sido utilizado pela população como alimento ou como agente terapêutico, por sua ação cicatrizante e anti-inflamatória. Há estudos que mostram que o murici possui componente antioxidante, como os compostos fenólicos, carotenoides e ácido ascórbico (GUIMARÃES e SILVA, 2008; BARRETO *et al.*, 2009; ALMEIDA *et al.*, 2011; DE SOUZA *et al.*, 2012).

3.2.3. *Byrsonima coccolobifolia*

Byrsonima coccolobifolia Kunth, é frequente nas áreas de vegetação aberta da América do Sul, havendo registros de sua ocorrência no Brasil, Bolívia, Venezuela e República Cooperativa da Guiana (MISSOURI BOTANICAL GARDEN, 2002). Na Amazônia, esta espécie ocorre em áreas de mata, cerrado e cerrado aberto (POTT e POTT, 1994), constituindo-se numa das cinco principais espécies lenhosas do ambiente de savana no Estado de Roraima (MIRANDA, 1998).

A espécie é constituída de arbustos e arvoretas com altura inferior a 3m, de flores hermafroditas zigomorfas, pentâmeras, reunidas em inflorescências do tipo racemo terminal, produzidos em brotações novas, o cálice é composto por cinco sépalas, que apresentam um par de glândulas produtoras de óleo. A corola é formada por cinco pétalas albo-róseas e unguiculadas, o androceu é composto por dez estames com anteras de coloração amarela (BENEZAR e PESSONI, 2006). As flores não produzem néctar e os grãos de pólen são viscosos e recobertos por óleos. As folhas são pouco pilosas e rosadas quando jovens, tornando-se glabras posteriormente, com nervuras rosadas em algumas plantas (SILVA JR., 2005).

Em Roraima, os frutos de *Byrsonima coccolobifolia* são explorados de maneira extrativista por populações tradicionais, para serem empregados no preparo de sucos e refrescos. Regionalmente esta espécie é denominada de ‘murici’ e ocorre associada

a *Byrsonima crassifolia* L., que é sempre mais abundante, porém apresenta frutos menores e é designada de ‘mirixi’ (BENEZAR e PESSONI, 2006). A planta também é utilizada como forrageira, em épocas de falta de pasto, como ornamental, na confecção de móveis e na produção de lenha e carvão (POTT e POTT, 1994). Quanto a propriedades medicinais Alves *et al.*, (2000) cita atividades moluscocida e bactericida contra *Biomphalaria glabrata*, *Staphylococcus aureus*, *Bacillus cereus* e *Pseudomonas aeruginosa*.

3.3. Ponto de Colheita dos Frutos

O ponto de colheita é um dos principais parâmetros na qualidade do fruto, tanto para consumo *in natura* quanto para a indústria, podendo ser determinado em função de diferentes atributos relacionados a cada espécie de fruto (BALBINO, 2005). A colheita no estágio próprio de maturidade é primordial para obtenção de produtos de qualidade, sendo decisivo para o prolongamento da vida de prateleira ou em relação ao potencial de armazenamento (CHITARRA e CHITARRA, 2005). As condições do fruto na época da colheita determinam seu comportamento e, conseqüentemente, sua qualidade final e valor na comercialização (BALBINO, 2005).

Após a colheita, os frutos passam por uma série de transformações endógenas resultantes do metabolismo, que se reflete em várias mudanças nas suas características, tais como, textura, cor, sabor e aroma, indicativas do processo de amadurecimento e posterior senescência. Durante esses processos, os frutos, geralmente, tornam-se mais suscetíveis à infestação por patógenos, devido principalmente, ao decréscimo de componentes fenólicos e ao aumento da predisposição às injúrias mecânicas, que transformam esse substrato disponível para o rápido desenvolvimento de microrganismos (CHITARRA e CHITARRA, 2005).

A avaliação da maturação pode ser feita por variáveis como acidez, sólidos solúveis totais, relação SST/acidez (ratio), rendimento em suco, vitamina C, clorofila e carotenoides totais do suco. Para efeito prático de determinação no campo, é interessante que a definição do estágio mais adequado seja feita por parâmetros físicos como diâmetro, comprimento, peso e, principalmente pela coloração geral do fruto (PINTO, 1997). A correlação entre a coloração da casca e os estágios de maturação permite ao produtor estabelecer um planejamento de colheita com o objetivo de ampliar a vida de prateleira (VIANNA-SILVA *et al.*, 2008). Entretanto Siqueira (2008)

esclarece que em muitos casos devida a condições de intensidades de radiação, estresse hídrico e exposição do fruto ao etileno exógeno pode promover modificações na casca podendo gerar falsa ideia de maturidade, o que indica a necessidade de outros parâmetros a serem considerados na determinação da colheita.

A determinação do ponto de colheita ideal para o fruto em relação a sua idade, o qual corresponde ao número de dias desde o aparecimento da inflorescência até o momento da colheita, o que de acordo Alves *et al.*, (2004) é um método largamente utilizado, havendo como principal vantagem a separação dos frutos por idade, podendo-se colher os frutos em tamanhos diferenciados porém sem o risco de serem de pontos de maturidade distintos. Trabalhos realizados com bananas Prata-Anã e Prata-Zulu por Danatto *et al.*, (2005) e Rossetto *et al.*, (2004) trabalhando com bananas cv. Nanicão, utilizando o método de determinação do ponto de colheita com o emprego da idade dos frutos, conseguiram colher cachos com 166, 149 e 110 dias, respectivamente, após antese.

3.4. Parâmetros físicos

Na maturação ocorrem mudanças físicas, químicas, bioquímicas e fisiológicas, resultando em transformações detectáveis que iram agir nos atributos de cor, sabor, aroma e textura que, por sua vez irá influenciar o período pós-colheita e a qualidade das frutas armazenadas (ROMOJARO *et al.*, 1996). A cor é o primeiro critério utilizado na aceitação ou rejeição do produto pelo consumidor, por isso, na indústria de alimentos a cor é um atributo importante (BATISTA, 1994), a qual também indica em muitas espécies o grau de maturação em que o fruto se encontra.

A estimativa produtiva e dos rendimentos potenciais da fruta, utilizando dados biométricos, se constitui em informações básicas para qualquer atividade cujo objetivo seja a preservação e uso sustentável das frutíferas (RIVAS e BARILANI, 2004). Além disso, os estudos de biometria permitem desenvolver informações importantes para a distinção de espécies do mesmo gênero (CRUZ *et al.*, 2001), subsidiam estudos de dispersão e estabelecimento de plântulas (FENNER, 1993).

O desenvolvimento dos frutos resulta em uma variedade de mudanças fisiológicas como teor de água, cor, consistência, odor, sabor e dimensões físicas (BEWLEY e BLACK, 1994), que unidos a características químicas e bioquímicas possibilita a secção das etapas de desenvolvimento do fruto.

3.5. Parâmetros Químicos

3.5.1. Sólidos Solúveis totais

Os sólidos solúveis indicam a quantidade, em gramas, de sólidos que se encontram dissolvidos na polpa como açúcares e ácidos orgânicos. Dentre os diversos componentes da fruta, os sólidos solúveis são indicadores de maturidade do fruto, determinado em refratômetro, comumente expressos em °Brix desempenham um papel primordial para a sua qualidade (CHITARRA e CHITARRA, 2005). O teor de sólidos solúveis apresenta alta correlação positiva com o teor de açúcares da fruta (VENTURA *et al.*, 1998).

3.5.2. pH (Potencial hidrogeniônico) e Acidez total

O potencial hidrogeniônico, conhecido pela sigla pH de acordo com Chitarra e Chitarra (2005) e Baruffaldi e Oliveira (1998) representa o inverso da concentração de íon hidrogeniônico em uma solução, havendo o pH a capacidade de interferir significativamente no crescimento microbiano, sejam eles benéficos ou nocivos.

A acidez total corresponde a quantidade de álcali necessária para neutralização do ácido, e é conhecida como acidez titulável. A intensidade da acidez é dada pela concentração de íons hidrogênio dissociados ou livres que existem na solução e é determinada pelo pH (CHITARRA e CHITARRA, 2005). A acidez titulável é expressa em resultados de porcentagem do ácido predominante, como representante da acidez total. Com o amadurecimento, as frutas perdem rapidamente a acidez, mas, em alguns casos, há um pequeno aumento nestes valores, com o avanço da maturação. A acidez pode ser utilizada em conjunto com a doçura, como ponto de referência do grau de maturação do fruto (CHITARRA e CHITARRA, 2005).

A acidez de um fruto é dada pela presença dos ácidos orgânicos que servem de substratos para a respiração. Encontram-se dissolvidos nos vacúolos das células, tanto na forma livre, como combinada com sais, ésteres, glicosídeos (BRODY, 1996). Em frutos, não só contribuem para a acidez, como também para o aroma característico, porque alguns componentes são voláteis. O teor de ácidos orgânicos tende a diminuir, devido à sua oxidação no ciclo dos ácidos tricarboxílicos, em decorrência do processo respiratório ou de sua conversão em açúcares, pois nesta fase ocorre maior demanda

energética pelo aumento do metabolismo (BRODY, 1996; CHITARRA e CHITARRA, 2005). A relação entre açúcares e ácidos é muito importante na caracterização das variedades dos frutos e sua evolução, em geral, é inversa em respectivas concentrações: enquanto os açúcares aumentam com o amadurecimento, os ácidos diminuem. Por este fator, vários índices de qualidade foram propostos na tentativa de explicar o efeito dos ácidos e açúcares no sabor dos frutos (CARVALHO FILHO, 2000).

O método de medição mais usado é o da acidez titulável, através da neutralização química de todos os ácidos livres presentes no suco do fruto com uma solução padronizada de NaOH (0,1N). Esta acidez titulável normalmente se expressa em miliequivalentes por litro, ou também em gramas/litro do ácido orgânico dominante ou em percentagem (g ácido/100g de suco ou ml ácido/100mL de suco), que podem ser convertidos em meq.L-1, mediante massa molecular do ácido correspondente e sua valência (VALERO e RUIZ ALTISENT, 1998). A acidez é usualmente calculada com base no principal ácido presente, expressando-se o resultado com percentagem de acidez titulável e nunca da total, devido aos componentes ácidos voláteis que não são detectados (CHITARRA e CHITARRA, 2005).

3.5.3. Amido

O amido é um polissacarídeo constituído apenas de resíduos de α -D-glicose. Seus grânulos são misturas heterogêneas de duas macromoléculas, amilose e amilopectina, que diferem no tamanho molecular e grau de ramificação (MIZUKAMI *et al.*, 1999). A amilose é um polissacarídeo formado por unidades de glicoses ligadas entre si por ligações do tipo α -1,4, já a amilopectina, além das ligações glicosídicas do tipo α -1,4, possui ramificações por meio de ligações α -1,6. A funcionalidade do amido assim como a organização física da estrutura granular é atribuída a estes dois polímeros. Em geral os amidos apresentam de 15 a 30% de amilose, no entanto existem algumas variedades que podem produzir essencialmente 100% de amilopectina (ceroso) e outras mais de 75% de amilose (alta amilose) (GIDLEY e BOCIEK, 1985).

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).

Uma das mais principais modificações durante o amadurecimento de frutos climatéricos que contenham reservas de amido em sua constituição celular é a hidrólise

deste carboidrato, culminando com o acúmulo de açúcares e o adoçamento da polpa (BRAZ *et al.*, 2008).

A redução do conteúdo de amido nos frutos ao longo do amadurecimento ocorre concomitantemente ao aumento nos teores de açúcares totais, açúcares não redutores e sólidos solúveis totais, demonstrando crescente conversão de amido em açúcares simples. Nesse processo, a enzima amilase é uma das principais responsáveis pela hidrólise do amido do fruto em oligossacarídeos (WATADA, 1986).

3.5.4. Açúcares Totais e Redutores

O açúcar é o principal produto da fotossíntese, encontrado naturalmente em todas as frutas e vegetais. Os açúcares são sintetizados pelas plantas para armazenar energia, que é essencial para seu crescimento e desenvolvimento. Os açúcares, quando arranjados, podem formar complexos, responsáveis pela formação dos componentes estruturais da planta (DUCKWORTH, 1966).

A sacarose, juntamente com a glicose e a frutose são os principais açúcares encontrados nas plantas. A proporção relativa de sacarose e açúcares redutores glicose e frutose, que são os monossacáridos combinando juntos na molécula de sacarose, variam de material para material e no mesmo material de tempos em tempos. Mais comumente, os açúcares redutores estão presentes em maior quantidade do que a sacarose, mas em certos produtos hortícolas e em alguns frutos maduros, a proporção de sacarose é maior. Vestígios de outros mono e dissacarídeo como a xilose, arabinose, manose, galctose e maltose, também podem estar presentes (DUCKWORTH, 1966).

Os monossacarídeos, glicose e frutose, são açúcares redutores por possuírem grupo carbonílico e cetônico livres, capazes de oxidarem na presença de agentes oxidantes em soluções alcalinas. Os dissacarídeos que não possuem essa característica sem sofrerem hidrólise da ligação glicosídica são denominados de açúcares não redutores. Todos os monossacarídeos são redutores e o mecanismo de óxido-redução está relacionado com a formação de um enediol, função fortemente redutora em meio alcalino e que interconverte aldoses e cetoses. A ligação glicosídica, ao ser formada, imobiliza por definição uma função carbonila, que passa a se ligar com o álcool primário de outro composto conhecido como fração aglicona. Quando essa aglicona é um monossacarídeo caracteriza-se a estrutura de um dissacarídeo (DEMIATE *et al.*, 2002; SILVA *et al.*, 2003).

Sucos de frutas são exemplos de alimentos naturais que contêm a mistura desses três açúcares solúveis, com quantitativos dependentes do cultivar e do estágio de maturação. O conjunto desses açúcares com os ácidos orgânicos é que estabelece a qualidade sensorial harmônica da fruta. O conhecimento dessas concentrações e proporções pode ser determinante na avaliação do padrão de qualidade de uma matéria prima e no preparo de uma formulação. Os açúcares, mono e dissacarídeos, são compostos sólidos, geralmente solúveis em água, e cristalizáveis o que pode levar a alteração da consistência e da retenção de água nos alimentos (BOBBIO e BOBBIO, 1992; DEMIATE *et al.*, 2002; CHITARRA e CHITARRA, 2006).

3.5.5. Pectina

Pectinas são hidrocolóides naturais presentes em plantas superiores que formam um grupo heteromolecular de polissacarídeos estruturais encontrados na parede celular primária das células vegetais e nas camadas intercelulares (lamela média), contribuindo para adesão entre as células, firmeza e resistência mecânica do tecido (MC CREADY, 1970; BRANDÃO *et al.*, 1999). A pectina também é determinante na firmeza dos vegetais, característica que se estabelece durante o seu crescimento, amadurecimento, armazenamento e processamento. Naturalmente, a pectina está associada à celulose, hemicelulose e lignina, sendo designada enquanto nesta forma de protopectina, podendo ser extraída com abundância do mesocarpo da maioria dos frutos cítricos. (PAIVA *et al.*, 2009).

A importância da pectina na tecnologia e no processamento de alimentos está associada à sua função de conferir firmeza, retenção de sabor e aroma, bem como ao seu papel como hidrocolóide na dispersão e estabilização de diversas emulsões (GANCZ *et al.*, 2006) A formação de gel é a principal característica funcional da pectina e depende essencialmente das características do meio: pH, teores de sólidos solúveis e cátions divalentes, além de depender dos níveis de pectinas e do seu grau de metoxilação (CHO *et al.*, 2000; GANCZ *et al.*, 2006).

As substâncias pécticas ocorrem sem exceção na parede celular primária e na lamela média das células vegetais (MC CREADY, 1970; LOOTENS *et al.*, 2003; MESBAHI *et al.*, 2005). A seiva da planta usualmente contém apenas traços das substâncias pécticas dissolvidas (MC CREADY, 1970). Há relatos também da presença de pectinas no citosol da célula vegetal (WU D 1987). As pectinas encontram-se naturalmente em associação com a celulose e hemicelulose, que auxiliam na adesão

entre as células, sendo considerada a pectina, o principal agente cimentante da parede celular, contribuindo desta forma para firmeza, resistência mecânica e coesividade do tecido (ZHONGDONG *et al.*, 2006).

Pectinas ou poliuronídeos são geralmente considerados polissacarídeos ricos em ácido galacturônico que ocorrem na lamela média e em outras membranas da parede celular. De um modo geral, são constituídas por polímeros lineares de ligações α -(1 \rightarrow 4) de ácido galacturônico (aproximadamente 65% da cadeia- domínio homogalacturonana) e resíduos de ramnogalacturonanas I e II, que consistem de unidades de ácido galacturônico alternadas com unidades específicas de ramnose [\rightarrow 4)- α -D-GalA-(1 \rightarrow 2)- α -L-Rha-(\rightarrow)]. Nesta região ocorre perda da linearidade, devido a leves dobraduras da cadeia principal. Ainda os resíduos de ramnose carregam outros açúcares como D-galactose, D-arabinose, D-fucose, 2-O-metilfulcose, D-apiose e outros que variam em proporções dependendo da sua fonte (MESBAHI *et al.*, 2005; BROWNLEADER *et al.*, 1999; WILLATSA *et al.*, 2006).

A firmeza é considerada um dos principais atributos que garantem a qualidade e a aceitabilidade de frutos *in natura* e de seus produtos industrializados. Os estudos dos eventos moleculares responsáveis pelas maiores mudanças nos frutos durante o processo de maturação demonstram que a firmeza pode exercer um efeito cooperativo sobre outros atributos sensoriais como aroma, cor, sabor. Pode ainda influenciar na aceitabilidade, vida-de-prateleira, capacidade de transporte, resistência ao cisalhamento e ao ataque por insetos, bactérias e fungos (MANRIQUE e LAJOLO, 2004; SEYMOUR *et al.*, 2002).

Os polissacarídeos pécticos são os principais constituintes da lamela média e sua degradação é um dos eventos mais notáveis durante o amadurecimento e amolecimento dos frutos. O aumento da solubilidade e despolimerização da pectina tem sido observado durante o amadurecimento da maioria dos frutos (WAKABAYASHI, 2000; MANRIQUE e LAJOLO, 2004; PAULL *et al.*, 1999; ALI *et al.*, 2004). Não existe um padrão de ação enzimática durante a maturação, assim sua influência na firmeza varia enormemente entre os frutos (YASHODA *et al.*, 2005).

Com o processo de maturação ocorre um aumento da pectina solúvel, ácidos pécticos e pectato de cálcio, o qual é normalmente acompanhado da diminuição da protopectina, indicando que as pectinas solubilizadas são originadas de polímeros mais firmemente integrados a parede celular e possivelmente também a hemicelulose. O aumento na solubilização e despolimerização é geralmente correlacionado com a

diminuição da firmeza do tecido e conseqüentemente considerado parte importante do processo de maturação (WAKABAYASHI, 2000).

3.5.6. Enzimas Pectinametilesterase (PME) e Poligalacturonase (PG)

A poligalacturonase-PG é considerada elemento chave na despolimerização da maioria dos frutos. Ela atua clivando as ligações endo- e exo- α -(1 \rightarrow 4) dos ácidos galacturônicos, e sua atividade aumenta significativamente durante o amadurecimento levando a diminuição de tamanho e massa molecular das pectinas e ácido pécicos (PAULL *et al.*, 1999 e HUBER *et al.*, 2001). A PG assume isoformas diferenciadas de acordo com o tipo de fruto. No abacate (WAKABAYASHIQUE *et al.*, 2000) ela se apresenta com duas subunidades, uma de 46 kD e a outra com 48 kD, já no tomate (HUBER *et al.*, 2001), PG é conhecida como PG2A (43 kD) e PG2B (46 kD). Estas exibem uma atividade máxima em pH 5,5-6,0 e 4,5 respectivamente. A PG obtida de tomate tem atividade específica para as cadeias de ácido poligalacturônico seis vezes maior que a de abacate sendo também quatro vezes mais ativa na liberação de unidades de ácido urônico da parede celular dos frutos (HUBER *et al.*, 2001).

A pectinametilesterase – PME, na maioria dos frutos, pode ser dividida em duas porções (PME I e PME II) as quais têm sido consideradas isoenzimas. Ambas atuam em pH ótimo 8,0, a 35°C e são ativadas por cátions, sendo os mais efetivos os cátions divalentes como Mg^{2+} (LIM *et al.*, 1993). Tem sido proposto por Wakabayashique *et al.*, (2003) que a metilesterificação pode impedir a degradação das pectinas mediada por PG na parede celular de alguns frutos, e que uma parcial desesterificação por PME é necessária para que a PG possa realizar uma contínua despolimerização.

Portanto o grau de metilesterificação das pectinas pode ser um fator de regulação do processo de maturação (WAKABAYASHIQUE, 2000 e JIANG *et al.*, 2003). A existência de frutos que mantêm sua polpa endurecida depois de completado o tempo de amadurecimento, também demonstra a existência de substâncias inibidoras da atividade da PME. Entre as substâncias inibitórias pode-se destacar a sacarose, maltose e glicose através de inibição não competitiva, e alguns peptídeos por competição aos sítios de ligação da PME. A causa do não amolecimento da polpa de alguns frutos tem sido relacionada a falhas na desmetoxilação o que, mais uma vez, diminuiu a ação da PG (JIANG *et al.*, 2003).

3.5.7. Padrão Respiratório

Após a colheita, a respiração torna-se o principal processo fisiológico de qualquer parte do vegetal, pois ele não depende mais da absorção de água e minerais efetuados pelas raízes, da condução de nutrientes pelo sistema vascular, nem da atividade fotossintetizante das folhas da planta mãe, de forma que as partes do vegetal adquirem vida independente e utilizam suas próprias reservas metabólicas acumuladas nas fases de crescimento e de maturação. A energia química liberada pela respiração é captada para dar continuidade aos processos de síntese necessários à sua sobrevivência desencadeamento dos processos de amadurecimento, incluindo a acumulação de pigmento, degradação da parede celular, acúmulo de açúcares entre outros (CHITARRA e CHITARRA, 2005; TIEMAN *et al.*, 2000).

Os frutos climatéricos podem amadurecer na planta ou fora dela se colhidos fisiologicamente desenvolvidos (maturados). Estes frutos têm como característica um aumento acentuado na atividade respiratória em determinada etapa do seu ciclo, com amadurecimento imediato (CHITARRA e CHITARRA, 2005). A ascensão climatérica e produção autocatalítica de etileno dão início às transformações bioquímicas nos frutos, como alteração na firmeza da polpa, no conteúdo de açúcar e acidez, na cor da casca e da polpa (BALBINO, 2005).

O etileno é o hormônio que desencadeia as reações características do climatérico, marcando as mudanças que ocorrem entre as fases de desenvolvimento e senescência dos frutos (CHITARRA e CHITARRA, 2005). A produção do etileno é intensificada durante a abscisão foliar e a senescência floral, assim como durante o amadurecimento de frutos (TAIZ e ZEIGER, 2009). O aumento da biossíntese de etileno durante o climatérico é considerado o fator responsável pelo início do amadurecimento em frutos climatéricos (BIALE, 1960, citado por CAVALINI, 2004). Durante a rota biossintética do etileno, a enzima ACC oxidase catalisa a última etapa na síntese desse hormônio, convertendo o ácido 1- aminociclopropano-1-carboxílico (ACC) em etileno. À medida que os frutos amadurecem, a taxa do ACC e a biossíntese do etileno aumentam (TAIZ e ZEIGER, 2009).

Dentre as características fisiológicas dos frutos, o padrão respiratório é um aspecto importante na definição do ponto de colheita e na aplicação das técnicas de conservação pós-colheita (BALBINO, 2005).

3.5.8. Atividade Antioxidante

As propriedades antioxidantes presentes nos alimentos são definidas como substâncias que, em baixas concentrações, retardam ou previnem o aparecimento de alteração oxidativa no alimento (Anvisa/portarias, 2009). Enquanto outras definições também são utilizadas como Halliwell (1995) que define, como “substância sintética ou natural adicionada a produtos para prevenir ou retardar a deterioração produzida pela ação do oxigênio do ar” Pela importância do papel dos alimentos antioxidantes na prevenção de certas doenças, fez-se crescente o número de métodos para determinar a capacidade antioxidante (PÉREZ-JIMÉNEZ e SAURA-CALIXTO, 2006).

Atualmente, os antioxidantes são evidenciados na literatura pela capacidade de conservar os alimentos, retardando a deterioração, rancidez e/ou descoloração e, principalmente, devido aos efeitos em relação à prevenção de doenças e propriedades biológicas importantes à saúde humana (MOURA, 2010). Os frutos são ricos em antioxidantes, os quais podem ser mais eficientes e menos custosos que os suplementos sintéticos para proteger o corpo contra danos oxidativos sob diferentes condições. Entre os antioxidantes dos frutos estão ácido ascórbico, tocoferóis, carotenoides e compostos fenólicos, que variam amplamente em seus conteúdos e perfis entre os diversos frutos (LEONG e SHUI, 2002).

Nas últimas décadas, foram realizadas inúmeras pesquisas para esclarecer o papel dos radicais livres em processos fisiopatológicos como envelhecimento e também doenças degenerativas associadas ao envelhecimento, como câncer, aterosclerose, inflamação, doenças cardiovasculares, catarata, declínio do sistema imune e disfunções cerebrais (ATOUI *et al.*, 2005).

Os alimentos, principalmente as frutas, os vegetais e os condimentos, contêm numerosos fitoquímicos, além dos compostos como as vitaminas A, C e E com significativa capacidade antioxidante, capazes de restringir a propagação das reações em cadeia e as lesões induzidas pelos radicais livres (DEGÁSPARI e WASZCZYNSKYJ, 2004; STAVRIC, 1994; POOL-ZOBEL *et al.*, 1997).

3.5.9. Radicais Livres

Os radicais livres são átomos ou grupos de átomos, com um elétron desemparelhado ($R\bullet$), sendo altamente reativos e cujos produtos de suas reações geram

outros radicais livres (reação em cadeia). Os radicais são gerados normalmente no metabolismo e intensificados após exposição ao estresse, luz solar, poluição, cigarro, etc. (YOUNG e LOWE, 2001). São exemplos de radicais livres: as formas tóxicas do oxigênio compreendendo o oxigênio singlete ($1O_2$) e as espécies reativas do oxigênio, radical hidroxil ($OH\bullet$), ânion superóxido (O_2^-), radical peroxil ($ROO\bullet$), radical alcóxil ($RO\bullet$) e óxido nítrico ($NO\bullet$) (PEREIRA, 1994; ARUOMA, 1994; YU, 1994; SJODIN *et al.*, 1990). Destes radicais livres, o $OH\bullet$ e o O_2^- são os que têm maior importância biológica porque são formados durante o processo normal ou exacerbado de redução do O_2 no interior das mitocôndrias (BENZI, 1993).

O estresse oxidativo é o resultado do desequilíbrio entre a peroxidação e a antioxidação, com maior produção de espécies reativas de oxigênio e menor produção de antioxidantes, caracterizando-se, principalmente, pela peroxidação da membrana lipídica celular (AW *et al.*, 1991; EVELO *et al.*, 1992). Os alimentos, principalmente as frutas, os vegetais e os condimentos, contêm numerosos fitoquímicos, além dos compostos como as vitaminas A, C e E, os flavonoides, os carotenoides, os tocoferóis, entre outros, com significativa capacidade antioxidante, capazes de restringir a propagação das reações em cadeia e as lesões induzidas pelos radicais livres (DEGÁSPARI e WASZCZYNSKYJ, 2004; STAVRIC, 1994; POOL-ZOBEL *et al.*, 1997).

Existem diversos métodos para avaliar a atividade antioxidante *in vitro* de substâncias biologicamente ativas, envolvendo desde ensaios químicos com substratos lipídicos a ensaios mais complexos utilizando as mais diversas técnicas instrumentais (SÁNCHEZ-MORENO, 2002).

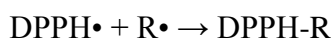
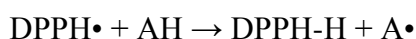
Estes testes têm se tornado ferramentas usuais e extremamente necessárias na seleção inicial de substâncias que possam ser utilizadas como fármacos, auxiliando os pesquisadores na avaliação da atividade de substâncias isoladas de produtos naturais, bem como obtidas de fontes sintéticas. Além disso, estes métodos podem auxiliar na escolha das espécies de planta para estudos químicos e farmacológicos, bem como grau de maturação, condições ambientais, etc. e comprovar a presença de substâncias antioxidantes em alimentos como frutas, legumes e bebidas, ressaltando a importância de uma dieta rica em vegetais (ALVES *et al.*, 2010).

Os métodos para avaliação da atividade antioxidante total (AAT) propostos na literatura são diversos, porém alguns são mais apropriados que outros, dependendo da natureza dos compostos presentes na constituição de cada fruta. Deste modo, existem

métodos para frutos ricos em compostos hidrofílicos e métodos para frutos ricos em compostos lipofílicos (SILVA WS, 2008).

3.5.10. Método DPPH• (organic chemical compound 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl.)

O DPPH• é um radical livre adquirido diretamente sem preparo, é muito estável, solúvel em meio orgânico (especialmente alcoólico) e insolúvel em meio aquoso. A redução do DPPH• é acompanhada pelo monitoramento do decréscimo da absorbância a um determinado comprimento de onda. O DPPH• absorve a 515 nm, mas quando reduzido por um antioxidante (AH) ou espécies radicais (R•), a absorvidade diminui (ARNAO, 2000; BRAND-WILLIANS *et al.*, 1995).



É um método químico, aplicado para determinar a capacidade antioxidante de um composto em sequestrar radicais livres, sendo um dos mais utilizados, pois ele é considerado um método rápido, prático e com boa estabilidade (SUCUPIRA, 2012). O método de sequestro do radical livre DPPH pode ser utilizado para avaliar a atividade antioxidante de compostos específicos ou de um extrato em curto período de tempo, sendo muito utilizado para avaliar a capacidade antioxidante de frutas, por apresentar vantagens quando os antioxidantes analisados são mais solúveis em solventes orgânicos, e por ser um radical livre estável está disponível comercialmente, o que evita sua geração por distintas formas (como ocorre com o método ABTS), além de facilitar seu uso (LIMA, 2008; PRADO 2009).

3.5.11. Método ORAC (Oxygen Radical Absorbance Capacity)

O método consiste na medida do decréscimo da fluorescência das proteínas, como consequência da perda de sua conformidade ao sofrer dano oxidativo (PRIOR e CAO, 1999). Os radicais peroxila diminuem a fluorescência da ficoeritrina e da fluoresceína. O antioxidante adicionado reage rapidamente com os radicais, doando átomos de hidrogênio e inibindo a perda da intensidade da fluorescência. Essa inibição é proporcional à atividade antioxidante (WU *et al.*, 2004). O ensaio ORAC usando

fluoresceína pode medir a atividade antioxidante dos componentes hidrofílicos e lipofílicos de uma amostra, usando β -ciclodextrina metilada, que aumenta a solubilidade em água dos compostos lipossolúveis, pois é uma molécula anfipática (WU *et al.*, 2004).

O método ORAC possui uma vantagem muito importante com relação aos outros métodos de determinação da capacidade antioxidante que usam a absorbância, que é o uso da fluorescência como medida do dano oxidativo, pois, assim, ocorre menor interferência dos compostos coloridos presentes nas amostras. Isso é fator importante a se considerar quando se analisam alimentos que possuem cor (especialmente frutos e hortaliças), suplementos de produtos naturais e vinho tinto. Outra vantagem é o uso de radicais peroxila ou hidroxila como pró-oxidantes, conferindo maior significado biológico em relação aos métodos que usam oxidantes não, necessariamente, pró-oxidantes fisiológicos (LIMA, 2008).

Avaliando através dos métodos ABTS e ORAC a atividade antioxidante de espécies frutíferas tropicais e cítricas no Ceará, Pereira (2009) notou que entre os frutos avaliados, o que apresentou maior atividade antioxidante foi a goiaba 'Paluma', com média de 21 μM Trolox/g de polpa, apresentando ainda maior atividade antioxidante pelo método ORAC, já a maior discrepância entre os métodos avaliados foi observado para o pomelo, o qual apresentou a segunda maior atividade antioxidante por meio do método ORAC e em ordem decrescente pelo ABTS a oitava colocação, sugerindo que o método ORAC apresentou maior sensibilidade para quantificar compostos não determinados pelo método ABTS. Rufino (2008), estudando os compostos bioativos e a capacidade antioxidante de frutas tropicais nativas pelo método ABTS, pode observar a existência de uma grande variação entre os valores de atividade antioxidante, com atividade antioxidante de 6,3 μM Trolox.g⁻¹ de polpa para o umbu e 152,7 μM Trolox. g⁻¹ de polpa para o camu-camu, comprovando a grande variação da capacidade antioxidante entre as frutas.

Os métodos utilizados para determinação da atividade antioxidante de frutos, quando aplicados isoladamente, podem não fornecer resultados seguros, devido principalmente à complexidade dos compostos com capacidade antioxidante presente nesses vegetais. A escolha desses métodos deve ser feita rigorosamente, de acordo com os tipos de antioxidantes a serem testados (PRADO, 2009).

3.5.12. Compostos Fenólicos

Compostos fenólicos são uma das maiores classes de metabólitos secundários das plantas, sendo essenciais para o seu crescimento e reprodução, e são sintetizados principalmente em condições de estresse como infecções, ferimentos, radiações UV, dentre outros, apresentando mais de 8000 substâncias identificadas, e podendo ser divididos em grupos, de acordo com a sua estrutura química. Em alimentos, esses compostos são responsáveis pela cor, adstringência, aroma e estabilidade oxidativa (NACZK e SHAHIDI, 2006; CARVALHO *et al.*, 2006; ROSS e KASUM, 2002).

Os compostos fenólicos são um dos maiores grupos de componentes dietéticos não-essenciais que estão associados à inibição da aterosclerose e do câncer. A bioatividade dos fenólicos estando atribuída à sua habilidade de quelar metais, inibir a peroxidação lipídica e sequestrar radicais livres (CHEUNG *et al.*, 2003).

As frutas são as mais importantes fontes de compostos fenólicos na alimentação humana. Especialmente os fenólicos derivados do ácido hidroxibenzoico e do ácido hidroxicinâmico dentre estes cita-se: as antocianinas, os flavonóis, as catequinas e os taninos (hidrolisados ou condensados). Os compostos fenólicos encontrados nas frutas podem se divididos em dois grupos: os flavonoides e os não flavonoides, sendo que ambos são metabólitos secundários presentes em frutas e vegetais. (BURNS *et al.*, 2001; MELO e GUERRA, 2002), os quais em geral apresentam uma grande variedade de efeitos biológicos benéficos, incluindo ações antioxidantes, antimicrobiana, anti-inflamatória e vasodilatadora.

Na planta os compostos fenólicos atuam na defesa contra agentes externos (luz, temperatura e umidade) e internamente na síntese de hormônios e nutrientes essenciais a planta. A concentração de fenólicos pode ser relacionada com a capacidade antioxidante dos frutos, podendo ser utilizada como parâmetro de qualidade (BURNS *et al.*, 2001; SLUIS *et al.*, 2001; ZHENG e WANG, 2001).

3.5.13. Acido Ascórbico

O ácido ascórbico (AA), lactona do ácido derivado de um monossacarídeo, pertence à classe dos carboidratos (GREGORY, 1996). Possui propriedades ácidas e redutoras devido ao resíduo 2,3-enodiol. É um composto altamente polar, tendo considerável solubilidade em soluções aquosas e insolúvel em solventes apolares

(FENNEMA, 2000; BURDURLU, 2006). O ácido ascórbico é sensível ao calor, oxidação, dessecação, armazenamento, alcalinidade do meio. É utilizado como aditivo alimentar para preservar a qualidade do alimento que não o contém naturalmente, pois além de torná-lo mais nutritivo atua como antioxidante (FRANCO, 2004).

De acordo com Tavares (2003), o ácido ascórbico é dividido em duas espécies, o ácido L-ascórbico amplamente distribuído na natureza em altas concentrações, apresentando 100 % de atividade de vitamina e o ácido L-dehidroascórbico, o qual possui de 75 a 80 % de atividade, havendo um equilíbrio entre as duas formas, sendo o teor de vitamina C o somatório dos teores de ambos os ácidos.

O ácido ascórbico é o inibidor natural do escurecimento interno, devido a sua capacidade antioxidante, e seus níveis variam com a cultivar, peso do fruto, estágio de maturação e nutrição mineral (BLEINROTH, 1987). Tanto no metabolismo de plantas quanto no de animais, as funções biológicas do ácido ascórbico estão centradas nas propriedades antioxidantes da molécula, nos alimentos, funcionando de diversas maneiras; na remoção do oxigênio, prevenindo, portanto, a oxidação de constituintes sensíveis do alimento e na regeneração de antioxidantes, além de atuar sinergisticamente com os agentes complexantes e, ou, na redução de produtos indesejáveis da oxidação (RAMALHO, 2005; DAVEY *et al.*, 2000).

O ácido ascórbico atua como um antioxidante, por estar disponível para uma oxidação energeticamente favorável. Como ele é facilmente oxidado pelo ar, este sofre a oxidação em preferência ao alimento, preservando a sua qualidade. Muitos oxidantes (tipicamente, das espécies de oxigênio reativos) como o radical hidroxil (formado a partir da água oxigenada), contêm um elétron não emparelhado, e, com isso, são muito reativos e prejudiciais para as pessoas, plantas, alimentos, etc. em nível molecular. Isto se deve a sua interação com os ácidos nucléicos, proteínas e lipídios. As espécies de oxigênio reativas são reduzidas a água, enquanto que as formas oxidadas do ácido ascórbico (monodehidroascórbico e dehidroascórbico) são relativamente estáveis e não reativas (ARAÚJO, 1999).

São vários os fatores que influenciam no teor de vitamina C na fruta, como: grau de maturação, tratamentos culturais, condições de plantio e manuseio pré e pós-colheita, bem como estocagem. No entanto, é possível controlar tais fatores por meio de tecnologias adequadas, tais como tratamento térmico (pasteurização), armazenamento em baixas temperaturas e os dois associados (RIGHETTO, 2003).

4. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

AGUIAR, R. M.; DAVID, J. P.; DAVID, J. M. Unusual naphthoquinones, catechin and triterpene from *Byrsonima microphylla*. **Phytochemistry**, v. 66, p. 2388-2392, 2005.

ALI, Z. M.; CHIN, L. H.; LAZAN, H. A comparative study on wall degrading enzymes, pectin modifications and softening during ripening of selected tropical fruits. **Plant Science**, v.167, p.317–327,2004.

ALMEIDA, M. M. B.; DE SOUSA, P. H. M.; ARRIAGA, A. M. C.; DO PRADO, G. M.; MAGALHAES, C. E. C.; MAIA, G. A.; DE LEMOS, T. L. G. Bioactive compounds and antioxidant activity of fresh exotic fruits from northeastern Brazil. **Food Research International**, v. 44, n. 7, p.2155-2159, 2011.

ALVES, C. Q. ; DAVID, J. M.; DAVID, J. P.; BAHIA, M. V.; AGUIAR, R. M. Methods for determination of in vitro antioxidant activity for extracts and organic compounds. **Química Nova**, v.33, n.10, p.2202-2210, 2010.

ALVES, G. L.; FRANCO, M. R. B. Headspace gas chromatography-mass spectrometry of volatile compounds in murici (*Byrsonima crassifolia* L. Rich). In: **Journal of Chromatography**, v.A 289, p. 297-301, 2003.

ALVES, T. M. D. A.; SILVA, A. F.; BRANDÃO, M.; GRANDI, T. S. M.; SMÂNIA, E. F. A.; ZANI, C. L. Biological Screening of Brazilian Medicinal Plants. Mem Inst Oswaldo Cruz, v. 95, n. 3, p. 367-373, 2000.

ANDERSON WR.. Floral conservatism in Neotropical Malpighiaceae. **Biotropica**, v.11, p.219-223, 1979.

ANDERSON WR. The origin of the Malpighiaceae – the evidence from morphology. **Mem. New York Bot. Gard.**, V.64, p.210-224, 1990.

ARAÚJO, J. **Química de alimentos: teoria e prática**. 2ª ed. Viçosa: Editora UFV, 1999. 416p.

ARNAO MB. Some methodological problems in the determination of antioxidant activity using chromogen radicals: a practical case. **Trends Food Sci Tech**, v .11, n.11, p.419-421, 2000.

ARUOMA, O.I. Free radicals and antioxidant strategies in sports. **Journal Nutritional Biochemistry** v.5, p. 370-381, 1994.

ATOUI, A. K.; MANSOURI, A.; BOSKOU, G.; KEFALAS, P.; Tea and herbal infusions: Their antioxidant activity and phenolic profile. **Food Chem**, v. 89, n. 1, p. 27-36, 2005.

AW, T.Y.; WIERZICKA, G.; JONES, D.P. Oral glutathione increases tissue glutathione in vivo. **Chemico-Biological Interactions** V. 80, P. 89–97, 1991.

BALBINO, J. M. 5tg 78S. Manejo na colheita e pós-colheita do maracujá. In: Costa, A.F.S.; Costa, A.N. Tecnologias para produção de maracujá. Vitória, ES: Incaper, p. 153-178, 2005.

BARBOSA, R. I. Savanas da Amazônia: emissão de gases do efeito estufa e material particulado pela queima e decomposição da biomassa acima do solo, sem a troca do uso da terra, em Roraima, Brasil. Tese de Doutorado. Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia / Universidade do Amazonas, Manaus. p. 212, 2001.

BARBOSA, R. I.; CAMPOS, C.; PINTO, F. & FEARNSSIDE, P.M, 2007.2 The “Lavrados” of Roraima: Biodiversity and Conservation of Brazil’s Amazonian Savannas. *Functional Ecosystems and Communities* © *Global Science Books, Abril*. 2007

BARBOSA, R.I. Distribuição das chuvas em Roraima. In: BARBOSA, R. I. (org.) **Homem, ambiente e ecologia no Estado de Roraima**. Amazonas: INPA, p. 325-335, 1997.

BARBOSA, R.I.; MIRANDA, I.S. Fitofisionomias e Diversidade vegetal das savanas de Roraima. In: Barbosa, R.I.; Xaud, H.A.M.; Costa e Sousa, J.M. (Eds.), *Savanas de Roraima: Etnoecologia, Biodiversidade e Potencialidades Agrossilvipastoris*. Boa Vista, FEMACT. p.202, 2005.

BARRETO, G. P. M.; BENASSI, M. T.; MERCADANTE, A. Z. Bioactive Compounds from Several Tropical Fruits and Correlation by Multivariate Analysis to Free radical Scavenger Activity. **Journal of the Brazilian Chemical Society**, v. 20, n. 10, p. 1856-U124, 2009.

BARROS, M.A.G. Fenologia da floração, estratégias reprodutivas e polinização de espécies simpátricas do gênero *Byrsonima* Rich (Malpighiaceae). **Revista Brasileira de Biologia**. v. 2, n. 52, p. 343-353. 1992.

BARROSO GM, AL PEIXOTO, CLF ICHASO, CG COSTA, EF GUIMARÃES, & HC LIMA.. **Sistemática de angiospermas do Brasil**, Vol. 2. Viçosa: Imprensa Universitária, 1991

BARRY, C. S.; GIOVANNONI, J. J. Ethylene and fruit ripening. **Journal of Plant Growth Regulation**, v. 26, p. 143-159, 2007.

BARUFALDI, R.; OLIVEIRA, M. N. Fundamentos de tecnologia de alimentos. São Paulo: Atheneu, 1998. 157 p.

BASHIR, H. A.; ABU-GOUKH, A-B. A. Compositional changes during guava fruit ripening. **Food Chemistry**, v. 80, p.557-563, 2003.

BATISTA, C. L. L. C. Produção e avaliação da estabilidade de corante hidrossolúvel de urucum. 71 p. 1. Ed. UFLA. Brasil, 1994.

BEJAR, E.; MALONE, M.H. Pharmacological and chemical screening of *Byrsonima crassifolia*, a medicinal tree from Mexico. Part I. **Journal of Ethnopharmacology**, v.39, p. 141–158, 1993.

BENEZAR, R. M. C.; PESSONI, L. A. Biologia floral e sistema reprodutivo de *Byrsonima coccolobifolia* (Kunth.) em uma savana Amazônica. **Acta Amazônica**, v. 36, n.2, p.159-168, 2006.

BENZI, G. Aerobic performance and oxygen freeradicals. *The Journal Sports Medical Physical Fitness*. v.33, p.205-222, 1993.

BEWLEY, J.D.; BLACK, M. **Seeds: physiology of development and germination**. New York: Plenum Press, 1994. 445p.

BLEINROTH, E. W. **Abacaxi**: cultura, matéria prima, processamento e aspectos econômicos. 2. ed. Campinas: Instituto de Tecnologia de Alimentos, 1987. p. 133-164. (Série frutas tropicais).

BOBBIO, F. O.; BOBBIO, P. A. **Introdução à química dos alimentos**. 2. ed. São Paulo: Varela, p. 222, 1992.

BRACKMANN, A.; WEBER, A.; SESTARI, I.; PETERLE, M. E.; BOTH, V.; PAVANELLO, E. P.; PINTO, J. A. V. Manejo do etileno e sua relação com a maturação de maçãs “Gala” armazenadas em atmosfera controlada. **Bragantia**, Campinas, v. 68, p.519-525, 2009.

BRANDÃO, E. M.; ANDRADE, C. T. Influência de fatores estruturais no processo de gelificação de pectinas de alto grau de metoxilação. **Polímeros: Ciência e Tecnologia**. São Carlos, v. 9, n. 3, p. 38-44, 1999.

BRAND-WILLIAMS, W.; CUVELIER, M. E.; BERSET, C. Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. **LWT – Food Science and Technology**, v. 28, n. 1, p. 25-31, 1995.

BRAZ, V. B.; NUNES, E. S.; VIERA, G.; RIBEIRO JUNIOR, J. I.; BERTINI, L. A.; COUTO, F. A. A. Indução do amadurecimento de mangas cv. ‘Tommy Atkins e cv. Ubá pela aplicação de ethephon pós-colheita. **Bragantia, Campinas**, v.67, n.1, p.225-232, 2008.

BRODY, A. L. Envasado de alimentos em atmosferas controladas, modificadas y vacío. Zaragoza: Acribia,. 220p, 1996.

BROWNLEADER, M.D., JACKSON, P., MOBASHERI, A., PANTELIDES, A.T., SUMAR, S., TREVAN, M. AND DEY, P.M. Molecular aspects of cell wall modifications during fruit ripening. **Crit. Rev. Food Sci. Nutr.** v.39, n.2, p.149–164, 1999.

BURDURLU, H. S.; KOCA, N.; KARADENIZ, F. Degradation of vitamin C in citrus juice concentrates during storage. *Journal of Food Engineering*, v. 74, p. 211–216, 2006.

BURNS, J. Extraction of phenolics and changes in antioxidant activity of red wines during vinification. **Journal Agriculture. Food Chemistry**. Chicago: v.49, p. 5797-5808, 2001.

CARVALHO FILHO, C. D. Conservação de cerejas (*Prunus avium* L.), cv. Ambrunés, utilizando coberturas comestíveis. **Tese (Doutorado)** – Universidade Estadual de Campinas – SP. P. 123 p, 2000

- CARVALHO, P. G. B.; MACHADO, C.M.M.; MORETTI, C.L.; FONSECA, M.E.N. Hortalicas como alimentos funcionais. **Horticultura Brasileira.**, v.24, n.4, p.397-404, 2006.
- CAVALINI, F. C. (2004). Índices de maturação, ponto de colheita e padrão respiratório de goiabas ‘Kumagai’ e ‘Paluma’. Dissertação (Mestrado em Ciências). Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo – ESALQ-USP. 69 p.
- CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. Pós-colheita de frutas e hostaliças. Lavras: Editora UFLA, 2005. 785 p.
- CHO, Y. J.; HWANG, J. K. Modeling the yield and intrinsic viscosity of pectin in acidic solubilization of apple pomace. **Journal of Food Engineering**, v. 44, n. 2, p. 85-89, 2000.
- CRUZ, E. D.; MARTINS, F. O.; CARVALHO, J. E. U. Biometria de frutos e sementes e germinação de jatobá-curuba (*Hymenaea intermedia* Ducke), Leguminosae – Caesalpinioideae). **Revista Brasileira de Botânica**. v.24, n.2, p.161-165, 2001.
- 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
- DAVEY, M. W. *et al.*,. Plant L-ascorbic acid: chemistry, function, metabolism, bioavailability and effects of processing. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, Barking, v. 80, p. 825-860, 2000.
- DE SOUZA, V. R.; PEREIRA, P. A. P.; QUEIROZ, F.; BORGES, S. V.; DE DEUS, J. S. C. Determination of bioactive compounds, antioxidante activity and chemical composition of Cerrado Brazilian fruits. **Food Chemistry**, v. 134, n. 1, p. 381-386, 2012.
- DEGASPARI, C.H.; WASZCZYNSKYL, N. Propriedades antioxidantes de compostos fenólicos. *Visao acadêmica*, v. 5, p. 33-40, 2004.
- DEMIATE I.M., WOSIACKI G., CZELUSNIAK C., NOGUEIRA A. Determinação de açúcares e totais em alimentos. Comparação entre método colorimétrico e titulométrico. *Revista Publicatio UEPG Ciências Exatas e da Terra, Ciências Agrárias e Engenharias*. Volume 8, n.1, p. 65-78, abr. 2002.
- DONADIO, L. C.; MÔRO. F. V.; SERVIDONE, A. A. **Frutas brasileiras**. Jaboticabal, SP, FUNEP, 288p, 2002.
- DUCKWORTH, R. B. **Fruit and vegetables**. Oxford: Pergamon Press, 1966. 306 p.
- EVELO, C.T.A.; PALMEN, N.G.M.; ARTUR, Y.; JANSSEN, G.M.E. Changes in blood glutathione concentrantions, nd in erythrocyte glutathione reductase and glutathione Stransferase activity after running training and after participation in contests. **European Journal of Applied Physiology**, v.64, p.354-358, 1992.
- FENIMAN, C. M. Caracterização de raiz de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) do cultivar JAC 576-70 quanto à cocção, composição química e propriedades do amido em

duas épocas de colheita. Tese de doutorado, Universidade de São Paulo, Piracicaba, jul. 2004.

FENNEMA, O. R. *Química de los alimentos*, 2ª. Edição, Ed. ACRIBIA, S.A. ZARAGOZA, Espanha. 1258p, . (2000)

FENNER, M. **Seed ecology**. London: Champman & Hall, 1993.

FERREIRA, M. G. R. Murici (*Byrsonima crassifolia* (L.) Rich). Porto Velho, RO, 2005. Disponível em: <http://cpafro.embrapa.br/portal/publicacao/244/> >. Acesso em: 17/01/2015

FRANCO, G. **Tabela de composição química dos alimentos**. 9ed. São Paulo: Editora Atheneu, p. 53-58, 2004.

FUJI, H.; SHIMADA, T.; SUGIYAMA, A.; NISHIKAWA, F.; ENDO, T.; NAKANO, M.; IKOMA, Y.; SHIMIZU, T.; OMURA, M.. Profiling ethylene-responsive genes in mature mandarin fruit using a citrus 22k oligoarray. **Plant Science**, v. 173, p.340-348, 2007

GANCZ, K., ALEXANDER, M., CORREDIG, M. Food Hydrocolloid, 20 ed., 293., 2006.

GIDLEY, M. J.; BOCIEK, S. M. Molecular organization in starches: A C13 CP/MAS NMR study. **Journal of the American Chemical Society**, v. 107, n. 24, p. 7040-7044, 1985.

GREGORY, J.F. Vitamins . In: FENNEMA, O.R. **Food Chemistry**. 3ed.. Cap.8, p.531– 616, 1996

GUILHON-SIMPLICIO, F. e PEREIRA, M. M.. Aspectos químicos e farmacológicos de *Byrsonima* (Malpighiaceae). **Química Nova** [online]. vol.34, n.6, p. 1032-1041, 2011.

GUIMARAES, M. M.; SILVA, M. S. Valor nutricional e características químicas e físicas de frutos de murici-passa (*Byrsonima verbascifolia*). **Food Science and Technology (Campinas)**, v. 28, p. 817-821, 2008.

HALLIWELL, B.; MURCIA, M. A.; CHIRICOS, S.; ARUOMA, O. I. Free radicals and antioxidants in food and *in vivo*: what they do and how they work. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**. v. 35. P. 7-20. 1995.

HEINRICH, M.; RIMPLER, H.; BARRERA, N. Indigenous phytotherapy of gastrointestinal disorders in a lowland Mixe community (Oaxaca, Mexico): ethnopharmacologic evaluation. *Journal of Ethnopharmacology*, v.36, p. 63–80, 1992.

HUBER, D.J.; KARAKURT, Y.; JEONG, J. Pectin degradation in ripening and wounded fruits. *Revista Brasileira de Fisiologia* v.13, n.2, p.224–241, 2001.

JIANG, C.M.; WU, M.C.; WU, C.L.; CHANG, H.M. Pectinesterase and polygalacturonase activities and textural properties of rubbery papaya (*Carica papaya* Linn.). **Journal of Food Science**, v.68, p.1590-1594, 2003.

JUDD, W. S.; CAMPBELL, C. S.; KELLOG, E. A.; STEVENS, P. F. **Plant systematics – a phylogenetic approach**. Sunderland: Sinauer Associates, Inc, 1999

LEONG, L.P.; SHUI, G. An investigation of antioxidant capacity of fruit in Singapore markets. **Food Chem.**, Washington, v.76, p.69-75, 2002.

LIMA A. Caracterização química, avaliação da atividade antioxidante *in vitro* e *in vivo*, e identificação dos compostos fenólicos presentes no pequi (*Caryocar brasiliense*, camb.). Tese. [Doutorado em Bromatologia] - Universidade de São Paulo; 2008.

LOBELLO, R. A; FORNI-MARTINS, E. R. Malpighiaceae: correlations between habit, fruit type and basic chromosome number. **Acta Botanica Brasílica**, v.17, n.2, p.171-178, 2003.

LOOTENS D, CAPEL F, DURAND D, NICOLAI T, BOULENGUER P, LANGENDORFF V. **Influence of pH, Ca concentration, temperature and amidation on the gelation of low methoxyl pectin**. Food Hydrocolloids, v. 17 p. 237–244. 2003,

LORENZI, H.; BACHER, L.; LACERDA, M.; SARTORI, S. Frutas brasileiras e exóticas cultivadas (de consumo *in natura*). São Paulo: **Instituto Plantarum de Estudos da Flora**, p. 157- 158, 2006.

LORENZI, H.; MATOS, F. J. DE A. **Plantas medicinais no Brasil – nativas e exóticas**. Nova Odessa: Instituto Plantarum. 2002.

LOURENÇO, I. P. **Potencial de utilização de frutos de genótipos de Muricizeiros cultivados no litoral do Ceará** Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, CE . 2008. 83f.

MAJUMDER, K.; MAZUMDAR, B. C. Changes in pectic substances in developing fruits of cape-gooseberry (*Physalis peruviana* L.) in relation to the enzyme activity and evolution of ethylene. **Scientia Horticulturae**, v.96, p. 91-101, 2002.

MALDINI, M.; SOSA, S.; MONTORO, P.; GIANGASPERO, A.; BALICK, M.J.; PIZZA, C.; DELLA LOGGIA, R. Screening of the topical anti-inflammatory activity of the bark of *Acacia cornigera* Willdenow, *Byrsonima crassifolia* Kunth, *Sweetia panamensis* Yakovlev and the leaves of *Sphagneticola trilobata* Hitchcock. **Journal of Ethnopharmacology**, v.122, p.430–433, 2009.

MANRIQUE, G. D.; LAJOLO, F. M. Cell-wall polysaccharide modifications during postharvest ripening of papaya fruit (*Carica papaya*). Postharvest Biologic Technologic v.33, p.11–16, 2004.

MARINHO, R. O. S. **Estudo Fitoquímico da Espécie *Byrsonima sericea* e sua aplicação em dermocosmética** Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Faculdade de Farmácia, Rio de Janeiro, RJ. . 2008.

MARTÍNEZ-VÁSQUEZ, M.; GONZÁLEZ-ESQUINICA, A.R.; CAZARES LUNA, M.; MORENO GUTIÉRREZ, M.N.; GARCIA ARGÁEZ, A.N. Antimicrobial activity of *Byrsonima crassifolia* (L.) H.B.K. **Journal of Ethnopharmacology**, v.66, p.79–82, 1999.

- MC CREADY, R. M. “*Pectin*”. En Joslyn “*Methods in food analysis*”. Nueva York. Academic Press, 10 edición, 1970
- MELO, E.A.; GUERRA, N.B. Ação antioxidante de compostos fenólicos naturalmente presentes em alimentos. Bol. **SBCTA**. Campinas: v.36, n. 1, p. 1-11, 2002.
- MENDES, T. D. C. Crescimento e fisiologia do amadurecimento em frutos de jiló (*Solanum gilo*) – **Tese**. Universidade Federal de Viçosa, MG, 2013
- MESBAHI, G.; JAMALIAN, J.; FARAHNAKY, A. A comparative study on functional properties of beet and citrus pectins in food systems. **Food Hydrocolloids** v. 19, p. 731–738, 2005.
- MINEIRO, J. L. C.; SILVA, W. R.; SILVA, R. A. Ácaros em fruteiras e outras plantas no Estado do Amapá. *Biota Neotropica*, v.9, n.2, p.103-106, 2009.
- MIRANDA, I.S. Flora, fisionomia e estrutura das savanas de Roraima, Brasil. Tese de Doutorado. Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia / Universidade Federal do Amazonas, Manaus, Amazonas. 186 p, 1998
- MIRANDA, I.S.; ABSY, M.L. REBELO, G.H. Community structure of woody plants of Roraima savannahs. *Plant Ecology*, v.164. p.109-123, 2003.
- MISSOURI BOTANICAL GARDEN. 2002. Specimen Data Base. Disponível em: <http://mobot1.mobot.org/website>. Acesso em 14 dezembro 2014.
- MIZUKAMI, H.; TAKEDA, Y.; HIZUKIRI, S. The structure of the hot-water soluble components in the starch granules of new Japanese rice cultivars. **Carbohydrate Polymers**, v. 38, n. 4, p. 329-335, 1999.
- MOURA, L.M. Compostos bioativos em frutas cítricas: quantificação, avaliação da atividade antioxidante, parâmetros de cor e efeito da pasteurização. 2010. 142f. Tese (Doutorado em Alimentos e Nutrição) - Faculdade de Ciências Farmacêuticas, Universidade Estadual Paulista, Araraquara-SP, 2010.
- MOURÃO JR., M.; CORLETA, A.; BARBOSA, R. I. Padrões de Auto-regeneração de Espécies Arbóreas Dominantes em Áreas De Savana Aberta em Roraima. Roraima: Homem, Ambiente e Ecologia, 2010.
- MOURÃO JR., M.; XAUD, H. A. M.; MOURA NETO, M. A.; OLIVEIRA JR., J. O. L.; SMIDERLE, O. J.; PEREIRA, P. R. V. S.; GIANLUPPI, V. Precipitação pluviométrica em áreas de savana de Roraima: campos experimentais Monte Cristo e Água Boa. Comunicado Técnico. Embrapa Roraima. Boa Vista. 7 p, 2003.
- NACZK, M.; SHAHID, F. Phenolics in cereals, fruits and vegetables: occurrence, extraction and analysis. **J. Pharm.Biomed. Anal.**, v.41, n.5, p.1523-1542, 2006.
- NETO, M. T. C.; REINHARDT, D. H. Relação entre parâmetros de crescimento do fruto da manga cv. Haden. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 25, p. 36-38, 2003.

PAIVA, E. P.; LIMA, M. S.; PAIXÃO, J. S. Pectina: propriedades químicas e importância sobre a estrutura da parede celular de frutos durante o processo de maturação. **Revista iberoamericana de polímero**. V.10, n.4, 2009.

PAULL, R. E.; GROSS, K.; QIU, Y. Changes in papaya cell walls during fruit ripening. **Postharvest Biol Technol** v.16, p.79–89, 1999.

PERAZA-SÁNCHEZ, S.R.; CEN-PACHECO, F.; NOH-CHIMAL, A.; MAY-PAT, F.; SIMÁ-POLANCO, P.; DUMONTEIL, E.; GARCÍA-MISS, M.R.; MUT-MARTÍN, M. Leishmanicidal evaluation of extracts from native plants of the Yucatan peninsula. **Fitoterapia**, v.78, p.315–318, 2007.

PEREIRA, A. C. S. Qualidade, compostos bioativos e atividade antioxidante total de frutas tropicais e cítricas produzidas no Ceará. Dissertação [Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos] - Universidade Federal do Ceará; 2009.

PEREIRA, B. Exercício físico como pró-oxidante. **Revista Paulista Ed. Fís.** v.8, p. 77-89, 1994.

PÉREZ-JIMÉNEZ, J.; SAURA-CALIXTO, F. Effect of solvent and certain food constituents on different antioxidant capacity assays. **Food Research International**. v.39, p.791-800, 2006.

PINTO, C. A. Q. Fenologia, produção e caracterização físico-químicas dos maracujazeiros ácido (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa* Deg.) e doce (*Passiflora alata* Dryand) nas condições de cerrado de Brasília-DF. Dissertação (Mestrado em agronomia) – Lavras, MG - Universidade Federal de Lavras – UFLA, 1997

POOL-ZOBEL, B. L. Consumption of vegetables reduces genetic damage in humans: first results of a human intervention trial with carotenoid-rich foods. **Carcinogenesis**, Londres, v. 18, n. 9, p. 1847-1850, 1997.

POTT, A.; POTT, V.J. *Plantas do Pantanal*. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, Corumbá, Mato Grosso. p. 187-193, 1994.

PRADO A. Composição fenólica e atividade antioxidante de frutas tropicais. Dissertação [Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos] - Universidade de São Paulo; 2009.

PRIOR, R. L.; CAO, G. *In vivo* total antioxidant capacity: comparison of different analytical methods. *Free Radic Biol Med* v. 27, p. 1173-1181, 1999.

RAMALHO, V. C; JORGE, N. Antioxidantes Utilizados em Óleos, Gorduras e alimentos Gordurosos. **Química Nova**, São Paulo, v.24, n.4, jul. / ago. 2005.

RASTRELLI, L.; DE TOMMASI, N.; BERGER, I.; CACERES, A.; SARAVIA, A.; DE SIMONE, F. Glycolipids from *Byrsonima crassifolia*. *Phytochemistry*, v. 45, p. 647-650, 1997.

RIBEIRO, J.E.L.S., HOPKINS, M.J.G., VICENTINI, A., SOTHERS, C.A., COSTA, M.A.S., BRITO, J.M., SOUZA, M.A.D., MARTINS, L.H.P., LOHMANN, L.G., ASSUNÇÃO, P.A.C.L., PEREIRA, E.C., SILVA, C.F., MESQUITA, M.R. &

PROCÓPIO, L.C. **Floresta da reserva Ducke: guia de identificação das plantas vasculares de uma floresta de terra-firme na Amazônia Central.** Manaus, p. 505-511, 1999.

RIGHETTO, A. M. **Caracterização físico-química e estabilidade de suco de acerola verde microencapsulado por atomização e liofilização.** 2003. 200f. Tese (Doutorado em Engenharia de Alimentos) - Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, 2003.

RIVAS, M. & BARILANI, A. Diversidad, potencial productivo y reproductivo de los palmares de *Butia capitata* (Mart.) Becc. de Uruguay. *Agrociência* 8(1):11-20, 2004

ROMOJARO, F.; MARTÍNEZ-MADRID, M.C.; HIDALGO, F.S. **Nuevas tecnologías de conservación de frutas y hortalizas: atmosferas modificadas.** Madri: Mundi-prensa, 221p, 1996.

ROSS, J.A.; KASUM, C.M. Dietary flavonoids: bioavailability, metabolic effects, and safety. **Annual Reviews Nutrition.**, v.22, p.19-34, 2002.

ROSSETTO, R. M. M.; LAJOLO, M. F.; CORDENUNSI, R. B. Influencia do Acido 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.

RUFINO, M. S. M. Propriedades funcionais de frutas tropicais brasileiras não tradicionais. Tese [Doutorado em Fitotecnia] - Universidade Federal Rural do Semi-Árido; 2008.

SÁNCHEZ-MORENO C. Review: methods used to evaluate the free radical scavenging activity in foods and biological systems. *Food Science Technologic Internacional* v. 8, p. 121-137, 2002.

SANNOMIYA, M.; FONSECA, V. B.; M. A. *et al.*,. Flavonoids and antiulcerogenic activity from *Byrsonima crassa* leaves extracts. **Journal of Ethnopharmacology**, v. 97, p. 1-6, 2005.

SCARIOT, A. O.; LLERAS, E.; HAY, J. D. Reproductive Biology of the Palm *Acrocomia aculeata* in Central Brazil. **Biotropica**. v.23, n.1,p. 12-22, 1991.

SEYMOUR GB, MANNING K, ERIKSSON EM, POPOVICH AH, KING GJ, J. Genetic identification and genomic organization of factors affecting fruit texture. **Journal of Experimental Botany**. v. 53, p. 2065-2071, 2002.

SILVA JUNIOR, M. C. **100 Arvores do cerrado – guia de campo.** Brasilia: Rede de Sementes do Cerrado. 2005.

SILVA, D. B da.; SILVA, J. A. da.; JUNQUEIRA, N. T. V.; ANDRADE, L. R. M. de. **Frutas do cerrado.** Brasília, Embrapa Informação Tecnológica, p. 107, 2001

SILVA, E.M.; ROGEZ, H.; LARONDELLE, Y. Optimization of extraction of phenolics from *Inga edulis* leaves using response surface methodology. *Separation and Purification Technology*, v.55, p.381–387,2007.

SILVA, R. N.; MONTEIRO, V. N.; ALCANFOR, J. D. X.; ASSIS, E. M.; ASQUIERI, E. R. Comparação de métodos para a determinação de açúcares redutores e totais em mel. **Ciências e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 23, n. 3, p. 337-341, 2003.

SILVA, W. S. **Qualidade e atividade antioxidante em frutos de variedades de aceroleira**. 167p. Dissertação (Mestrado Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal do Ceará. Fortaleza, 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

SJODIN, B.; WESTING, Y. H.; APLE, F. S. Biochemical mechanisms for oxygen free radical formation during exercise. **Sports Medical**, v. 10, p.236-254, 1990.

SLUIS, A. A. *et al.*,. Activity and concentration of polyphenolic antioxidants in apple: effect of cultivar, harvest year, and storage conditions. **Journal Agriculture Food Chemistry**, Chicago, v. 49, p. 3606-3613, 2001.

SOUZA, V. C.; LORENZI, H. **Botânica Sistemática – Guia ilustrado para identificação das famílias de Fanerogama nativas e exóticas do Brasil, baseado em APG II**. 2 ed. Nova Odessa, SP: Instituto Plantarum. 2008.

STAVRIC, B. Antimutagens and anticarcinogens in foods. **Food and Chemical Toxicologic.**, Oxford, v.32, n.1, p.79-90, 1994.

SUCUPIRA, N. R.; SILVA, A. B.; PEREIRA, G.; COSTA, J. N. Métodos Para Determinação da Atividade Antioxidante de Frutos. **UNOPAR Científica Ciência Biológicas e da Saúde** v. 14 ed. 4, p. 263-269. 2012.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. *Fisiologia Vegetal*. 4 ed. Porto Alegre: Artmed, 848p, 2009

TIEMAN DM, TAYLOR MG, CIARDI JA, KLEE HJ The tomato ethylene receptors NR and LeETR4 are negative regulators of ethylene response and exhibit functional compensation within a multigene family. **Proc Natl Acad Sci USA** v.97, p. 5663–5668, 2000.

VALE JR, J. F.; SOUSA, M.I.L. Caracterização e distribuição dos solos das savanas de Roraima. In: Barbosa, R. I.; Xaud, H. A. M.; Costa e Souza, J. M (eds.), *Savanas de Roraima: Etnoecologia, Biodiversidade e potencialidades Agrissilvipastoris*. Boa Vista, FEMACT. p. 79-91, 2005.

VALERO, C.; ALTISENT, M.R. Equipos de medida de calidad organoléptica en frutas. **Fruticultura Profesional**, Barcelona, v.2, n. 95, p. 38-45, 1998.

VIANNA SILVA, T. Fisiologia do desenvolvimento dos frutos do maracujazeiro amarelo e maracujazeiro doce. Tese (Doutorado em Produção Vegetal) – Campos dos Goytacazes, RJ - Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro – UENF, 155p, 2008

WAKABAYASHI, K. Changes in cell wall polysaccharides during fruit ripening. **Journal of Plant Research**, v.113, p.231-237, 2000.

WAKABAYASHI, K.; CHUN, J-P; HUBER, D. J. Extensive solubilization and depolymerization of cell wall polysaccharides during avocado (*Persea americana*) ripening involves concerted action of polygalacturonase and pectinmethylesterase. **Physiologia Plantarum**, v.108, p.345-352, 2000.

WATADA, A. E. Effects of ethylene on the quality of fruits and vegetables. **Food Technology**, Chicago, v.40, p.82-85, 1986.

WILLATSA, W.G.T.; KNOXB, P.J.; MIKKELSENC, J.D. **Trends in Food Science & Technology**, v. 17, p. 97-104, 2006.

WU D “*The biochemistry of BR*”. Higher Education Press, 1987

WU, X.; BEECHER, G. R.; HOLDEN, J. M.; HAYTOWITZ, D. B.; GEBHARDT, S. E.; PRIOR, R. L. Lipophilic and hydrophilic antioxidant capacities of common foods in the United States. *J Agric Food Chem* v. 52, p. 4026-4037, 2004

YASHODA, H. M.; PRABHA, T. N.; THARANATHAN, R. N., Mango ripening-chemical and structural characterization of pectic and hemicellulosic polysaccharides. **Carbohydrate Research**. v. 7, p. 1335-1342, 2005.

YOUNG, A.J.; LOWE, G.M. Antioxidant and prooxidant properties of carotenoids. **Archives Biochemistry and Biophysics**, v.385, p.20-17, 2001.

YU, B. P. Cellular defenses against damage from reactive oxygen species. **Physiological Reviews**. v. 74, p.:139-161, 1994.

ZHENG, W.; WANG, S.Y. Antioxidant activity and phenolic compounds in selected herbs. **Journal Agriculture Food Chemistry**. Chicago: v.49, p. 5165-5170, 2001.

ZHONGDONG L., GUOHUA W., YUNCHANG G., KENNEDY J.F. Image study of pectin extraction from orange skin assisted by microwave. **Carbohydrate Polymers**. v. 64: p. 548–552., 2006

ESTUDO DA FENOLOGIA NA DETERMINAÇÃO DO PONTO DE COLHEITA DO MURICI (*Byrsonima coccolobifolia* Kunth.) POR MEIO DE ATRIBUTOS QUÍMICOS E FUNCIONAIS.

RESUMO

A família Malpighiaceae por ser uma das mais importantes do continente americano, toma grande importância em nossa região em virtude da gama de espécies que a representam em regiões como os cerrados e o lavrado roraimense, dentre as quais podendo citar as espécies componentes do gênero *Byrsonima* destacando-se o murici (*Byrsonima coccolobifolia* Kunth) o qual sem a devida divulgação de sua qualidade nutricional e sem aperfeiçoamento do seu ponto de colheita ainda é restrita seu modo de coletado a forma extrativista. Assim objetivou-se determinar o ponto ideal de colheita do murici em Roraima, baseando-se nas características físicas, químicas, físico-químicas e comportamento bioquímico. Os frutos foram colhidos no período de junho à julho de 2013 de uma população nativa em ambiente de savana, sendo analisados em intervalos de sete dias a contar do período de antese. Foram realizadas avaliações químicas (pH, acidez total, sólidos solúveis, açúcares totais e redutores, amido, pectina total e solúvel, enzimas PG e PME, compostos fenólicos, vitamina C e atividade antioxidante pelos métodos ORAC e DPPH), determinação da atividade respiratória e determinações físicas (diâmetro e massa fresca). O experimento foi em (DIC) com análise de regressão e ajustamento dos modelos com aplicação do teste estatístico F ao nível de 5%. Verificou-se o comportamento climatérico do fruto, expressiva atividade antioxidante devido a presença de compostos fenólicos e vitamina C. O ponto de colheita do murici foi determinado no intervalo entre 21 e 28 dias após antese.

Palavras-chaves: Antioxidantes, Curva de Maturação e Estádios de desenvolvimento

ABSTRACT

The Malpighiaceae family for being one of the most important in the Americas, takes great importance in our region by the range of species that represent regions as clenched and the Roraima issued, among which may cite the component species of the genus highlighting *Byrsonima* -if the murici (*Byrsonima coccolobifolia* Kunth) which without proper disclosure of their nutritional quality and no improvement from their point of harvest is still restricted their way of collecting the extractive way. Thus the objective of the study is determining the ideal harvest in Roraima, based on physical, chemical, physico-chemical) and biochemical behavior. The fruits were harvested from June to July 2013 from a native population in savannah environment, and analyzed at intervals of seven days after the anthesis period. Chemical evaluations were conducted (pH, total acidity, soluble solids, total sugars and reducing, starch, total and soluble pectin, PG and PME enzymes, phenolic compounds, vitamin C and antioxidant activity by DPPH and ORAC methods), determination of the respiratory activity and physical determinations (diameter and fresh weight). The experiment was in (DIC) with regression analysis and adjustment of models with application of statistical F test at 5%. At the end of the study can be seen the climacteric behavior of the fruit, stronger antioxidant activity due to the presence of phenolic compounds and vitamin C, and that based on the analysis conducted was possible to determine the harvest time which was determined by the interval between 21 and 28 DAA.

Keywords: Antioxidants , Maturation curve and Developmental stages

5. INTRODUÇÃO

Um dos gêneros da família Malpighiaceae mais importantes no continente americano é o *Byrsonima*, com mais de 100 espécies conhecidas (DAVID *et al.*, 2003). Suas plantas são conhecidas popularmente pelo nome de murici, apresentando ampla distribuição pelo território brasileiro (HIGUCHI *et al.*, 2008). Uma das espécies componentes dessa família é a *Byrsonima coccolobifolia* Kunth que, de acordo com Missouri Botanical Garden (2002), é normalmente encontrada em ambientes da América do Sul, em regiões naturais do Brasil, Bolívia, Venezuela e República Cooperativa da Guiana. É uma espécie com características típicas das plantas do cerrado, geralmente arbóreas, com galhos retorcidos e porte médio, podendo chegar a cinco metros de altura (SILVA *et al.*, 2006). Na Amazônia, ocorre em áreas de mata, cerradão e cerrado aberto, constituindo-se numa das cinco principais espécies lenhosas do ambiente de savana no estado de Roraima (BENEZAR e PESSONI, 2006).

Em Roraima, os frutos de murici (*Byrsonima coccolobifolia* Kunth), ainda com floração e frutificação pouco definidas, fazem parte de um manejo florestal extrativista. Em geral, esses frutos são processados artesanalmente no preparo de sucos, licores, geleias e doces (SANNOMIYA *et al.*, 2004). Regionalmente, essa espécie é denominada de murici e está costumeiramente associada à outra espécie de murici, *Byrsonima crassifolia* L., que é sempre mais abundante, porém, apresenta frutos menores e é designada vulgarmente em Roraima de mirixi.

A planta é utilizada como forrageira, principalmente em épocas de falta de pasto; como ornamental, na confecção de móveis e na produção de lenha e carvão; além de ser utilizada como espécie para reflorestamento em áreas degradadas (Higuchi, 2008), Alves *et al.*, (2000) também mencionam em seus estudos propriedades medicinais que comprovam atividade moluscocida contra *Biomphalaria glabrata*, e bactericida para *Staphylococcus aureus*, *Bacillus cereus* e *Pseudomonas aeruginosa*. Maldini *et al.*, (2009), Michelin *et al.*, (2008) e Rufino *et al.*, (2010) ainda relatam que plantas do gênero *Byrsonima* apresentam atividade anti-inflamatória, antimicrobiana e antioxidante.

Assim, em virtude da sua multiplicidade de uso e, especialmente pelo potencial funcional desta espécie de murici (*Byrsonima coccolobifolia* Kunth), o presente trabalho objetivou-se determinar o ponto ideal de colheita em Roraima, baseando-se nas

características sensoriais (físicas, químicas, físico-químicas), bem como, caracterizar os principais compostos bioativos ao longo do desenvolvimento fenológicos dos frutos.

6. MATERIAL E MÉTODOS

Os frutos de murici (*Byrsonima coccolobifolia* Kunth.) foram colhidos no período de junho à julho de 2013 de uma população nativa, em ambiente de savana, no campo experimental da EMBRAPA na região do Água Boa, localizado na BR-174 sul a 35 km de Boa Vista-RR. Ambiente que apresenta solos de baixa fertilidade natural, reduzido número de espécies arbóreas, com regime de precipitação pluvial caracterizado pela concentração de chuvas entre os meses de maio à julho, precipitação anual oscilando de 1.460 à 2.100 mm. As inflorescências foram marcadas com fita vermelha e a partir da data de marcação, os botões florais foram monitorados semanalmente até o início da colheita dos frutos.

Os frutos foram colhidos em intervalo de 7 dias no decorrer do experimento, contados a partir da antese das inflorescências observada no campo correspondendo a 7, 14, 21, 28, 35, 42 dias após a antese (DAA), acondicionados em sacos plásticos, depositados em caixas térmicas e levados para análise no laboratório de Tecnologia de Alimentos (LTA) da Universidade Federal de Roraima (UFRR). No LTA/UFRR os frutos foram higienizados com hipoclorito à 1%, por 5 min, após selecionados considerando-se à aparência externa (coloração da epiderme), tamanho/calibre, sanidade fitossanitária (ausência de danos e podridões visuais), iniciando-se as análises químicas, físicas e físico-químicas cerca de 1 hora após coletados.

pH e Acidez Total Titulável

O pH foi medido por meio de potenciômetro com eletrodo de vidro. A acidez total (AT) foi determinada por titulação do filtrado (diluição 1:5) com NaOH 0,1 N, padronizado segundo técnica estabelecida pelo IAL (2008) e expressa em mg de ácido cítrico/100 g⁻¹.

Sólidos Solúveis Totais

O teor de sólidos solúveis (SS) foi avaliado por meio de refratômetro analógico modelo RT – 30 ATC, resolução 0,2% Brix, conforme a metodologia do IAL (2008). Os conteúdos de SS foram expressos em °Brix com precisão de 0,1 °Brix.

Açúcares totais e Redutores

Os açúcares totais e redutores foram determinados segundo a metodologia de Nelson (1944) e os resultados expressos em mg de glicose 100g^{-1} de polpa.

Amido

Pesou-se 1,0 g de amostra, previamente seca em erlenmeyer de 250 mL. Adicionou-se a essa 50 mL de ácido clorídrico (HCl) a 1M (8,5 mL de HCl em 1 litro de água destilada). Os erlenmeyers foram fechados com tampão de algodão envolvido por filme plástico auto-aderente. Os frascos contendo as amostras foram colocados em recipiente plástico para microondas com água no fundo suficiente para evitar secar. Os erlenmeyers permaneceram em microondas durante 20 minutos na potência máxima. Após esse período, o amido se transformou em açúcares e algumas gotas foram retiradas para o teste com Lugol (Iodo em iodeto de potássio) – tornando amarela a solução. A seguir, a amostra foi neutralizada com NaOH 10% (100 g NaOH/L de água) usando 3 gotas de fenolfetaleína como indicador até que a coloração da solução ficasse rósea. Os resultados foram expressos em mg de glicose. 100g^{-1} de amostra.

Pectina Total e Solúvel

Foram extraídas seguindo a técnica de McCready e McCoomb (1952) e determinadas colorimetricamente pela reação com carbazol, segundo técnica de Bitter e Muir (1962). Os teores de pectina total e solúvel foram expressos em porcentagem (%) de ácido galacturônico 100g^{-1} de polpa.

Enzima PG e PME

A pectinametilesterase (PME) foi determinada segundo Jen e Robinson (1984) e os resultados foram expressos em $\mu\text{mol de NaOH.g}^{-1}.\text{min}^{-1}$.

A enzima poligalacturonase (PG), foi determinada segundo Pressey e Avants (1973) e os resultados foram expressos em U.A.E. $g^{-1} \cdot min^{-1}$.

Compostos Fenólicos

Os compostos fenólicos totais foram determinados pelo método espectrofotômetro utilizando o reagente Folin-Ciocalteu (Merck), seguindo metodologia por Wettasinghe e Shahidi (1999) e curva padrão de ácido gálico. Os resultados foram expressos em mg de ácido gálico.100 g^{-1} de amostra.

Vitamina C

A análise de vitamina C foi realizada através do método de HPLC. Para a determinação dos teores de ácido ascórbico foi utilizado um aparelho Shimadzu categoria de sistema LC VP HPLC system, uma bomba (LC-6AD) e um detector UV-VIS (SPD-10AV VP). A coluna utilizada foi YMC-Pack ODS (250 mm x 4,6 mm, ID 5 mm). As fases móveis foram ajustadas com água de pH 3 acidificadas com ácido fosfórico. A separação foi realizada por eluição isocrática com fluxo de 0,4 mL.min⁻¹ estando a coluna à temperatura ambiente. O detector UV foi fixado em 254 nm. A quantificação foi baseada na medição da área do pico. Os resultados foram expressos em mg.100 mL⁻¹ de polpa e casca. Uma amostra (10 g) foi extraída em 10 mL de água ajustado para pH 1,5 com 10 mL de ácido fosfórico em água (2%,v/v). Os extratos foram filtrados em papel filtro. Após, 1,5 mL de tampão (0,01 MKH₂PO₄, pH 8,0) foi adicionado a 1,5 mL do extrato da amostra. A partir daí 1,0 mL dessas misturas foram carregadas em cartuchos de C18. Após o carregamento, 3 mL de água ajustada (pH 1,5) com 2 mL de água-ácido fosfórico (2%, v/v) foram passados através dos cartuchos e 20 mL de eluentes foram injetados no HPLC. Os resultados foram expressos em mg de ácido ascórbico.100 g⁻¹ de amostra em base seca (b.s.).

Atividade Antioxidante (ORAC)

A atividade antioxidante foi determinada pelo método de Ou *et al.*, (2001) adaptado por Huang *et al.*, (2002), usado em microplacas, com fluoresceína. As amostras foram analisadas em três diluições, considerando-se a média como valor ORAC final, como recomendado por Huang *et al.*, (2002). A quantificação da atividade antioxidante foi baseada no cálculo da área sob a curva de decaimento da fluorescência

como proposto por Prior *et al.*, (2005). Os resultados foram expressos em $\mu\text{mol Eq Trolox.100g de amostra}^{-1}$.

Atividade Antioxidante (DPPH)

A medição da atividade sequestradora de radicais DPPH foi realizada como descrito por Brand-Willians *et al.*, (1995). O DPPH remanescente ao final da reação foi determinada e quantificada como a atividade sequestradora de radical DPPH utilizando uma curva padrão de Trolox. O atividade antioxidante pelo método DPPH foi expressa em $\mu\text{mol Eq Trolox.100g de amostra}^{-1}$.

Determinação da Atividade Respiratória

Produção de CO₂ e Etileno

Foram acondicionados aproximadamente 0,1kg por repetição, em recipientes herméticos, com capacidade unitária de 1 L, durante 1 hora, a $22 \pm 1^\circ\text{C}$. Passado esse período, foram coletados, com auxílio de uma seringa hipodérmica, 5mL da atmosfera gasosa de cada recipiente (tratamentos) para dosagem de etileno e CO₂. As concentrações de etileno foram quantificadas por cromatografia gasosa, utilizando cromatógrafo a gás marca Varian®, modelo 3300, equipado com uma coluna de aço inox 1/8", preparado com Porapak® N e detetor de ionização de chama. Já a concentração de CO₂ foi quantificada em cromatógrafo Shimadzu® CR 950, equipado com sistema de detecção por condutividade térmica. Utilizaram-se como padrões soluções de etileno e CO₂ a 100ppm e 5%, respectivamente, para cada um dos gases. Os resultados foram expressos em mL de CO₂.kg⁻¹.h⁻¹ e $\mu\text{L de etileno.kg}^{-1}.\text{h}^{-1}$.

Características Físicas do Fruto

Diâmetros polar e equatorial

As determinações do diâmetro médio dos frutos (mm) polar e equatorial foram feitas com o uso de paquímetro digital DC-6 Western.

Massa Fresca do fruto e polpa

As determinações da massa fresca dos frutos e polpa (g) foram efetuadas com o uso de balança analítica (Bel engineering) (0,1 mg) em cada um dos estádios de desenvolvimento fenológicos dos frutos.

Delineamento experimental e Análise estatística

O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado (DIC), composto de 6 estádios de maturação com 3 repetições, cada repetição composta por 90 frutos. As variáveis avaliadas foram submetidas à análise de regressão polinomial em função das datas de colheita. Realizou-se ajustamento de modelos de regressão com aplicação do teste estatístico F, ao nível de 5% de probabilidade, para medir a significância do modelo proposto por meio do programa computacional SISVAR.

7. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Massa Fresca e Diâmetro

Os frutos de murici apresentaram, ao final do período de desenvolvimento, o qual ocorreu aos 42 DAA, diâmetro polar de $6,33 \pm 0,03$ mm e diâmetro equatorial de $7,43 \pm 0,03$ mm (Figura 1), caracterizando-os como fruto de formato globoso, justificado pela relação entre os diâmetros polar (maior) e equatorial (menor). Essa característica está de acordo com os resultados encontrados por Alexandrino *et. al* (2011), em estudo da taxonomia do gênero *Byrsonima* onde, além de caracterizar os frutos desse gênero como glabros, definiu-os também como núcunios e rugosos. Durante o período experimental, o diâmetro equatorial e polar dos frutos apresentaram-se de forma crescente até os 21 DAA, período onde se iniciou o aumento da massa fresca da polpa dos muricis (Figura 2). Porém, esse aumento, a partir do referido período, não influenciou majoritariamente na massa fresca total dos mesmos, principalmente após 35 DAA, onde constatou-se reduções na massa fresca das polpas dos frutos. Desse modo, o aumento de massa fresca dos frutos aconteceu também em decorrência do aumento da massa fresca da semente. Estudos realizados por Gondim *et al.*, (2013), com umbu-cajá, constatou que frutos que eram mais pesados apresentavam sementes maiores, confirmando os dados observados neste estudo. Também neste

sentido, segundo Carvalho e Nakagawa (2000), sementes que apresentam maior tamanho foram altamente nutridas durante o desenvolvimento do fruto, apresentando embriões bem desenvolvidos e com grande quantidade de substâncias de reserva, sendo, portanto mais vigorosas. Esse desenvolvimento de plântulas com maior vigor também foi constatado por Vendramin e Carvalho (2013), em estudo sobre a qualidade fisiológica de sementes de pitangueiras, onde observou-se que sementes maiores apesar de apresentarem índice de emergência inferior as sementes pequenas, geravam plântulas mais fortes. Esse fato acaba permitindo sua sobrevivência em condições ambientais desfavoráveis, tais como a região do Lavrado Roraimense. Explica-se então a relação entre a produção de massa fresca da polpa dos frutos em detrimento ao aumento constante da massa fresca da semente.

Deste modo, a massa fresca total do fruto evoluiu de forma exponencial até 42 DAA, partindo de $1,30 \pm 0,01$ g aos 7 DAA até $9,83 \pm 0,01$ g ao final do período experimental. Porém, como mencionado, a massa fresca da polpa acompanhou a curva de desenvolvimento dos frutos até 35 DAA ($1,77 \pm 0,01$ g) observando decréscimos após esse período, apresentando ($4,56 \pm 0,01$ g) aos 42 DAA, sendo também constatado nesse intervalo a diminuição da sucosidade na polpa. Essa diminuição possivelmente seja devida à própria perda de turgescência, comportamento esse semelhante observado em outros frutos, tais como: mirtilo, ameixa e uvas (FADDA e MULAS, 2010). Durante o período de redução da massa fresca da polpa foi observado a redução nos diâmetros (polar e equatorial) dos frutos, o que pode ser explicado pela redução da espessura da polpa em decorrência de sua desidratação. É importante mencionar que durante o período de desenvolvimento dos frutos, dos 7 aos 42 DAA, a coloração dos muricis variou de verde a amarelo alaranjada, coloração essa característica do fruto totalmente maturo (ALEXANDRINO *et. al.*, 2011).

Acidez Total (AT), pH e Sólidos Solúveis (SS)

Durante o desenvolvimento dos frutos, observou-se comportamento de queda do pH até 28 DAA, detectando-se após esse período, e somente até os 35 DAA, pequeno aumento de 3,05 para 3,24 . Após, observou-se novamente o padrão de diminuição dos níveis de pH, o qual permaneceu em queda até a maturação completa dos frutos, aos 42 DAA, apresentando valor mínimo de pH na ordem de 3,17 (Figura 4). Esse comportamento pode estar associado ao aumento dos valores de AT no mesmo período (Figura 4). Portanto, sendo o amadurecimento o período de maior atividade

metabólica, pode-se dizer que os ácidos orgânicos constituem-se excelente reserva energética dos frutos, justamente para posterior oxidação no metabolismo respiratório.

No entanto, a AT observada nos frutos correspondeu inversamente aos valores obtidos com o pH, apresentando valor máximo de 1,98 justamente no período em que foi detectado a menor média de pH nos frutos. Isso pode estar indicando o estabelecimento claro de modificações químicas provenientes da aceleração no amadurecimento dos frutos. Segundo Pimentel *et al.*, (2010), há uma forte correlação entre os níveis de acidez encontrados nos frutos e o seu comportamento metabólico. De acordo com esses autores, em algumas espécies, os níveis de acidez podem ser reduzidos a medida em que há utilização dos ácidos orgânicos para produção de ATP durante o processo de respiração. Já em outras espécies, pode-se verificar aumentos nesses níveis em virtude do próprio processo respiratório gerar ácidos orgânicos, os quais, acumulando-se nos frutos, influenciam a elevação da acidez. Esse fato pode explicar a elevação do nível de AT observado neste estudo. Da mesma maneira, esse aumento, também pode estar relacionado ao desdobramento do amido (Figura 9) em açúcares redutores (Figura 5) e, supostamente, sua conversão em ácido pirúvico provocada pela respiração dos frutos (SILVA *et al.*, 2006) .

Os teores de SS nos muricis sofreram acréscimos até 21 DAA, ponto onde também foi verificado o início da queda pronunciada da AT. A partir daí, a exemplo da AT, os SS dos frutos sofreram decréscimos constantes até 42 DAA, podendo-se então estabelecer conexão, dentro do mesmo período de tempo, quanto a diminuição da AT e do SS nos frutos. Sendo assim, tal comportamento possivelmente tenha ocorrido em resposta a utilização de ambos componentes como fonte de energia em função do processo de respiração e amadurecimento, o que pode indicar que neste período os frutos já possuíam características bioquímicas próprias de um fruto maduro, ainda que não apresentando características físicas completas como a coloração e até mesmo o maior desenvolvimento de massa fresca (Figura 2). Outro componente são os açúcares totais e redutores (Figura 5), que no decorrer da maturação apresentaram acréscimos até 21 DAA, com significativa redução após esse período e até o fim da maturação, também explicado pela própria aceleração do metabolismo respiratório dos frutos. Dessa maneira, os SS apresentaram teores de 19,33 °brix aos 7 DAA, subindo a 20,23 °brix aos 21 DAA, e apresentando seus menores valores (16,33 °brix) aos 42 DAA.

Açúcares Totais, Redutores e Amido

A exemplo dos SS, os açúcares totais e redutores (Figura 5) também apresentaram taxa de crescimento até 23 DAA, quando a partir daí detectou-se queda constante e significativa até o final do período experimental, aos 42 DAA. Esse comportamento de decréscimo pode ser justificado pela utilização desses componentes no processo de amadurecimento, acreditando-se que, durante o período de 23 a 30 DAA, pelos resultados apresentados, os frutos estariam em acelerado padrão respiratório. O mesmo foi identificado por Silva *et al.*, (2013), em avaliações realizadas com genótipos de pessegueiros, onde identificou-se elevação no padrão respiratório (Figura 13) durante o primeiro estágio de desenvolvimento do fruto identificado pelo autor como o período em que ocorreu o processo de expansão celular. Da mesma forma, o aumento dos teores de açúcares, tanto totais como redutores, coincidiram com o aumento da massa fresca dos frutos no período anterior ao citado. Entretanto, esses dados são discordantes com Castro Neto e Reinhardt (2003), que mencionam em seus estudos que o aumento do teor de açúcares, por conta da diminuição do aporte de água nos frutos à campo, pode ter como resultado negativo a redução da massa fresca do fruto.

O comportamento evidenciado pelo amido nos frutos de murici, durante o período de avaliação, demonstrou-se inversamente proporcional ao dos açúcares. Isso pode ser explicado pelo fato do amido, segundo Oliveira Jr. *et al.*, (2003), enquanto polissacarídeo, ser uma das principais fontes na constituição dos açúcares como a frutose e a glicose, justamente por meio de sua degradação. Assim, a medida que essa fonte esgota-se, também se reduz a produção desses açúcares, promovendo decréscimos em suas taxas durante e ao final do período de amadurecimento dos frutos. Desse modo, o teor de amido, que inicialmente estava em 6,04 mg de glicose.100 g⁻¹ de polpa, sofreu decréscimos constantes até os 28 DAA, coincidindo com o ponto de maior atividade respiratória. E, a partir dos 35 DAA, os teores de amido dos muricis praticamente estabilizaram, verificando-se valores de 0,98 mg de glicose.100 g⁻¹ de polpa aos 28 DAA, 0,90 e 0,84 mg de glicose.100 g⁻¹ referentes aos períodos 35 e 42 DAA respectivamente. Nesse momento, exemplificando o período de diminuição do metabolismo dos frutos, pode ser considerado como indício da senescência, acreditando-se que o momento ideal de colheita dos muricis já tenha ocorrido, possivelmente aos 21 DAA. Vale ressaltar que após os 42 DAA, data da última colheita

realizada, os frutos de murici já não mais apresentavam padrão visual adequado nas plantas, o que pressupõe rápida deterioração e perda de qualidade dos frutos.

Pectina Total, Solúvel, Enzimas Poligacturonase (PG) e Pectinametilesterase (PME)

Até a colheita realizada aos 21 DAA, observou-se o aumento no conteúdo de pectina total nos muricis de 0,07 para 0,30 % de ácido galacturônico.100 g⁻¹, havendo, no entanto, decréscimo acentuado após esse período, reduzindo esse conteúdo para valores de 0,09 % de ácido galacturônico.100 g⁻¹ ao final do período experimental (Figura 6). Nesse sentido, o padrão de comportamento da pectina total demonstrou, pelos resultados aqui observados, que as primeiras colheitas experimentais, realizadas aos 7, 14 e 21 DAA, corresponderam ao crescimento físico dos frutos (Figura 1 e Figura 2) e, caracterizaram-se como fase de síntese, pois nessas fases o teor de pectina total tendeu a ser mais elevado. Alves *et al.*, (2002) também observaram decréscimos das pectinas totais do estágio totalmente verde a totalmente amadurecido em camu-camu. O conteúdo de pectina solúvel também apresentou alterações semelhantes, porém menos drásticas em comparação ao conteúdo de pectinas totais (Figura 6). Segundo Imsabai *et al.*, (2002), essa resposta é comum a outros frutos e se deve, provavelmente, à quebra de ligações entre as substâncias pécnicas e a hemicelulose, o que acaba por culminar no amaciamento dos frutos.

Neste contexto, pode-se inferir que as alterações no conteúdo de pectinas totais e solúveis estiveram associadas à atividade enzimática (Figura 7 e Figura 8). Assim, durante o desenvolvimento dos muricis, analisado em cada uma das colheitas realizadas, detectou-se atividade enzimática inicial elevada da PME, variando de 122,27 a 145,17 E.A.U g⁻¹ min⁻¹, seguido por decréscimos constantes até os 42 DAA, atingindo valores médios de 15,63 E.A.U g⁻¹ min⁻¹. Contrariamente, a atividade da enzima PG, que inicialmente era reduzida (1,76 E.A.U g⁻¹ min⁻¹), cresceu durante o desenvolvimento dos frutos, atingindo seu ápice aos 21 DAA, com atividade enzimática média de 20,94 E.A.U g⁻¹ min⁻¹, e permanecendo em padrão constante até os 42 DAA. Segundo os autores Prassana *et al.*, (2007) e Silva *et al.*, (2009), esse comportamento caracteriza a ação de desmetilação dos polímeros de ácido galacturônico, inicialmente desencadeada pela PME, com subsequente ação de quebra desses polímeros pela ação final da PG. Portanto, a atividade das enzimas PME e PG neste trabalho foram semelhantes aos encontrados por Alves *et al.*, (2002), onde a atividade da PME também foi

significativamente superior a PG nos frutos verdes, enquanto que a atividade da PG foi mais pronunciada nos nitidamente maduros. Avaliando mudanças relacionadas ao amaciamento da graviola durante a maturação pós-colheita, Lima *et al.*, (2006) também observaram que a redução no conteúdo de pectina total coincidiu com o período de expressiva atividade da enzima PG, resultado similar ao encontrado durante o experimento com o murici.

Atividade Antioxidante (ORAC e DPPH), Ácido Ascórbico e Compostos Fenólicos

Os compostos fenólicos apresentaram taxas de incrementos até 28 DAA, com valores médios de 2308,84 mg GAE.100g de amostra⁻¹ (Figura 11). A partir desse ponto, seguindo padrão semelhante já observado nas análises anteriormente discutidas, foram detectados decréscimos acentuados até 42 DAA, período em que os frutos encontravam-se completamente amadurecidos e/ou em início de senescência. Assim, do ponto de máximo observado aos 28 DAA, até o final do período experimental, os frutos de murici perderam quase 23% dos conteúdos de compostos fenólicos, o que de certa forma pode ser considerada como perda razoável, principalmente do ponto de vista funcional. Entretanto, ao se comparar dados da literatura para frutos nativos da Amazônia que apresentam consideráveis concentrações de compostos fenólicos (BRAGA *et al.*, 2010), o açaí (431 a 464 mg equivalentes de ácido gálico.100g de amostra⁻¹) e o camu-camu, com 1120 a 1430 (mg equivalentes de ácido gálico.100g de amostra⁻¹), pode-se dizer que mesmo em sua pior performance, colheita realizada aos 42 DAA, os muricis aqui analisados ainda podem ser considerados como excelente fontes de compostos fenólicos.

Nesse mesmo contexto, embora o conteúdo de compostos fenólicos tenha diminuído com o amadurecimento dos frutos, eles ainda pode ser considerados elevados quando comparados a outros frutos. Vasco *et al.*, (2008), avaliando os conteúdos de fenólicos presentes em 17 frutos do Equador, reuniu-os em 3 grupos. O primeiro grupo, de acordo com esses autores, apresentaram valores médios abaixo de 100 mg GAE.100g de amostra⁻¹, o segundo grupo valores entre 200-500 mg GAE.100g de amostra⁻¹ e o terceiro grupo valores superiores a 1000 mg GAE.100g de amostra⁻¹. Desse modo, pode-se inferir que os níveis de fitoquímicos presentes nos muricis, com valores médios não inferiores a 1813,11 mg GAE.100g de amostra⁻¹, podem ser classificados no terceiro grupo. Assim, constata-se que, mesmo no final do amadurecimento, quando os frutos apresentaram queda no conteúdo de compostos fenólicos, os frutos de murici

ainda apresentavam excelente potencial antioxidante. Silva *et al.*, (2004) mencionam que a presença desses compostos nos alimentos pode proporcionar efeitos benéficos à saúde humana. Dados esses concordantes com pesquisas recentes onde é demonstrado que as propriedades de vários compostos fenólicos presentes em frutos atuam com eficácia nas infecções causadas por *Helicobacter pylori* (VATTEN *et al.*, 2005) e na indução da apoptose (YEH e YEN, 2005).

Apesar do conteúdo de compostos fenólicos não estar, necessariamente, envolvido na quantificação da atividade antioxidante (JACOBO-VELASQUÉZ e CISNEROS-ZEVALLOS, 2009), os resultados dessa análise nos muricis, realizada por dois métodos distintos (ORAC e DPPH), apresentaram resultados correspondentes aos observados (Figura 10). Inclusive, pôde-se verificar que a maior atividade antioxidante foi atribuída aos frutos colhidos aos 28 DAA e que, a partir daí, a exemplo do conteúdo de compostos fenólicos, a atividade antioxidante também diminuiu ao longo do período experimental, ou seja, em detrimento ao retardamento das colheitas. Desse modo, os muricis que apresentavam os maiores conteúdos de fenólicos, também apresentaram os maiores valores ORAC ($171,22 \mu\text{mol Eq Trolox.}100\text{g de amostra}^{-1}$) e DPPH ($226,92\mu\text{mol Eq Trolox.}100\text{g de amostra}^{-1}$). Portanto, a maior atividade antioxidante dos muricis em fases anteriores a completa maturação pode estar relacionada à presença de compostos fenólicos que, segundo Heim *et al.*, (2002), podem ser considerados como um dos maiores contribuintes da atividade antioxidante em frutos. Segundo Wang e Jião (2001), ao longo do processo de amadurecimento e senescência, os frutos apresentam diminuições, pela queda justamente por meio de seus processos metabólicos. Assim, presume-se que a menor atividade antioxidante estaria ligada ao avanço do amadurecimentos nos frutos. Esses dados estão de acordo com Fetter *et al.*, (2009), onde, pitangas em menor estágio de amadurecimento apresentavam maior atividade antioxidante em comparação àquelas já amadurecidas.

O conteúdo de ácido ascórbico, precursor da vitamina C, decresceu com o avanço na maturação dos frutos. Contudo, isso até certo ponto era esperado, visto que o ácido ascórbico em muricis, bem como na maioria dos frutos, diminui com o avanço do amadurecimento (NEVES *et al.*, 2008). Assim, os muricis verdes apresentaram valores superiores aos encontrados nos muricis maduros, com pico aos 14 DAA, apresentando valores médios de $170,61 \text{ mg de ácido ascórbico.}100 \text{ g}^{-1}$ de polpa, seguido por ligeiros decréscimos nos valores aos 28 e 35 DAA, quando apresentaram valores médios de $165,53$ e $150,76 \text{ mg de ácido ascórbico.}100 \text{ g}^{-1}$ de polpa, respectivamente. Esses valores

foram superiores ao encontrado por Rufino *et al.*, (2009), que analisando o teor de ácido ascórbico em murici, observou valores médios de 148 mg/100 g. Desse ponto em diante, semelhantemente ao conteúdo de compostos fenólicos (Figura 11) e a atividade antioxidante (Figura 10), os frutos sofreram queda acentuada, alcançando a concentração mínima de ácido ascórbico na ordem de 117,35 mg de ácido ascórbico.100 g⁻¹ de polpa aos 42 DAA, ponto onde os muricis já apresentavam características típicas de senescência. Chirinos *et al.*, (2010) também observaram que frutos verdes apresentaram maiores concentrações de ácido ascórbico do que frutos amadurecidos.

Outro ponto a ser considerado é que, apesar da semelhança entre os comportamentos dos conteúdos de ácido ascórbico e a atividade antioxidante dos muricis que, segundo Rufino *et al.*, (2010) estaria indicando uma relação bioquímica entre ambos, estudos cromatográficos detalhando o tipo e a quantidade do componente necessitam ser realizados para que se tenha um melhor entendimento.

CO₂ e Etileno

Avaliando a taxa respiratória dos muricis ao longo do período de experimental, constatou-se a formação de um pico aos 21 DAA (Figura 13), evidenciando o comportamento climatérico dos frutos. Segundo Giovannoni (2001), essa categorização de climatérico baseia-se no aumento da respiração durante o amadurecimento dos frutos.

Nesse sentido, observou-se valores médios que variaram de 3,05 a 5,21 mL de CO₂.kg⁻¹.h⁻¹, no período compreendido entre 7 e 21 DAA, onde observou-se a maior atividade de descarboxilação, devido, justamente, ao intenso metabolismo gerado pelo desenvolvimento inicial dos frutos. Decréscimos constantes na produção de CO₂ foram então observados nos períodos subsequentes, indicando, possivelmente, o avanço no amadurecimento dos muricis. Assim, aos 42 DAA, foram quantificados valores na ordem de 2,05 mL de CO₂.kg⁻¹.h⁻¹, caracterizando o final do amadurecimento e/ou o início da senescência dos frutos.

Outro fator que caracterizou o padrão climatérico dos muricis foi a variação na produção de etileno durante o período de desenvolvimento e maturação. Nesse sentido, além do aumento da respiração descrito por Giovannoni (2001), tal pico de respiração é também associado ao aumento da produção autocatalítica de etileno (IANNETTA *et al.*, 2006). Dessa maneira, os frutos, que apresentavam produção média de 0,12 µL de etileno.kg⁻¹.h⁻¹ aos 7 DAA, revelaram sua máxima produção aos 21 DAA (0,18 µL de

etileno.kg⁻¹.h⁻¹), observando-se posteriormente comportamento de queda, típica de frutos climatéricos (NOGUEIRA *et al.*, 2007), com produção média de 0,12 µL de etileno.kg⁻¹.h⁻¹ aos 42 DAA. Esses dados corroboram com Neves *et al.*, (2009), onde frutos climatéricos apresentam elevada taxa respiratória, com a detecção de pico climatérico ou respiratório e, com a detecção perceptível do etileno durante o desenvolvimento. Caracteristicamente, esse comportamento além de refletir claramente o padrão respiratório de frutos climatéricos, denota para a colheita realizada aos 21 DAA, a maior intensidade metabólica e, supostamente, o ponto ideal de colheita, visto que nesse período foram observados os melhores resultados para os parâmetros sensoriais e funcionais dos muricis.

8. CONCLUSÃO

Os frutos de murici apresentaram período de desenvolvimento de 42 dias, com avanço da senescência dos frutos já a partir desse período. Acredita-se, até mesmo pelo aspecto visual dos frutos, que os mesmos não apresentavam condições sensoriais de serem colhidos, ainda mais presumindo-se as etapas vindouras de transporte e comercialização.

De acordo com os dados observados pôde-se verificar o comportamento típico climatérico na espécie.

Os frutos verdes apresentaram as maiores concentrações de vitamina C, ácidos fenólicos e atividade antioxidante, quando em comparação aos frutos completamente maduros. Assim, recomenda-se, nas condições do presente estudo, que a colheita dos muricis (*Byrsonima coccolobifolia* Kunth.) seja realizada entre 21 e 28 DAA, onde os mesmos apresentaram a melhor qualidade sensorial e funcional.

9. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

ALEXANDRINO, V. H. D.; SOUSA, J. S. S.; BASTOS, M. N. C. Estudo taxonômico da família Malpighiaceae Juss. das restingas de Algodual/Maiandeuá, Maracanã, Pará, Brasil. *Bol. Mus. Para. Emílio Goeldi. Cienc. Nat.*, Belém, v. 6, n. 3, p. 335-347. 2011.

ALI, Z.M.; CHIN, L.-H.; LAZAN, H. A comparative study on wall degrading enzymes, pectin modifications and softening during ripening of selected tropical fruits. *Plant Science*, v.167, p.317-327, 2004.

ALVES, R. E.; FILGUEIRAS, H. A. C.; MOURA, C. F. H.; ARAÚJO, N. C. C.; ALMEIDA, A. S. Camu-Camu (*Myrciaria dúbia* (H.B.K.) McVaugh) Mc Vaugh): A Rich Natural Source of Vitamin C. *Proceedings of Interamerican Society for tropical Horticulture*. v.46, p.11-13, 2002.

ALVES, T. M. A.; SILVA, A. F.; BRANDÃO, M.; GRANDI, T. S. M.; SMÂNIA, E. F. A.; SMÂNIA JÚNIOR, A.; ZANI, C. L. Biological screening of Brazilian medicinal plants. *Memorias do Instituto Oswaldo Cruz*, v. 95, n. 3, p. 367-373, 2000.

AOAC – Association of Official Analytical Chemists. **Official methods of analysis of AOAC International**: Gaithersburg, MD, USA, 1984. Official method 43.064.

BENEZAR, R.M.C. & PESSONI, L.A. Biologia floral e sistema reprodutivo de *Byrsonima coccolobifolia* (Kunth) em uma savana amazônica. *Acta Amazônica* v.36 159-168. 2006.

BITTER, T.; MUIR, H. M. A modified uronic acid carbazole reaction. *Analytical Biochemistry*, New York, v. 34, p. 330-334, 1962.

BRAGA, A. C. C.; SILVA, A. E.; PELAIS, A. C. A.; BICHARA, C. M. G.; POMPEU, D. R. Atividade antioxidante e quantificação de compostos bioativos dos frutos de abricó (*Mammea Americana*). *Alimentos e Nutrição Araraquara* v.21, n.1, p. 31-36, jan./mar. 2010.

BRAND-WILLIAMS, W.; CUVELIER, M.; BERSET, C. Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. *Food Science and Technology*, v.28, p.25-30, 1995.

CARVALHO, N.M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência tecnologia e produção**. 4.Ed. Jaboticabal: FUNEP, 588p. 2000

CASTRO NETO, M. T. DE; REINHARDT, D. H. Relações entre parâmetros de crescimento do fruto da manga cv. haden. *Revista Brasileira de Fruticultura*, v. 25, n. 1, p. 35-37, 2003.

CHIRINOS, R.; GALARZA, J.; BETALLELUZ-PALLARDEL,I.; PEDRESCHI,J.; CAMPOS, D. Antioxidant compounds and antioxidant capacity of Peruvian camu-camu [*Myrciaria dubia* (H.B.K.) McVaugh] fruit at different maturity stages. *Journal Agricultural Food Chemistry*, v. 120, p. 1019–1024, 2010.

CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. Pós-colheita de frutos e hortaliças: fisiologia e manuseio. 2. ed. Lavras: UFLA, 2005.

DAVID, J. M.; SANTOS, F. A.; GUEDES, M. L. S.; DAVID, J. P. Flavonoide e triterpenos de *Stigmaphyllon paralias*. **Química Nova**, v. 26, n. 4, p. 484-487, Jul. 2003.

EMBRAPA. Serviço Nacional de Levantamento e Classificação de Solo. **Manual de métodos de análise de solo**. Rio de Janeiro: Ministério da Agricultura. 1997. 212p.

FADDA, A.; MULAS, M. Chemical changes during myrtle (*Myrtus communis* L.) fruit development and ripening. **Scientia Horticulturae** v.125 p. 477-485, 2010.

FETTER, M. da R.; CORBELINI, D. D.; VIZZOTTO, M.; GONZALEZ, T. N. Compostos Bioativos e Atividade Antioxidante de Pitanga (*Eugenia Uniflora* L.) em Diferentes Estádios de Maturação. In: XVIII Congresso de Iniciação Científica, XI Encontro de Pós-Graduação e I Mostra Científica da Universidade Federal de Pelotas, 2009, **Anais...**

GIOVANNONI, J. Molecular biology of fruit maturation and ripening. **Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology**, v. 52, n. 1, p. 725-749, 2001.

GONDIM, P. J. S.; SILVA, S. M.; PEREIRA, W. E.; DANTAS, A. L.; CHAVES NETO, J. R.; SANTOS, L. F. Qualidade de frutos de acessos de umbu-cajazeira (*Spondias* sp.). **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental** v.17, n.11, p.1217-1221, 2013.

HEIM, K.E.; TAGLIAFERRO, A. R.; BOBILYA, D. J. Flavonoid antioxidants: chemistry, metabolism and structure-activity relationships. **The Journal of Nutritional Biochemistry**, v.13, p.572-584, 2002.

HIGUCHI, C. T.; PAVAN, F. R.; LEITE, C. Q. F.; SANNOMIYA, M.; VILEGAS, W.; LEITE, S. R. A.; SACRAMENTO, L. V. S.; SATO, D. N. Triterpenes and antitubercular activity of *Byrsonima crassa*. **Química Nova**, v. 31, n. 7, p. 1719-1721, Set. 2008.

HUANG, D.; OU, B.; HAMPSCH-WOODILL, M.; FLANAGAN, J. A; DEEMER, E. K. Development and validation of oxygen radical absorbance capacity assay for lipophilic antioxidants using randomly methylated B-cyclodextrin as the solubility enhancer. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 50, p. 1815, 2002.

HUBER, D.J.; KARAKURT, Y.; JEONG, J. Pectin degradation in ripening and wounded fruits. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, v.13, p.224-341, 2001.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. Métodos Físico-Químicos para Análise de Alimentos. 4ª ed., 1ª Ed. Digital, São Paulo: 2008.

ANNETTA, P.P.M.; LAARHOVEN, L. J.; MEDINA-ESCOBAR, N.; JAMES, E.K., MCMANUS, M.T.; DAVIES, H.V.; HARREN, F.J.M.. Ethylene and carbon dioxide production by developing strawberries show a correlative pattern that is indicative of ripening climacteric fruit. **Physiologia Plantarum**, v. 127, n. 2, p. 247-259, 2006.

IMSABAI, W.; KETSA, S.; DOORN, W.G. van. Effect of temperature on softening and the activities of polygalacturonase and pectinesterase in durian fruit. **Postharvest Biology and Technology**, v.26, p.347-351, 2002.

JACOBO-VELÁZQUEZ, D. A.; CISNEROS-ZEVALLOS, L. Correlations of antioxidant activity versus phenolic content revisited: A new approach in data analysis for food and medicinal plants. **Journal of Food Science**, v.74 n.9, p. R107 - R113, 2009.

JEN, J. J.; ROBINSON, M. L. P. Pectolytic enzymes in sweet bell peppers (*Capsicum annuum* L.). **Journal of Food Science**, Chicago, v. 49, n. 4, p. 1085-1087, 1984.

LIMA, M.A.C. de; ALVES, R.E.; FILGUEIRAS, H.A.C. Mudanças relacionadas ao amaciamento da graviola (*Annona muricata* L.) durante a maturação pós-colheita. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.41, n.12, p.1707-1713, 2006.

MALDINI, M.; SOSA, S.; MONTORO, P.; GIANGASPERO, A.; BALICK, M. J.; PIZZA, C.; DELLA LOGGIA, R. Screening of the topical anti-inflammatory activity of the bark of *Acacia cornigera* Willdenow, *Byrsonima crassifolia* Kunth, *Sweetia panamensis* Yakovlev and the leaves of *Sphagneticola trilobata* Hitchcock. **J. Ethnopharmacology**, v. 122, n. 3, p. 430-433, Fev. 2009.

MCCREADY, P. M.; MCCOOMB, E.A. Estration and determination of total pectic material. **Analytical Chemistry**. v. 24, n. 12, p. 1586-1588, 1952.

MICHELIN, D. C.; SANNOMIYA, M.; FIGUEIREDO, M. E.; RINALDO, D.; SANTOS, L. C.; SOUZA-BRITO, A. R. M.; VILEGAS, W.; SALGADO, H. R. N. Antimicrobial activity of *Byrsonima* species (Malpighiaceae). **Revista Brasileira Farmacognosia**, v. 18, n. supl., p. 690-695, 2008.

Missouri Botanical Garden. 2002. Specimen Data Base. Disponível em: <http://mobot1.mobot.org/website>. Acesso em 14 Dezembro 2013.

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

NEVES, L. C.; BENEDETTE, R. M.; SILVA, V. X. da; VIEITES, R. L.; ROBERTO, S. R. Dano de frio em limas-ácidas, colhidas em diferentes épocas e submetidas a tratamentos térmicos e bioquímicos. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.30, n.2, p.337-384, 2008.

NOGUEIRA, D. H.; PEREIRA, W. E.; SILVA, S. de M. e ARAUJO, R. da C. Mudanças fisiológicas e químicas em bananas 'Nanica' e 'Pacovan' tratadas com carbureto de cálcio. **Revista Brasileira Fruticultura**, Jaboticabal, v.29, n. 3, p. 460-464, 2007.

OLIVEIRA JUNIOR, E. N.; SANTOS, C. D.; ABREU, C. M. P.; CORRÊA, A. D.; SANTOS, J. Z. L. Análise nutricional da fruta-de-lobo (*Solanum lycocarpum* st. Hil.)

durante o amadurecimento. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras. V.27, n.4, p.846-851, 2003.

OU, B; HAMPSCH-WOODILL, M; PRIOR, R.L. Development and validation of an improved oxygen radical absorbance capacity assay using fluorescein as the fluorescent probe. **J. Agric. Food Chem.** V.49, p. 4619-4626, 2001.

PIMENTEL, R.M.A.; GUIMARÃES, F.N.; SANTOS, V.M.; RESENDE, J.C.F. Qualidade pós-colheita dos genótipos de banana PA42-44 e Prata-Anã cultivados no norte de Minas Gerais. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.32, n.2, p.407-413, 2010.

PRASSANA, V. PRABHA, T. N.; THARANATHAN, R. N. Fruit ripening phenomena an overview. **Critical Reviews In Food Science And Nutrition**, v. 47, n 1, p. 1-19, 2007.

PRESSEY, R.; AVANTS, J.K. Separation and characterization of the exopolygalacturonase and endopolygalacturonase from peaches. **Plant Physiology**, Baltimore, v.52, n.3, p.252-256, 1973.

PRIOR, R. L.; WU, X.; SCHAICH, K. Standardized methods for the determination of antioxidant capacity and phenolics in foods and dietary supplements. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.53, p. 4390-4302, 2005.

RUFINO, M.S.M.; ALVES, R.E.; BRITO, E.S.; PÉREZ-JIMÉNEZ, J.; SAURA CALIXTO, F.; MANCINI-FILHO, J. Bioactive compounds and antioxidant capacities of 18 non-traditional tropical fruits from Brazil. **Journal Agricultural Food Chemistry**, v. 121, p. 996-1002, 2010.

RUFINO, M.S.M.; FERNANDES, F.A.N.; ALVES, R.E.; BRITO, E.S. Free radical-scavenging behaviour of some north-east Brazilian fruits in a system. **Journal Agricultural Food Chemistry**, Columbus, v.114, n.2, p.693-695, 2009.

SANNOMIYA, M.; RODRIGUES, C. M.; COELHO, R. G.; SANTOS, L. C.; HIRUMALIMA, C. A.; SOUZA-BRITO, A. R. M.; VILEGAS, W. Application of preparative high-speed counter-current chromatography for the separation of flavonoids from the leaves of *Byrsonima crassa* Niedenzu (IK). **J. Chromatography A**, v. 1035, n. 1, p. 47-51, Abr. 2004.

SILVA, D. F. P.; SILVA, J. O. C.; MATIAS, R. G. P.; RIBEIRO, M. R.; BRUCKNER, C. H. Curva de crescimento e padrão respiratório de frutos de genótipos de pessegueiro em região de clima subtropical. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal - SP, v. 35, n. 2, p. 642-649, 2013.

SILVA, E. P.; VILAS BOAS, E. V. B.; RODRIGUES, L. J.; SIQUEIRA, H. H. Caracterização física, química e fisiológica de gabioba (*Campomanesia pubescens*) durante o desenvolvimento. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.29 n.4, p. 803-809, 2009.

SILVA, C. DE S.; LIMA, L. C.; SANTOS, H. S.; CAMILI, E. C.; VIEIRA, C. R. Y. I.; MARTIN, C. DA S.; VIEITES, R. L. Amadurecimento da banana-prata climatizada em diferentes dias após a colheita. **Ciência e Agrotecnologia**, n. 30, v. 1, p. 103-111, 2006.

SILVA, J. F.; FARIÑAS, M. R.; FELFILI, J. M.; KLINK, C. A. Spatial heterogeneity, land use and conservation in the cerrado region of Brazil. J. **Biogeografia**, v. 33, n. 3, p. 536-548, Mar. 2006.

SILVA, B. M.; ANDRADE, P. B.; VALENTAO, P.; FERRERES, F.; SEBRA, R. M.; FERREIRA, M. Quince (*Cydonia oblonga* Miller) fruit (pulp, peel, and seed) and jam: Antioxidant activity. **Journal Agricultural Food Chemistry**. 52, p.4705-4712. 2004.

VASCO, C., RUALES, J., & KAMAL-ELDIN, A. Total phenolic compounds and antioxidant capacities of major fruits from Ecuador. **Journal Agricultural Food Chemistry**, v.111, n.4, p.816–823, 2008.

VATTEM, D. A.; LIN, Y.-T.; GHAEDIAN, R.; SHETTY, K. Cranberry synergies for dietary management of *Helicobacter pylori* infections. **Process Biochemistry**, v.40, p. 1583–1592, 2005.

VENDRAMIN, D. W.; CARVALHO, R. I. N. Qualidade fisiológicas de sementes de pitangueira (*Eugenia uniflora* L.) (Myrtaceae). **Estudos de Biologia** v.35, n.84 p. 59-65, 2013.

WANG, S. Y.; JIAO, H. Changes in oxygen-scavenging systems and membrane lipid peroxidation during maturation and ripening in blackberry. **Journal of agricultural and food chemistry**, v. 49, n. 03, p. 1612-1619, 2001.

WETTASINGHE, M.; SHAHIDI, F. Evening primrose meal: a source of natural antioxidants and scavenger of hydrogen peroxide and oxygen-derived free radicals. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Washington, v.47, p. 1801-1812, 1999.

YEH, C. T.; YEN G. C. Induction of apoptosis by the anthocyanidins through regulation of Bcl-2 gene and activation of c-jun n-terminal kinase cascade in hepatoma cells. **Journal Agricultural Food Chemistry**, 2005, v.53, p.1740–1749, 2005.

FIGURAS

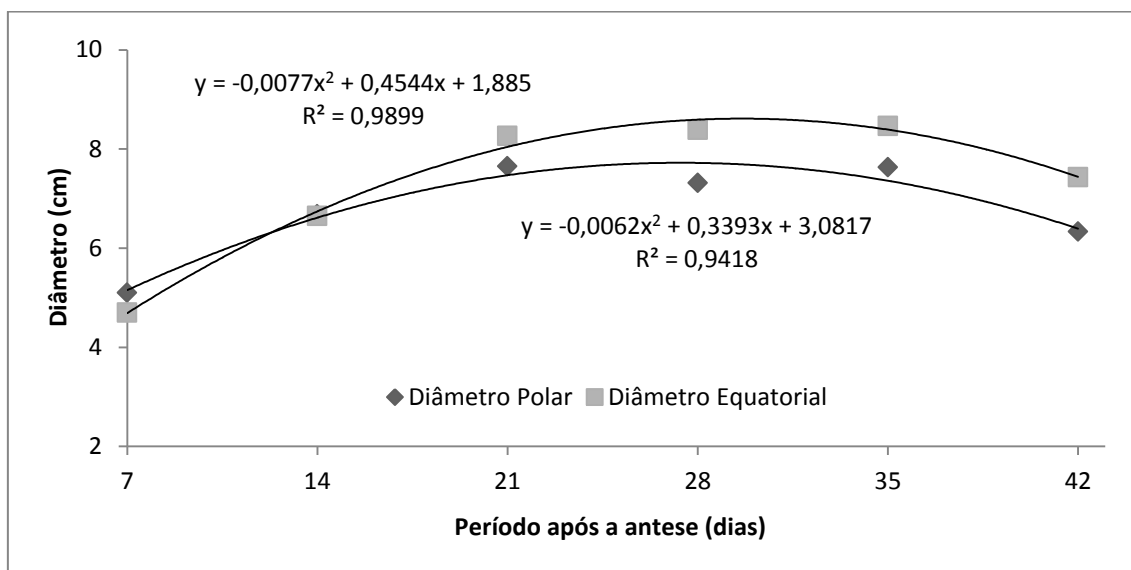


Figura 1 - Diâmetro polar e equatorial (cm) dos frutos de murici (*Byrsonima coccolobifolia*) durante o período de 7 aos 42 DAA.

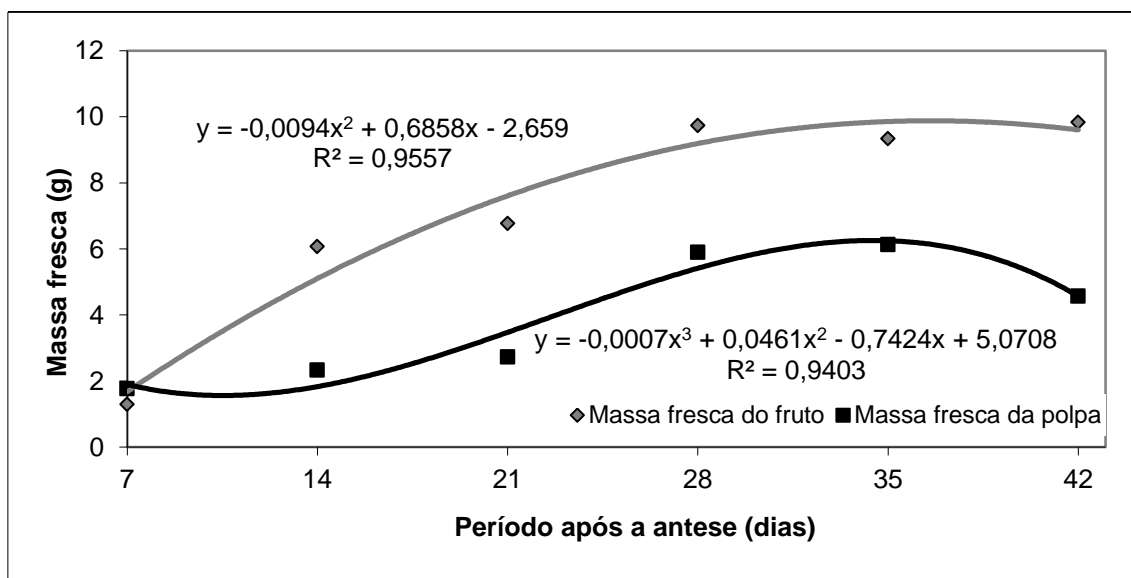


Figura 2 - Massa fresca de fruto e polpa (g) de murici (*Byrsonima coccolobifolia*) durante o período de 7 aos 42 DAA.

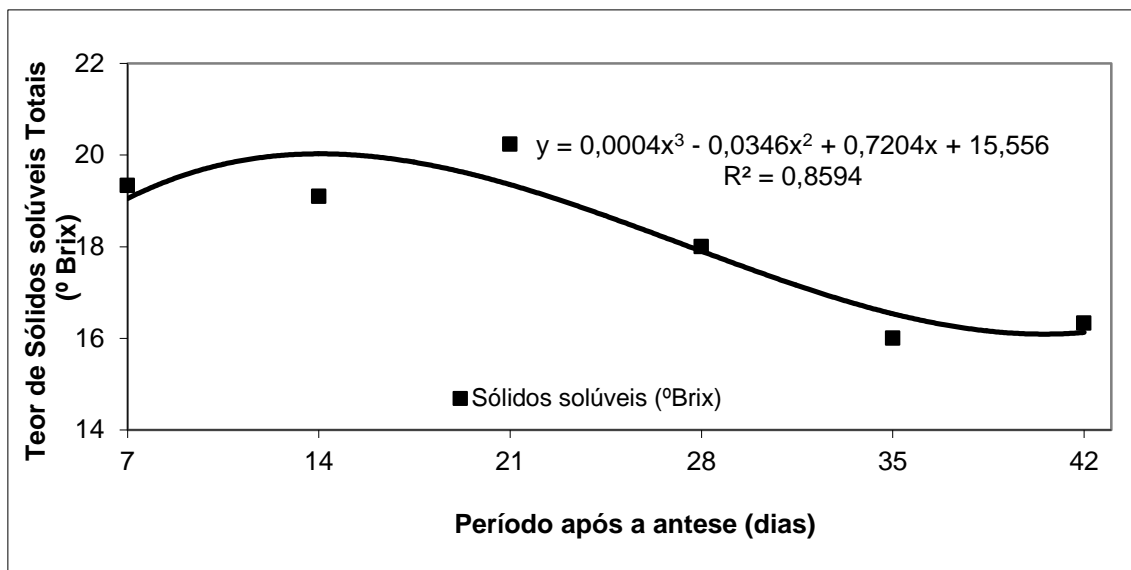


Figura 3 - Teor de sólidos solúveis (°Brix) de murici (*Byrsonima coccolobifolia*) durante o período de 7 aos 42 DAA.

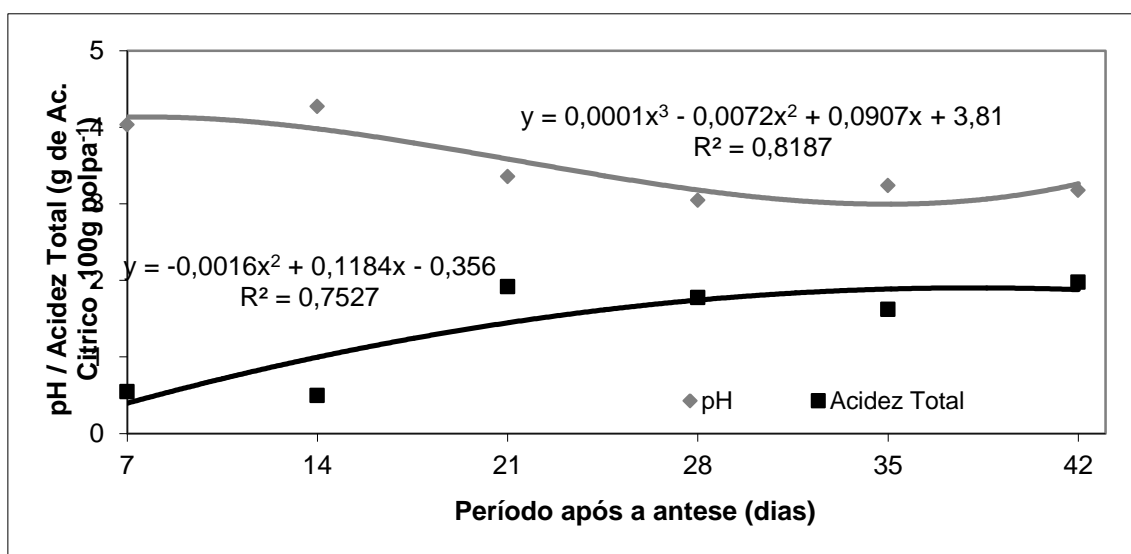


Figura 4 - Avaliação de pH e Acidez total titulável em murici (*Byrsonima coccolobifolia*) durante o período de 7 aos 42 DAA.

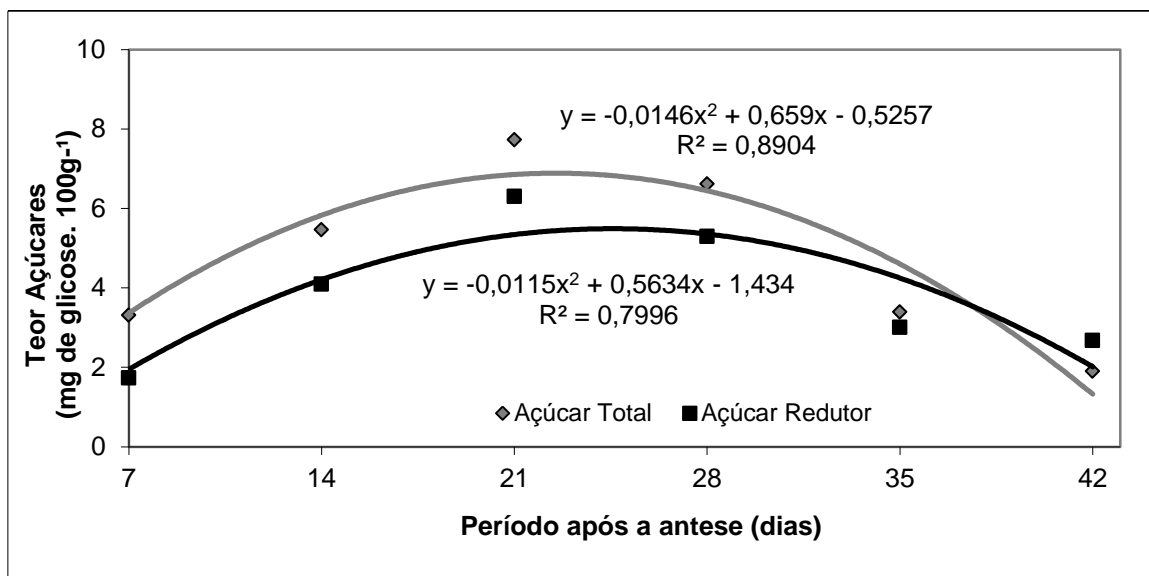


Figura 5 - Determinação de açúcares totais e redutores em murici (*Byrsonima coccolobifolia*) durante o período de 7 aos 42 DAA.

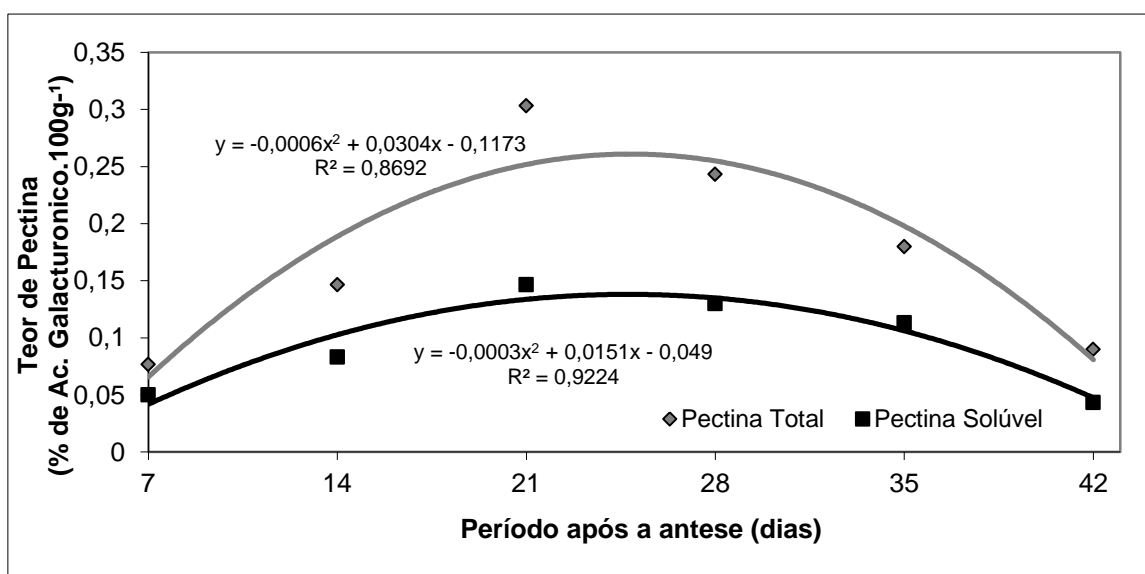


Figura 6 - Teor de Pectina total e solúvel em murici (*Byrsonima coccolobifolia*) durante o período de 7 aos 42 DAA.

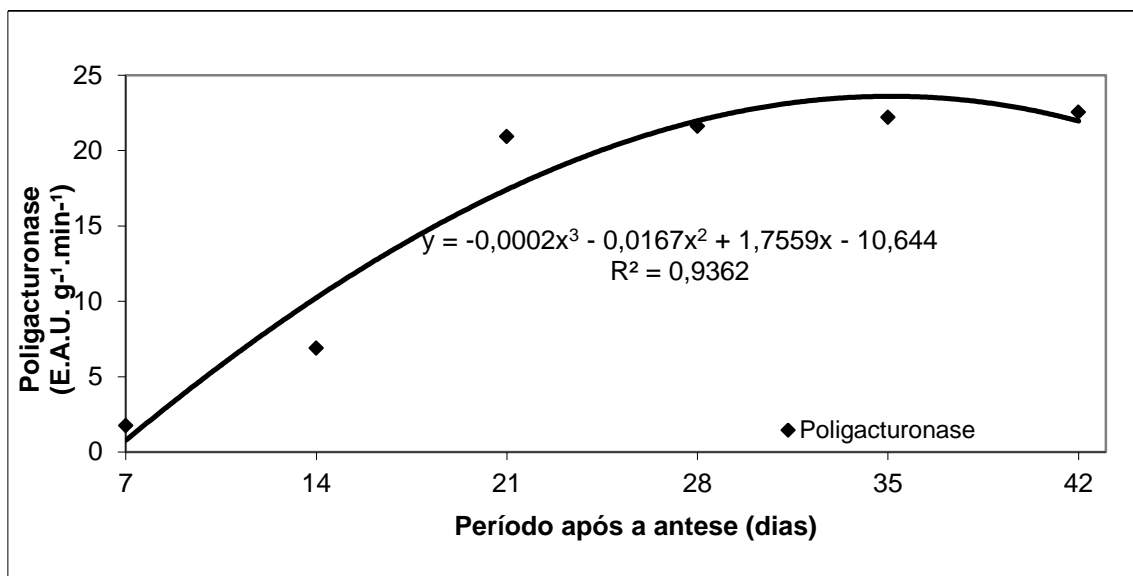


Figura 7 - Atividade da enzima Poligacturonase (PG) em murici (*Byrsonima coccolobifolia*) durante o período de 7 aos 42 DAA

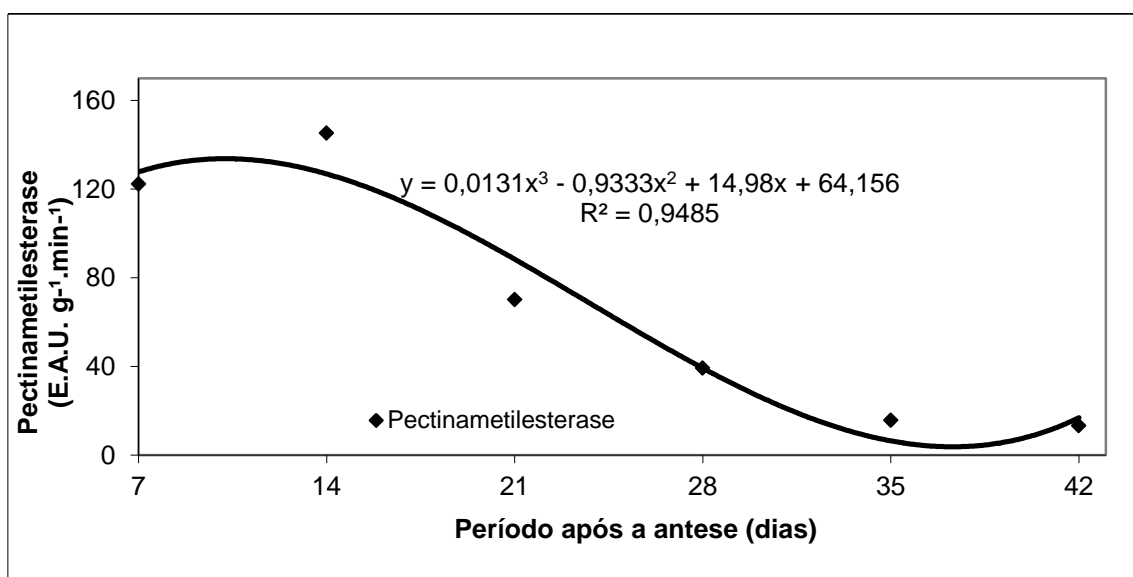


Figura 8 - Atividade da enzima Pectinametilsterase (PME) em murici (*Byrsonima coccolobifolia*) durante o período de 7 aos 42 DAA.

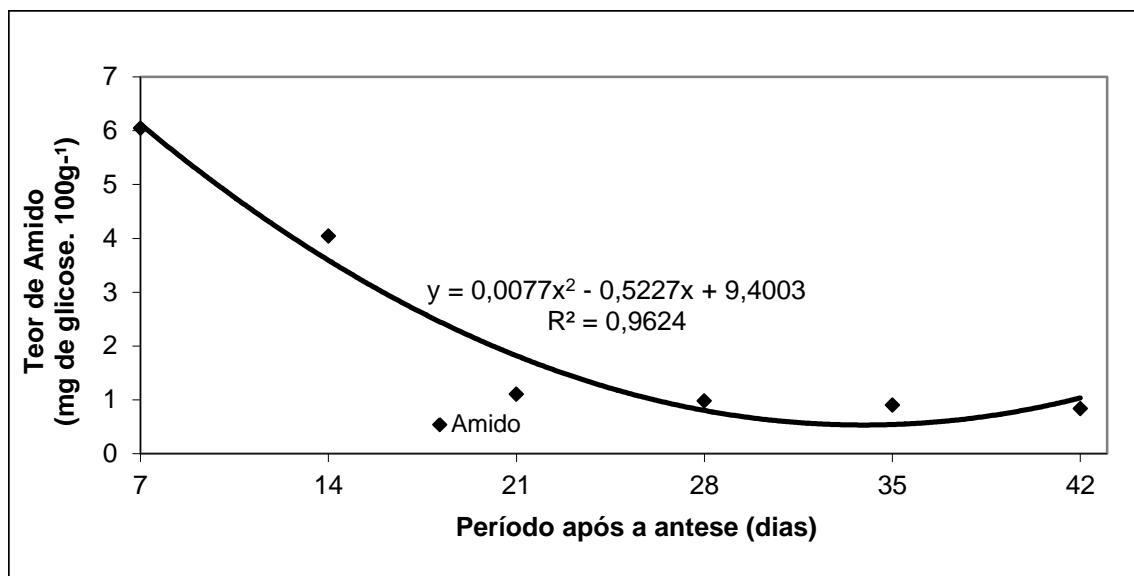


Figura 9 - Teor de amido em murici (*Byrsonima coccolobifolia*) durante o período de 7 aos 42 DAA.

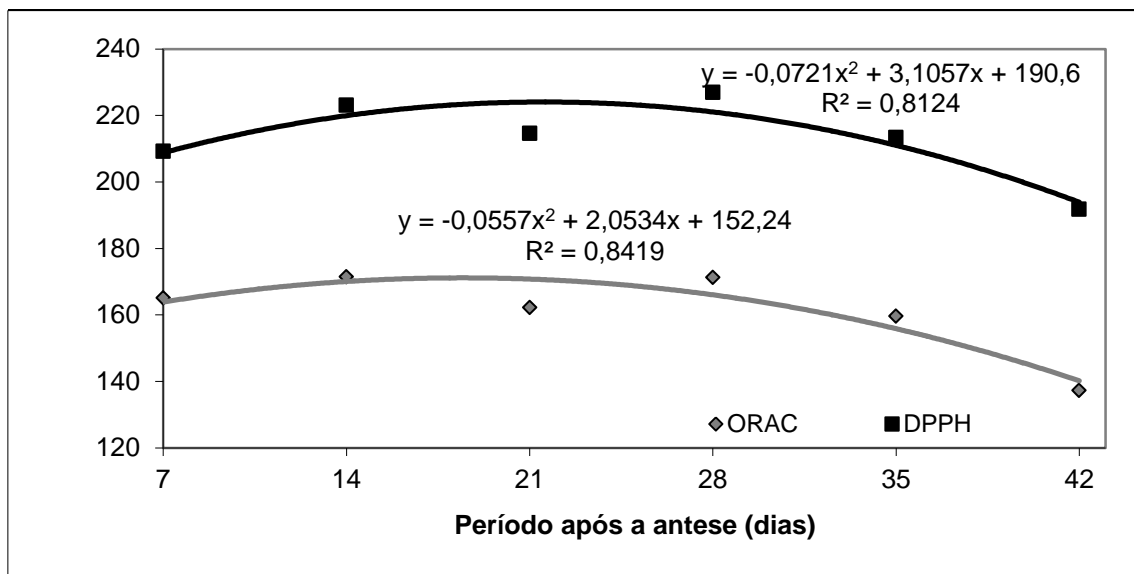


Figura 10 - Potencial da atividade antioxidante pelos métodos (ORAC) e (DPPH) em murici (*Byrsonima coccolobifolia*) durante o período de 7 aos 42 DAA.

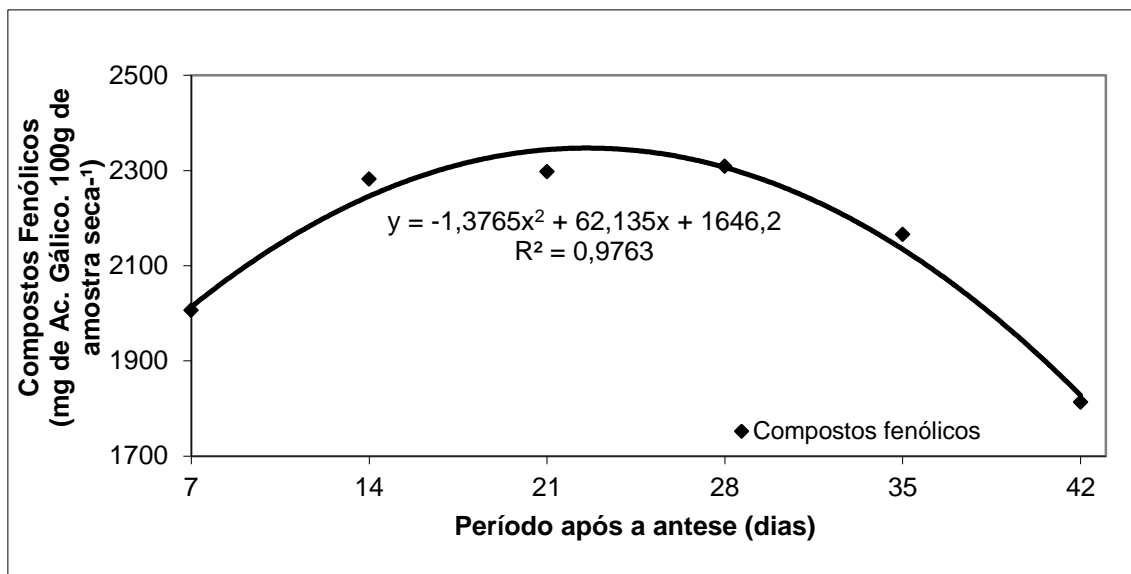


Figura 11 - Evolução dos compostos fenólicos em murici (*Byrsonima coccolobifolia*) durante o período de 7 aos 42 DAA.

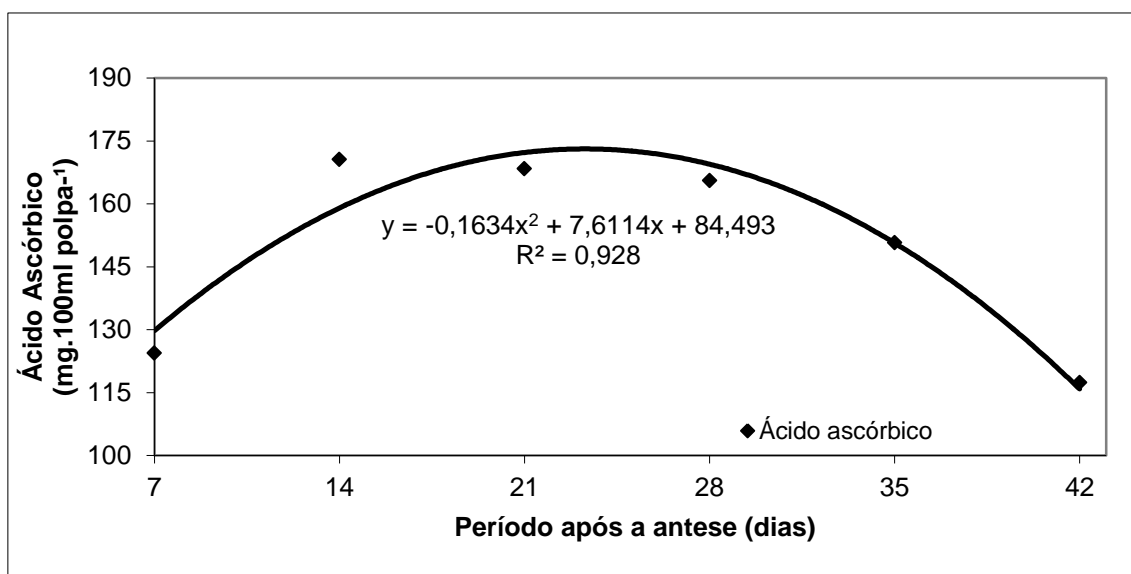


Figura 12 - Evolução do teor de Ácido ascórbico em murici (*Byrsonima coccolobifolia*) durante o período de 7 aos 42 DAA.

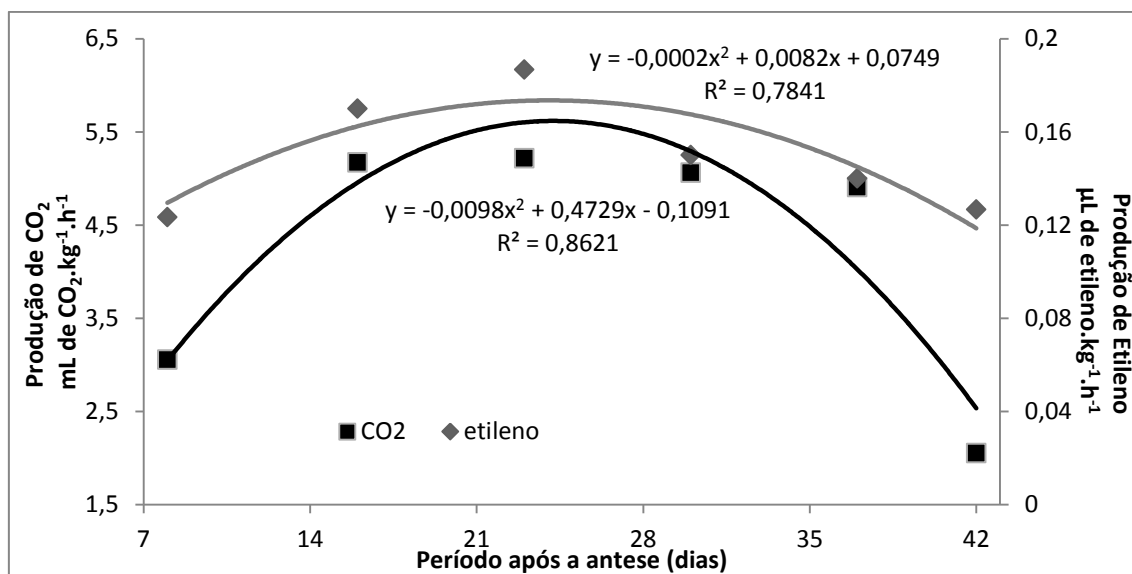


Figura 13 - Produção de CO₂ e etileno em murici (*Byrsonima coccolobifolia*) durante o período de 7 aos 42 DAA.

DETERMINAÇÃO DO PONTO DE COLHEITA DE FRUTOS DE MURICI (*Byrsonima crassifolia* KUNTH.) EM FUNÇÃO DE ATRIBUTOS FÍSICOS, QUÍMICOS E FUNCIONAIS

RESUMO

(*Byrsonima crassifolia* Kunth) fruto nativo da região amazônica o qual tem apresentado em estudos recentes alto potencial antioxidante em virtude da grande quantidade de fenóis, carotenoides e vitamina C, utilizado primariamente como alimento pela população nativa, apresentando no entanto escassez de informações quanto a determinação de ponto de colheita em virtude de suas características tanto químicas quanto funcionais. Assim, objetivou-se determinar o ponto ideal de colheita do murici, baseando-se nas características físicas, químicas, físico-químicas. Os frutos foram colhidos no período de junho à julho de 2013 de uma população nativa em ambiente de savana, sendo analisados em intervalos de sete dias a contar do período de antese. Foram realizadas avaliações químicas (pH, acidez total, sólidos solúveis, açúcares totais e redutores, amido, pectina total e solúvel, enzimas PG e PME, compostos fenólicos, vitamina C e atividade antioxidante pelos métodos ORAC e DPPH), determinação da atividade respiratória e determinações físicas (diâmetro e massa fresca do fruto e polpa). O experimento foi em (DIC) com análise de regressão e ajustamento dos modelos com aplicação do teste estatístico F ao nível de 5%. Verificou-se o comportamento climatérico do fruto, expressiva atividade antioxidante em virtude da presença de compostos fenólicos e vitamina C. O ponto de colheita ficou determinado pelo intervalo entre 28 e 35 DAA (dias após antese).

Palavras-chaves: Antioxidantes, Parâmetros e Curva de maturação.

ABSTRACT

(*Byrsonima crassifolia* Kunth) fruit native to the Amazon region which has shown in recent studies high antioxidant potential because of the large amount of phenols, carotenoids and vitamin C, used primarily as food for the native population, with however little information as determining collection point by virtue of its both chemical characteristics and functional. Thus, this study aimed to determine the ideal point of murici harvest, based on physical, chemical, physico-chemical. The fruits were harvested from June to July 2013 from a native population in savannah environment, and analyzed at intervals of seven days after the anthesis period. Chemical evaluations were conducted (pH, total acidity, soluble solids, total sugars and reducing, starch, total and soluble pectin, PG and PME enzymes, phenolic compounds, vitamin C and antioxidant activity by DPPH and ORAC methods), determination of the respiratory activity and physical determinations (diameter and fresh weight of fruit and pulp). The experiment was in (DIC) with regression analysis and adjustment of models with application of statistical F test at 5%. It was the climacteric behavior of the fruit, stronger antioxidant activity due to the presence of phenolic compounds and vitamin C. The harvest time was determined by the interval between 28 and 35 DAA (days after anthesis).

Keywords: Antioxidants, Parameters and maturation curve.

10. INTRODUÇÃO

Byrsonima crassifolia é uma espécie tropical da família das Malpighiaceae, amplamente distribuída nas Américas Central e do Sul (MARTÍNEZ-VÁZQUEZ *et al.*, 1999). O fruto é uma drupa pequena, arredondada ou alongada, tendo em média 1 a 2 cm de diâmetro; exocarpo delgado, amarelo; mesocarpo pastoso, amarelo, medindo 5 mm de espessura, cheiro e sabor característicos; endocarpo arredondado ou ovalado; rígido e reticulado (FERREIRA, 2005).

Na Amazônia está distribuída segundo Mobot (2010) e Mamede (2010) nos estados de Roraima, Amapá, Pará, Amazonas, Tocantins e Maranhão, sendo nestas regiões consumidos praticamente na forma de subprodutos, tais como sucos, doces e sorvetes. O murici tem sido utilizado pela população como alimento ou como agente terapêutico, por sua ação cicatrizante e anti-inflamatória. Há estudos que mostram que o murici possui componentes antioxidantes, como os compostos fenólicos, carotenoides e ácido ascórbico (GUIMARAES e SILVA, 2008; BARRETO *et al.*, 2009; ALMEIDA *et al.*, 2011; DE SOUZA *et al.*, 2012).

A determinação do ponto de colheita é um dos principais parâmetros que determinam a qualidade do fruto, tanto para consumo *in natura* quanto para a agroindustrialização, nesse sentido o mesmo pode-se ser estabelecido em função de diferentes atributos relacionados a cada espécie de fruto (BALBINO, 2005). Assim, para que a colheita seja efetuada no momento correto, é necessário que se determine, com precisão, o estágio de maturação do fruto, utilizando os índices de maturação. Esses índices compreendem medidas físicas ou químicas que sofrem mudanças perceptíveis ao longo da maturação, devendo-se assegurar a obtenção de frutos de estabilidade qualitativa no que se refere às características sensoriais, além de um comportamento adequado durante o armazenamento (KLUGE *et al.*, 2002). Desta maneira, este trabalho tem como objetivo a determinação do ponto colheita de frutos de *Byrsonima crassifolia* em Roraima baseando-se nas características físicas, químicas, físico-químicas, bem como, no estudo do comportamento funcional durante os diferentes estádios de desenvolvimento em pré-colheita.

11. MATERIAL E MÉTODOS

Os frutos de murici (*Byrsonima crassifolia* Kunth.) foram colhidos no período de junho à julho de 2013 de uma população nativa, em ambiente de savana, no campo

experimental da EMBRAPA na região do Água Boa, localizado na BR-174 sul a 35 km de Boa Vista-RR. Ambiente que apresenta solos de baixa fertilidade natural, reduzido número de espécies arbóreas, com regime de precipitação pluvial caracterizado pela concentração de chuvas entre os meses de maio à julho, precipitação anual oscilando de 1.460 à 2.100 mm. As inflorescências foram marcadas com fita vermelha e a partir da data de marcação, os botões florais foram monitorados semanalmente até o início da colheita dos frutos.

Os frutos foram colhidos em intervalo de 7 dias no decorrer do experimento, contados a partir da antese das inflorescências observada no campo correspondendo a 7, 14, 21, 28, 35, 42 e 49 dias após a antese (DAA), acondicionados em sacos plásticos, depositados em caixas térmicas e levados para análise no laboratório de Tecnologia de Alimentos (LTA) da Universidade Federal de Roraima (UFRR). No LTA/UFRR os frutos foram higienizados com hipoclorito à 1%, por 5 min, após selecionados considerando-se à aparência externa (coloração da epiderme), tamanho/calibre, sanidade fitossanitária (ausência de danos e podridões visuais), iniciando-se as análises químicas, físicas e físico-químicas cerca de 1 hora após coletados.

pH e Acidez Total Titulável

O pH foi medido por meio de potenciômetro com eletrodo de vidro. A acidez total (AT) foi determinada por titulação do filtrado (diluição 1:5) com NaOH 0,1 N, padronizado segundo técnica estabelecida pelo IAL (2008) e expressa em mg de ácido cítrico/100 g⁻¹.

Sólidos Solúveis Totais

O teor de sólidos solúveis (SS) foi avaliado por meio de refratômetro analógico modelo RT – 30 ATC, resolução 0,2% Brix, conforme a metodologia do IAL (2008). Os conteúdos de SS foram expressos em °Brix com precisão de 0,1 °Brix.

Açúcares totais e Redutores

Os açúcares totais e redutores foram determinados segundo a metodologia de Nelson (1944) e os resultados expressos em mg de glicose 100g⁻¹ de polpa.

Amido

Pesou-se 1,0 g de amostra, previamente seca em erlenmeyer de 250 mL. Adicionou-se a essa 50 mL de ácido clorídrico (HCl) a 1M (8,5 mL de HCl em 1 litro de água destilada). Os erlenmeyers foram fechados com tampão de algodão envolvido por filme plástico auto-aderente. Os frascos contendo as amostras foram colocados em recipiente plástico para microondas com água no fundo suficiente para evitar secar. Os erlenmeyers permaneceram em microondas durante 20 minutos na potência máxima. Após esse período, o amido se transformou em açúcares e algumas gotas foram retiradas para o teste com Lugol (Iodo em iodeto de potássio) – tornando amarela a solução. A seguir, a amostra foi neutralizada com NaOH 10% (100 g NaOH/L de água) usando 3 gotas de fenolfetaleína como indicador até que a coloração da solução ficasse rósea. Os resultados foram expressos em mg de glicose.100 g⁻¹ de amostra.

Pectina Total e Solúvel

Foram extraídas seguindo a técnica de McCready e McCoomb (1952) e determinadas colorimetricamente pela reação com carbazol, segundo técnica de Bitter e Muir (1962). Os teores de pectina total e solúvel foram expressos em porcentagem (%) de ácido galacturônico 100 g⁻¹ de polpa.

Enzima PG e PME

A pectinametilesterase (PME) foi determinada segundo Jen e Robinson (1984) e os resultados foram expressos em $\mu\text{mol de NaOH.g}^{-1}.\text{min}^{-1}$.

A enzima poligalacturonase (PG), foi determinada segundo Pressey e Avants (1973) e os resultados foram expressos em U.A.E. $\text{g}^{-1}.\text{min}^{-1}$.

Compostos Fenólicos

Os compostos fenólicos totais foram determinados pelo método espectrofotômetro utilizando o reagente Folin-Ciocalteau (Merck), seguindo metodologia por Wettasinghe e Shahidi (1999) e curva padrão de ácido gálico. Os resultados foram expressos em mg de ácido gálico.100 g⁻¹ de amostra.

Vitamina C

A análise de vitamina C foi realizada através do método de HPLC. Para a determinação dos teores de ácido ascórbico foi utilizado um aparelho Shimadzu categoria de sistema LC VP HPLC system, uma bomba (LC-6AD) e um detector UV-VIS (SPD-10AV VP). A coluna utilizada foi YMC-Pack ODS (250 mm x 4,6 mm, ID 5 mm). As fases móveis foram ajustadas com água de pH 3 acidificadas com ácido fosfórico. A separação foi realizada por eluição isocrática com fluxo de 0,4 mL.min⁻¹ estando a coluna à temperatura ambiente. O detector UV foi fixado em 254 nm. A quantificação foi baseada na medição da área do pico. Os resultados foram expressos em mg.100 mL⁻¹ de polpa e casca. Uma amostra (10 g) foi extraída em 10 mL de água ajustado para pH 1,5 com 10 mL de ácido fosfórico em água (2%,v/v). Os extratos foram filtrados em papel filtro. Após, 1,5 mL de tampão (0,01 MKH₂PO₄, pH 8,0) foi adicionado a 1,5 mL do extrato da amostra. A partir daí 1,0 mL dessas misturas foram carregadas em cartuchos de C18. Após o carregamento, 3 mL de água ajustada (pH 1,5) com 2 mL de água-ácido fosfórico (2%, v/v) foram passados através dos cartuchos e 20 mL de eluentes foram injetados no HPLC. Os resultados foram expressos em mg de ácido ascórbico.100 g⁻¹ de amostra em base seca (b.s.).

Atividade Antioxidante (ORAC)

A atividade antioxidante foi determinada pelo método de Ou *et al.*, (2001) adaptado por Huang *et al.*, (2002), usado em microplacas, com fluoresceína. As amostras foram analisadas em três diluições, considerando-se a média como valor ORAC final, como recomendado por Huang *et al.*, (2002). A quantificação da atividade antioxidante foi baseada no cálculo da área sob a curva de decaimento da fluorescência como proposto por Prior *et al.*, (2005). Os resultados foram expressos em $\mu\text{mol Eq Trolox.100g de amostra}^{-1}$.

Atividade Antioxidante (DPPH)

A medição da atividade sequestradora de radicais DPPH foi realizada como descrito por Brand-Willians *et al.*, (1995). O DPPH remanescente ao final da reação foi determinada e quantificada como a atividade sequestradora de radical DPPH utilizando uma curva padrão de Trolox. O atividade antioxidante pelo método DPPH foi expressa em $\mu\text{mol Eq Trolox.100g de amostra}^{-1}$.

Determinação da Atividade Respiratória

Produção de CO₂ e Etileno

Foram acondicionados aproximadamente 0,1kg por repetição, em recipientes herméticos, com capacidade unitária de 1 L, durante 1 hora, a $22 \pm 1^\circ\text{C}$. Passado esse período, foram coletados, com auxílio de uma seringa hipodérmica, 5mL da atmosfera gasosa de cada recipiente (tratamentos) para dosagem de etileno e CO₂. As concentrações de etileno foram quantificadas por cromatografia gasosa, utilizando cromatógrafo a gás marca Varian®, modelo 3300, equipado com uma coluna de aço inox 1/8", preparado com Porapak® N e detector de ionização de chama. Já a concentração de CO₂ foi quantificada em cromatógrafo Shimadzu® CR 950, equipado com sistema de detecção por condutividade térmica. Utilizaram-se como padrões soluções de etileno e CO₂ a 100ppm e 5%, respectivamente, para cada um dos gases. Os resultados foram expressos em mL de CO₂.kg⁻¹.h⁻¹ e µL de etileno.kg⁻¹.h⁻¹.

Características Físicas do Fruto

Diâmetros polar e equatorial

As determinações do diâmetro médio dos frutos (mm) polar e equatorial foram feitas com o uso de paquímetro digital DC-6 Western.

Massa Fresca do fruto e polpa

As determinações da massa fresca dos frutos e polpa (g) foram efetuadas com o uso de balança analítica (Bel engineering) (0,1 mg) em cada um dos estádios de desenvolvimento fenológicos dos frutos.

Delineamento experimental e Análise estatística

O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado (DIC), composto de 7 estádios de maturação com 3 repetições, cada repetição composta por 90 frutos. As variáveis avaliadas foram submetidas à análise de regressão polinomial em função das datas de colheita. Realizou-se ajustamento de modelos de regressão com aplicação do teste estatístico F, ao nível de 5% de probabilidade, para medir a significância do modelo proposto por meio do programa computacional SISVAR.

12. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Diâmetro polar e equatorial e Massa Fresca do fruto e polpa

Durante o período de desenvolvimento dos frutos de murici o diâmetro polar e equatorial (Figura 14) apresentaram modificações expressivas, evoluindo de valores de $4,5 \pm 0,03$ mm de diâmetro equatorial e $4,3 \pm 0,03$ mm de diâmetro polar, aos 7 DAA, para o valor máximo, aos 35 DAA, de $9,1 \pm 0,03$ mm e $8,18 \pm 0,03$ mm, para diâmetro equatorial e polar respectivamente, ou seja, observou-se nesse período crescimento médio na ordem de 51 e 48% respectivamente para a massa dos frutos, em relação ao início dos trabalhos. Após esse período, o qual correspondeu a etapa de rápido desenvolvimento dos frutos, observou-se declínio destes valores, justamente pela aceleração do metabolismo dos frutos e, possivelmente, a consequente perda de turgescência dos mesmos. Nos dois últimos pontos de análises, correspondentes a etapa final de desenvolvimento e maturação, verificou-se valores de $7,9 \pm 0,03$ mm e $6,7 \pm 0,03$ mm aos 42 DAA para diâmetros equatorial e polar respectivamente, valores esses que se mantiveram constantes ao fim da colheita, aos 49 DAA, assim em comparação aos frutos colhidos aos 35 DAA, observou decréscimo tanto, no diâmetro longitudinal quanto no equatorial. O mesmo pode ser analisado quando verificamos os valores de massa fresca do fruto (Figura 15). Durante o desenvolvimento inicial, observou-se que a massa dos frutos, em média, apresentavam valores de $1,66 \pm 0,01$ g aos 7 DAA. No entanto, durante o período que correspondeu aos pontos de colheita (14, 21, 28 e 35 DAA), observou-se que a MFF (massa fresca do fruto) apresentou aumentos elevados, isto em decorrência do rápido aumento de massa da semente em virtude do desenvolvimento total do fruto, a qual chegou a corresponder a 48% da massa total do fruto, quando este analisado maturo, alcançando ao final do período, valores de $8,2 \pm 0,01$ g para MFF e $4,5 \pm 0,01$ g para MFP (massa fresca da polpa).

Semelhante ao decréscimo que ocorreu nos valores de diâmetro polar e equatorial durante o desenvolvimento dos frutos, ocorreu também redução nos valores de MFF e MFP, observando aos 42 DAA perdas médias de $1,28 \pm 0,01$ g na variável MFF e de $0,76 \pm 0,01$ g na variável MFP. Entretanto, dos 42 aos 49 DAA, observou-se ligeiro acréscimo de $0,13 \pm 0,01$ g para ambas as variáveis. A redução desses parâmetros ao longo do desenvolvimento pode ser explicada em virtude do desenvolvimento do fruto, o qual quando maturo, reduz os níveis de massa fresca em

virtude da perda de água para o ambiente o qual provoca, segundo Fadda e Mulas (2010), perda de turgescência do tecido vegetal.

Acidez titulavel, pH e Sólidos Solúveis

Observou-se que durante o desenvolvimento dos frutos de murici, ao contrario do que já é esperado para a grande maioria das espécies em relação aos teores de acidez e pH, houve neste caso comportamento inverso, no qual observou-se aumento gradativo dos níveis de acidez (Figura 18). Nesse sentido, a acidez que inicialmente estava em 0,33 g de ac. Cítrico. 100g amostra⁻¹, aos 7 DAA, aumentou para 1,40 g de ac. cítrico .100g amostra⁻¹ aos 35 DAA, mantendo-se praticamente estável até o final do processo de maturação dos frutos, concorrendo com a diminuição acentuada do pH (Figura 17 e 18) passando de 4,22 na fase inicial de desenvolvimento aos 7 DAA, para 3,47 ao final da maturação, aos 49 DAA. Pimentel *et al.*, (2010) explica esse comportamento em virtude da alta relação entre a acidez, encontrados nos frutos e, o próprio comportamento metabólico. Conforme explica, algumas espécies podem sim apresentar redução nos níveis de acidez a medida em que há utilização dos ácidos orgânicos para produção de energia durante o processo de respiração situação essa mais comum, porem em outros casos, pode haver aumentos nestes níveis em virtude do processo respiratório gerar ácidos orgânicos, os quais acumulando-se no fruto, influenciam no aumento da acidez total. Este fato, então explica a elevação do nível de acidez observando aqui e, conseqüentemente, o próprio decréscimo do pH. Com estes resultados pode-se considerar o murici como um fruto ácido, o mesmo comportamento observado em trabalhos realizados com frutos pertencentes ao gênero *Byrsonima*..

Quanto aos teores de sólidos solúveis (Figura 16), pôde-se observar variação constante durante todo o desenvolvimento do fruto, alcançando o pico de máximo aos 35 DAA, com valores médios de 27 °Brix. Este aumento no nível de sólidos solúveis coincidiu com o aumento nos níveis de acidez, acido ascórbico e teores de açúcares totais e redutores, indicando que este parâmetro é altamente dependente de fatores relacionados ao metabolismo do fruto. Após este período de alta expressiva, a partir dos 42 DAA, houve redução drástica até o fim do processo de maturação, aos 49 DAA, em virtude dos processos de degradação sofridos, principalmente, pelos açúcares os quais são metabolizados para geração de energia em decorrência do processo respiratório. Acredita-se, nesse sentido, que a partir dos 35 DAA, os frutos poderiam estar expressando comportamento senescente.

Amido, Açúcares Total e Redutores

Durante o desenvolvimento e maturação do murici, pode-se verificar o acúmulo de amido (Figura 20) durante o período inicial de formação do fruto, no qual apresentou pico de 5,89 mg de glicose.100 g⁻¹ de amostra aos 7 DAA. Nesse contexto, é importante ressaltar que o amido é um polissacarídeo de reserva (LOOTENS *et al.*, 2013), único nos vegetais, e que são utilizados, gradativamente no processo respiratório dos fruto (CAMPOS *et al.*, 2011). Após esse período, rápido declínio no conteúdo do amido foi verificado por meio da sua despolimerização, alcançando valor mínimo de 0,89 mg de glicose.100 g⁻¹ de amostra aos 49 DAA, ou seja, redução de 85% em relação ao conteúdo inicial detectado, o qual em virtude da degradação enzimática poder ser convertido em açúcares redutores, e que de acordo com Gonçalves *et al.*, (2006), estão presentes em frutos maduros, destacando-se a presença de sacarose, glicose e frutose; com seus teores variando conforme a espécie. Essa degradação do amido é normal, e ocorre por meio de complexo mecanismo enzimático, onde as enzimas envolvidas podem coexistir em múltiplas formas e estar localizadas fora do plastídeo, o que dificulta o estabelecimento da via metabólica predominante (NOTHNAGEL e NOTHNAGEL, 2007). De acordo com Vieira *et al.*, (2010), este carboidrato altamente presente em tecidos jovens sofre degradação durante o processo de amadurecimento promovendo o aumento de açúcares solúveis, contribuindo também para o aumento dos teores de sólidos solúveis, aqui observado no presente trabalho. Os teores de amido declinaram com o avanço do amadurecimento e, simultaneamente, ocorrendo aumento no conteúdo de açúcares redutores, como também relatado por (ADÃO e GLÓRIA, 2005).

A confirmação deste processo é possível quando são analisados a evolução dos açúcares redutores (Figura 19) durante o desenvolvimento do murici, partindo de 1,48 mg de glicose. 100g⁻¹, aos 7 DAA, para 5,43 mg de glicose. 100g⁻¹, aos 28 DAA, ocorrendo decréscimo após esse período em decorrência do próprio consumo metabólico destes açúcares durante o processo respiratório dos frutos. Assim açúcares provenientes da fotossíntese agem como substrato para o metabolismo energético e biossíntese de carboidratos, fornecendo condições de crescimento e desenvolvimento aos tecidos dreno. Além disso, os açúcares também poderiam funcionar como mensageiros secundários assegurando que o fruto continue a se desenvolver, mesmo após estresses bióticos ou abióticos (HAMMOND; WHITE, 2008), explicando-se desta

forma o seu consumo durante o período experimental. O mesmo ocorreu quando analisamos as concentrações de açúcares totais (Figura 19), os quais sofreram aumentos em virtude do incremento gerado pela elevação dos teores de açúcares redutores, alcançando concentração de 7,04 mg de glicose. 100g⁻¹, aos 28 DAA, coincidindo com o período de maior concentração dos açúcares redutores, como também a redução do teor de açúcares totais em virtude do metabolismo do fruto. Diante das alterações sofridas nos teores de açúcares total e redutores, os teores de sólidos solúveis também sofrem alterações a medida que estes açúcares tornam-se disponíveis no extrato líquido dos frutos, podendo-se verificar que durante o período de máximo incremento dos açúcares, houve também incremento dos sólidos solúveis (25,33 °Brix) durante o mesmo período de análise.

Pectina Total e Solúvel, Pectinametilesterase (PME) e Poligalacturonase (PG)

Durante o processo de desenvolvimento do fruto houve aumento do teor de pectina total de 0,06% de Ac. Galacturônico. 100g⁻¹, aos 7 DAA, para 0,25% de Ac. Galacturônico.100g⁻¹ aos 28 DAA (Figura 21). Esse aumento pode ter ocorrido em decorrência do aumento da massa do fruto, em virtude do processo de divisão celular, o qual possa ter aumentado o número de componentes estruturais; sendo a parede primária e a lamela média, segundo Wakabayashi (2000), constituintes da estrutura da célula vegetal formadas pela composição de moléculas poliméricas como os polissacarídeos pectínicos, celulose e hemicelulose. Partindo desse pressuposto na simples divisão celular, já potencialmente ocorrida nos frutos ainda imaturos, acarretaria aumento nos teores de pectina total, a qual é componente fundamental de arquitetura das células. Assim, em virtude da maturação dos mesmos, verificou-se o aumento da quantidade de pectina solúvel, o que promoveu sensível redução nos teores de pectina total, os quais são originados, de acordo com Wakabayashi (2000), a partir de polímeros integrados à parede celular e a hemicelulose. Isso pode ser observado durante a aceleração do processo metabólico dos frutos, caracterizado pelo aumento dos sólidos solúveis, diminuição do amido, entre outros.

Portanto, durante o processo de maturação ocorreram modificações no conteúdo bioquímico dos frutos, dos quais, a solubilização de polissacarídeos pectínicos gerando pectinas solúveis, a qual a medida em que se avançou o processo de amadurecimento dos frutos, sofreu incrementos, podendo então ser observado, durante o desenvolvimento dos frutos de murici, que os teores de pectina solúveis saltaram de

0,03% de ac. galacturônico.100g⁻¹, aos 7 DAA para 0,13% de ac. galacturônico.100g⁻¹, aos 42 DAA, apresentando como principal característica deste processo o aumento do teor de pectina solúvel e visualmente, conseqüente o amolecimento dos frutos (dados não apresentados).

Essa perda de consistência, observada em diversos frutos durante o processo de amadurecimento, é o resultado da ação de grupos enzimáticos que atuam no processo de solubilização das pectinas permitindo o afrouxamento das células e, de acordo com Yashoda *et al.*, (2005), ainda que não exista padrão enzimático para o processo na maturação, é notável a importância de duas enzimas, as quais, com seus padrões de atuação observados no presente trabalho, podem esclarecer este processo. Neste sentido, a enzima poligalacturonase (PG) - (Figura 22) atuou na despolimerização dos componentes de parede celular, como descrito por HUBER *et al.*, 2001, clivando as cadeias de ácidos galacturônicos, apresentando por sua vez aumento da sua atividade ao longo da maturação, o qual resultou durante este processo atividade máxima de 22,82 aos 49 DAA, e atividade mínima aos 7 DAA, com 2,57 (E.A.U. g⁻¹.min⁻¹). Porém como foi detectado, o aumento da atividade da enzima (PG) progrediu, inversamente proporcional, à atividade da enzima pectinametilesterase (PME) - (Figura 23), que apresenta como característica principal ação parcial de desesterificação de cadeias peptídicas, como forma de preparação à PG na despolimerização da pectina, esperado em frutos normais, a qual reduz sua atividade ao longo da maturação dos frutos, passando de 133,17 (E.A.U. g⁻¹.min⁻¹), aos 14 DAA, para 14,14 (E.A.U. g⁻¹.min⁻¹), aos 42 DAA. Esta redução da ação enzimática pode estar relacionada, segundo Jiang *et al.*, (2003), à inibição por parte de açúcares como a sacarose, maltose e glicose em virtude da ação competitiva entre os sítios de ligação da PME.

CO₂ e Etileno

Para frutos climatéricos, a maturação fisiológica ocorre no momento em que se inicia a produção autocatalítica de etileno, a qual ocorreu neste experimento a partir do período de 35 DAA (Figura 24), no qual foi observado o valor de 0,19 µL de etileno. kg⁻¹.h⁻¹, nessa fase de acordo com Wills (1998) os frutos já são sensíveis à ação desse hormônio e podem desenvolver o amadurecimento caso sejam colhidos (WILLS, 1998). O etileno é considerado o hormônio natural do amadurecimento, sendo que o aumento na sua biossíntese estimula o processo que marca a transição entre as fases que

compõem o período de desenvolvimento no fruto (CHITARRA e CHITARRA, 2005; RAHMAN, 2003).

Observando o comportamento durante este processo respiratório percebe-se evolução dos teores de CO₂ (Figura 25) ao longo do desenvolvimento do fruto com maior produção aos 35 DAA (7,22 ml de CO₂.kg⁻¹.h⁻¹), o qual coincidiu com o período de maior atividade do etileno (Figura 24) e maior expressão da acidez titulável 1,40 g de ac. cítrico .100g amostra⁻¹ (Figura 18), o que segundo Chitarra e Chitarra (2005) é uma exceção, pois o que normalmente ocorre é a diminuição dos ácidos orgânicos com a maturação das frutas, por serem os mesmos utilizados como substrato no processo respiratório ou na conversão em açúcares. Esta condição pode ser explicada devido a resposta ao incremento de ácidos orgânicos resultado do aumento da degradação dos açúcares para fornecimento de energia para este processo. Após esse período houve decréscimo acentuado do teor de CO₂ que alcançou valor mínimo de 2,70 ml de CO₂.kg⁻¹.h⁻¹, quanto de etileno com 0,15 µL de etileno.kg⁻¹.h⁻¹ aos 49 DAA, o qual indica fim do processo de maturação e início do processo de senescência, Esses dados estão de acordo com Neves *et al.*, (2009), onde frutos climatéricos apresentam elevada taxa respiratória, com a detecção de pico respiratório e, com a detecção perceptível do etileno, refletindo claramente o padrão respiratório de frutos climatéricos, observando para a colheita realizada aos 35 DAA, a maior intensidade metabólica e, supostamente, o ponto ideal de colheita.

Atividade Antioxidante, Ácido Ascórbico e Compostos Fenólicos

A atividade antioxidante quantificada nos frutos de murici durante desenvolvimento dos mesmos apresentou, aos 28 DAA, atividade máxima pelo teste DPPH de 261,91 µmol TE.g de amostra seca (Figura 26). A quantificação por meio do teste ORAC demonstrou atividade máxima, aos 35 DAA, apresentando valores médios de 219,33 µmol TE.g de amostra seca (Figura 26). Esta diferença pode ter ocorrido devido à sensibilidade do método ORAC, sendo capaz de quantificar compostos não determinados por outros métodos (SUCUPIRA *et al.*, 2012). A maior atividade antioxidante ocorreu durante o período em que o processo metabólico apresentava-se elevado, em virtude dos teores médios de etileno e CO₂ na ordem de 0,196 µL de etileno. kg⁻¹.h⁻¹ e 7,22 ml de CO₂ .kg⁻¹.h⁻¹ respectivamente, aos 35 DAA. Neste contexto, o aumento na taxa respiratória, assim demanda quantidades acentuadas de oxigênio, as quais corroboram com a formação de radicais livres (ROESLER, 2007).

Durante o processo de formação e desenvolvimento dos frutos ocorreu o consumo de oxigênio e em virtude do processo respiratório, segundo Degáspari e Waszczyński (2004) ocorreram a formação de espécies reativas ao oxigênio (EROS), as quais são originadas em decorrência do alto potencial eletroquímico do oxigênio, ocorrendo em virtude da transferência de fótons, que de acordo com Halliwell e Gutteridge (1990), são absorvidos pelos cloroplastos, deixando-o em um estado excitado. Em resposta ao surgimento dessas espécies reativas, inicia-se o aumento gradativo da atividade antioxidante, observado em especial pelo aumento nos teores de ácido ascórbico e compostos fenólicos, aqui analisados, os quais apresentam alta capacidade sequestrante de radicais livres.

Assim, observado a atividade na vitamina C durante o processo de desenvolvimento e maturação do fruto, verificou-se o aumento gradativo de sua síntese (Figura 28), sendo determinado, aos 35 DAA, teores médios de 219,33 (mg.100ml amostra⁻¹), coincidindo com o período de elevada atividade respiratória e máxima atividade antioxidante por ambos os métodos (DPPH e ORAC), segundo Ramalho (2005) atuando como antioxidante em alimentos, funciona de diversas maneiras; na remoção do oxigênio, prevenindo, portanto, a oxidação de constituintes sensíveis do alimento e na regeneração de antioxidantes. De acordo com Burdurlu (2006) o ácido ascórbico, por ser hidrossolúvel, é capaz de atuar na fase aquosa, sendo considerado o primeiro na linha de frente da atividade antioxidante sobre os radicais livres. Porém, não é capaz de agir nos compartimentos lipofílicos para inibir a peroxidação dos lipídeos, desta maneira havendo outros componentes, como os componentes fenólicos que contribuem para a capacidade antioxidante.

Desta maneira, observando o comportamento dos compostos fenólicos (Figura 27) dentre as fases dos frutos, percebe-se que igualmente ao ácido ascórbico, esses compostos também apresentaram assim maiores concentrações aos 35 DAA, com valores médios de 2847, 17 mg de ac. gálico. 100g de amostra seca⁻¹, com decréscimos observados, após este período, ocorrendo em decorrência do processo de senescência do fruto. Por tanto, com a redução do metabolismo dos frutos, ocorre a consequente redução da demanda de oxigênio e, dessa maneira, a redução da produção de EROS segundo (NACZK e SHAHIDI, 2006). Esses compostos são uma das maiores classes de metabolitos secundários das plantas, essenciais para o seu crescimento e reprodução, sintetizados principalmente em condições de estresse como infecções, ferimentos, radiações UV e até mesmo durante o amadurecimento e senescência dos frutos, sendo

responsáveis pela coloração, adstringência e estabilidade oxidativa. Os mesmos segundo (CARVALHO *et al.*, 2006) são componentes capazes de atuar em composto lipídicos, sequestrando metais (agentes quelantes), fazendo com que possam ter função antioxidante em óleos e gorduras, havendo desta maneira interação destes componentes ao ácido ascórbico na manutenção da atividade antioxidante.

13. CONCLUSÃO

Os frutos de *Byrsonima crassifolia* apresentaram período de desenvolvimento de 49 dias, com avanço da senescência dos frutos a partir desse período, verificando-se que os frutos apresentaram comportamento típico climatérico.

Os frutos verdes apresentam maiores concentrações de vitamina C, ácidos fenólicos e atividade antioxidante, quando em comparação aos frutos completamente maduros.

A colheita dos muricis (*Byrsonima crassifolia* Kunth.) deve ser realizada entre 28 e 35 DAA, onde os mesmos apresentaram a melhor qualidade quanto às características físicas, químicas e físico químicas.

14. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADÃO, R.C., GLÓRIA, M.B.A. Bioactive amines and carbohydrate changes during ripening of 'Prata' banana (*Musa acuminata* x *M. balbisiana*). **Food Chemistry**, v. 90, p. 705–711, 2005.

ALMEIDA, M. M. B.; DE SOUZA, P. H. M.; ARRIAGA, A. M. C.; DO PADRO, G. M.; MAGALHAE, C. E. C.; MAIA, G. A.; DE LEMOS, T. L. G. Bioactive compound and antioxidant activity of fresh exotic fruits from northeastern Brazil. **Food Research International**, v. 44, n. 7, p. 2155-2159, 2011.

BALBINO, J.M.S. Manejo na colheita e pós-colheita do maracujá. In: Costa, A.F.S.; Costa, A.N. Tecnologias para produção de maracujá. Vitória, ES: Incaper, p. 153-178, 2005.

BARRETO, G. P. M.; BESSANI, M. T.; MERCADANTE, A. Z. Bioactive Compounds from Several Tropical Fruits and Correlation by Multivariate Analysis to Free Radical Scavenger Activity. **Journal of the Brazilian Chemical Society**, v. 20, n.10, p. 1856-1861, 2009.

BITTER, T.; MUIR, H. M. A modified uronic acid carbazole reaction. **Analytical Biochemistry**, New York, v. 34, p. 330-334, 1962.

BRAND-WILLIAMS, W.; CUVELIER, M.; BERSET, C. Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. **Food Science and Technology**, v.28, p.25-30, 1995.

BROWNLEADER MD, JACKSON P, MOBASHERI A, PANTELIDES AT, SUMAR S, TREVAN M, DEY PM, **Crit. Rev. Food Sci.**, v.39, n.2,p.149 (1999)

BURDURLU, Hande S.; KOCA, NURAY; KARADENIZ, Feryal. Degradation of vitamin C in citrus juice concentrates during storage. **Journal of Food Engineering**, v. 74, p. 211– 216, 2006.

CARVALHO, P.G.B.; MACHADO, C.M.M.; MORETTI, C.L.; FONSECA, M.E.N. Hortaliças como alimentos funcionais. **Hort. Bras.**, v.24, n.4, p.397-404, 2006.

DEGÁSPARI, C. H.; WASZCZYNSKYJ, N. Propriedades antioxidantes de compostos fenólicos. *Visão Acadêmica*. Curitiba, v. 5, n. 1, p. 33-40, Jan.- Jun., 2004.

DE SOUZA, V. R.; PEREIRA, P. A. P.; QUEIROZ, F.; BORGES, S. V.; DE DEUS, J. S. C. determination of bioactive compounds antioxidant activity and chemical composition of Cerrado Brazilian fruits. **Food Chemistry**, v. 134, n.1, p. 381-186, 2012.

FADDA, A.; MULAS, M. Chemical changes during myrtle (*Myrtus communis* L.) fruit development and ripening. **Scientia Horticulturae** v.125, p.477–485, 2010.

FENNEMA, Owen R. **Química de los Alimentos**. 2 ed – Zaragoza, Espanha: Acribia, S.A. p. 666-677, 2000.

FRIDOVICH, I. Superoxide dismutases: an adaptation to a paramagnetic gas. **The Journal of Biological Chemistry**, v. 264, n. 4, p. 7761-7764, 1989.

GONÇALVES, C. A. A.; LIMA, L. C. O.; LOPES, P. S. N.; Mônica Elisabeth T. PRADO, M. E. T. Caracterização física, físico-química, enzimática e de parede celular em diferentes estádios de desenvolvimento da fruta de figueira. **Ciência Tecnologia de Alimentos.**, Campinas, v. 26, n. 1 p.220-229, 2006.

GUIMARAES, M. M.; SILVA, M. S. Valor nutricional e características químicas e físicas de frutos de murici-passa (*Byrsonima verbascifolia*). **Food Science and Technology** (Campinas), v. 28, p. 817-821, 2008.

HALLIWELL, B.; GUTTERIDGE, J. M. C. Role of free radicals and catalytic metal ions in human disease: an overview. **Methods in Enzymology**, New York, v. 186 (Part B), p. 1-81, 1990.

HAMMOND, J. P.; WHITE, P. J. Sucrose transport in the phloem: integrating root responses to phosphorus starvation. **Journal of Experimental Botany**, Oxford, v. 59, n. 1, p. 93-109, 2008.

HUANG, D.; OU, B.; HAMPSCH-WOODILL, M.; FLANAGAN, J. A; DEEMER, E.K. Development and validation of oxygen radical absorbance capacity assay for lipophilic antioxidants using randomly methylated B-cyclodextrin as the solubility enhancer. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 50, p. 1815, 2002.

HUBER DJ, KARAKURT Y, JEONG, J, **Mudanças relacionadas ao amaciamento da graviola durante a maturação pós-colheita.** Pesquisa agropecuária brasileira, vol.41 n.12, 2006.

HUBER, D.J.; KARAKURT, Y.; JEONG, J. Pectin degradation in ripening and wounded fruits. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, v.13, p.224341, 2001.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. Métodos Físico-Químicos para Análise de Alimentos. 4ª ed., 1ª Ed. Digital, São Paulo, 2008.

CAMPOS, A. J.; FUJITA, E. MORAES, M. R.; NEVES, L. C.; VIEITES, R. L.; Edvan Alves CHAGAS, E. A. Conservação de goiabas 'Pedro Sato' minimamente processadas e irradiadas. *Revista Agro@mbiente On-line*. v. 5, n. 1, p. 66-74, 2011.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz.** 4 ed. digital. Instituto Adolfo Lutz, São Paulo. v.1, 2008

JEN, J. J.; ROBINSON, M. L. P. Pectolytic enzymes in sweet bell peppers (*Capsicum annuum* L.). **Journal of Food Science**, Chicago, v. 49, n. 4, p. 1085-1087, 1984.

JIANG C M, WU M C, WU C L, CHANG H M J, pectina: propriedades químicas e importância sobre a estrutura da parede celular de frutos durante o processo de maturação. **Rev. Iberoam. Polim.**, v.10, n.4, p. 196-211, 2009.

LOOTENS D, CAPEL F, DURAND D, NICOLAI T, BOULENGUER P, LANGENDORFF V, **Food Hydrocolloid**, v.17, p.237, 2003.

MAMEDE, M. C. H., 2010. *Banisteriopsis*. In: R. C. FORZZA, P. M. LEITMAN, A. F. COSTA, A. A. CARVALHO JR., A. L. PEIXOTO, B. M. T. WALTER, C. BICUDO, D. ZAPPI, D. P. COSTA, E. LLERAS, G. MARTINELLI, H. C. LIMA, J. PRADO, J. R. STEHMANN, J. F. A. BAUMGRATZ, J. R. PIRANI, L. SYLVESTRE, L. C. MAIA, L. G. LOHMANN, L. P. QUEIROZ, M. SILVEIRA, M. N. COELHO, M. C. MAMEDE, M. N. C. BASTOS, M. P. MORIM, M. R. BARBOSA, M. MENEZES, M. HOPKINS, R. SECCO, T. B. CAVALCANTI & V. C. SOUZA (Eds.): **Lista de espécies da flora do Brasil**. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/2010/FB023488>>. Acesso em: 12 Agosto 2014.

MARTÍNEZ-VÁSQUEZ, M.; GONZÁLEZ-ESQUINICA, A.R.; CAZARES LUNA, M.; MORENO GUTIÉRREZ, M.N.; GARCIA ARGÁEZ, A.N. Antimicrobial activity of *Byrsonima crassifolia* (L.) H.B.K. **Journal of Ethnopharmacology**, v.66, p.79–82, 1999.

MCCREADY, P. M.; MCCOOMB, E.A. Estimation and determination of total pectic material. **Analytical Chemistry**. v. 24, n. 12, p. 1586-1588, 1952.

MOBOT, 2010. **Missouri Botanical Garden, W3MOST**. Disponível em:<<http://www.mobot.mobot.org/W3T/Search/vast.html>> Acesso em: 14 de Setembro 2014.

NACZK, M.; SHAHID, F. Phenolics in cereals, fruits and vegetables: occurrence, extraction and analysis. **J. Pharm.Biomed. Anal.**, v.41, n.5, p.1523-1542, 2006.

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

NOTHNAGEL AL, NOTHNAGEL EA, Primary Cell Wall Structure in the Evolution of Land Plants. **J. Integr. Plant Bio.**, v.49, n.8, p.1271-1278, 2007.

OU, B; HAMPSCH-WOODILL, M; PRIOR, R.L. Development and validation of an improved oxygen radical absorbance capacity assay using fluorescein as the fluorescent probe. **J. Agric. Food Chem.** V.49, p.4619-4626, 2000.

PAULL, R.; GROSS, K.; QIU, Y. Changes in papaya cell walls during fruit ripening. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v.16, p.79-89, 1999.

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

PRESSEY, R.; AVANTS, J.K. Separation and characterization of the exopolygalacturonase and endopolygalacturonase from peaches. **Plant Physiology**, Baltimore, v.52, n.3, p.252-256, 1973.

PRIOR, R. L.; WU, X.; SCHAICH, K. Standardized methods for the determination of antioxidant capacity and phenolics in foods and dietary supplements. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.53, p. 4390-4302, 2005.

PURVIS, A. C. The role of adaptive enzymes in carbohydrate oxidation by stressed and senescing plant tissues. **Hortscience**, v.32, n.7, p.195-168, 1997.

RAHMAN, M.S. Manual de conservación de los alimentos. Zaragoza: Acribia, 2003.

RAMALHO, V. C; JORGE, N. Antioxidantes Utilizados em Óleos, Gorduras e alimentos Gordurosos. **Química Nova**, São Paulo, v.24, n.4, jul. / ago. 2005.

SIES, H. Oxidative stress. Academia de Londres, 507, 1985. p.

SUCUPIRA, N. R.; DA SILVA, A. B.; PEREIRA, G.; COSTA, J. N. **Métodos Para Determinação da Atividade Antioxidante de Frutos. Unopar Científica Ciências Biológicas e da Saúde**; v.14, n.4, p.263-269, 2012

VAN SOEST PJ “*Nutritional ecology of the ruminant*”. Oregon. OeB Books, 1982

WAKABAYASHI K, CHUN, J. P.; HUBER, D. J. Extensive solubilization and depolymerization of cell wall polysaccharides during avocado (*Persea americana*) ripening involves concerted action of polygalacturonase and pectin methylesterase. **Physiologia Plantarum**, v.108, p.345-352, 2000.

WETTASINGHE, M.; SHAHIDI, F. Evening primrose meal: a source of natural antioxidants and scavenger of hydrogen peroxide and oxygen-derived free radicals. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Washington, v.47, p. 1801-1812, 1999.

WILLS, R. H. H.; LEE, T. H.; GRAHAM, W. B.; HALL, E. G. Postharvest – an introduction to the physiology and handling of fruit and vegetables. **Kensington: New South Wales University Press**, 161p, 1981,

YASHODA, H.M.; PRABHA, T.N. AND THARANATHAN, R.N. Mango ripening - chemical and structural characterization of pectic and hemicellulosic polysaccharides. **Carbohydrate Res.**, v.340, n.7, p.1335-1342, 2005.

ROESLER, R; MALTA, L.G.; CARRASCO, L. C.; HOLANDA, R. B.; SOUSA, C. A. S.; laucia Maria PASTORE, G. M. Atividade antioxidante de frutas do cerrado. **Ciência Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.27, n.1, p.53-60, 2007.

FIGURAS

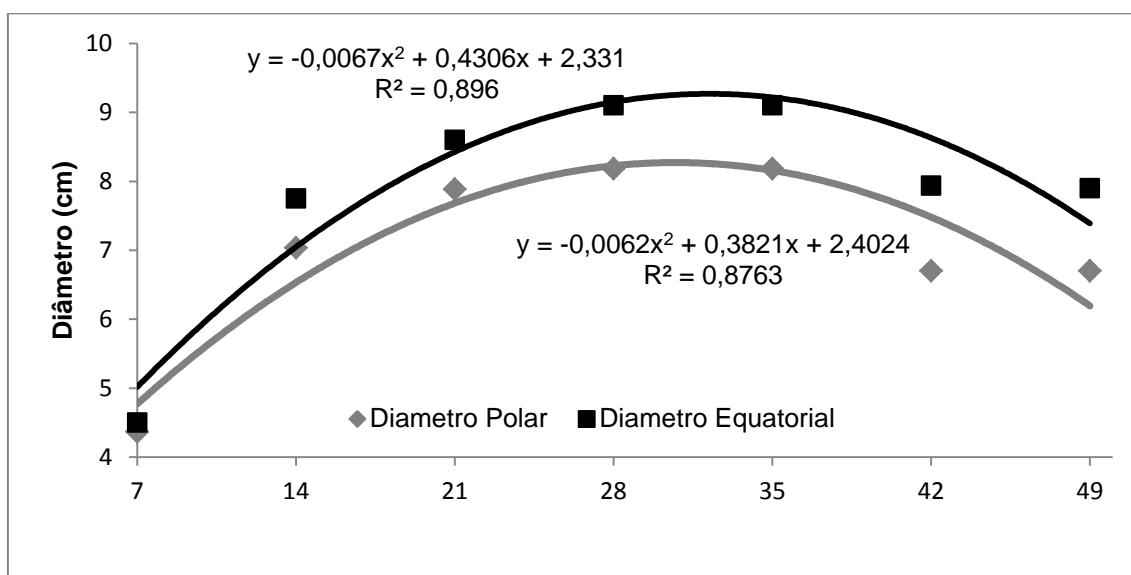


Figura 14 - Diâmetro polar e equatorial (cm) dos frutos de murici (*Byrsonima crassifolia*) durante o período de 7 aos 49 DAA.

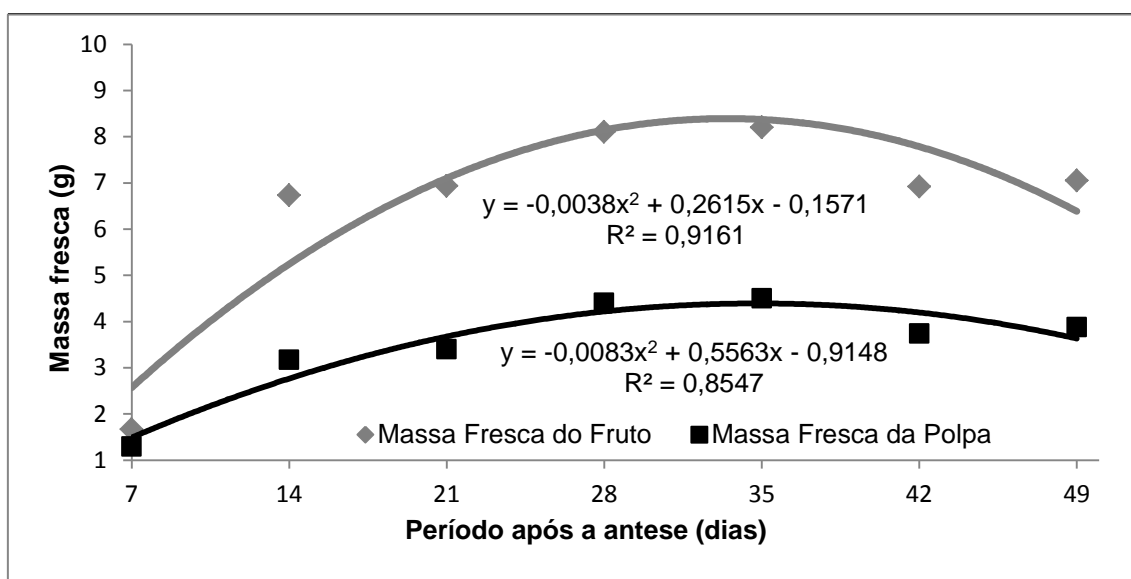


Figura 15 - Massa fresca de fruto e polpa (g) de murici (*Byrsonima crassifolia*) durante o período de 7 aos 49 DAA.

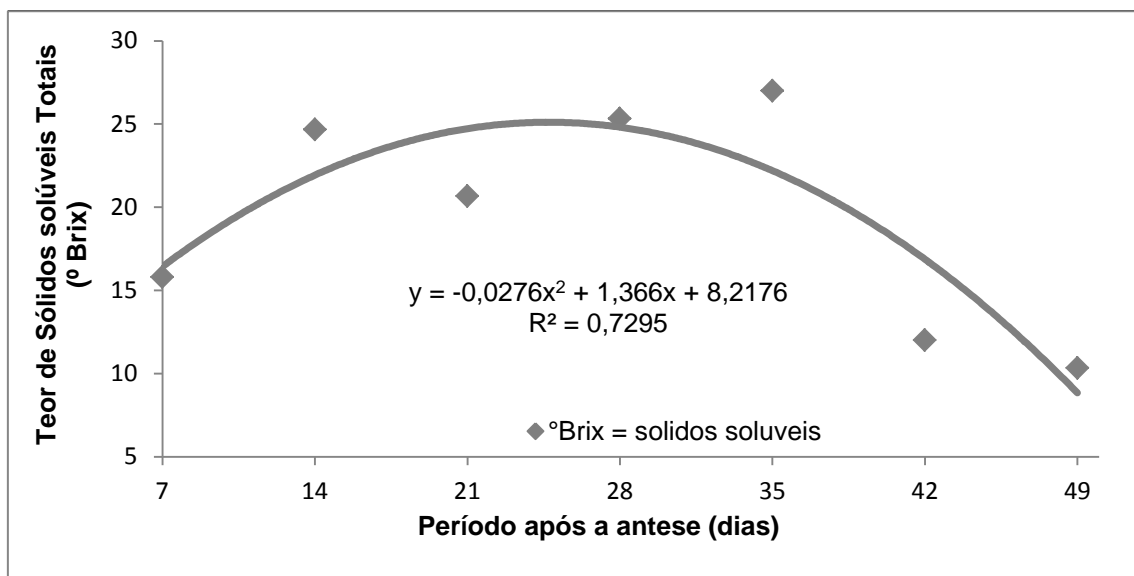


Figura 16 - Teor de sólidos solúveis (°Brix) de murici (*Byrsonima crassifolia*) durante o período de 7 aos 49 DAA.

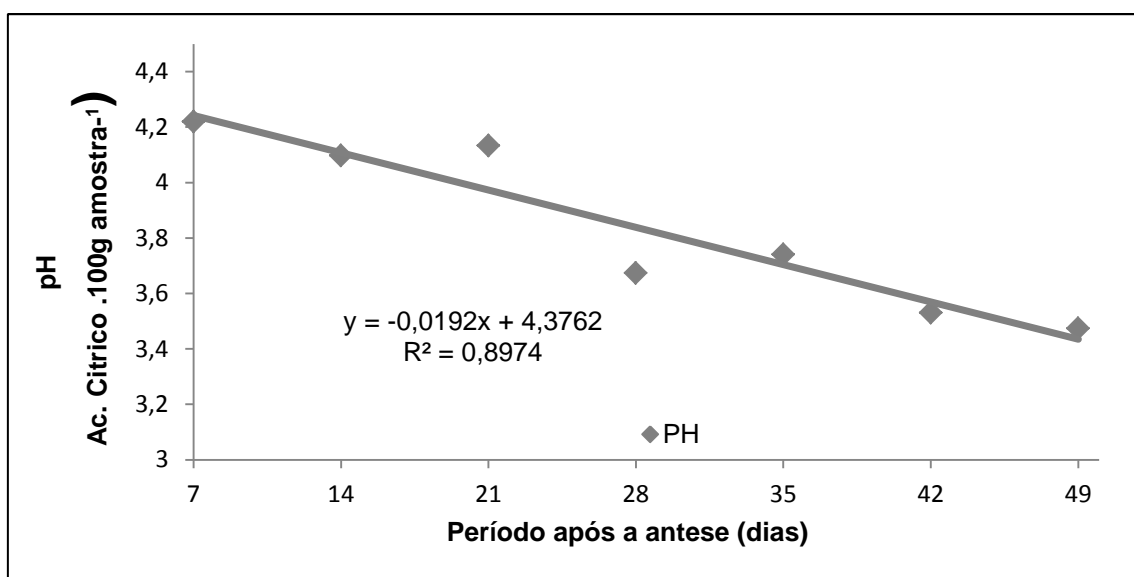


Figura 17 - Avaliação de pH em murici (*Byrsonima crassifolia*) durante o período de 7 aos 49 DAA.

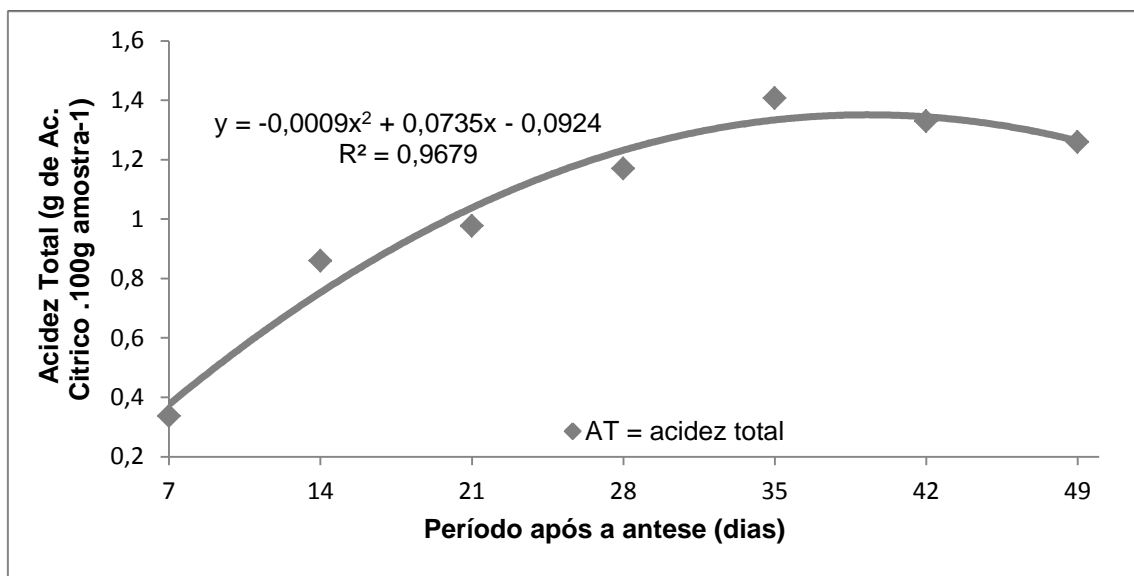


Figura 18 - Avaliação da Acidez total titulável em murici (*Byrsonima crassifolia*) durante o período de 7 aos 49 DAA.

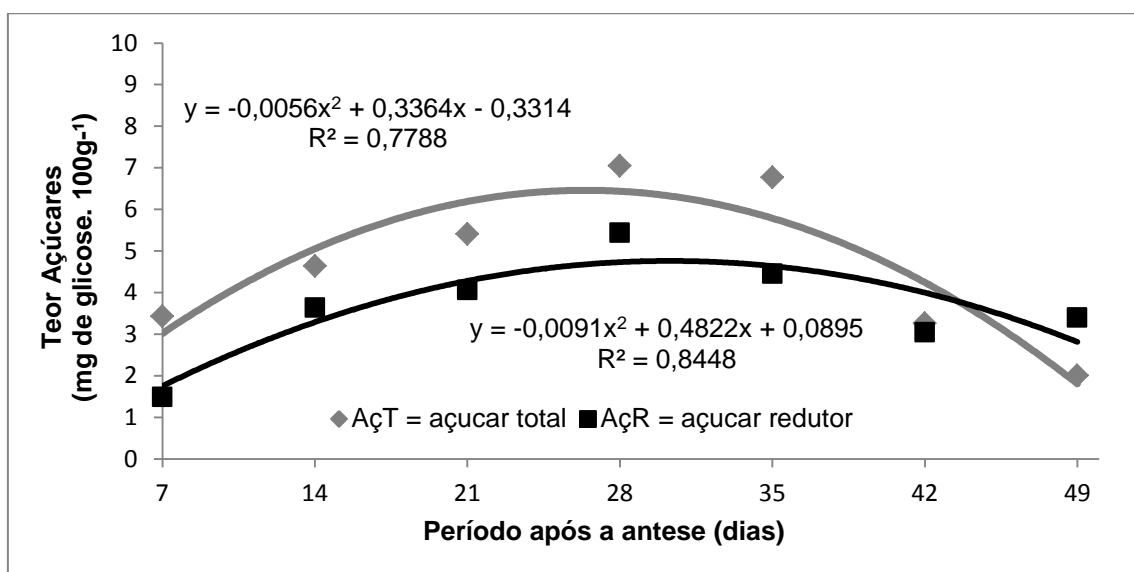


Figura 19 - Determinação de açúcares totais e redutores em murici (*Byrsonima crassifolia*) durante o período de 7 aos 49 DAA.

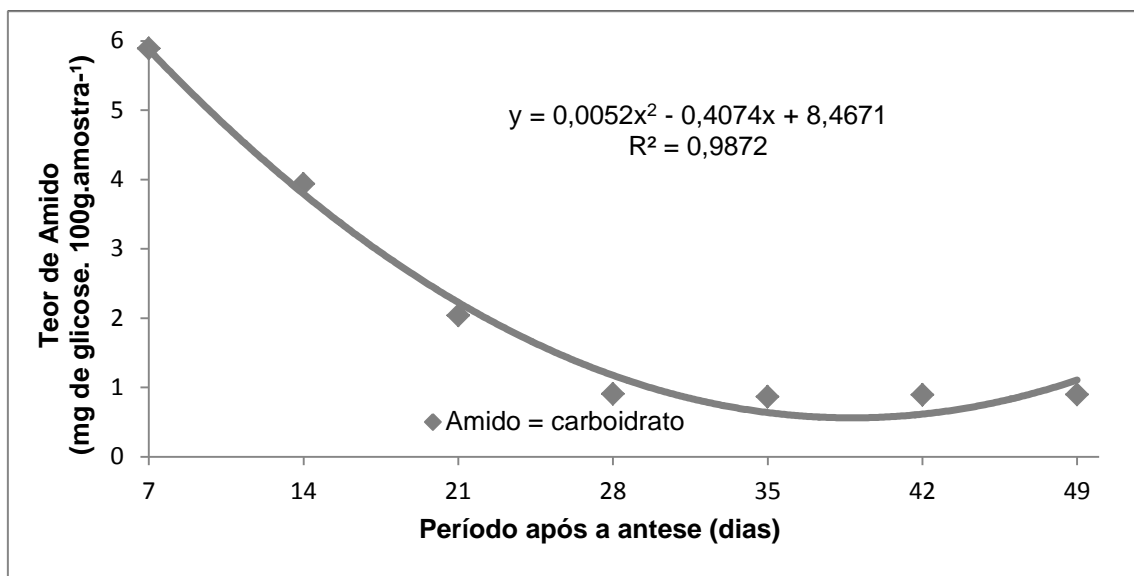


Figura 20 - Teor de amido em murici (*Byrsonima crassifolia*) durante o período de 7 aos 49 DAA.

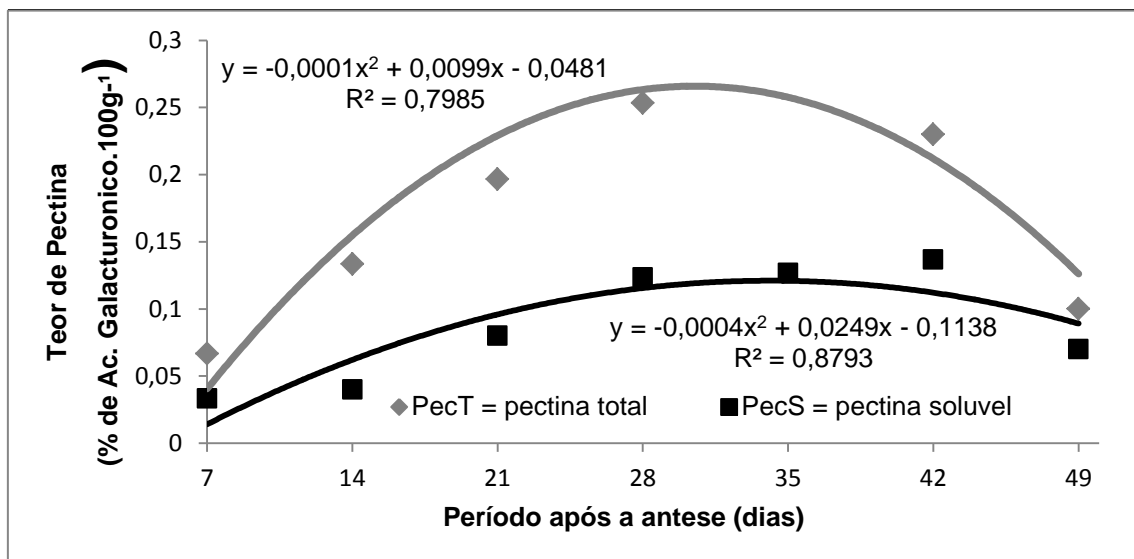


Figura 21- Teor de Pectina total e solúvel em murici (*Byrsonima crassifolia*) durante o período de 7 aos 49 DAA.

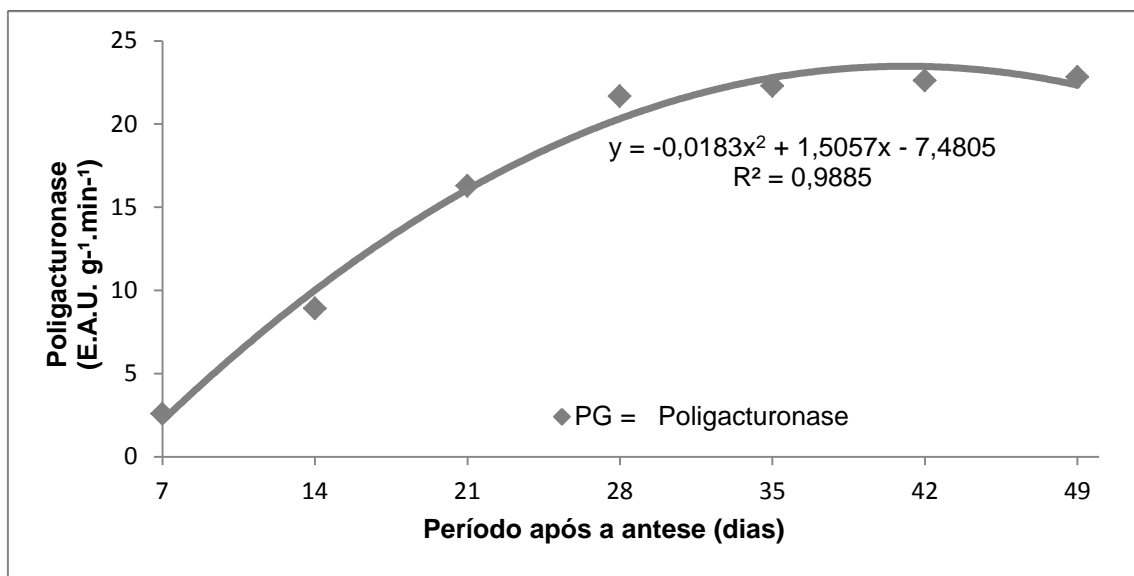


Figura 22 - Atividade da enzima Poligacturonase (PG) em murici (*Byrsonima crassifolia*) durante o período de 7 aos 49 DAA.

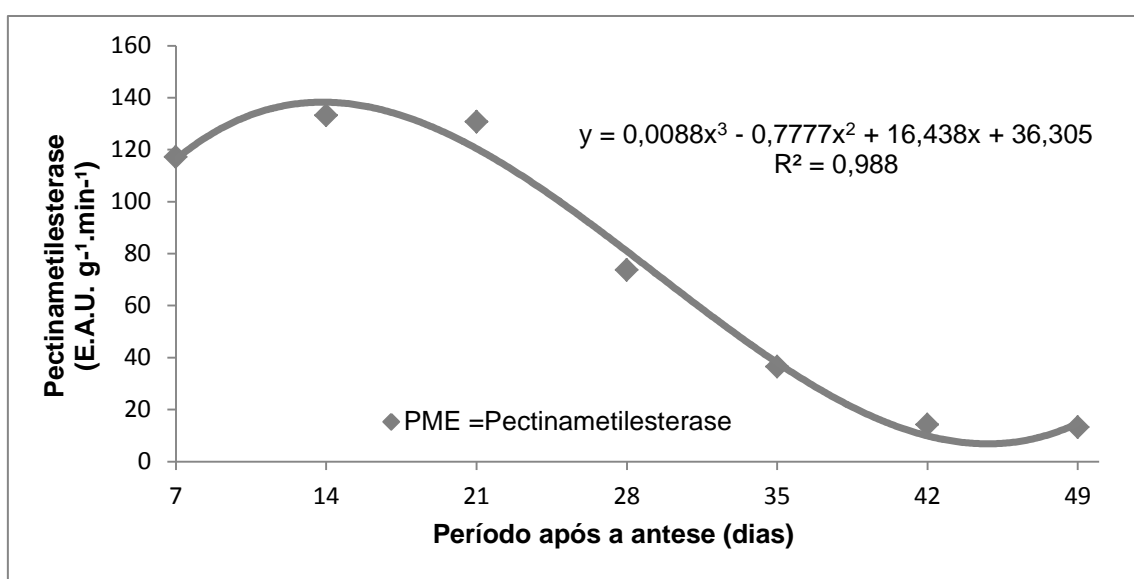


Figura 23- Atividade da enzima Pectinametilesterase (PME) em murici (*Byrsonima crassifolia*) durante o período de 7 aos 49 DAA.

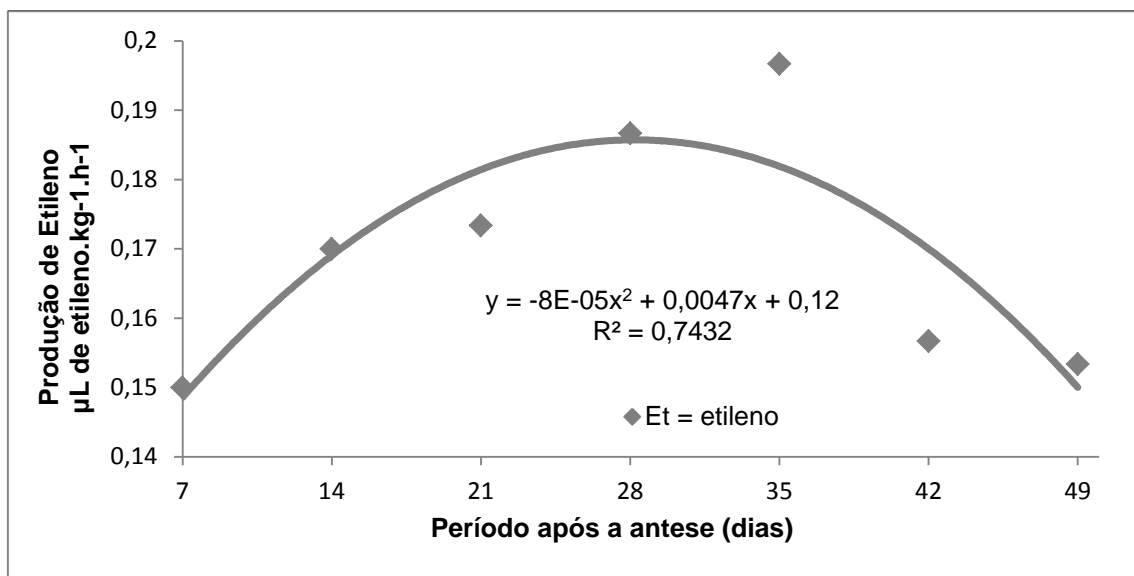


Figura 24 - Produção de etileno em murici (*Byrsonima crassifolia*) durante o período de 7 aos 49 DAA.

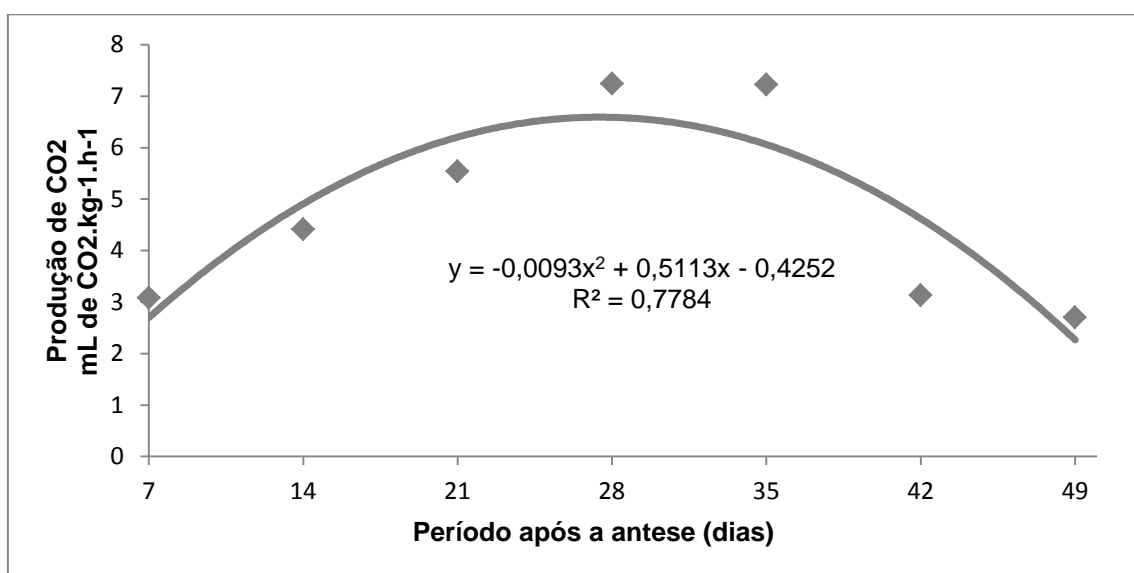


Figura 25 - Produção de CO₂ em murici (*Byrsonima crassifolia*) durante o período de 7 aos 49 DAA.

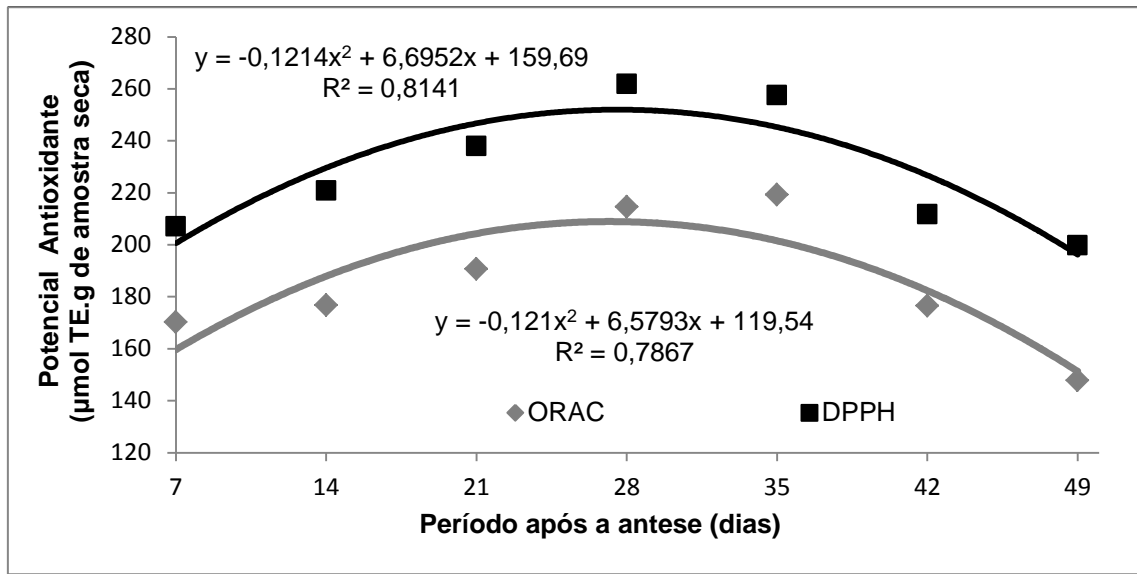


Figura 26 - Potencial da atividade antioxidante pelos métodos (ORAC) e (DPPH) em murici (*Byrsonima crassifolia*) durante o período de 7 aos 49 DAA.

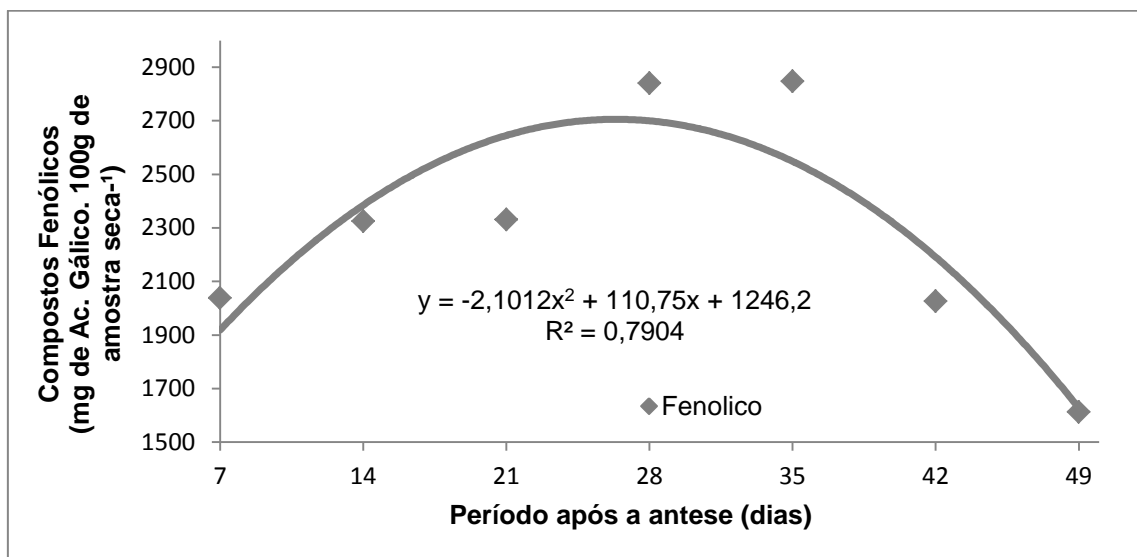


Figura 27– Evolução dos compostos fenólicos em murici (*Byrsonima crassifolia*) durante o período de 7 aos 49 DAA.

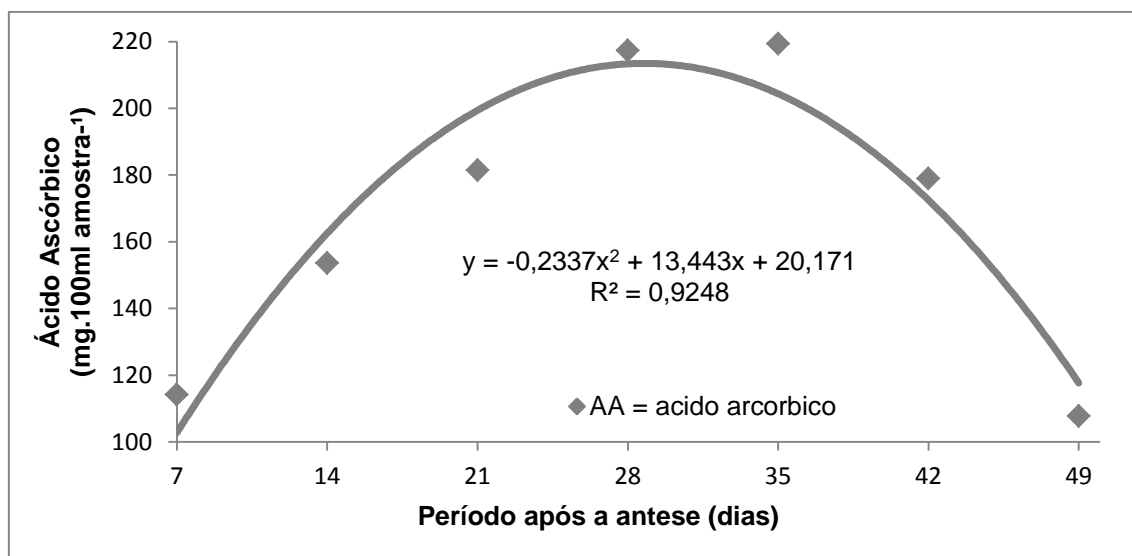


Figura 28 – Evolução do teor de Acido ascórbico em murici (*Byrsonima crassifolia*) durante o período de 7 aos 49 DAA.

Anexos



Imagem 1- Área de coleta localizada no campo experimental Agua Boa – Embrapa.



Imagem 2 – À esquerda individuo da espécie *B. Crassifolia* e à direita individuo da espécie *B. Coccolobifolia*



Imagem 3 – Botões florais (A), flores após antese (B) e flores fecundadas (C) da espécie *B. Coccolobifolia*.



Fonte: Victorio J. Bastos

Imagem 4 - Botões florais (A), Frutos (B) e flores em antese (C) da espécie *B. Crassifolia*.

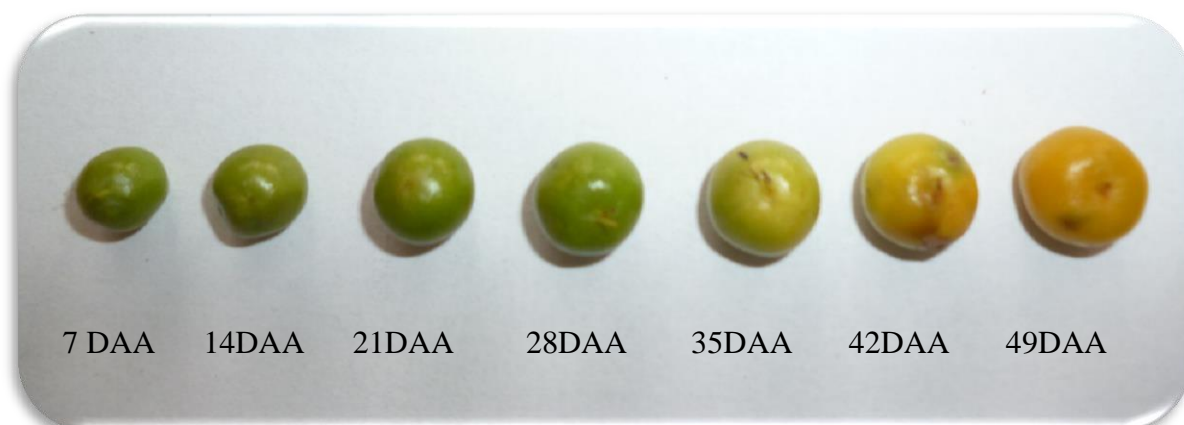


Imagem 5 – Desenvolvimento dos frutos de murici (*Byrsonima crassifolia* (L.) Rich.) dos 7 aos 49 DAA.

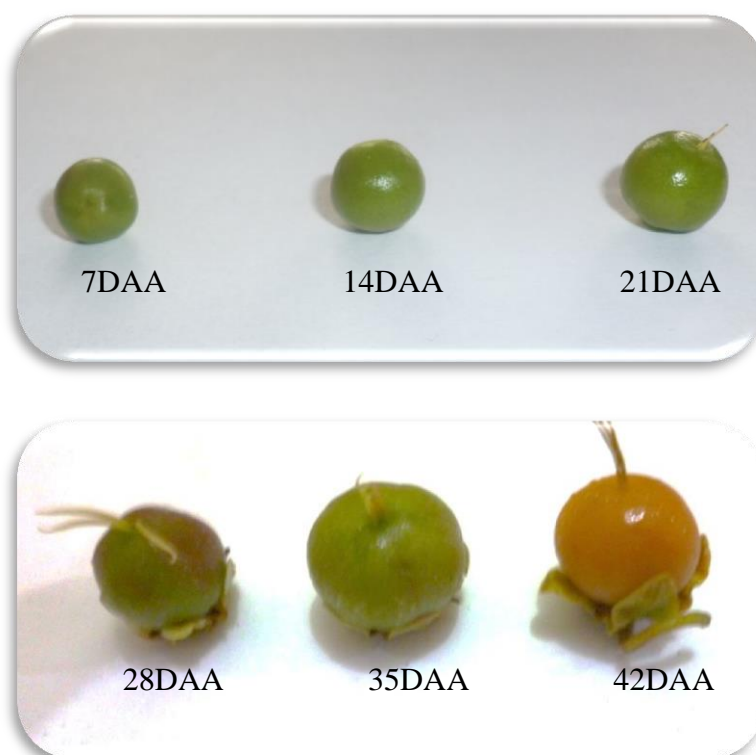


Imagem 6 – Desenvolvimento dos frutos de murici (*Byrsonima coccolobifolia* Kunth) dos 7 aos 42 DAA