



UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

FISIOLOGIA DA MATURAÇÃO E CONSERVAÇÃO
PÓS-COLHEITA DE FRUTOS DE PALMA FORRAGEIRA

DALMO MARCELLO DE BRITO PRIMO

AREIA – PB
2008

Livros Grátis

<http://www.livrosgratis.com.br>

Milhares de livros grátis para download.

**UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA**

**FISIOLOGIA DA MATURAÇÃO E CONSERVAÇÃO
PÓS-COLHEITA DE FRUTOS DE PALMA FORRAGEIRA**

DALMO MARCELLO DE BRITO PRIMO

**AREIA – PB
2008**

**FISIOLOGIA DA MATURAÇÃO E CONSERVAÇÃO
PÓS-COLHEITA DE FRUTOS DE PALMA FORRAGEIRA**

DALMO MARCELLO DE BRITO PRIMO

**FISIOLOGIA DA MATURAÇÃO E CONSERVAÇÃO
PÓS-COLHEITA DE FRUTOS DE PALMA FORRAGEIRA**

Dissertação apresentada à
Universidade Federal da Paraíba,
como parte das exigências do
Curso de Pós-Graduação em
Agronomia, área de concentração
em Agricultura Tropical, linha de
pesquisa em fisiologia Pós-
Colheita, para obtenção do título
de “Mestre”.

ORIENTADOR: Prof^a. Ph.D Silvanda de Melo Silva

CO-ORIENTADOR: Pesq. Dr. Sc. Ricardo Elesbão Alves

DALMO MARCELLO DE BRITO PRIMO

**FISIOLOGIA DA MATURAÇÃO E CONSERVAÇÃO PÓS-COLHEITA DE
FRUTOS DE PALMA FORRAGEIRA**

BANCA EXAMINADORA

Prof^a. Silvanda de Melo Silva, Ph.D.

- Orientadora-

UFPB/CCA

Prof. Ricardo Elesbão Alves, D.Sc.

-1º Examinador-

EMBRAPA – Agroindústria Tropical

Prof^a. Rosimar dos Santos Musser, D.Sc.

- 2º Examinador-

UFRPE

Prof^a. Luciana Cordeiro do Nascimento, D.Sc.

- 3º Examinador-

UFPB/CCA

AREIA – PB

- 2008 -

Dedicatória

*Aos meus queridos pais, Oscar (in memória) e Haglacy, co-autores
da minha história, de quem me orgulho tanto.*

Aos meus irmãos, Marcel e Oscar, que sempre me deram apoio.

*Aos meus avós, Francisco Pacheco e Albertina Brito (in memória),
que me deram exemplo de vida.*

Dedico.

AGRADECIMENTOS

À Deus pelo único motivo da minha existência, e por ter me conduzido durante minha vida, dando-me discernimento e sabedoria para que alcançasse mais este objetivo...

A minha mãe Haglacy Glória, pela confiança em mim depositada, pois em momento algum mediu esforços para a conquista dessa minha vitória, e certeza de apoio nos momentos de tristeza e alegria.

Aos meus avós, Francisco Pacheco e Albertina Brito pelos ensinamentos e exemplo de vida.

Aos meus irmãos, Marcel e Oscar Filho pelo apoio sempre presente em todos os momentos.

A Daniele Quirino, pelo estimável apoio durante a realização deste curso.

A Prof^a. Dra. Silvanda de Melo Silva, pela orientação, dedicação, amizade, ajuda, paciência, ensinamentos transmitidos, apoio e confiança, a que sempre me concedeu, meus sinceros reconhecimentos.

Ao Professor Dr. Ricardo Elesbão Alves, Professoras Dr^a. Rosimar dos Santos Musser e Dr^a Luciana Cordeiro do Nascimento pela participação e contribuição neste trabalho como examinadores

Ao Centro de Ciências Agrárias - UFPB, pelo início da minha formação profissional.

Aos amigos e colegas, Laésio, Lucicléia, Maíra, Fernanda Vanessa, Ayza, Marcelo, Danielle Marie, Carina Dornelas, Antônia e Barbosa.

Ao Laboratório de Biologia e Tecnologia Pós-colheita e todos os estagiários na pessoa de: Ovídio, Suziane, Débora, George, Eliane, Renato, Graça, Fabiano, Tarcila e todos aqui não citados, mas que muito contribuíram com este experimento.

Muito Obrigado!

“Bem aventurado o homem que é como a árvore plantada junto a corrente de águas, que, no devido tempo, dá o seu fruto, e cuja folhagem não murcha e tudo quanto ele faz será bem sucedido” (Salmo 1. 1 – 3)

SUMÁRIO

RESUMO	xxv
ABSTRACT	xxvii
1. CAPÍTULO I: <i>Fisiologia da maturação e conservação pós-colheita de frutos de palma forrageira</i>	1
1. Introdução.....	2
2. <i>Objetivo Geral</i>	4
2.1 <i>Específicos</i>	4
2. Referencial teórico	5
3.1 <i>Aspectos gerais sobre a planta</i>	5
3.2 <i>Desenvolvimento do fruto</i>	8
3.3 <i>Transformação durante a maturação</i>	10
3.4 <i>Transformação durante o armazenamento</i>	10
3.5 <i>Conservação Pós-colheita de frutos</i>	12
4. <i>Referencias Bibliográficas</i>	15
2. CAPÍTULO II: <i>Fisiologia da maturação e qualidade de frutos de palma de diferentes variedades</i>	20
1. <i>Resumo</i>	21
2. <i>Abstract</i>	22
1. <i>Introdução</i>	23
2. <i>Material e Métodos</i>	24
2.1 <i>Seleção do material vegetal</i>	24
2.1.1 <i>Instalação dos Ensaios I, II e III</i>	25
2.1.1.1. <i>Ensaio I: Atividade respiratória de frutos de palma das variedades Gigante (Opuntia fícus-indica) e Redonda (Opuntia sp.)</i>	25
2.1.1.2. <i>Ensaio II: Análise sensorial das variedades Gigante (Opuntia fícus-indica) e Redonda (Opuntia sp.)</i>	27
2.1.1.2. <i>Ensaio III: Caracterização de três variedadesde frutos de palma</i> .27	
2.1.3 <i>Avaliações</i>	31
3. <i>Resultado e Discussão</i>	36

3.1. <i>Ensaio I: Atividade respiratória de frutos de palma Gigante e Redonda</i>	36
3.2. <i>Análise Sensorial</i>	38
3.3 <i>Ensaio II: Caracterização de variedades de frutos de palma forrageira</i>	41
3.3.1 <i>Avaliações Físicas</i>	41
3.3.2 <i>Avaliações Físico-química e Químicas</i>	52
4. <i>Conclusões</i>	60
5. <i>Referencias Bibliográficas</i>	61
3. CAPÍTULO III: Mudanças no desenvolvimento de frutos de palma Gigante (<i>Opuntia ficus-indica</i>)	65
1. <i>Resumo</i>	66
2. <i>Abstract</i>	67
1. <i>Introdução</i>	68
2. <i>Material e Métodos</i>	69
2.1 <i>Seleção do material vegetal</i>	69
2.1.1 <i>Ensaio I: Avaliação no desenvolvimento do fruto: Crescimento e mudanças durante a maturação</i>	70
2.1.2. <i>Ensaio II: Caracterização físico-química de frutos de palma Gigante de diferentes localidades</i>	70
2.1.3 <i>Avaliações</i>	73
3. <i>Resultado e Discussão</i>	75
3.1. <i>Ensaio I: Desenvolvimento do fruto da palma Gigante na planta</i>	81
3.2. <i>Ensaio II: Caracterização de frutos de palma gigante oriundas de diferentes localidades</i>	82
3.2.1 <i>Avaliações Físicas</i>	82
3.2.2 <i>Avaliações físico-química e químicas</i>	92
4. <i>Conclusões</i>	100
5. <i>Referencias Bibliográficas</i>	101

4. CAPÍTULO IV: Armazenamento de frutos da palma Gigante sob revestimentos biodegradáveis e atmosfera modificada.....	103
1. Resumo	104
2. Abstract.....	105
1. Introdução.....	106
2. Material e Métodos	107
2.1 Origem, colheita e manuseio dos frutos	107
2.2 Instalação e condução do experimento	108
2.3. Análises.....	109
2.3.1 Análises físicas	109
2.3.2 Análises físico-químicas e químicas	109
3. Resultados e Discussão	111
4. Conclusões.....	133
5. Referencias Bibliográficas	134

LISTA DE FIGURAS

CAPÍTULO II

- Figura 1.** Frutos de palma Gigante (*Opuntia ficus-indica*) em quatro estádios de maturação. Estádio 1 (VC) verde claro; Estádio 2 (IP) início da pigmentação; Estádio 3 (AP) amarelo predominante e Estádio 4 (AA) amarelo alaranjado, conforme Tabela 1.....**26**
- Figura 2.** Frutos de palma Redonda (*Opuntia sp.*) em quatro estádios de maturação. Estádio 1 (VC) verde claro; Estádio 2 (IP) início da pigmentação; Estádio 3 (AP) amarelo predominante e Estádio 4 (AA) amarelo alaranjado, conforme Tabela 2.....**26**
- Figura 3.** Frutos de palma Gigante (*Opuntia ficus-indica*) em cinco estádios de maturação. Estádio 1 (VC) verde claro; Estádio 2 (IP) início da pigmentação; Estádio 3 (AP) amarelo predominante; Estádio 4 (AA) amarelo alaranjado e Estádio 5 (LA) laranja avermelhado, conforme Tabela 3... ..**28**
- Figura 4.** Frutos de palma Redonda (*Opuntia sp.*) em cinco estádios de maturação. Estádio 1 (V) verde; Estádio 2 (IP) início da pigmentação; Estádio 3 (VA) verde amarelado; Estádio 4 (AE) amarelo esverdeado e Estádio 5 (AA) amarelo alaranjado, conforme Tabela 4.....**29**
- Figura 5.** Frutos de palma Doce ou Miúda (*Nopalea cochinillifera*), em cinco estádios de maturação. Estádio 1 (VC) verde claro; Estádio 2 (IP) início da pigmentação; Estádio 3 (VA) amarelo amarelado; Estádio 4 (LA) laranja avermelhado e Estádio 5 (VP) vermelho púrpura, conforme Tabela 5.. ..**30**
- Figura 6.** Fruto de palma em diferentes partes: Casca, Polpa com sementes (PS) e Polpa do mesocarpo (PM).....**30**
- Figura 7.** Ficha avaliatória dos atributos referentes à análise sensorial... ..**32**
- Figura 8.** Ficha avaliatória dos atributos referentes à análise sensorial de aparência externa.....**33**
- Figura 9.** Taxa respiratória de frutos da palma Gigante, colhidos em quatro estádios de maturação. Estádio 1 = Verde; Estádio 2 = Início da pigmentação; Estádio 3 = Verde amarelado; Estádio 4 = Amarelo alaranjado.....**37**
- Figura 10.** Taxa respiratória de frutos da palma Redonda, colhidos em quatro estádios de maturação. Estádio 1 = Verde; Estádio 2 = Início da pigmentação; Estádio 3 = Verde amarelado; Estádio 4 = Amarelo alaranjado.....**37**

- Figura 11.** Perfil sensorial de frutos de palma Gigante e Redonda (*Opuntias* sp.)**38**
- Figura 12.** Médias dos descritores sensoriais para intenção de compra da polpa e do fruto inteiro das variedades de palmas Gigante e Redonda.....**41**
- Figura 13.** Comprimento de frutos de palma de três diferentes variedades: Gigante; Redonda e Doce, colhidos em cinco estádios de maturação: Estádio 1 (E1): VC: verde claro e V: verde; Estádio 2 (E2): IP: início de pigmentação; Estádio 3 (E3): VA: verde amarelado e AP: amarelo predominante; Estádio 4 (E4): AA: amarelo alaranjado, AE: amarelo esverdeado e LA: laranja avermelhado; e Estádio 5 (E5): LA: laranja avermelhado, AA: amarelo alaranjado e VP: vermelho púrpura.....**42**
- Figura 14.** Diâmetro maior de frutos de palma de três diferentes variedades: Gigante; Redonda e Doce, colhidos em cinco estádios de maturação: Estádio 1 (E1): VC: verde claro e V: verde; Estádio 2 (E2): IP: início de pigmentação; Estádio 3 (E3): VA: verde amarelado e AP: amarelo predominante; Estádio 4 (E4): AA: amarelo alaranjado, AE: amarelo esverdeado e LA: laranja avermelhado; e Estádio 5 (E5): LA: laranja avermelhado, AA: amarelo alaranjado e VP: vermelho púrpura.....**43**
- Figura 15.** Diâmetro menor de frutos de palma de três diferentes variedades: Gigante; Redonda e Doce, colhidos em cinco estádios de maturação: Estádio 1 (E1): VC: verde claro e V: verde; Estádio 2 (E2): IP: início de pigmentação; Estádio 3 (E3): VA: verde amarelado e AP: amarelo predominante; Estádio 4 (E4): AA: amarelo alaranjado, AE: amarelo esverdeado e LA: laranja avermelhado; e Estádio 5 (E5): LA: laranja avermelhado, AA: amarelo alaranjado e VP: vermelho púrpura.....**43**
- Figura 16.** Firmeza de frutos de palma de três diferentes variedades: Gigante e Redonda, colhidos em cinco estádios de maturação: Estádio 1 (E1): VC: verde claro e V: verde; Estádio 2 (E2): IP: início de pigmentação; Estádio 3 (E3): VA: verde amarelado e AP: amarelo predominante; Estádio 4 (E4): AA: amarelo alaranjado e AE: amarelo esverdeado; e Estádio 5 (E5): LA: laranja avermelhado e AA: amarelo alaranjado...**45**
- Figura 17.** Rendimento de casca de frutos de palma de três diferentes variedades: Gigante; Redonda e Doce, colhidos em cinco estádios de maturação: Estádio 1 (E1): VC: verde claro e V: verde; Estádio 2 (E2): IP: início de pigmentação; Estádio 3 (E3): VA: verde amarelado e AP: amarelo predominante; Estádio 4 (E4): AA: amarelo alaranjado, AE: amarelo esverdeado e LA: laranja avermelhado; e Estádio 5 (E5): LA: laranja avermelhado, AA: amarelo alaranjado e VP: vermelho púrpura.....**46**

- Figura 18.** Rendimento de Polpa com sementes de frutos de palma de duas diferentes variedades: Gigante; e Doce, colhidos em cinco estádios de maturação: Estádio 1 (E1): VC: verde claro e V: verde; Estádio 2 (E2): IP: início de pigmentação; Estádio 3 (E3): VA: verde amarelado e AP: amarelo predominante; Estádio 4 (E4): AA: amarelo alaranjado, AE: amarelo esverdeado e LA: laranja avermelhado; e Estádio 5 (E5): LA: laranja avermelhado, AA: amarelo alaranjado e VP: vermelho púrpura.....**47**
- Figura 19.** Rendimento da Polpa do mesocarpo de frutos de palma de duas diferentes variedades: Gigante e Doce, colhidos em cinco estádios de maturação: Estádio 1 (E1): VC: verde claro e V: verde; Estádio 2 (E2): IP: início de pigmentação; Estádio 3 (E3): VA: verde amarelado e AP: amarelo predominante; Estádio 4 (E4): AA: amarelo alaranjado, AE: amarelo esverdeado e LA: laranja avermelhado; e Estádio 5 (E5): LA: laranja avermelhado, AA: amarelo alaranjado e VP: vermelho púrpura... ..**47**
- Figura 20.** Coloração L* de frutos de palma de três diferentes variedades: Gigante; Redonda e Doce, colhidos em cinco estádios de maturação: Estádio 1 (E1): VC: verde claro e V: verde; Estádio 2 (E2): IP: início de pigmentação; Estádio 3 (E3): VA: verde amarelado e AP: amarelo predominante; Estádio 4 (E4): AA: amarelo alaranjado, AE: amarelo esverdeado e LA: laranja avermelhado; e Estádio 5 (E5): LA: laranja avermelhado, AA: amarelo alaranjado e VP: vermelho púrpura.....**48**
- Figura 21.** Coloração a* de frutos de palma de três diferentes variedades: Gigante; Redonda e Doce, colhidos em cinco estádios de maturação: Estádio 1 (E1): VC: verde claro e V: verde; Estádio 2 (E2): IP: início de pigmentação; Estádio 3 (E3): VA: verde amarelado e AP: amarelo predominante; Estádio 4 (E4): AA: amarelo alaranjado, AE: amarelo esverdeado e LA: laranja avermelhado; e Estádio 5 (E5): LA: laranja avermelhado, AA: amarelo alaranjado e VP: vermelho púrpura.....**49**
- Figura 22.** Coloração b* de frutos de palma de três diferentes variedades: Gigante, Redonda e Doce, colhidos em cinco estádios de maturação: Estádio 1 (E1): VC: verde claro e V: verde; Estádio 2 (E2): IP: início de pigmentação; Estádio 3 (E3): VA: verde amarelado e AP: amarelo predominante; Estádio 4 (E4): AA: amarelo alaranjado, AE: amarelo esverdeado e LA: laranja avermelhado; e Estádio 5 (E5): LA: laranja avermelhado, AA: amarelo alaranjado e VP: vermelho púrpura.....**50**
- Figura 23.** Coloração c* de frutos de palma de três diferentes variedades: Gigante; Redonda e Doce, colhidos em cinco estádios de maturação: Estádio 1 (E1): VC: verde claro e V: verde; Estádio 2 (E2): IP: início de pigmentação; Estádio 3 (E3): VA: verde amarelado e AP: amarelo predominante; Estádio 4 (E4): AA: amarelo alaranjado, AE: amarelo esverdeado e LA: laranja avermelhado; e Estádio 5 (E5): LA: laranja avermelhado, AA: amarelo alaranjado e VP: vermelho púrpura.....**51**

- Figura 24.** Coloração H* de frutos de palma de três diferentes variedades: Gigante; Redonda e Doce, colhidos em cinco estádios de maturação: Estádio 1 (E1): VC: verde claro e V: verde; Estádio 2 (E2): IP: início de pigmentação; Estádio 3 (E3): VA: verde amarelado e AP: amarelo predominante; Estádio 4 (E4): AA: amarelo alaranjado, AE: amarelo esverdeado e LA: laranja avermelhado; e Estádio 5 (E5): LA: laranja avermelhado, AA: amarelo alaranjado e VP: vermelho púrpura.....**51**
- Figura 25.** Sólidos Solúveis (%) de frutos de palma de três diferentes variedades: Gigante; Redonda e Doce, colhidos em cinco estádios de maturação: Estádio 1 (E1): VC: verde claro e V: verde; Estádio 2 (E2): IP: início de pigmentação; Estádio 3 (E3): VA: verde amarelado e AP: amarelo predominante; Estádio 4 (E4): AA: amarelo alaranjado, AE: amarelo esverdeado e LA: laranja avermelhado; e Estádio 5 (E5): LA: laranja avermelhado, AA: amarelo alaranjado e VP: vermelho púrpura.....**53**
- Figura 26.** Acidez Titulável (%) de frutos de palma de três diferentes variedades: Gigante; Redonda e Doce, colhidos em cinco estádios de maturação: Estádio 1 (E1): VC: verde claro e V: verde; Estádio 2 (E2): IP: início de pigmentação; Estádio 3 (E3): VA: verde amarelado e AP: amarelo predominante; Estádio 4 (E4): AA: amarelo alaranjado, AE: amarelo esverdeado e LA: laranja avermelhado; e Estádio 5 (E5): LA: laranja avermelhado, AA: amarelo alaranjado e VP: vermelho púrpura.....**55**
- Figura 27.** Relação SS/AT (%) de frutos de palma de três diferentes variedades: Gigante; Redonda e Doce, colhidos em cinco estádios de maturação: Estádio 1 (E1): VC: verde claro e V: verde; Estádio 2 (E2): IP: início de pigmentação; Estádio 3 (E3): VA: verde amarelado e AP: amarelo predominante; Estádio 4 (E4): AA: amarelo alaranjado, AE: amarelo esverdeado e LA: laranja avermelhado; e Estádio 5 (E5): LA: laranja avermelhado, AA: amarelo alaranjado e VP: vermelho púrpura.....**56**
- Figura 28.** pH de frutos de palma de três diferentes variedades: Gigante; Redonda e Doce, colhidos em cinco estádios de maturação: Estádio 1 (E1): VC: verde claro e V: verde; Estádio 2 (E2): IP: início de pigmentação; Estádio 3 (E3): VA: verde amarelado e AP: amarelo predominante; Estádio 4 (E4): AA: amarelo alaranjado, AE: amarelo esverdeado e LA: laranja avermelhado; e Estádio 5 (E5): LA: laranja avermelhado, AA: amarelo alaranjado e VP: vermelho púrpura.....**58**
- Figura 29.** Ácido ascórbico ($\text{mg}\cdot 100\text{g}^{-1}$) de frutos de palma de três diferentes variedades: Gigante; Redonda e Doce, colhidos em cinco estádios de maturação: Estádio 1 (E1): VC: verde claro e V: verde; Estádio 2 (E2): IP: início de pigmentação; Estádio 3 (E3): VA: verde amarelado e AP: amarelo predominante; Estádio 4 (E4): AA: amarelo alaranjado, AE: amarelo esverdeado e LA: laranja avermelhado; e Estádio 5 (E5): LA: laranja avermelhado, AA: amarelo alaranjado e VP: vermelho púrpura.....**59**

CAPÍTULO III

- Figura 1.** Frutos de palma Gigante (*Opuntia ficus-indica*) nos cinco estádios de maturação, do município de Pocinhos – PB. Verde Claro (VC), Início de Pigmentação (IP), Amarelo Predominante (AP), Amarelo alaranjado (AA) e Laranja Avermelhado (LA)..... **71**
- Figura 2.** Frutos de palma Gigante (*Opuntia ficus-indica*) nos cinco estádios de maturação, do município de Camina Grande – PB. Verde (V), Início de Pigmentação (IP), Verde amarelado (VA), Amarelo Esverdeado (AE) e Amarelo Alaranjado (AA)..... **72**
- Figura 3.** Frutos de palma Gigante (*Opuntia ficus-indica*) nos quatro estádios de maturação, do município de Boa Vista – PB. Verde Claro (VC), Início de Pigmentação (IP), Verde Amarelado (VA) e Amarelo alaranjado (AA)..... **73**
- Figura 4.** Peso fresco (g) (■) e Peso seco (g.100⁻¹g) (●) durante o desenvolvimento e maturação de frutos de palma a partir da marcação das flores na planta, correspondente a 10, 20, 30, 40, 50, 60, 70 e 80 dias, respectivamente, após a antese no município de Boa Vista - PB..... **75**
- Figura 5.** Comprimento (mm) (◆) e diâmetros do ápice (■), central: maior (▲) e menor (x) e da base (--x--) durante o desenvolvimento e maturação de frutos de palma a partir da marcação das flores na planta, correspondente a 10, 20, 30, 40, 50, 60, 70 e 80 dias, respectivamente, após a antese, no município de Boa Vista. **77**
- Figura 6.** Umidade (%) (■) e cinzas (%) (g.100⁻¹g) (●) durante o desenvolvimento e maturação de frutos de palma a partir da marcação das flores na planta, correspondente a 10, 20, 30, 40, 50, 60, 70 e 80 dias, respectivamente, após a antese, no município de Boa Vista..... **78**
- Figura 7.** Volume (cm³) (■) e Massa específica (g/cm³) (●) durante o desenvolvimento e maturação de frutos de palma a partir da marcação das flores na planta, correspondente a 10, 20, 30, 40, 50, 60, 70 e 80 dias, respectivamente, após a antese, no município de Boa Vista..... **79**
- Figura 8.** Cor objetiva da casca L* (◆), a* (*), b* (▲), c* (●) e H* (■), durante o desenvolvimento e maturação de frutos de palma a partir da marcação das flores na planta, correspondente a 10, 20, 30, 40, 50, 60, 70 e 80 dias, respectivamente, após a antese no município de Boa Vista.. **80**

- Figura 9.** Evolução do desenvolvimento e maturação de frutos de palma (*Opuntia ficus-indica*) antes e após a antese; Estádios de maturação: V (fruto verde); IP (início da pigmentação amarelo); VA (verde amarelado) e AE (amarelo esverdeado)..**81**
- Figura 10.** Comprimento de frutos de palma Gigante oriundas de três diferentes localidades (L): Pocinhos (L1), Campina Grande (L2) e Boa Vista (L3), colhidos em cinco estádios de maturação: Estádio 1 (E1): VC: verde claro e V: verde; Estádio 2 (E2): IP: início de pigmentação; Estádio 3 (E3): VA: verde amarelado e AP: amarelo predominante; Estádio 4 (E4): AA: amarelo alaranjado e AE: amarelo esverdeado; e Estádio 5 (E5): LA: laranja avermelhado e AA: amarelo alaranjado.....**82**
- Figura 11.** Diâmetro central maior de frutos de palma Gigante oriundas de três diferentes localidades (L): Pocinhos (L1), Campina Grande (L2) e Boa Vista (L3), colhidos em cinco estádios de maturação: Estádio 1 (E1): VC: verde claro e V: verde; Estádio 2 (E2): IP: início de pigmentação; Estádio 3 (E3): VA: verde amarelado e AP: amarelo predominante; Estádio 4 (E4): AA: amarelo alaranjado e AE: amarelo esverdeado; e Estádio 5 (E5): LA: laranja avermelhado e AA: amarelo alaranjado....**83**
- Figura 12.** Diâmetro central Menor de frutos de palma Gigante oriundas de três diferentes localidades (L): Pocinhos (L1), Campina Grande (L2) e Boa Vista (L3), colhidos em cinco estádios de maturação: Estádio 1 (E1): VC: verde claro e V: verde; Estádio 2 (E2): IP: início de pigmentação; Estádio 3 (E3): VA: verde amarelado e AP: amarelo predominante; Estádio 4 (E4): AA: amarelo alaranjado e AE: amarelo esverdeado; e Estádio 5 (E5): LA: laranja avermelhado e AA: amarelo alaranjado...**84**
- Figura 13.** Firmeza de frutos de palma Gigante oriundas de três diferentes localidades (L): Pocinhos (L1), Campina Grande (L2) e Boa Vista (L3), colhidos em cinco estádios de maturação: Estádio 1 (E1): VC: verde claro e V: verde; Estádio 2 (E2): IP: início de pigmentação; Estádio 3 (E3): VA: verde amarelado e AP: amarelo predominante; Estádio 4 (E4): AA: amarelo alaranjado e AE: amarelo esverdeado; e Estádio 5 (E5): LA: laranja avermelhado e AA: amarelo alaranjado....**85**
- Figura 14.** Rendimento de casca de frutos de palma Gigante oriundas de três diferentes localidades (L): Pocinhos (L1), Campina Grande (L2) e Boa Vista (L3), colhidos em cinco estádios de maturação: Estádio 1 (E1): VC: verde claro e V: verde; Estádio 2 (E2): IP: início de pigmentação; Estádio 3 (E3): VA: verde amarelado e AP: amarelo predominante; Estádio 4 (E4): AA: amarelo alaranjado e AE: amarelo esverdeado; e Estádio 5 (E5): LA: laranja avermelhado e AA: amarelo alaranjado... **86**

- Figura 15.** Rendimento da polpa com sementes (PS) de frutos de palma Gigante oriundas de três diferentes localidades (L): Pocinhos (L1), Campina Grande (L2) e Boa Vista (L3), colhidos em cinco estádios de maturação: Estádio 1 (E1): VC: verde claro e V: verde; Estádio 2 (E2): IP: início de pigmentação; Estádio 3 (E3): VA: verde amarelado e AP: amarelo predominante; Estádio 4 (E4): AA: amarelo alaranjado e AE: amarelo esverdeado; e Estádio 5 (E5): LA: laranja avermelhado e AA: amarelo alaranjado.....**86**
- Figura 16.** Rendimento de polpa do mesocarpo (PM) de frutos de palma Gigante oriundas de três diferentes localidades (L): Pocinhos (L1), Campina Grande (L2) e Boa Vista (L3), colhidos em cinco estádios de maturação: Estádio 1 (E1): VC: verde claro e V: verde; Estádio 2 (E2): IP: início de pigmentação; Estádio 3 (E3): VA: verde amarelado e AP: amarelo predominante; Estádio 4 (E4): AA: amarelo alaranjado e AE: amarelo esverdeado; e Estádio 5 (E5): LA: laranja avermelhado e AA: amarelo alaranjado.....**87**
- Figura 17.** Cor objetiva L* (brilho) de frutos de palma Gigante oriundas de três diferentes localidades (L): Pocinhos (L1), Campina Grande (L2) e Boa Vista (L3), colhidos em cinco estádios de maturação: Estádio 1 (E1): VC: verde claro e V: verde; Estádio 2 (E2): IP: início de pigmentação; Estádio 3 (E3): VA: verde amarelado e AP: amarelo predominante; Estádio 4 (E4): AA: amarelo alaranjado e AE: amarelo esverdeado; e Estádio 5 (E5): LA: laranja avermelhado e AA: amarelo alaranjado...**88**
- Figura 18.** Cor objetiva a* de frutos de palma Gigante oriundos de duas diferentes localidades (L): Pocinhos (L1) e Campina Grande (L2), colhidos em cinco estádios de maturação: Estádio 1 (E1): VC: verde claro e V: verde; Estádio 2 (E2): IP: início de pigmentação; Estádio 3 (E3): VA: verde amarelado e AP: amarelo predominante; Estádio 4 (E4): AA: amarelo alaranjado e AE: amarelo esverdeado; e Estádio 5 (E5): LA: laranja avermelhado e AA: amarelo alaranjado.....**89**
- Figura 19.** Cor objetiva b* (croma verde-amarelo) de frutos de palma Gigante oriundas de duas diferentes localidades (L): Pocinhos (L1) e Campina Grande (L2), colhidos em cinco estádios de maturação: Estádio 1 (E1): VC: verde claro e V: verde; Estádio 2 (E2): IP: início de pigmentação; Estádio 3 (E3): VA: verde amarelado e AP: amarelo predominante; Estádio 4 (E4): AA: amarelo alaranjado e AE: amarelo esverdeado; e Estádio 5 (E5): LA: laranja avermelhado e AA: amarelo alaranjado.....**90**

- Figura 20.** Cor objetiva c^* (vividez da cor) de frutos de palma Gigante oriundas de três diferentes localidades (L): Pocinhos (L1), Campina Grande (L2) e Boa Vista (L3), colhidos em cinco estádios de maturação: Estádio 1 (E1): VC: verde claro e V: verde; Estádio 2 (E2): IP: início de pigmentação; Estádio 3 (E3): VA: verde amarelado e AP: amarelo predominante; Estádio 4 (E4): AA: amarelo alaranjado e AE: amarelo esverdeado; e Estádio 5 (E5): LA: laranja avermelhado e AA: amarelo alaranjado.....**91**
- Figura 21.** Cor objetiva H^* (intensidade da cor) de frutos de palma Gigante oriundas de três diferentes localidades (L): Pocinhos (L1), Campina Grande (L2) e Boa Vista (L3), colhidos em cinco estádios de maturação: Estádio 1 (E1): VC: verde claro e V: verde; Estádio 2 (E2): IP: início de pigmentação; Estádio 3 (E3): VA: verde amarelado e AP: amarelo predominante; Estádio 4 (E4): AA: amarelo alaranjado e AE: amarelo esverdeado; e Estádio 5 (E5): LA: laranja avermelhado e AA: amarelo alaranjado.....**92**
- Figura 22.** Sólidos Solúveis (%) de frutos de palma Gigante de polpa da semente (PS) e polpa do mesocarpo (PM) oriundas de três diferentes localidades (L): Pocinhos (L1), Campina Grande (L2) e Boa Vista (L3), colhidos em cinco estádios de maturação: Estádio 1 (E1): VC: verde claro e V: verde; Estádio 2 (E2): IP: início de pigmentação; Estádio 3 (E3): VA: verde amarelado e AP: amarelo predominante; Estádio 4 (E4): AA: amarelo alaranjado e AE: amarelo esverdeado; e Estádio 5 (E5): LA: laranja avermelhado e AA: amarelo alaranjado..**93**
- Figura 23.** Acidez Titulável (%) de frutos de palma Gigante de polpa da semente (PS) e polpa do mesocarpo (PM) oriundas de três diferentes localidades (L): Pocinhos (L1), Campina Grande (L2) e Boa Vista (L3), colhidos em cinco estádios de maturação: Estádio 1 (E1): VC: verde claro e V: verde; Estádio 2 (E2): IP: início de pigmentação; Estádio 3 (E3): VA: verde amarelado e AP: amarelo predominante; Estádio 4 (E4): AA: amarelo alaranjado e AE: amarelo esverdeado; e Estádio 5 (E5): LA: laranja avermelhado e AA: amarelo alaranjado...**95**
- Figura 24.** Relação SS/AT (%) de frutos de palma Gigante de polpa da semente (PS) e polpa do mesocarpo (PM) oriundas de três diferentes localidades (L): Pocinhos (L1), Campina Grande (L2) e Boa Vista (L3), colhidos em cinco estádios de maturação: Estádio 1 (E1): VC: verde claro e V: verde; Estádio 2 (E2): IP: início de pigmentação; Estádio 3 (E3): VA: verde amarelado e AP: amarelo predominante; Estádio 4 (E4): AA: amarelo alaranjado e AE: amarelo esverdeado; e Estádio 5 (E5): LA: laranja avermelhado e AA: amarelo alaranjado...**96**

- Figura 25.** pH de frutos de palma Gigante de polpa da semente (PS) e polpa do mesocarpo (PM) oriundas de três diferentes localidades (L): Pocinhos (L1), Campina Grande (L2) e Boa Vista (L3), colhidos em cinco estádios de maturação: Estádio 1 (E1): VC: verde claro e V: verde; Estádio 2 (E2): IP: início de pigmentação; Estádio 3 (E3): VA: verde amarelado e AP: amarelo predominante; Estádio 4 (E4): AA: amarelo alaranjado e AE: amarelo esverdeado; e Estádio 5 (E5): LA: laranja avermelhado e AA: amarelo alaranjado..**98**
- Figura 26.** Ácido ascórbico ($\text{mg}\cdot 100\text{g}^{-1}$) de frutos de palma Gigante de polpa da semente (PS) e polpa do mesocarpo (PM) oriundas de três diferentes localidades (L): Pocinhos (L1), Campina Grande (L2) e Boa Vista (L3), colhidos em cinco estádios de maturação: Estádio 1 (E1): VC: verde claro e V: verde; Estádio 2 (E2): IP: início de pigmentação; Estádio 3 (E3): VA: verde amarelado e AP: amarelo predominante; Estádio 4 (E4): AA: amarelo alaranjado e AE: amarelo esverdeado; e Estádio 5 (E5): LA: laranja avermelhado e AA: amarelo alaranjado.....**99**

CAPÍTULO IV

- Figura 1.** Frutos de palma Gigante armazenados em quatro estádios de maturação (E): E1 (Verde), E2 (Início da pigmentação), E3 (amarelo predominante) e E4 (amarelo alaranjado)..... **108**
- Figura 2.** Firmeza de frutos de palma Gigante com relação da polpa do mesocarpo (PM) e Polpa com sementes (PS) (A); com relação ao tratamentos: T1 (Filme PVC), T2 (Fécula de inhame), T3 (Controle refrigerado), e T4 (Controle ambiente) (B) e com relação aos estádios de maturação: verde (V), início da pigmentação (IP), verde amarelado (VA) e Amarelo predominante (AP) (C), seguindo-se ao armazenamento sob refrigeração a $12 \pm 1 \text{ }^\circ\text{C}$ e $90 \pm 1\% \text{ UR}$**112**
- Figura 3.** Firmeza da polpa com sementes (PS) de frutos de palma Gigante, colhidos nos estádios de maturação: verde (V), início da pigmentação (IP), verde amarelado (VA) e Amarelo predominante (AP), tratados com filme PVC (T1), Fécula de inhame (T2), Controle refrigerado (T3) e Controle ambiente (T4), durante o armazenamento sob refrigeração a $12 \pm 1 \text{ }^\circ\text{C}$ e $90 \pm 1\% \text{ UR}$**112**
- Figura 4.** Firmeza da polpa do mesocarpo (PM) de frutos de palma Gigante, colhidos nos estádios de maturação: verde (V), início da pigmentação (IP), verde amarelado (VA) e Amarelo predominante (AP), tratados com filme PVC (T1), Fécula de inhame (T2), Controle refrigerado (T3) e Controle ambiente (T4), durante o armazenamento sob refrigeração a $12 \pm 1 \text{ }^\circ\text{C}$ e $90 \pm 1\% \text{ UR}$**113**

- Figura 5.** Sólidos Solúveis de frutos de palma Gigante com relação da polpa do mesocarpo (PM) e Polpa com sementes (PS) (A); com relação ao tratamentos: T1 (Filme PVC), T2 (Fécula de inhame), T3 (Controle refrigerado), e T4 (Controle ambiente) (B) e com relação aos estádios de maturação: verde (V), inicio da pigmentação (IP), verde amarelado (VA) e Amarelo predominante (AP) (C), seguindo-se ao armazenamento sob refrigeração a 12 ± 1 °C e $90 \pm 1\%$ UR..... **114**
- Figura 6.** Sólido Solúveis da polpa com sementes (PS) de frutos de palma Gigante, colhidos nos estádios de maturação: verde (V), inicio da pigmentação (IP), verde amarelado (VA) e Amarelo predominante (AP), tratados com filme PVC (T1), Fécula de inhame (T2), Controle refrigerado (T3) e Controle ambiente (T4), durante o armazenamento sob refrigeração a 12 ± 1 °C e $90 \pm 1\%$ UR **115**
- Figura 7.** Sólidos Solúveis da polpa do mesocarpo (PM) de frutos de palma Gigante, colhidos nos estádios de maturação: verde (V), inicio da pigmentação (IP), verde amarelado (VA) e Amarelo predominante (AP), tratados com filme PVC (T1), Fécula de inhame (T2), Controle refrigerado (T3) e Controle ambiente (T4), durante o armazenamento sob refrigeração a 12 ± 1 °C e $90 \pm 1\%$ UR..... **115**
- Figura 8.** Acidez de frutos de palma Gigante com relação da polpa do mesocarpo (PM) e Polpa com sementes (PS) (A); com relação ao tratamentos: T1 (Filme PVC), T2 (Fécula de inhame), T3 (Controle refrigerado), e T4 (Controle ambiente) (B) e com relação aos estádios de maturação: verde (V), inicio da pigmentação (IP), verde amarelado (VA) e Amarelo predominante (AP) (C), seguindo-se ao armazenamento sob refrigeração a 12 ± 1 °C e $90 \pm 1\%$ UR..... **117**
- Figura 9.** Acidez Titulável da polpa com sementes (PS) de frutos de palma Gigante, colhidos nos estádios de maturação: verde (V), inicio da pigmentação (IP), verde amarelado (VA) e Amarelo predominante (AP), tratados com filme PVC (T1), Fécula de inhame (T2), Controle refrigerado (T3) e Controle ambiente (T4), durante o armazenamento sob refrigeração a 12 ± 1 °C e $90 \pm 1\%$ UR.. **117**
- Figura 10.** Acidez Titulável da polpa do mesocarpo (PM) de frutos de palma Gigante, colhidos nos estádios de maturação: verde (V), inicio da pigmentação (IP), verde amarelado (VA) e Amarelo predominante (AP), tratados com filme PVC (T1), Fécula de inhame (T2), Controle refrigerado (T3) e Controle ambiente (T4), durante o armazenamento sob refrigeração a 12 ± 1 °C e $90 \pm 1\%$ UR. **118**

- Figura 11.** pH de frutos de palma Gigante com relação a polpa do mesocarpo (PM) e Polpa com sementes (PS) (A); com relação ao tratamentos: T1 (Filme PVC), T2 (Fécula de inhame), T3 (Controle refrigerado), e T4 (Controle ambiente) (B) e com relação aos estádios de maturação: verde (V), início da pigmentação (IP), verde amarelado (VA) e Amarelo predominante (AP) (C), seguindo-se ao armazenamento sob refrigeração a 12 ± 1 °C e $90 \pm 1\%$ UR.... **119**
- Figura 12.** pH da polpa com sementes (PS) de frutos de palma Gigante, colhidos nos estádios de maturação: verde (V), início da pigmentação (IP), verde amarelado (VA) e Amarelo predominante (AP), tratados com filme PVC (T1), Fécula de inhame (T2), Controle refrigerado (T3) e Controle ambiente (T4), durante o armazenamento sob refrigeração a 12 ± 1 °C e $90 \pm 1\%$ UR. **119**
- Figura 13.** pH da polpa do mesocarpo (PM) de frutos de palma Gigante, colhidos nos estádios de maturação: verde (V), início da pigmentação (IP), verde amarelado (VA) e Amarelo predominante (AP), tratados com filme PVC (T1), Fécula de inhame (T2), Controle refrigerado (T3) e Controle ambiente (T4), durante o armazenamento sob refrigeração a 12 ± 1 °C e $90 \pm 1\%$ UR.... **120**
- Figura 14.** Relação SS/AT de frutos de palma Gigante com relação da polpa do mesocarpo (PM) e Polpa com sementes (PS) (A); com relação ao tratamentos: T1 (Filme PVC), T2 (Fécula de inhame), T3 (Controle refrigerado), e T4 (Controle ambiente) (B) e com relação aos estádios de maturação: verde (V), início da pigmentação (IP), verde amarelado (VA) e Amarelo predominante (AP) (C), seguindo-se ao armazenamento sob refrigeração a 12 ± 1 °C e $90 \pm 1\%$ UR..... **121**
- Figura 15.** Relação SS/AT da polpa com sementes (PS) de frutos de palma Gigante, colhidos nos estádios de maturação: verde (V) início da pigmentação (IP), verde amarelado (VA) e Amarelo predominante (AP), tratados com filme PVC (T1), Fécula de inhame (T2), Controle refrigerado (T3) e Controle ambiente (T4), durante o armazenamento sob refrigeração a 12 ± 1 °C e $90 \pm 1\%$ UR. **121**
- Figura 16.** Relação SS/AT da polpa do mesocarpo (PM) de frutos de palma Gigante, colhidos nos estádios de maturação: verde (V), início da pigmentação (IP), verde amarelado (VA) e Amarelo predominante (AP), tratados com filme PVC (T1), Fécula de inhame (T2), Controle refrigerado (T3) e Controle ambiente (T4), durante o armazenamento sob refrigeração a 12 ± 1 °C e $90 \pm 1\%$ UR. **122**

- Figura 17.** Amido de frutos de palma Gigante com relação da polpa do mesocarpo (PM) e Polpa com sementes (PS) (A); com relação ao tratamentos: T1 (Filme PVC), T2 (Fécula de inhame), T3 (Controle refrigerado), e T4 (Controle ambiente) (B) e com relação aos estádios de maturação: verde (V), inicio da pigmentação (IP), verde amarelado (VA) e Amarelo predominante (AP) (C), seguindo-se ao armazenamento sob refrigeração a 12 ± 1 °C e $90 \pm 1\%$ UR..... **123**
- Figura 18.** Amido da polpa com sementes (PS) de frutos de palma Gigante, colhidos nos estádios de maturação: verde (V), inicio da pigmentação (IP), verde amarelado (VA) e Amarelo predominante (AP), tratados com filme PVC (T1), Fécula de inhame (T2), Controle refrigerado (T3) e Controle ambiente (T4) durante o armazenamento sob refrigeração a 12 ± 1 °C e $90 \pm 1\%$ UR. **123**
- Figura 19.** Amido da polpa do mesocarpo (PM) de frutos de palma Gigante, colhidos nos estádios de maturação: verde (V), inicio da pigmentação (IP), verde amarelado (VA) e Amarelo predominante (AP), tratados com filme PVC (T1), Fécula de inhame (T2), Controle refrigerado (T3) e Controle ambiente (T4), durante o armazenamento sob refrigeração a 12 ± 1 °C e $90 \pm 1\%$ UR.. **124**
- Figura 20.** Açúcares redutores de frutos de palma Gigante com relação da polpa externa (PE) e Polpa Interna (PI) (A); com relação ao tratamentos: T1 (Filme PVC), T2 (Fécula de inhame), T3 (Controle refrigerado), e T4 (Controle ambiente) (B) e com relação aos estádios de maturação: verde (V), inicio da pigmentação (IP), verde amarelado (VA) e Amarelo predominante (AP) (C), seguindo-se ao armazenamento sob refrigeração a 12 ± 1 °C e $90 \pm 1\%$ UR. **125**
- Figura 21.** Açúcares redutores da polpa com sementes (PS) de frutos de palma Gigante, colhidos nos estádios de maturação: verde (V), inicio da pigmentação (IP), verde amarelado (VA) e Amarelo predominante (AP), tratados com filme PVC (T1), Fécula de inhame (T2), Controle refrigerado (T3) e Controle ambiente (T4), durante o armazenamento sob refrigeração a 12 ± 1 °C e $90 \pm 1\%$ UR.. **126**
- Figura 22.** Açúcares redutores da polpa do mesocarpo (PM) de frutos de palma Gigante, colhidos nos estádios de maturação: verde (V), inicio da pigmentação (IP), verde amarelado (VA) e Amarelo predominante (AP), tratados com filme PVC (T1), Fécula de inhame (T2), Controle refrigerado (T3) e Controle ambiente (T4), durante o armazenamento sob refrigeração a 12 ± 1 °C e $90 \pm 1\%$ UR. **127**

- Figura 23.** Açúcares não redutores de frutos de palma Gigante com relação da polpa do mesocarpo (PM) e Polpa com sementes (PS) (A); com relação ao tratamentos: T1 (Filme PVC), T2 (Fécula de inhame), T3 (Controle refrigerado), e T4 (Controle ambiente) (B) e com relação aos estádios de maturação: verde (V), inicio da pigmentação (IP), verde amarelado (VA) e Amarelo predominante (AP) (C), seguindo-se ao armazenamento sob refrigeração a 12 ± 1 °C e $90 \pm 1\%$ UR..... **127**
- Figura 24.** Açúcares não redutores da polpa com sementes (PS) de frutos de palma Gigante, colhidos nos estádios de maturação: verde (V), inicio da pigmentação (IP), verde amarelado (VA) e Amarelo predominante (AP), tratados com filme PVC (T1), Fécula de inhame (T2), Controle refrigerado (T3) e Controle ambiente (T4), durante o armazenamento sob refrigeração a 12 ± 1 °C e $90 \pm 1\%$ UR..... **128**
- Figura 25.** Açúcares não redutores da polpa do mesocarpo (PM) de frutos de palma Gigante, colhidos nos estádios de maturação: verde (V), inicio da pigmentação (IP), verde amarelado (VA) e Amarelo predominante (AP), tratados com filme PVC (T1), Fécula de inhame (T2), Controle refrigerado (T3) e Controle ambiente (T4), durante o armazenamento sob refrigeração a 12 ± 1 °C e $90 \pm 1\%$ UR.. **128**
- Figura 26.** Açúcares totais de frutos de palma Gigante com relação da polpa do mesocarpo (PM) e Polpa com sementes (PS) (A); com relação ao tratamentos: T1 (Filme PVC), T2 (Fécula de inhame), T3 (Controle refrigerado), e T4 (Controle ambiente) (B) e com relação aos estádios de maturação: verde (V), inicio da pigmentação (IP), verde amarelado (VA) e Amarelo predominante (AP) (C), seguindo-se ao armazenamento sob refrigeração a 12 ± 1 °C e $90 \pm 1\%$ UR..... **129**
- Figura 27.** Açúcares Totais polpa com sementes (PS) de frutos de palma Gigante, colhidos nos estádios de maturação: verde (V), inicio da pigmentação (IP), verde amarelado (VA) e Amarelo predominante (AP), tratados com filme PVC (T1), Fécula de inhame (T2), Controle refrigerado (T3) e Controle ambiente (T4), durante o armazenamento sob refrigeração a 12 ± 1 °C e $90 \pm 1\%$ UR.... **129**
- Figura 28.** Açúcares Totais da polpa do mesocarpo (PM) de frutos de palma Gigante, colhidos nos estádios de maturação: verde (V), inicio da pigmentação (IP), verde amarelado (VA) e Amarelo predominante (AP), tratados com filme PVC (T1), Fécula de inhame (T2), Controle refrigerado (T3) e Controle ambiente (T4), durante o armazenamento sob refrigeração a 12 ± 1 °C e $90 \pm 1\%$ UR. **130**

- Figura 29.** Ácido ascórbico de frutos de palma Gigante com relação da polpa do mesocarpo (PM) e Polpa com sementes (PS) (A); com relação ao tratamentos: T1 (Filme PVC), T2 (Fécula de inhame), T3 (Controle refrigerado), e T4 (Controle ambiente) (B) e com relação aos estádios de maturação: verde (V), início da pigmentação (IP), verde amarelado (VA) e Amarelo predominante (AP) (C), seguindo-se ao armazenamento sob refrigeração a 12 ± 1 °C e $90 \pm 1\%$ UR..... **131**
- Figura 30.** Ácido ascórbico de polpa com sementes (PS) de frutos de palma Gigante, colhidos nos estádios de maturação: verde (V), início da pigmentação (IP), verde amarelado (VA) e Amarelo predominante (AP), tratados com filme PVC (T1), Fécula de inhame (T2), Controle refrigerado (T3) e Controle ambiente (T4), durante o armazenamento sob refrigeração a 12 ± 1 °C e $90 \pm 1\%$ UR... **132**
- Figura 31.** Ácido ascórbico da polpa do mesocarpo (PM) de frutos de palma Gigante, colhidos nos estádios de maturação: verde (V), início da pigmentação (IP), verde amarelado (VA) e Amarelo predominante (AP), tratados com filme PVC (T1), Fécula de inhame (T2), Controle refrigerado (T3) e Controle ambiente (T4), durante o armazenamento sob refrigeração a 12 ± 1 °C e $90 \pm 1\%$ UR. **132**

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO II

- Tabela 1.** Classificação dos estádios de maturação de frutos da palma Gigante (*Opuntia ficus-indica*) de acordo com o grau de cor da casca (Boa Vista-PB, 2007)**25**
- Tabela 2.** Classificação dos estádios de maturação de frutos de palma Redonda (*Opuntia* sp.) de acordo com o grau de cor da casca (Boa Vista-PB, 2007)**26**
- Tabela 3.** Classificação dos estádios de maturação de frutos de palma Gigante (*Opuntia ficus-indica*) de acordo com o grau de cor da casca..**28**
- Tabela 4.** Classificação dos estádios de maturação de frutos de palma Redonda (*Opuntia* sp.) de acordo com o grau de cor da casca.....**29**
- Tabela 5.** Classificação dos estádios de maturação de frutos de palma Doce ou Miúda (*Nopalea cochenillifera*) de acordo com o grau de cor da casca.**29**
- Tabela 6.** Avaliação sensorial dos parâmetros externos de frutos de palmas Redonda e Gigante (*Opuntia* sp.).....**39**
- Tabela 7.** Resultados da análise sensorial dos parâmetros internos de frutos de palma Redonda e Gigante(*Opuntia* sp.).**40**

CAPÍTULO III

- Tabela 1.** Classificação dos estádios de maturação de frutos de palma Gigante (*Opuntia ficus-indica*) oriundas do município de Pocinhos - PB de acordo com o grau de cor da casca.**71**
- Tabela 2.** Classificação dos estádios de maturação de frutos de palma Gigante (*Opuntia ficus indica*) oriundas do município de Campina Grande - PB de acordo com o grau de cor da casca..**72**
- Tabela 3.** Classificação dos estádios de maturação de frutos de palma Gigante (*Opuntia ficus indica*) oriundas do município de Boa Vista - PB de acordo com o grau de cor da casca...**72**

BRITO PRIMO, D. M. **FISIOLOGIA DA MATURAÇÃO E CONSERVAÇÃO PÓS-COLHEITA DE FRUTOS DA PALMA FORRAGEIRA**. Areia: CCA/UFPB, 2008. 136 fl. (Dissertação de Mestrado em Agronomia)*.

RESUMO

O presente trabalho teve como objetivo avaliar a fenologia, fisiologia da maturação, qualidade e a conservação pós-colheita de frutos de variedades da palma forrageira. O trabalho foi conduzido no Laboratório de Biologia e Tecnologia Pós-Colheita do CCA/UFPB e desenvolvido em três experimentos. **No primeiro experimento** foi avaliado a fisiologia da maturação e a qualidade de frutos da palma Gigante (*Opuntia ficus-indica*), da palma Redonda (*Opuntia* sp.) e da palma Doce (*Nopalea cochenillifera*) colhidas em cinco estádios de maturação, provenientes de propriedades rurais localizadas nos municípios de Pocinhos, Boa Vista, e Remígio – PB. A atividade respiratória de frutos das palmas Gigante e Redonda apresentou comportamento típico de fruto não climatérico. Em termos sensoriais, frutos da palma Gigante detiveram maior aceitação global e maior intenção de compra pelos avaliadores. Comparando os frutos das três variedades avaliadas, os diâmetros e comprimentos da Gigante e Redonda foram superiores aos da Doce. A coloração dos frutos da palma Doce foi mais intensa comparada a dos demais frutos avaliados. Os sólidos solúveis foram mais elevados nos frutos da palma Gigante, comparado aos da Redonda e Doce, para todos os estádios de maturação avaliados. Os frutos da palma Doce apresentavam acidez inferior aos da Gigante e da Redonda. O conteúdo de ácido ascórbico aumentou com o avanço da maturação e superior nos frutos da palma Doce. **No segundo experimento** foi avaliado o desenvolvimento e a maturação de frutos da palma Gigante (*Opuntia ficus-indica*), visando estabelecer índices de maturidade como critérios para a colheita, armazenamento e industrialização, sendo também avaliado as modificações durante a maturação de frutos oriundos de diferentes localidades. Na avaliação do desenvolvimento e maturação os frutos foram provenientes de propriedade do município de Boa Vista – PB. Para a avaliação das mudanças durante a maturação os frutos de propriedades localizadas nos municípios de Boa Vista, Campina Grande e Pocinhos - PB. Para a avaliação do desenvolvimento e maturação, frutos foram marcados após a abertura floral. Foram realizadas colheitas em períodos regulares após a antese

até os frutos atingirem a maturidade fisiológica em 8 intervalos de avaliação. Os frutos apresentaram aproximadamente 80 dias para atingir a completa maturação na planta, após a abertura floral. Observou-se um aumento da matéria fresca e seca, comprimento e diâmetro, à medida que a maturação progredia, observando um crescimento de fruto no padrão tipo sigmoidal simples. Para avaliação da maturação de frutos da palma Gigante de diferentes localidades, os frutos de Pocinhos- PB foram os que desenvolveram a cor mais intensa ao final da maturação. A mudança no conteúdo de ácido ascórbico representou variações entre localidades sendo que o menor valor foi obtido para os frutos do município de Boa Vista – PB. **No terceiro experimento** foi avaliado a eficiência do emprego de refrigeração associado ao recobrimento com fécula de inhame (*Dioscorea* spp.) ou atmosfera modificada por filme de PVC na conservação pós-colheita de frutos de palma Gigante (*Opuntia ficus-indica*) colhidos nos estádio de maturação verde claro (VC), início da pigmentação (IP), amarelo predominante (AP) e fruto amarelo alaranjado (AA). Os frutos de cada tratamento com seus respectivos controles foram armazenados a 12°C e sob condições ambientes durante 15 dias. Foi utilizado o delineamento inteiramente casualizado em esquema fatorial (4 x 4 x 5), os fatores avaliados foram atmosferas de armazenamento (atmosfera ambiente e modificada), estádios de maturação (VC, IP, AP e AA), todos avaliados nas duas porções de polpa existente no fruto: endocarpo e o mesocarpo, e tempo de armazenamento. O recobrimento com fécula de inhame manteve a firmeza dos frutos até ao final do armazenamento. Os sólidos solúveis e acidez titulável aumentaram continuamente durante o armazenamento, com teores mais elevados para um tipo da polpa, parte do epicarpo. O emprego da fécula de inhame foi determinante na conservação pós-colheita de frutos de palma forrageira, manteve a firmeza e os sólidos solúveis e açúcares durante o armazenamento.

Palavras-chave: *Opuntia ficus-indica*, *Opuntia* sp., *Nopalea cochenillifera*; maturação; atividade respiratória; fenologia, qualidade; recobrimentos biodegradáveis, atmosfera modificada, armazenamento refrigerado.

*Professora Silvana de Melo Silva, Ph. D. (Orientadora)

PRIMO BRITO, D. M. **MATURATION PHYSIOLOGY AND POSTHARVEST CONSERVATION OF CACTUS PEAR FRUITS.** Areia: CCA / UFPB, 2008. 136 fl. (Master Dissertation in Agronomy) *.

ABSTRACT

This study aimed to evaluate the phenology, maturation physiology, quality, and postharvest conservation of fruits of varieties of cactus pear. The work was conducted at the Laboratory of Biology and Postharvest Technology of The Centro de Ciências Agrárias of the Universidade Federal da Paraíba and developed in three experiments. **In the first experiment** it was evaluated the physiology of maturity and quality of the fruit of the Gigante (*Opuntia ficus-indica*), Redonda (*Opuntia* sp.) and Doce (*Nopalea cochenillifera*) harvested in five maturity stages, from a rural properties located in the municipalities of Pocinhos, Boa Vista, and Remigio – PB, Brazil. The respiratory activity of fruits of Gigante and Redonda showed typical non-climacteric pattern. In terms of sensorial evaluation, Gigante fruit presented higher overall acceptance and greater intention of purchasing by the evaluators. Comparing the varieties of fruits evaluated, the diameters and lengths of Gigante and Redonda were higher than those of Doce. The color of Doce fruit was more intense compared to the other fruit evaluated. The soluble solids were higher in fruits of Gigante, compared to the Redonda and Doce, for all maturity stages evaluated. The fruits of Doce presented lower acidity than Gigante e Redonda. The content of ascorbic acid increased with the advance of maturity and was higher for Doce fruit. **In the second experiment** it was evaluated the development and maturation of the fruits of Gigante cactus pear fruit (*Opuntia ficus-indica*), to establish indices of maturity as criteria for harvest, storage and industrialization, and also evaluated changes during maturation of fruit from different localities. In assessing the development and maturation, fruits were harvested from a rural property located at the municipality of Boa Vista – PB, Brazil. For the evaluation of changes during maturation, fruits were harvested from rural properties located at the municipalities of Boa Vista, Campina Grande, and Pocinhos - PB. For the evaluation of the development and maturation, fruits were marked after the opening flower. Were performed harvests at regular intervals

after anthesis until the fruit reached the physiological maturity at eight intervals. The fruit took approximately 80 days to reach the full maturity attached to the plant, after opening flower. There was an increase of fresh and dry matter, length and diameter as the maturation progressed, following a pattern of fruit sigmoidal simple type of growth. To evaluate the maturity of Gigante cactus pear fruit from different localities, fruits from Pocinhos-PB were those who developed the most intense color by the end of maturation. The change in the content of ascorbic acid varied among localities and the lowest value was obtained for the fruits of the city of Boa Vista - PB. **In the third experiment** it was evaluated the efficiency of the use of refrigeration associated with the starch yam (*Dioscorea* spp.) coating or modified atmosphere by PVC film in the postharvest conservation of Gigante (*Opuntia ficus-indica*) cactus pear fruit harvested in the maturity stages light green (VC), beginning of pigmentation (IP), yellow predominant (AP) yellow orangish fruit (AA). The fruits of each treatment with their respective controls were stored at 12 ° C and under room conditions during 15 days. It was applied a completely randomized design in factorial scheme (4 x 4 x 5), the factors were atmospheres of storage (and modified atmosphere), stages of maturation (VC, IP, AP and AA), all evaluated in the two portions of in the fruit pulp: mesocarp and endocarp, and storage time. The coating of starch with yam maintained the firmness of the fruit until the end of storage. The soluble solids and acidity increased continuously during storage, with levels higher for the epicarp. The use of starch in yam has been crucial on postharvest conservation of Gigante cactus pear fruit, maintained the firmness and the soluble solids and sugars during storage.

Key words: *Opuntia ficus-indica*, *Opuntia* sp., *Nopalea cochenillifera*; maturation; respiratory activity, phenology, quality, biodegradable coatings, modified atmosphere, cold storage.

* Professor Silvanda de Melo Silva, Ph. D. (Advisor)

CAPÍTULO I

1. INTRODUÇÃO

Os cactos são nativos das Américas, onde são distribuídos extensamente. Mais de 70% das espécies ocorrem em regiões áridas e semi-áridas do México, Peru, Argentina, e Chile (ARIAS-MORENO 1997; GIBSON AND NOBEL 1986; PIMIENTA-BARRIOS. et al 2002). Plantas como palma forrageira é pertencente à família Cactaceae, subfamília Opuntioideae e gênero *Opuntia*, do qual foram catalogadas aproximadamente 300 espécies, desde o Canadá até a Patagônia (BARBERA, 2001; MANICA, 2002; NOBEL, 2001; SCHEINVAR, 2001). Da família Cactaceae, o gênero com maior importância econômica do mundo é a *Opuntia ficus-indica* (L.) Mill. (RERYES-AGUERO, 2005).

A palma forrageira representa uma grande fonte de alimentos para humanos e animais nas regiões áridas e semi-áridas (PIMIENTA BARRIOS, 1993), sendo uma das mais importantes representações de cultivo para produção de forragem no Brasil, em particular nos estados do Nordeste. Os frutos da palma forrageira têm um sabor leve e agradável com diferenças sutis entre as várias espécies, como sabor e coloração (CANTWELL, 2001).

O fruto de palma é tido como um fruto de pele sensível a danos mecânicos pós-colheita, a sua forma e estrutura o tornam de difícil acesso a colheita, transporte e manuseio. Essa característica dos frutos de palma forrageira é principalmente decorrente da presença de tufo de gloquídios, pequenos espinhos de celulose cristalina quase pura (PRITCHARD E HALL, 1976). A quantidade desses tufo varia muito em função do cultivar de origem. As frutas com muitos gloquídios são mais difíceis de colher. Durante a colheita, devido não ser mais uniformemente distribuída entre todos os dedos da mão do colhedor, ocorre dano à casca em virtude da pressão dos dedos, o qual pode não ser visível de imediato, mas, em geral, se torna posteriormente aparente formando áreas escuras que, freqüentemente, secam e ficam com uma aparência pouco agradável. Esse tipo de dano reduz a qualidade visual dos frutos (CANTWELL, 2001), sendo necessário o desenvolvimento de técnicas adequadas de manuseio tomando-se como base as características peculiares e a fisiologia do fruto, principalmente no que se refere aos tipos de transformações que ocorrem durante a maturação.

Entre as tecnologias desenvolvidas na tentativa de reduzir as perdas pós-colheita incluem-se as determinações do índice de maturidade e, a partir de então, o ponto adequado de colheita, controle da temperatura e umidade relativa durante armazenamento e transporte. A colheita e o manuseio na pré e pós-colheita são fatores determinantes na conservação e qualidade dos frutos. O fruto da palma é atraente e considerado exótico, porém a alta perecibilidade é um dos fatores limitantes a sua comercialização. Castillo e Pimienta (1990) estimaram que as perdas de pós-colheita desses frutos eram da ordem de aproximadamente 15%. O dano causado pela separação do ponto de junção do cladódio durante colheita facilita o ataque de patógenos, o que resulta no apodrecimento do fruto (CANTWELL, 2001), reforçando a necessidade de estudos aprofundados sobre o seu manuseio na pós-colheita.

A manutenção da qualidade das frutas deve-se às tecnologias de conservação pós-colheita que reduzem as taxas metabólicas e conseqüentemente minimizam a taxa respiratória, retardando o amadurecimento. O uso da atmosfera modificada em frutos tropicais tem se mostrado muito eficiente no prolongamento da vida útil pós-colheita (CHITARRA E CHITARRA, 2005).

O uso de atmosfera modificada pela utilização de filmes plásticos tem sido amplamente utilizada em diversos frutos, e tem se mostrado eficiente em ampliar a vida útil pós-colheita principalmente quando associada à refrigeração. Revestimentos comestíveis e biodegradáveis, a exemplo de filmes de carboximetilcelulose, amidos e sacarose, têm sido aplicados com sucesso em frutos e hortaliças (LEONEL E CEREDA, 2002). O armazenamento sob atmosfera modificada baseia-se na diminuição da concentração de oxigênio e no aumento de gás carbônico, decorrentes da respiração do produto no interior da embalagem com conseqüente alteração do metabolismo. Na atmosfera modificada, a concentração desses gases não é controlada, mas é alterado o suficiente para reduzir o metabolismo e a respiração do produto embalado, podendo resultar em aumento sua vida útil pós-colheita (CHITARRA E CHITARRA, 2005).

2. OBJETIVOS

2.1 Geral

Avaliar o desenvolvimento, a fisiologia da maturação e a conservação pós-colheita de frutos de diferentes variedades da palma forrageira.

2.2 Específicos

- Avaliar o desenvolvimento e a fisiologia da maturação de frutos de *Opuntia ficus-indica*;
- Avaliar as modificações nas características físicas e físico-químicas que ocorrem durante a maturação de frutos de palma de diferentes variedades;
- Determinar a temperatura de armazenamento que proporcione o prolongamento da conservação pós-colheita de frutos de palma;
- Avaliar o efeito de atmosfera modificada e revestimentos comestíveis a base de amido na conservação e no aumento da vida útil pós-colheita de frutos de palma.

3. REFERENCIAL TEÓRICO

3.1. Aspectos gerais sobre a palma

A família Cactaceae é constituída por estimativa aproximada de 1600 a 2000 espécies. Os membros desta família são encontrados como vegetação nativa desde o Chile, Argentina até o Canadá, e é cultivada em mais de 30 países (WALLACE e GIBSON, 2002).

A palma é classificada, segundo Bravo (1978), como: do reino Vegetal, subreino Embryophita, divisão: Angiospermae, tribo Opuntiae, classe Liliatae, família Cactaceae, subfamília Opuntioideae, gênero *Opuntia*, subgênero *Opuntia* e *Nopalea*. São plantas que podem atingir aproximadamente de 3 a 5 m de altura, caule com 60 a 150 cm de largura, possuem cladódios obovalados ou arredondados dependendo do subgênero, com 30 a 60 cm de comprimento. As aureolas são piriformes, os espinhos são quase ausentes, e quando presentes medem aproximadamente 1 cm de comprimento, sendo de cor cinza translúcido e as flores são da cor laranja ou amarela. De acordo com Holfman (2001) a fruta é uma baga ovalada ou alongada que consiste em uma casca grossa carnosa envolvendo uma polpa suculenta contendo muitas sementes com uma cobertura dura. Cada espécie ou tipo de *Opuntia* produz frutas de diferentes formas, cores e sabores delicados (CANTWELL, 2001).

A *Food Agriculture Organization* (FAO) reconhece o potencial da palma e sua importância para o desenvolvimento das regiões áridas e semi-áridas, especialmente nos países em desenvolvimento, através da exploração econômica das várias espécies, com conseqüências sustentáveis para o meio ambiente e para segurança alimentar. Mundialmente, a palma é utilizada para produzir forragem, verdura para consumo humano, principalmente no México, e como fruta fresca, processada para os mercados nacional e internacional, especialmente nos países Europeus, além da possibilidade de exploração das propriedades medicinais, as quais foram constatadas experimentalmente no tratamento de diabetes, gastrite e obesidade (LOPES, 2007).

As Opuntias são hoje parte do ambiente natural e dos sistemas agrícolas de muitas regiões do mundo. Algumas espécies podem atuar como ervas daninhas, onde as condições são muito favoráveis. A distribuição atual de

opuntias no mundo inclui ambientes distintos e uma ampla faixa de espécies, o que se deve a sua alta variabilidade genética, que se origina da grande diversidade ecológica das áreas de onde são nativas (NOBEL, 2001). Assim, diante à complexidade do gênero *Opuntia*, provocada pelas variações fenotípicas reguladas por condições climáticas, pela poliploidia que ocorre em um grande número de populações e pela alta capacidade de hibridação, a taxonomia do gênero é muito difícil, razão pela qual poucos pesquisadores se dedicam ao seu estudo. No mundo, já foram descritas cerca de 300 espécies de cactáceas pertencentes ao gênero *Opuntia*, distribuídas desde o Canadá até a Argentina e o México já foram registradas 104 espécies e variedades (SCHEINVAR, 2001).

No Nordeste do Brasil, três tipos distintos de palma forrageira foram introduzidas no início de século passado nas regiões de Alagoas, Pernambuco e Paraíba, destinados a propagação da espécie e produção de forragem: a palma gigante - da espécie *Opuntia ficus-indica*, a redonda – (*Opuntia* sp) e a miúda - (*Nopalea cochenillifera*). Na família das cactáceas, existem 178 gêneros com cerca de 1600 a 2000 espécies conhecidas. Todavia, nos gêneros *Opuntia* e *Nopalea*, estão presentes às espécies de palma mais utilizadas como forrageiras, sendo essas plantas de extrema importância alimentar e econômica nas zonas áridas e semi-áridas do globo terrestre. Os cladódios (folhas modificadas) alimentam, além do homem, diversas espécies de animais domésticos e selvagens (LOPES *et al.*, 2007). Para a produção de frutas, existem cultivares com casca e polpa de diferentes cores, variando de vermelho púrpura, amarelo, laranja, branco amarelado (creme) e verdosos. Entre cultivares também se observam diferenças quanto ao tamanho do fruto, tempo de maturação, quantidade de sementes (MONDRAGÓN-JACOBO E PIMIENTA-BARRIOS 1995 citados por INGLESE *et al.*, 2002). A palma forrageira é utilizada pelo homem no México desde o período pré-hispânico, assumindo um papel importante na economia agrícola do Império Asteca, juntamente com o milho e agave, consideradas as espécies vegetais mais antigas cultivadas no território mexicano (REINOLDS e ARIAS, 2004).

Na alimentação humana, geralmente, são usados em preparações culinárias os brotos da palma ou raquetes jovens (cladódios), denominados de verdura e os frutos, que são consumidos como fruta fresca ou processados. O uso do fruto da

palma na alimentação humana era comum no México desde o período que antecedeu a colonização espanhola (INGLESE, 2001). Após a conquista, o fruto manteve seu papel básico na dieta da população mexicana e, decorrido um século, já estava sendo consumido no Sul da Itália e na ilha da Sicília (INGLESE, 2001).

A produtividade de frutos de palma é muito variável entre os países produtores, porém é superior a de outras frutíferas cultivadas no semi-árido, assim como a época de colheita (INGLESE, 2001). Cantwell et al. (2001) mencionam que a produtividade de frutos de palma oscila entre 4 -10 t/ha a 6-15 t/ha, no México e Chile, respectivamente; 15 – 25 mil kg/ha em Israel e Itália e 10-30 mil kg/ha na África do Sul. A comercialização dos frutos, geralmente, é feita a granel ou em caixas. No Brasil o cultivo para a produção de frutas, no entanto, acabou se concentrando no estado de São Paulo por obra dos colonos italianos, que trouxeram da terra natal tanto o gosto pelo fruto quanto as técnicas de manejo. Talvez em decorrência do incômodo causado pelos pequenos espinhos ou por conta do desconhecimento do fruto, o figo-da-índia ainda não conquistou grande espaço no mercado brasileiro. Assim, de cerca de 20 mil caixas (cada uma contendo cinco unidades, em média) produzidas anualmente, apenas 30% se destinam ao mercado interno, e são os descendentes de europeus e árabes os principais consumidores. O restante é exportado para a Europa, e por isso todo o processo de cultivo, manejo e embalagem segue rígido padrão de qualidade (SANTOS et al. 2007).

Como o figo-da-índia no Brasil é extremamente resistente a doenças, não é necessário usar nenhum tipo de agrotóxico, e a adubação, aplicada três vezes ao ano, é totalmente orgânica. Atualmente, uma área de 1,5 ha vem sendo cultivada no município de Taperoá – Paraíba, onde 70% da produção de frutos exportados e o restante comercializado no mercado interno, com faturamento em torno de US\$ 8 mil/ano (Lass, 2004). No palmal são produzidos cerca de 100 mil frutos/ano, estimando-se uma produtividade em torno de 5,5 mil kg/ha, comercializados por volta de R\$ 11,22/kg em algumas redes de supermercados do Estado de São Paulo e em Brasília, Salvador, Recife, João Pessoa e Campina Grande (SANTOS et al. 2007).

3.2. Desenvolvimento do fruto

O crescimento do fruto inicia-se com a divisão e expansão celular, que determinam o tamanho final. O ciclo vital de um fruto pode ser dividido nas fases de desenvolvimento (incluindo a pré-maturação e maturação), amadurecimento e senescência (SASS, 1993). Assim, sob o ponto de vista do ciclo vital, estas fases abrangem os diferentes processos desde a formação até a morte do órgão. Entretanto, muitos processos se interrelacionam nessas fases, dificultando a clara distinção entre elas (WATADA et al., 1984). Em geral, ao final da fase de maturação tem início o amadurecimento do fruto, durante o qual ocorrem mudanças na cor, textura e aroma, com conseqüente senescência (KAYS, 1997).

O estudo de processos relacionados com o desenvolvimento de frutos é de grande importância para o estabelecimento de índices de maturidade e adequação das estratégias de colheita, como também para se estabelecer técnicas adequadas de conservação pós-colheita, capazes de aumentar a vida útil, visando um melhor aproveitamento do potencial de comercialização do fruto (COOMBE, 1976).

A maturidade fisiológica corresponde ao momento em que o fruto acumulou a maior parte das reservas. Quando esse estágio do desenvolvimento é atingido na planta, para um fruto de padrão respiratório climatérico, o mesmo pode ser colhido visando o armazenamento, podendo amadurecer normalmente fora da planta, sem que isso venha interferir na qualidade final do fruto (CHITARRA e CHITARRA, 2005).

Os frutos da palma são considerados frutos não climatéricos. As mudanças típicas das características físicas e da composição química dos frutos da palma forrageira são similares às observadas nas mais comuns variedades de frutos de mesmo padrão respiratório, colhidos em diferentes estágios de desenvolvimento (CANTWELL, 2001). O conhecimento do estágio de maturação adequado é importante para o planejamento da colheita. O conteúdo de açúcares é um bom indicativo do estágio de maturação, sendo o clima um dos fatores que mais influem no acúmulo de açúcares. Portanto, é importante conhecer o comportamento das curvas de maturação para diferentes períodos do ciclo de

desenvolvimento, permitindo a estimativa do teor de sólidos solúveis e assim determinar o melhor estágio de maturação para colheita (JUNIOR et al., 1997).

Os índices de colheita são determinados por meios visuais, físicos, químicos e fisiológicos. Os meios visuais incluem a cor e forma; os métodos físicos através, de medida de firmeza da polpa, do peso, diâmetro e volume; ou métodos químicos por meio da determinação do amido pelo iodo, determinações de substâncias insolúveis em álcool (amido, celulose, pectina e proteínas), acidez, etc, e os métodos fisiológicos através da taxa respiratória e da produção de etileno (CHITARRA e CHITARRA, 2005; PANTASTICO, 1975)

Segundo Cantwell, (2001) os estágios de desenvolvimento e estágios de maturação para frutos de *Opuntia* sp. podem ser descritos da seguinte forma: 1) Frutas semi-maduras: quase completamente desenvolvidas, com coloração da casca verde claro; 2) Frutas em processo de maturação: quando a casca começa a apresentar mudança de cor; o desenvolvimento da cor pode variar desde incipiente até 75% da superfície da fruta; as frutas nesse estágio são consideradas ótimas para colheita comercial, visto que os gloquídeos começam a cair; 3) Frutas maduras: a casca tem 75 a 100 por cento de cor amarela; as frutas são mais macias que as do estágio 2 e se danificam com facilidade durante a colheita e 4) Frutas super-maduras ou passadas: podem apresentar maior intensidade da cor amarela da casca, com pequenas áreas de cor marrom que começam a se formar. Em alguns cultivares, as mudanças de coloração na polpa da fruta ocorrem sem que sejam observadas mudanças externas de cor da casca (CANTWELL, 2001).

A tecnologia pós-colheita tem o objetivo de manter os atributos de qualidade de frutos e hortaliças pelo maior tempo possível (KADER, 1992). Esta qualidade está relacionada com as condições genéticas, climáticas e culturais, refletindo em fatores como aparência, textura, sabor, aroma, valor nutritivo e sanidade. A vida útil pós-colheita de um fruto atinge o seu máximo potencial quando a qualidade inicial, por ocasião da colheita, é elevada permitindo que o mesmo seja conservado em seu estado ótimo de maturidade (CHITARRA e CHITARRA, 2005). O padrão respiratório dos frutos e as mudanças físicas e físico-químicas durante o crescimento e maturação, são critérios essenciais para determinar os padrões de maturidade e qualidade de frutos (SEYMOUR et al. 1993).

3.3. Transformações durante a maturação

A maturação é a fase do desenvolvimento caracterizada por uma seqüência de transformações bioquímicas, fisiológicas e estruturais, por meio das quais os frutos emergem do estágio incompleto para atingir o crescimento pleno e a máxima qualidade comestível. A maior parte desse processo ocorre com o fruto ainda ligado a planta. (CHITARRA e CHITARRA, 2006).

Durante a maturação ocorrem transformações físicas e químicas, que indicam o processo de síntese e degradação simultâneos ou seqüenciais, conduzindo ao aprimoramento dos atributos de qualidade, perceptível da pigmentação, da textura e flavor (TUCKER, 1993). Estas transformações fazem com que ocorra o aumento do conteúdo de sólidos solúveis, principalmente devido a biossíntese de açúcares solúveis, atribuídos, principalmente, a hidrólise de carboidratos de reserva, como amido (SIGRIST, 1988). Por sua vez a hidrólise de carboidratos da parede celular, a exemplo das pectinas, hemiceluloses, celulosas, que provocam o amaciamento da polpa dos frutos (CHITARRA e CHITARRA, 2005).

3.4. Transformações durante o amadurecimento

O amadurecimento é considerado como o conjunto de processos bioquímicos que ocorrem desde os últimos estágios do desenvolvimento até as etapas iniciais da senescência e que resultam em características estéticas e/ou de qualidade ideais para consumo do fruto. Portanto, essa fase corresponde basicamente a mudanças nos fatores sensoriais: sabor, odor, cor e textura. O amadurecimento pode ocorrer na planta (frutas não-climatéricas) ou após a colheita (frutas climatéricas) (CHITARRA e CHITARRA, 2006).

Durante o amadurecimento, os frutos tornam-se mais palatáveis devido ao desenvolvimento de sabores específicos como, por exemplo; os açúcares solúveis cujos, mais comuns nos frutos são a frutose, glicose e sacarose, que juntamente com os ácidos orgânicos fornecem a maior contribuição para o sabor do fruto (SEYMOUR et al., 1993). Para os frutos de palma os açúcares predominantes são a frutose e glicose, apesar da casca também conter sacarose (CANTWELL, 2001). Durante os últimos estágios do desenvolvimento, para frutos

ainda ligados à planta, a polpa do fruto da palma acumula rapidamente açúcares. Assim a colheita antecipada em relação ao processo de maturação reduz (ou paraliza) o desenvolvimento da doçura da fruta e deve ser evitada. (CANTWELL, 2001).

As alterações na acidez são importantes para o desenvolvimento do sabor de muitos frutos. A redução no teor de ácidos é devida à utilização desses compostos como substratos respiratórios e na síntese de novas substâncias durante a maturação (ULRICH, 1970). O teor de ácidos orgânicos, com poucas exceções, tende a diminuir com a maturação e amadurecimento dos frutos, em decorrência do processo respiratório ou de sua conversão em açúcares. Sendo o amadurecimento o período de maior atividade metabólica, pode-se dizer que os ácidos orgânicos constituem uma excelente reserva energética dos frutos, para posterior oxidação no ciclo de Krebs (BRADY, 1987).

Os frutos, de uma maneira geral, são classificados com base nos padrões de respiração, os quais são: frutos climatéricos caracterizados por uma elevação rápida no consumo de oxigênio, com produção autocatalítica de etileno, conduzindo a transformações que ocasionam o amadurecimento, no qual pode ocorrer com o fruto na planta ou após a colheita. Frutos não climatéricos são aqueles que após a colheita, não apresentam variação apreciável na taxa de respiração (CHITARRA e CHITARRA, 2006). Para Cantwell (2001) os frutos de palma são tidos como não climatéricos, apresentando baixas taxas de respiração se comparadas com outros frutos. A produção de etileno pelo fruto da palma é muito baixa e similar para frutos colhidos em três diferentes estádios de maturação, aumentando ligeiramente durante o armazenamento.

3.5. Conservação Pós-Colheita

O armazenamento é o espaço de tempo entre a colheita e a comercialização, no qual os frutos e hortaliças são colocados sob condições ambientais adequadas (temperatura, umidade relativa, concentração de gases), visando a prolongar a vida útil e atender à demanda de mercado. Com a redução da temperatura acima de limites fisiológicos críticos, minimiza-se a intensidade do processo vital com redução no metabolismo normal, sem alterar sua fisiologia. As condições ideais de armazenamento variam, largamente de produto para produto e correspondem às condições nas quais esses produtos podem permanecer pelo maior espaço de tempo possível, sem perda apreciável de seus atributos de qualidade tais como: sabor, aroma, textura, cor e conteúdo de umidade (CHITARRA e CHITARRA, 2005).

A redução da temperatura é considerada um dos procedimentos mais eficientes em reduzir a taxa metabólica e, portanto, o aumento da vida útil de produtos colhidos (CHITARRA e CHITARRA, 2005). Isso se dá em decorrência da maioria dos processos que conduzem a perda de qualidade estarem relacionados com temperatura e umidade relativa do ambiente. Sendo assim, o controle da temperatura é o fator mais importante quando se pensa na redução da taxa de deterioração do produto armazenado. A perda de água desses produtos resulta na perda de massa, conseqüentemente redução da qualidade devido à perda da textura e ao enrugamento da casca. O armazenamento a baixas temperaturas é o método mais efetivo e prático utilizado no prolongamento da vida útil de produtos vegetais colhidos, sendo acompanhado ao estudo de temperaturas adequadas para evitar que perdas por dano pelo frio ou outras desordens fisiológicas ocorram (BOTREL, 1994, KAYS, 1997;). Frutos tropicais são geralmente sensíveis a baixas temperaturas, podendo exibir a disfunção fisiológica denominada dano pelo frio, resultando em perdas quantitativas e qualitativas pós-colheita (WANG, 1994). Esse processo ocorre quando os produtos são expostos a temperaturas inferiores à temperatura mínima de segurança (TMS), mas acima do ponto de congelamento. A TMS é variável para os diferentes produtos, indo de 0 a 15°C, e define a temperatura abaixo da qual os danos podem ocorrer, dependendo do tempo de exposição (CHITARRA e CHITARRA, 2005; KAYS, 1997, WANG, 1993).

Os fatores mais importantes no processo de dano pelo frio são a temperatura e o tempo de exposição do produto, estágio de maturação, a cultivar e os níveis de umidade relativa na colheita e no armazenamento (LEVITT, 1980).

Alta umidade relativa no ambiente de armazenamento é essencial para evitar enrugamento, perda de peso e subsequente perda dos componentes voláteis. Por outro lado, alta umidade relativa pode resultar no desenvolvimento de microorganismos (ZAGORY e KADER, 1988). A perda de água ocorre quando existe uma pressão de vapor mais baixa no exterior do que no interior dos frutos (GRIERSON e WARDOWSKI, 1978). Portanto, a temperatura e a umidade relativa estão intimamente ligadas ao controle de perda de umidade, uma vez que a umidade relativa diz respeito ao déficit de pressão de vapor de água (NEVES FILHO, 1985). Nesse sentido, a utilização de atmosfera modificada, pelo uso de filmes flexíveis, cria uma barreira à passagem de vapor de água, produzindo uma micro atmosfera interna com alta umidade relativa e exercendo, desta forma, um efeito protetor sobre a perda de água nos frutos (BEN-YEHOSHUA, 1985), sendo mais eficiente quando associado à refrigeração (KAYS, 1997).

A associação de refrigeração com atmosfera modificada (AM) pode trazer melhores benefícios adicionais, quando usada adequadamente. Nos frutos não climatéricos, esta prática simplesmente acarreta uma diminuição na taxa de deterioração, enquanto que nos climatéricos retarda-se o início do amadurecimento (KADER, 1986). A atmosfera modificada (AM) vem sendo utilizada em várias frutas com o objetivo de manter os atributos de qualidade, minimizar a perda de água, reduzir o desenvolvimento de patógenos e aumentar o período de conservação dos produtos mantidos sob refrigeração (CHITARRA e CHITARRA, 2005). Para obtenção de AM pode-se recorrer a diversos métodos, como envolver o produto em embalagem flexível, como filmes de cloreto de polivinila (PVC) e polietileno (AWAD, 1993; CHITARRA e CHITARRA, 2006) e com o uso de ceras e similares (KLUGE et al., 1998).

Os filmes comestíveis são películas de várias espessuras constituídas por diferentes substâncias naturais ou sintéticas que se polimerizam e isolam o alimento, sem riscos à saúde do consumidor, uma vez que não são metabolizados pelo organismo e sua passagem pelo trato gastrointestinal se faz de maneira inócua. A função a ser desempenhada pelo filme depende do produto alimentício e principalmente do tipo de deterioração a que este produto está

submetido (MAIA, 2000). As principais funções dos filmes comestíveis são: inibir a migração de umidade, oxigênio, dióxido de carbono, aromas, lipídios e outros solutos (MAIA, 2000).

4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

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

BEN-YEHOSHUA, S. Individual seal-packaging of fruit and vegetables in plastic film: A new postharvest technique. **HortScience**, Alexandria, v.20, n.1, p.32-37, 1985.

BOTREL, N. Manga: Variedades, Qualidades e Tecnologia Pós-Colheita. **Informe Agropecuário**., Belo Horizonte, v.17, n.179, p.55-60, 1994.

BRADY, C. J. **Fruit ripening**. **Annual Review of Plant Physiology**, Palo Alto, 38: 155 – 178, 1987.

BRAVO, H. **Las cactáceas de México**. 2.ed. México: Uni. Nac, Aut. México, 1978. v. 1.

CANTWELL, M. **Manejo pós-colheita de frutas e verdura de palma forrageira**. In: BARBERA, Guiseppe; INGLESE, Paolo (Eds.). Agroecologia, cultivos e usos da palma forrageira. Paraíba: SEBRAE/PB, 2001. p. 20-27.

CASTILLO-CASTILLO, M. e PIMIENTA-BARRIOS, 1990. **Comercialización, EM Nopal: su conocimiento y aprovechamiento**. Univ. Autónoma Agraria Antonio Narro, Saltillo, México. 336-343 pp.

COOMBE, B. G. **The development of fleshy fruits**. **Annual Review of Plant Physiology**, Palo Alto, v.27, p. 207 – 228, 1976.

CHITARRA, M. I.; e CHITARRA, A. B. **Pós-colheita de frutos e Hortaliças: fisiologia e manuseio**. 2ª Ed. Ver. Ampl. Lavras: UFLA, 2005. 785p.

CHITARRA, M. I.; e CHITARRA, A. B. **Pós-colheita de frutos e Hortaliças: glossário**, Ed UFLA 256 p.: Il. 2006

GLASS, V. **Figo-da-índia: sabor entre os espinhos**. Disponível em: http://globo rural.globo.com/barra.asp?d=/edic/185/rep_figoa.htm, 2004.

GRIERSON, W.; WARDOWSKI, W.F. **Relative humidity effects on the post-harvest life in fruits and vegetables**. *HortScience*, Alexandria, v. 13, n.5, p.22-26, 1978.

HOFFMANN, W. **Etnobotânica**. In: BARBERA, Giuseppe; INGLESE, Paolo (Eds.). *Agroecologia, cultivo e usos da palma forrageira*. Paraíba: SEBRAE/PB, 2001. p.12-19.

INGLESE, P. **Plantação e manejo do pomar**. In: BARBERA, Giuseppe; INGLESE, Paolo (Eds.). *Agroecologia, cultivo e usos da palma forrageira*. Paraíba: SEBRAE/PB, 2001, p.79-93.

JUNIOR, M. J. P. POMMER, C. V.; MARTINS F. P. **Curvas de maturação e estimativas do teor de sólidos solúveis par a videira Niágara Rosada com base em dados meteorológicos**. *Bragantina*. Campinas, v.56, n.2, pg. 317-321, 1997.

KADER, A. A. **Postharvest Biology and Tecnology: an Overwiv**. In: KADER, A.A *Postharvest Technology of Horticultural Crops*, Oakland: University of California – Davis, p. 15 – 20, 1992.

KAYS, S. J. **Postharvest physiology of perishable plant products**. Athens, Avi, 1997. 532p.

KLUGE, R. A.; NACHTIGAL, J. C.; HOFFMANN, A.; BILHALVA, A. B.; FACHINELLO, J. C. **Efeito de ésteres de sacarose sobre pêssegos 'Br-6' refrigerados**. *Pesquisa agropecuária brasileira*, v. 33, n.2, p. 109-114, 1998.

KLUGE, R.A.; VITTI, M.C.D.; BASSETO, E.; JACOMINO, A.P. **Temperatura de armazenamento de tangores 'Murcote' minimamente processados**. *Rev. Bras. Fruticultura.*, Jaboticabal - SP, v. 25, n. 3, p. 535-536, dezembro de 2001.

LOPES, E. B.; SANTOS, D. C.; VASCONCELOS, M. F. **Cultivo da palma forrageira. Palma Forrageira: Cultivo, Uso Atual e Perspectivas de Utilização no Semi-árido Nordestino** Ed. Edson Batista Lopes. João Pessoa: EMEPA/FAEPA, 2007. Cap. 1. p. 1-33 il.

MAIA, L. H.; PORTE, A.; SOUZA, V. F. **Filmes comestíveis: aspectos gerais, propriedades de barreira a umidade e oxigênio.** Ciênc. Tecnol. Aliment., Curitiba, v.18, n. 1, p. 105-128, jan/jun. 2000.

MEDINA, P. V. L.; MEDINA, R. M. T. **Descrição bioquímica e fisiológica da maturação dos frutos de tomateiro.** Revista Ceres, Viçosa, v.28, n.155, p.1-7, 1981.

MONDRAGÓN-JACOBO E PIMIENTA-BARRIOS 1995. In: INGLESE, P.; BASILE, F.; SCHIRRA, M. 2002 **Cactus pear fruit production.** In: Park S. Nobel (Ed). Cacti: Biology and Uses. Ed. University of California Press. California, EUA 280 p.

MORAES, M. A. C. **Métodos para a avaliação sensorial dos alimentos.** 7.ed. Campinas: Unicamp, 1988. 93p.

NEVES FILHO, L. C. Perda de peso na estocagem de frutas e hortaliças. **Alimentos & Tecnologia**, São Paulo, v.1, m.4, p. 28-34, 1985.

NOBEL, P. S. **Biologia ambiental.** In: BARBERA, Guiseppe; INGLESE, Paolo (Eds.). Agroecologia, cultivo e usos da palma forrageira. Paraíba: SEBRAE/PB, 2001. p. 36-57.

PANTASTICO, E.B. **Postharvest Physiology, Handling and Utilization of Tropical and Subtropical Fruits and Vegetables.** Westport: AVI, 1975, p.560.

PIMIENTA, B. E. **El nopal tunero.** México: Univ. de Guadalajara, 1990.

REINOLDS, S. G.; ARIAS, E. **General background on *Opuntia***. Disponível em: <<http://www.fao.org/DOCREP/005/2808E/y2808e04.htm>>. Acesso em: 02 de julho de 2007. (Citado por LOPES, 2007)

RERYES-AGUERO, J. A. AGUIRRE-RIVERA, J. R. HERNÁNDEZ, H. M. **Sistematic Notes and a detailed description of *Opuntia ficus-indica* (L.) MILL. (Cactaceae)**. Agrociencia, v.39. p395 – 408, 2005.

SANTOS, D. C.; ARAÚJO, L. F.; LOPES, E. B.; VASCONCELOS, M. F. **Usos e aplicações da palma forrageira** - Palma Forrageira: Cultivo, Uso Atual e Perspectivas de Utilização no Semi-árido Nordestino Ed. Edson Batista Lopes. João Pessoa: EMEPA/FAEPA, 2007cap.IV. p. 56-88 il.

SASS, P. **Fruit Storage**. Mezogazda, Budapest, 1993.348p.

SHEINVAR, L. **Taxonomia das *opuntias* utilizadas**. BARBERA, Guisepe; INGLESE, Paolo (Eds.). Agroecologia, cultivos e usos da palma forrageira. Paraíba: SEBRAE/PB, 2001. p.20-27.

SEYMOUR, G. B., TAYLOR, J. E., TUCKER, G. A. **Biochemistruy of Fruit Ripening**. London: Chapman & Hall, 1993. 454p.

TEIXEIRA, E.; MEINERT, E. M.; BARBETTA, P. A. **Análise sensorial de alimentos**. Florianópolis: UFSC, 1987. 180p. (Série Didática).

TUCKER, G. A. Introdução. In: SEYMOUR, G. B.; TAYLOUR, J. E.; TUCKER, G. A. **Biochemistry of Fruit Ripening**. London: Chapman & Hall, 1993. Cap. 1 1-51.

ULRICH, R. **Organic acids**. In: HULME, A. C. The Biochemistry of the Fruits and their Products. London: Academic Press, p.305-358, 1970.

WANG, C. Y. **Chilling injury of horticultural commodities**. *HortScience*, Alexandria, v.29, n.9, p. 986-988, 1994.

WALLACE, R. S.; GIBSON, A.C 2002 **Evolution and systematics**. *In*: Park S. Nobel (Ed). *Cacti: Biology and Uses*. Ed. University of California Press. California, EUA 280 p.

WATADA, A. E.; HERNER, R. C.; KADER, A. A.; ROMANI, R. J.; STABY, G. L. **Terminology for description of developmental stages of horticultural crops**. *HortScience*, Alexandria, v.9, n. 1, pg. 20-21, FEB. 1984.

SEYMOUR, G. B., TAYLOR, J. E., TUCKER, G. A. **Biochemistry of Fruit Ripening**. London: Chapman & Hall, 1993. 454p.

SIGRIST, J. M. M. **Tecnologia de Pós-colheita de frutos Tropicais**. Campinas: ITAL, 1988.p.21-27.

ZAGORY, D.; KADER, A.A. Modified atmosphere packaging of fresh produce. **Food Technology**, v.42, n.9, p. 70-77, 1988.

CAPÍTULO II

FISIOLOGIA DA MATURAÇÃO E QUALIDADE DE FRUTOS DE PALMA DE DIFERENTES VARIEDADES

RESUMO

FISIOLOGIA DA MATURAÇÃO E QUALIDADE DE FRUTOS DE PALMA DE DIFERENTES VARIEDADES

O objetivo deste trabalho foi avaliar a fisiologia da maturação e a qualidade de frutos da palma Gigante (*Opuntia ficus-indica*), da palma Redonda (*Opuntia* sp.) e da palma Doce (*Nopalea cochenillifera*) colhidas em cinco estádios de maturação, provenientes de propriedades rurais localizadas nos municípios de Pocinhos, Boa Vista, e Remígio – PB. A atividade respiratória de frutos das palmas Gigante e Redonda apresentou comportamento típico de fruto não climatérico. Em termos sensoriais, frutos da palma Gigante detiveram maior aceitação global e maior intenção de compra pelos avaliadores. Comparando os frutos das três variedades avaliadas, os diâmetros e comprimentos da Gigante e Redonda foram superiores aos da Doce. A coloração dos frutos da palma Doce foi mais intensa comparada a dos demais frutos avaliados. Os sólidos solúveis foram mais elevados nos frutos da palma Gigante, comparado aos da Redonda e Doce, para todos os estádios de maturação avaliados. Os frutos da palma Doce apresentavam acidez inferior aos da Gigante e da Redonda. O conteúdo de ácido ascórbico aumentou com o avanço da maturação e superior nos frutos da palma Doce (*Nopalea cochenillifera*).

.

Palavras-chave: *Opuntia ficus-indica*, *Opuntia* sp., *Nopalea cochenillifera*, maturação, Atividade respiratória.

ABSTRACT

MATURATION PHYSIOLOGY AND QUALITY OF DIFFERENT VARIETIES OF CACTUS PEAR FRUITS

The objective of this experiment was to evaluate the physiology of maturity and quality of the fruit of the Gigante (*Opuntia ficus-indica*), Redonda (*Opuntia* sp.) and Doce (*Nopalea cochenillifera*) harvested in five maturity stages, from a rural properties located in the municipalities of Pocinhos, Boa Vista, and Remigio – PB, Brazil. The work was conducted at the Laboratory of Biology and PostHarvest Technology of The Centro de Ciências Agrárias of the Universidade Federal da Paraíba. The respiratory activity of fruits of Gigante and Redonda showed typical non-climacteric pattern. In terms of sensorial evaluation, Gigante fruit presented higher overall acceptance and greater intention of purchasing by the evaluators. Comparing the varieties of fruits evaluated, the diameters and lengths of Gigante and Redonda were higher than those of Doce. The color of Doce fruit was more intense compared to the other fruit evaluated. The soluble solids were higher in fruits of Gigante, compared to the Redonda and Doce, for all maturity stages evaluated. The fruits of Doce presented lower acidity than Gigante e Redonda. The content of ascorbic acid increased with the advance of maturity and was higher for Doce fruit (*Nopalea cochenillifera*).

Key words: *Opuntia ficus-indica*, *Opuntia* sp., *Nopalea cochenillifera*, maturation, respiratory activity.

1. INTRODUÇÃO

Atualmente, o consumo de frutos e hortaliças, em todo o mundo vem crescendo continuamente, por estes serem reconhecidos pelos seus valores nutricionais, como também pelas suas características sensoriais, proporcionadas pelo aroma e sabor deliciosos e característicos de cada vegetal (FRANCO e SHIBAMOTO, 2000; SILVA et al., 1984). Os frutos da palma forrageira têm sido reconhecidos pela sua qualidade intrínseca, sendo amplamente consumidos no México e Europa, sobretudo pelas suas reconhecidas propriedades antioxidantes (KUTI, 2003).

No Brasil, a região Nordeste destaca-se pela produção de palma forrageira para alimentação de animais, sobretudo pelas condições favoráveis para seu cultivo, tais como temperatura, luminosidade e umidade relativa. As principais variedades produzidas são a *Opuntia ficus-indica* e a *Nopalea cochenillifera*. Entretanto, a produção de frutos não tem sido adequadamente explorada em parte, devido a escassez de informações sobre a fisiologia da maturação desses frutos e aspectos de qualidade destes produzidos na região (CAVALCANTI, 1976; FERREIRA et al., 1987; GOMES, 1975;).

A caracterização de frutos sub-explorados, a exemplo da palma forrageira, permite identificar genótipos potencialmente úteis com produção de frutos tanto para consumo *in natura*, quanto para processamento, ampliando as possibilidades e a geração de emprego e renda para o homem do Semi-Árido (SOUZA, 2001).

O conhecimento do padrão respiratório de um fruto é fundamental no controle do amadurecimento e prolongamento da sua vida útil pós-colheita. Porém, a intensidade da respiração é também relacionada à vida útil pós-colheita provocando modificações nos constituintes químicos, quando sob condições não controladas, levando à perda de umidade e à rápida senescência, interferindo assim, na qualidade do fruto (VITTI, 2004; WILLS et al., 1981). O estágio de desenvolvimento e a maturidade dos frutos no momento da colheita influirá na qualidade do fruto maduro (GORTENER *et al.*, 1967). Portanto, estudos dos índices de maturidade são importantes ferramentas no estabelecimento de tecnologias e da utilização do fruto colhido, sobretudo quanto à agregação de valor.

A análise sensorial de frutos de cultivares e híbridos de plantas deve ser realizada a fim de se verificar a preferência e aceitação dos mesmos pelos consumidores. Esse tipo de avaliação é realizada mediante a utilização dos sentidos humanos: visão, paladar, olfato, audição e tato. Desta forma, as sensações que resultam da interação dos órgãos humanos dos sentidos com os alimentos são usadas para avaliar sua qualidade, aceitabilidade por parte do consumidor e nas pesquisas para o desenvolvimento de novos produtos (Moraes,1988; Teixeira et al., 1987).

O objetivo desse trabalho foi avaliar a fisiologia da maturação e a qualidade de frutos de diferentes variedades da palma forrageira.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado em três ensaios conduzidos no Centro de Ciências Agrárias (CCA), Campus II da Universidade Federal da Paraíba (UFPB), situado no município de Areia, zona fisiográfica do Brejo Paraibano, no período de junho de 2007 e fevereiro de 2008 (Ensaio I), e os Ensaios II e III, apenas no mês de fevereiro de 2008. As análises físicas, físico-químicas, químicas e sensorial foram realizadas no laboratório de Biologia e Tecnologia Pós-Colheita do CCA.

2.1 Seleção do Material Vegetal

As plantas utilizadas para ensaio I para variedade 'Gigante' apresentavam 12 (doze) anos de plantio e para variedade Redonda 8 (oito) anos, em plantios localizados no município Boa Vista – Paraíba, Mesorregião Boa Vista e na Microrregião Agreste Paraibano, a 493m de altitude, com coordenadas geográficas -07° 15' 34" de latitude e 36° 14' 24' ' de longitude, temperatura média anual de 26,19 °C e umidade relativa de 83,19%, precipitação anual de 568mm, e insolação anual de 1907,8 horas/ano. As plantas utilizadas para o ensaio II, apresentavam aproximadamente 10 (dez) e 8 (oito) anos, para os municípios de Pocinhos – PB, com -07° 04' 36" de latitude sul e 36° 03' 40" de longitude oeste de 646 metros altitude e Boa Vista – PB, respectivamente, conforme coordenadas citadas anteriormente. No ensaio III, os frutos das variedades 'Gigante', 'Redonda'

e 'Doce' foram provenientes dos municípios de Pocinhos, Boa Vista e Remígio – PB, respectivamente.

2.1.1 Instalação e condução dos ensaios I, II e III:

2.1.1.1 Ensaio I: Atividade respiratória de frutos de palma das variedades Gigante (*Opuntia ficus-indica*) e Redonda (*Opuntia sp.*)

Parte do ensaio foi realizado em junho de 2007 com os frutos da variedade 'Gigante' e no mês de fevereiro de 2008 com frutos da variedade 'Redonda'. Os frutos foram colhidos manualmente no período da manhã, transportados para o Laboratório de Biologia e Tecnologia Pós-Colheita do CCA/UFPB em Areia – PB. Os frutos foram classificados em quatro estádios de maturação (Figuras 1 e 2), de acordo com a cor da casca, por seleção visual, utilizando-se um livro de cores (Munsell) (1976) conforme Tabela 1 e 2, em seguida foram sanificados e secos ao ar. Os frutos foram colocados em recipientes de vidro com volume conhecido de aproximadamente 3 litros, com entrada de ar isento de CO₂, o dióxido de carbono (CO₂) produzidos pelos frutos era coletado em frasco contendo solução de KOH 0,1M e titulado com HCl.

Tabela 1. Classificação dos estádios de maturação de frutos da palma Gigante (*Opuntia ficus-indica*) de acordo com o grau de cor da casca (Boa Vista-PB, 2007)

ESTÁDIO DE MATURAÇÃO	CARACTERÍSTICA DE COR	MBC*
VC	Verde claro	7,5GY 4/6
IP	Início da pigmentação	5GY 6/8
AP	Amarelo predominante	5GY 8/8
AA	Amarelo alaranjado	5Y 8/10

*Munsell Book of Color (Munsell, 1976).

Tabela 2. Classificação dos estádios de maturação de frutos de palma Redonda (*Opuntia* sp.) de acordo com o grau de cor da casca (Boa Vista-PB, 2007)

ESTÁDIO DE MATURAÇÃO	CARACTERÍSTICA DE COR	MBC*
VC	Verde claro	7,5GY 4/6
IP	Início da pigmentação	5GY 6/8
AP	Amarelo predominante	5GY 8/8
AA	Amarelo alaranjado	5Y 8/10

*Munsell Book of Color (Munsell, 1976).



Figura 1. Frutos de palma Gigante (*Opuntia ficus-indica*) em quatro estádios de maturação. Estádio 1 (VC) verde claro; Estádio 2 (IP) início da pigmentação; Estádio 3 (AP) amarelo predominante e Estádio 4 (AA) amarelo alaranjado, conforme Tabela 1.



Figura 2. Frutos de palma Redonda (*Opuntia* sp.) em quatro estádios de maturação. Estádio 1 (VC) verde claro; Estádio 2 (IP) início da pigmentação; Estádio 3 (AP) amarelo predominante e Estádio 4 (AA) amarelo alaranjado, conforme Tabela 2.

2.1.1.2 Ensaio II: Análise sensorial de frutos das variedades ‘Gigante’ (*Opuntia ficus-indica*) e ‘Redonda’ (*Opuntia* sp)

Frutos de palma das variedades ‘Gigante’ e ‘Redonda’ foram doados por produtores do município de Boa Vista - PB. Os frutos foram colhidos no período da manhã evitando-se impactos, selecionados no estágio de maturação 3 de acordo com a coloração da casca, (Tabelas 1 e 2), acondicionados em caixas isotérmicas e imediatamente transportados para o Laboratório de Biologia e Tecnologia Pós-Colheita. No laboratório os frutos foram selecionados quanto ao estágio de maturação, ausência de danos físicos ou fisiológicos, ausência de doenças, ao tamanho, peso e aparência, e em seguida foram feitas as avaliações de análise sensorial

2.1.1.3 Ensaio III: Caracterização de três variedades de frutos da palma forrageira

Os frutos de palma forrageira avaliados neste ensaio, foram das seguintes variedades: Gigante (*Opuntia ficus-indica*), Redonda (*Opuntia* sp.) oriundas de Boa Vista – PB e Doce ou Miúda (*Nopalea cochenillifera*) de Remígio – PB.

A colheita foi realizada manualmente no período da manhã, os frutos foram classificados em cinco estágios de maturação, de acordo com a cor da casca, (Figuras 3, 4 e 5) por seleção visual, utilizando um livro de cores (Munsell, 1976), conforme descrito nas Tabelas 3, 4 e 5, de acordo com cada variedade estudada.

Após a colheita, os frutos foram destacados dos cladódios de forma a minimizar os danos. O acondicionamento dos frutos para o transporte foi realizado em caixas isotérmicas com capacidade para 10Kg, revestidas com plásticos bolha, de maneira a evitar escoriações, e transportadas para o Laboratório de Biologia e Tecnologia Pós-colheita do Centro de Ciências Agrárias (CCA – UFPB). Em seguida, os frutos foram submetidos à lavagem com água corrente. Como tratamento sanitizante, os frutos foram imersos em solução de 500 ppm de hipoclorito de sódio, permanecendo nesta solução por cerca de 10 minutos, logo depois foram enxaguados com água destilada, a fim de retirar o

cloro residual e finalmente secos ao ar. Foram submetidos a uma pré-seleção, considerando a ausência de danos mecânicos e doenças.

Tabela 3. Classificação dos estádios de maturação de frutos de palma Gigante (*Opuntia ficus-indica*) de acordo com o grau de cor da casca

ESTÁDIO DE MATURAÇÃO	CARACTERÍSTICAS DE COR	MBC*
VC	Verde claro	7,5GY 4/6
IP	Início da pigmentação	5GY 6/8
AP	Amarelo predominante	5GY 8/8
AA	Amarelo alaranjado	5Y 8/10
LA	Laranja avermelhado	5YR 6/10

*Munsell Book of Color (Munsell, 1976)

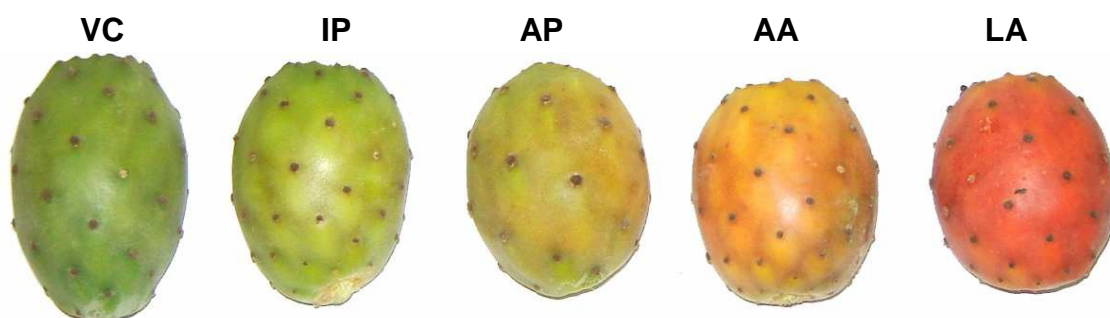


Figura 3. Frutos de palma Gigante (*Opuntia ficus-indica*) em cinco estádios de maturação. Estádio 1 (VC) verde claro; Estádio 2 (IP) início da pigmentação; Estádio 3 (AP) amarelo predominante; Estádio 4 (AA) amarelo alaranjado e Estádio 5 (LA) laranja avermelhado, conforme Tabela 3.

Tabela 4. Classificação dos estádios de maturação de frutos de palma Redonda (*Opuntia* sp.) de acordo com o grau de cor da casca

ESTÁDIO DE MATURAÇÃO	CARACTERÍSTICAS DE COR	MBC*
V	Verde	7,5GY 5/6
IP	Início da pigmentação	5GY 6/8
VA	Verde amarelado	5GY 7/8
AE	Amarelo esverdeado	5GY 8/8
AA	Amarelo alaranjado	5Y 7/6

*Munsell Book of Color (Munsell, 1976)

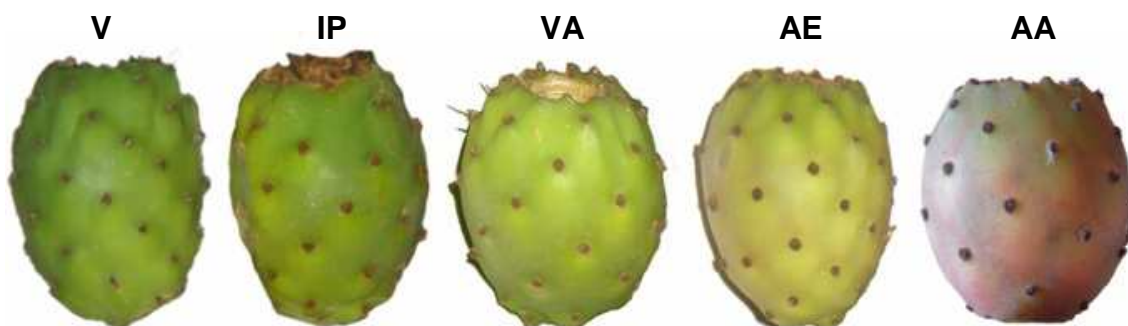


Figura 4. Frutos de palma Redonda (*Opuntia* sp.) em cinco estádios de maturação. Estádio 1 (V) verde; Estádio 2 (IP) início da pigmentação; Estádio 3 (VA) verde amarelado; Estádio 4 (AE) amarelo esverdeado e Estádio 5 (AA) amarelo alaranjado, conforme Tabela 4.

Tabela 5. Classificação dos estádios de maturação de frutos de palma Doce ou Miúda (*Nopalea cochenillifera*) de acordo com o grau de cor da casca

ESTÁDIO DE MATURAÇÃO	CARACTERÍSTICAS DE COR	MBC*
VC	Verde claro	7,5GY 4/6
IP	Início da pigmentação	5GY 6/8
VA	Verde amarelado	5GY 8/8
LA	Laranja avermelhado	5YR 6/10
VP	Vermelho púrpura	10P 4/10

*Munsell Book of Color (Munsell, 1976).

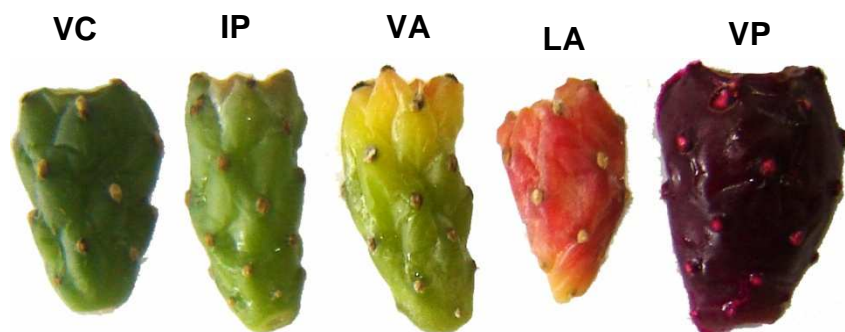


Figura 5. Frutos de palma Doce ou Miúda (*Nopalea cochinillifera*), em cinco estádios de maturação. Estádio 1 (VC) verde claro; Estádio 2 (IP) início da pigmentação; Estádio 3 (VA) amarelo amarelado; Estádio 4 (LA) laranja avermelhado e Estádio 5 (VP) vermelho púrpura, conforme Tabela 5.

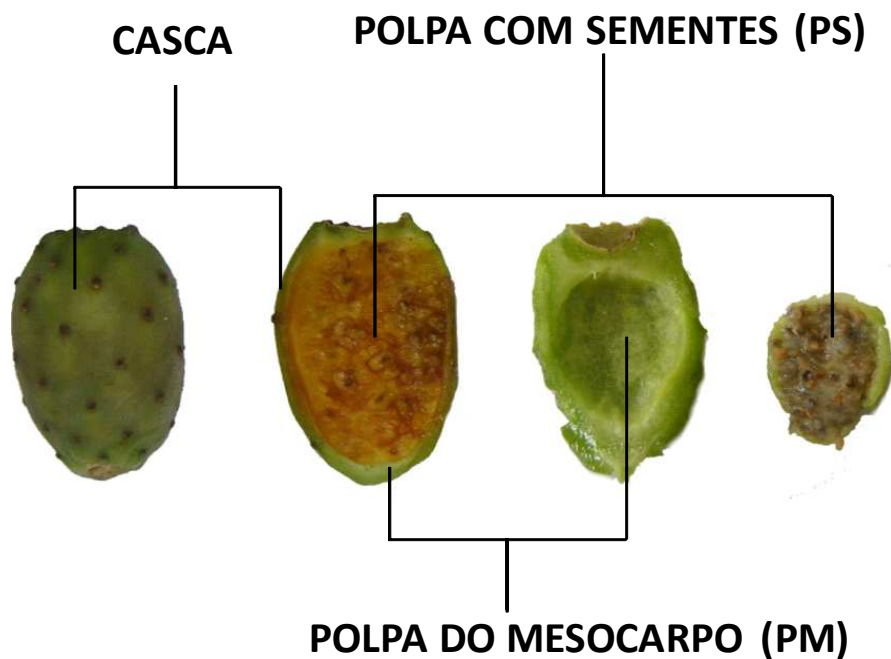


Figura 6. Fruto de palma em diferentes partes: Casca, Polpa com sementes (PS) e Polpa do mesocarpo (PM)

2.1.2 Avaliações

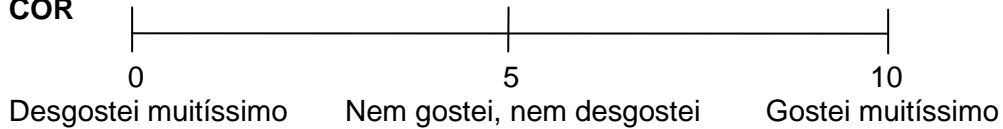
Análise Sensorial: Foram avaliadas duas amostras de frutos de palma Gigante e Redonda, quanto aos parâmetros sensoriais externos e internos, sendo avaliados os seguintes atributos: cor externa, aceitação global e intenção de compra para o fruto inteiro; cor, aroma, sabor, aceitação global interna, aceitação global geral e intenção de compra para os frutos cortados em quartos e servidos. Utilizou-se escala hedônica (PERYAM e PILGRIM, 1957) não estruturada de 10 cm (1= desgostei extremamente e 10= gostei extremamente). Na mesma ficha foi incluída uma escala de intenção de compra não estruturada de 10 cm, onde 1 correspondia a "certamente não compraria" e 10 "certamente compraria". Os testes de aceitação foram realizados em laboratório, com 60 provadores não treinados. Para os testes, as amostras foram servidas em pratos descartáveis e apresentadas em códigos de 3 dígitos aleatórios, segundo delineamento em blocos completos casualizados (MEILGAARD et al., 1999). As fichas utilizadas nos testes sensoriais estão apresentados nas Figuras 7 e 8.

Nome _____ Data _____

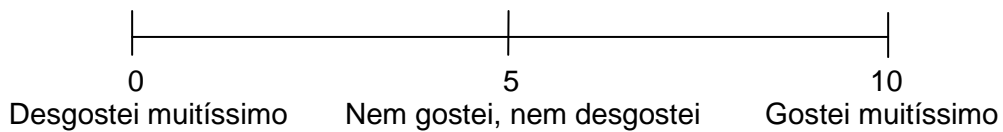
Por favor, prove as amostras codificadas de fruto de palma, e marque na escala abaixo com um traço vertical, o quanto você gostou ou desgostou de cada amostra quanto aos atributos citados.

Amostra _____

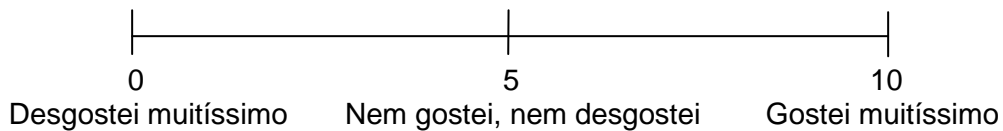
COR



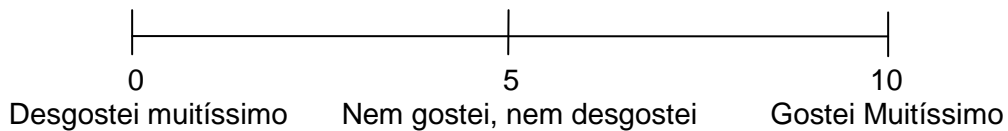
AROMA



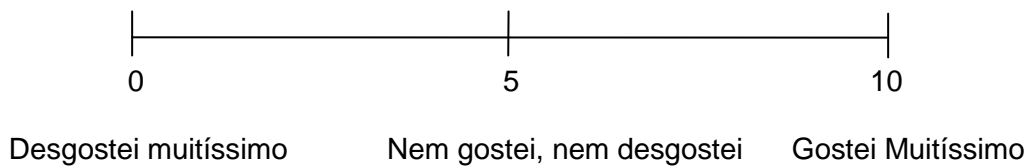
SABOR



APARÊNCIA GERAL INTERNA



ACEITAÇÃO GLOBAL



INTENÇÃO DE COMPRA

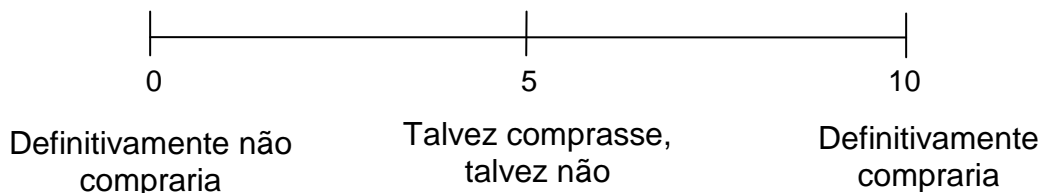


Figura 7. Ficha avaliatória dos atributos referentes à análise sensorial.

Leia atentamente a descrição dos atributos para auxiliar na sua avaliação

Cor: Sensação agradável ou não produzida pela estimulação da retina pelos raios luminosos.

Aceitação global externa: Avaliação global das características visuais do fruto de palma incluindo cor, brilho, defeitos de superfície e firmeza ao toque.

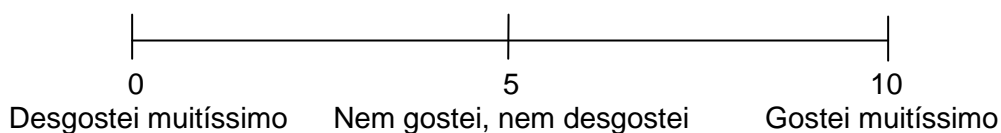
Intenção de compra: reflete de certa forma a aceitabilidade do fruto, despertando no consumidor a pretensão de adquiri-lo ou não.

Nome _____ Data _____

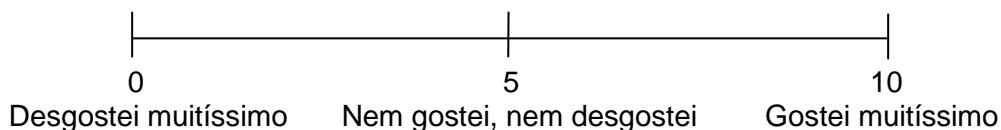
Por favor, avalie visualmente os frutos de palma codificados e marque com um traço vertical na escala abaixo.

Amostra _____

COR



ACEITAÇÃO GLOBAL EXTERNA



INTENÇÃO DE COMPRA



Figura 8. Ficha avaliativa dos atributos referentes à análise sensorial de aparência externa.

Atividade respiratória, determinada pela produção de CO₂ (mg.kg⁻¹.h⁻¹) em triplicata (≈ 500 g/repetição) para frutos de palma Gigante (*Opuntia ficus-indica*) e para frutos de palma Redonda (*Opuntia* sp.) (≈ 700 g/repetição) em diferentes estádios de maturação à temperatura ambiente (25 ± 2 °C) e ventilados com um suprimento de ar desumificado e isento de CO₂, numa vazão de 8L/h em frutos de palma Gigante e 2L/h para Redonda;

Peso Fresco (g), realizado através de pesagem individual de cada fruto em balança semi-analítica;

Diâmetro e Comprimento longitudinal (mm), determinados através de medições diretas, com auxílio de paquímetro, colocando-o em posição perpendicular e paralela aos eixos do fruto;

Coloração objetiva da casca: realizada através do Colorímetro portátil Minolta CM-508d, o qual expressa a cor nos parâmetros: L* (corresponde à claridade / luminosidade); a* (define a transição da cor verde (-a*) para a cor vermelha (+a*), b* (representa a transição da cor azul (-b*) para a cor amarela (+b) onde quanto mais distante do centro (=0), mais saturada é a cor); c* representa a vividez da cor (cor vivida a pálida) e H* (corresponde a intensidade da cor clara ou escura) (CALBO, 1989).

Firmeza do fruto íntegro (com e sem casca) (N), determinada individualmente em dois pontos distintos da região equatorial no fruto íntegro e sem pele, com penetrômetro Magness Taylor Pressure Tester (DRILL PRESS STAND, CANADÁ), região de inserção de 2/16 polegadas, os dados foram transformados para Newtons, sendo multiplicados pelo coeficiente 4,45 (CHITARRA e CHITARRA, 2005);

Rendimento (%), através de pesagem direta em balança analítica, para avaliação média do peso do fruto, bem como as proporções de polpa e casca;

Sólidos Solúveis (%), foram determinados através da leitura refratométrica direta, com o refratômetro tipo Abbe digital, marca ATAGO - N1;

Acidez Titulável (% ácido cítrico), foi determinada por titulometria com hidróxido de sódio 0,1N utilizando-se fenolftaleína a 1% como indicador (Instituto Adolfo Lutz, 1985);

Relação SS/AT: relação entre os SS e AT;

pH, medido em potenciômetro, com eletrodo de membrana de vidro calibrado com soluções de pH 4,0 e 7,0, conforme AOAC (1984);

Ácido Ascórbico ($\text{mg} \cdot 100^{-1} \text{g}$), determinado segundo AOAC (1984), através da titulação com 2,6 diclorofenolindofenol (DFI), até obtenção de coloração rósea claro permanente, utilizando-se 1g da polpa diluída em 50 mL de ácido oxálico 0,5 %;

Análise Estatística: o delineamento estatístico foi o inteiramente casualizado, com 4 estádios e 3 repetições (Ensaio I), 5 estádios de maturação e 3 repetições (Ensaio III). Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância pelo teste F, e apresentando significância, as médias foram submetidas ao teste de Tukey a 5 % de probabilidade.

Para e Ensaio II, os dados obtidos através da escala hedônica foram submetidos ao teste T- Student para avaliar a existência de diferenças significativas entre as variedades pesquisadas. Estas diferenças foram analisadas através de teste de Tukey para comparação de médias ao nível de significância de 5%.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Ensaio I: Atividade Respiratória de Frutos de Palma Gigante e Redonda

Produção de CO₂. Os frutos de palma Gigante e Redonda apresentaram comportamento de fruto típico não-climatérico (Figuras 9 e 10), conforme também relatado por Cantwell (2001), que afirma que os frutos da palma forrageira são frutas não-climatéricas com baixas taxas de respiração se comparadas com taxas de outras frutas, ou seja, frutos caracterizados por um ligeiro declínio da taxa respiratória após a colheita. Com base neste metabolismo, os frutos de palma deverão estar no estágio ótimo de amadurecimento comestível na época de colheita. Dentre as variedades avaliadas, a palma Redonda foi a que apresentou menor taxa respiratória inicial, a qual tendeu ser inicialmente mais elevada para os estádios de maturação mais maduros, logo, esses frutos devem permanecer na planta até ao final da maturação (KAYS, 1997). O tempo de ascendência da elevação de CO₂ foi dependente do estágio de maturação para as duas variedades. Frutos de palma Gigante apresentaram taxa respiratória maior que a variedade Redonda sendo a taxa inicial na faixa de 53 a 60 mg CO₂.Kg⁻¹.h⁻¹, a qual declinou levemente no período avaliado. Para frutos da variedade Redonda, a atividade respiratória mostrou uma taxa inicial também de 60 mg CO₂.Kg⁻¹.h⁻¹, com queda brusca nas primeiras horas, atingindo 40 mg CO₂.Kg⁻¹.h⁻¹, com um declínio acentuado atingindo a faixa de 25 mg CO₂.Kg⁻¹.h⁻¹., caracterizando o metabolismo de frutos não climatéricos (CHITARRA e CHITARRA, 2005).

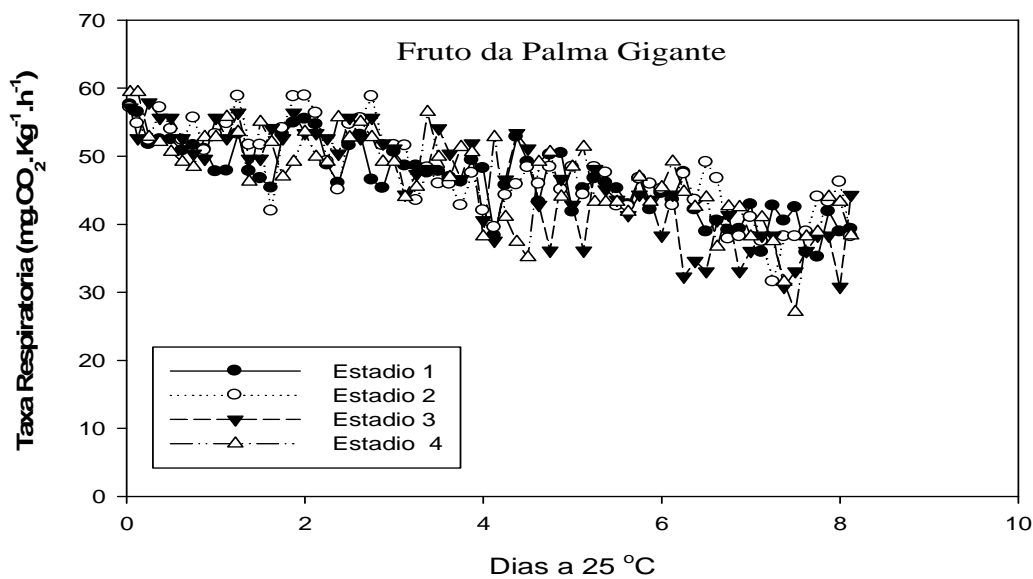


Figura 9. Taxa respiratória de frutos da palma Gigante, colhidos em quatro estádios de maturação. Estádio 1: Verde; Estádio 2: Início da pigmentação; Estádio 3: Verde amarelado; Estádio 4: Amarelo alaranjado.

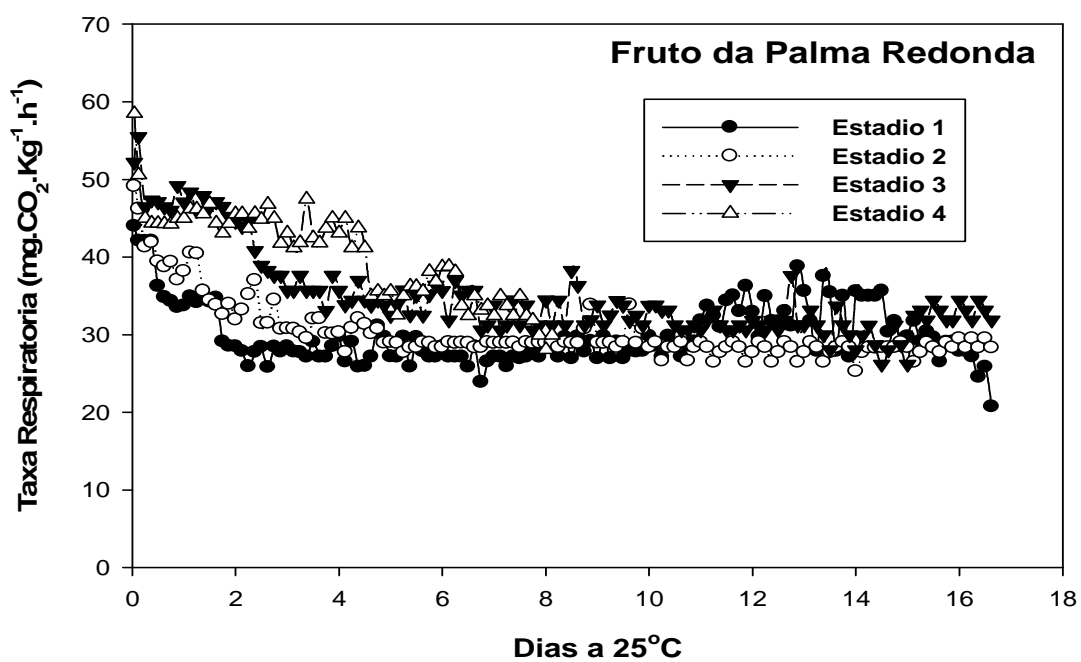


Figura 10. Taxa respiratória de frutos da palma Redonda, colhidos em quatro estádios de maturação. Estádio 1: Verde; Estádio 2: Início da pigmentação; Estádio 3: Verde amarelado; Estádio 4: Amarelo alaranjado.

3.2 Análise Sensorial

A Figura 11 mostra a aceitação das amostras em relação aos atributos sensoriais: cor, aroma, sabor, aceitação global interna, aceitação global geral, intenção de compra, cor externa, aceitação global externa e intenção de compra externa. Quanto maior a sobreposição das amostras, maior é a semelhança entre elas e o eixo y representa a aceitação de cada atributo (de 1=desgostei extremamente até 10=gostei extremamente).

O perfil de cada uma das amostras é mostrado graficamente na Figura 11 onde o valor médio atribuído pelos provadores a cada atributo é marcado no eixo correspondente. O centro da figura representa o ponto zero da escala utilizada na avaliação, enquanto a intensidade aumenta do centro para a periferia. Assim, o perfil sensorial se revela quando se faz a conexão dos pontos.

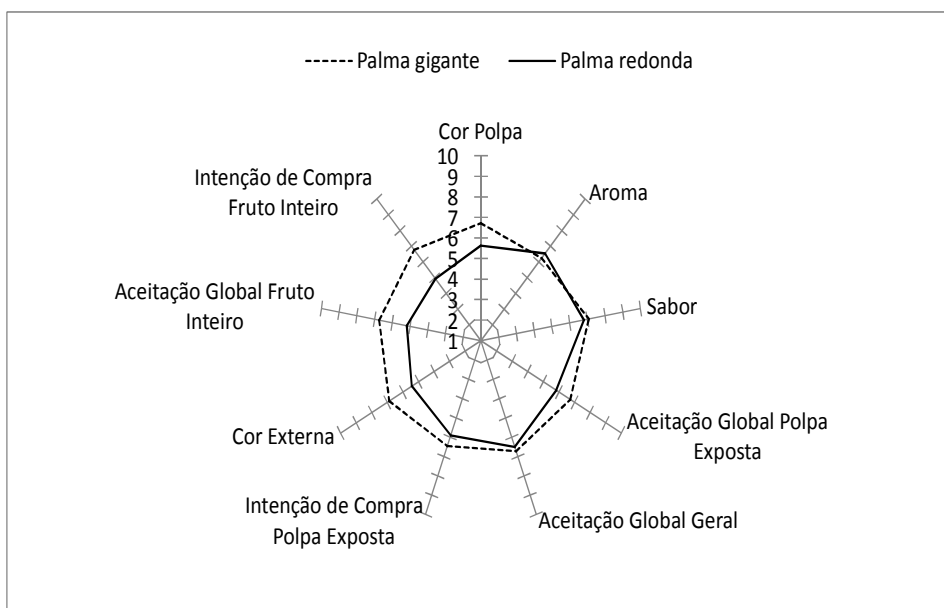


Figura 11. Perfil sensorial de frutos de palma Gigante (*Opuntia ficus-indica*) e Redonda (*Opuntia* sp.)

A Tabela 6 mostra as médias de aceitação dos frutos de palma Gigante e Redonda com relação aos atributos de aparência avaliados: cor, aceitação global externa e intenção de compra. Pela Tabela 6 pode-se observar que houve diferença significativa ($p < 0,05$) entre as amostras quanto aos atributos avaliados, se destacando os frutos provenientes da variedade Gigante.

Tabela 6. Avaliação sensorial dos parâmetros externos de frutos de palmas Redonda e Gigante (*Opuntia* sp.).

PARÂMETROS	PALMA GIGANTE	PALMA REDONDA
Cor	6,88 ^a ± 2,03	5,43 ^b ± 2,10
Aceitação Global Externa	6,75 ^a ± 2,05	5,18 ^b ± 2,16
Intenção de compra	6,77 ^a ± 1,68	4,93 ^b ± 2,03

Letras diferentes na mesma linha diferem significativamente de acordo com o teste T de Student ao nível de 5% de probabilidade

A Tabela 7 mostra as médias de aceitação dos frutos de palma ‘Gigante’ e ‘Redonda’ com relação aos atributos sensoriais internos: cor, aroma, sabor aceitação global interna, aceitação global geral e intenção de compra. Pela Tabela 7 pode-se observar que houve diferença significativa ($p < 0,05$) entre as amostras somente para os atributos de cor e aceitação global interna.

O fruto de palma proveniente da variedade ‘Redonda’ recebeu a mais baixa média de aceitação global interna (5,83) que pode ter sido devido a grande quantidade de sementes duras na polpa, citada por muitos provadores. A melhor média no atributo cor para a variedade ‘Gigante’ possivelmente deve-se a sua coloração laranja intensa.

Não houve diferença significativa ($p < 0,05$), entre as amostras para os outros atributos avaliados na Tabela 7. Através da análise dos resultados do teste de aceitação observou-se que as amostras de frutos de palma foram igualmente aceitas pelos provadores quanto a aroma, sabor, aceitação global geral e intenção de compra. Entretanto, pode ser observado que a amostra de palma

Gigante recebeu notas ligeiramente superiores para os atributos de sabor (7,09), aceitação global geral (6,72) e intenção de compra (6,45).

Tabela 7. Resultados da análise sensorial dos parâmetros internos de frutos de palma Redonda e Gigante (*Opuntia* sp.).

PARÂMETROS	PALMA GIGANTE	PALMA REDONDA
Cor	6,71 ^a ± 1,70	5,62 ^b ± 2,36
Aroma	6,24 ^a ± 1,84	6,53 ^a ± 1,85
Sabor	7,09 ^a ± 2,12	6,82 ^a ± 2,14
Aceitação Global Interna	6,73 ^a ± 2,04	5,83 ^b ± 2,57
Aceitação Global Geral	6,72 ^a ± 2,12	6,50 ^a ± 2,28
Intenção de Compra	6,45 ^a ± 2,66	5,91 ^a ± 3,04

Letras diferentes na mesma linha diferem significativamente de acordo com o teste T de Student ao nível de 5% de probabilidade.

A Figura 12 apresenta os valores médios para os atributos de intenção de compra para o fruto inteiro e intenção de compra para o fruto cortado ao meio submetido a degustação. Os frutos provenientes da variedade 'Gigante' apresentaram uma melhor intenção de compra com relação a sua aparência externa, apresentando notas bem superiores a variedades 'Redonda'. Já para o atributo intenção de compra para o fruto submetido à degustação, não houve diferença significativa entre as variedades analisadas, no entanto os frutos da variedade 'Gigante' apresentaram notas ligeiramente superiores.

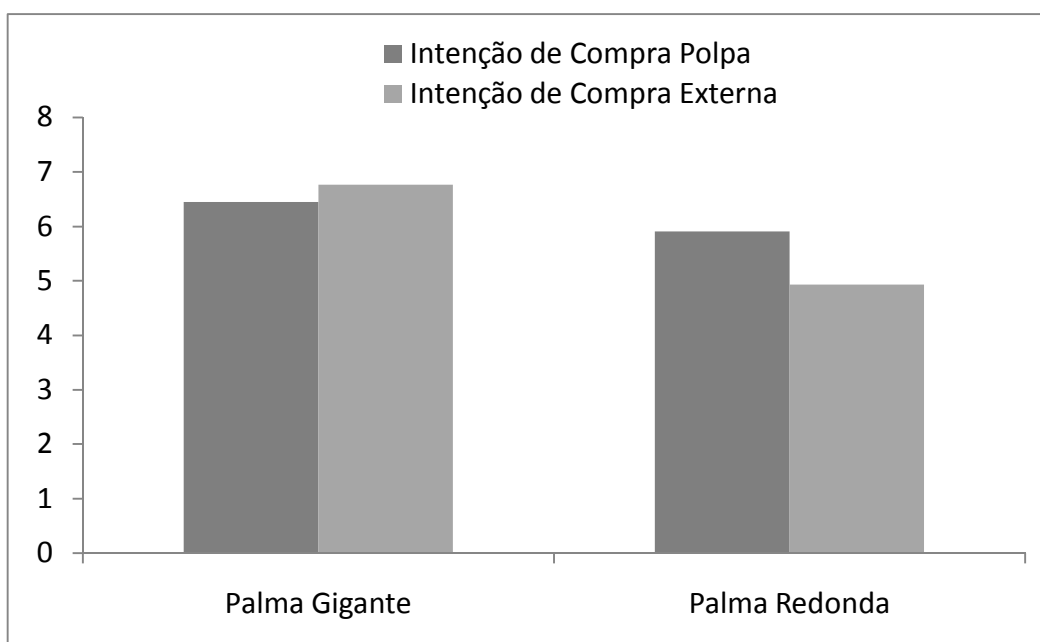


Figura 12. Médias dos descritores sensoriais para intenção de compra da polpa e do fruto inteiro das variedades de palmas Gigante e Redonda.

3.3 Ensaio II: Caracterização de frutos de variedades de palma forrageira

3.3.1 Avaliações Físicas

Comprimento e Diâmetro. Os frutos de palma são variáveis quanto ao tamanho, por serem muito dependentes do clima, ocorrendo assim, tamanhos máximos variados ao final da maturação. O crescimento é mais estimulado em clima quente que em clima frio (NERD e MIZRAHI, 2001). O comprimento dos frutos de palma apresentaram variação durante a maturação, para frutos de palmas ‘Gigante’ e ‘Redonda’, os quais apresentaram diferença significativa para o estágio 4 (Gigante) e o E4 (Redonda) (Figura 13). Para palma ‘Doce’, os frutos apresentaram um leve aumento do comprimento estabilizando em seguida.

De acordo com Assunção (2008) o comprimento de frutos de palma ‘Gigante’ variou de 66,67 a 86,42 mm, bem como, Bicalho e Penteado, (1981), apresentaram com 79,5mm e Torres et al, (2005) obtiveram comprimento, de 84,9mm para frutos maduros, para frutos da mesma variedade. Essas dimensões são compatíveis as dos frutos de palma ‘Gigante’ avaliadas neste estudo. (Figura 13). Já para a variedade ‘Doce’, o comprimento máximo obtido foi de 4,1mm, não diferindo entre estádios de maturação.

Os diâmetros central maior e menor apresentaram um aumento com a evolução dos estádios de maturação dos frutos, de todas as variedades estudadas, chegando a valores de 58; 65 e 28 de diâmetro maior (Figura 14) e 50; 60 e 27,6mm de diâmetro menor (Figura 15) para frutos de palma Gigante, Redonda e Doce, respectivamente. Nerd e Mizrahi (2001) encontram em seus valores que chegam a 57mm em frutos de *Opuntia ficus - indica*, sendo esses valores inferiores aos obtidos neste trabalho.

O tamanho do fruto, embora seja bastante utilizado como índice de maturidade, pode variar largamente com as condições edafoclimáticas (HULME, 1970). No entanto, a avaliação desse parâmetro é bastante importante para a classificação, embalagem e transporte dos frutos e nas operações de processamento, pois facilita as operações de corte, descascamento ou de obtenção de produtos uniformes (CHITARRA e CHITARRA, 2005; KAYS, 1997).

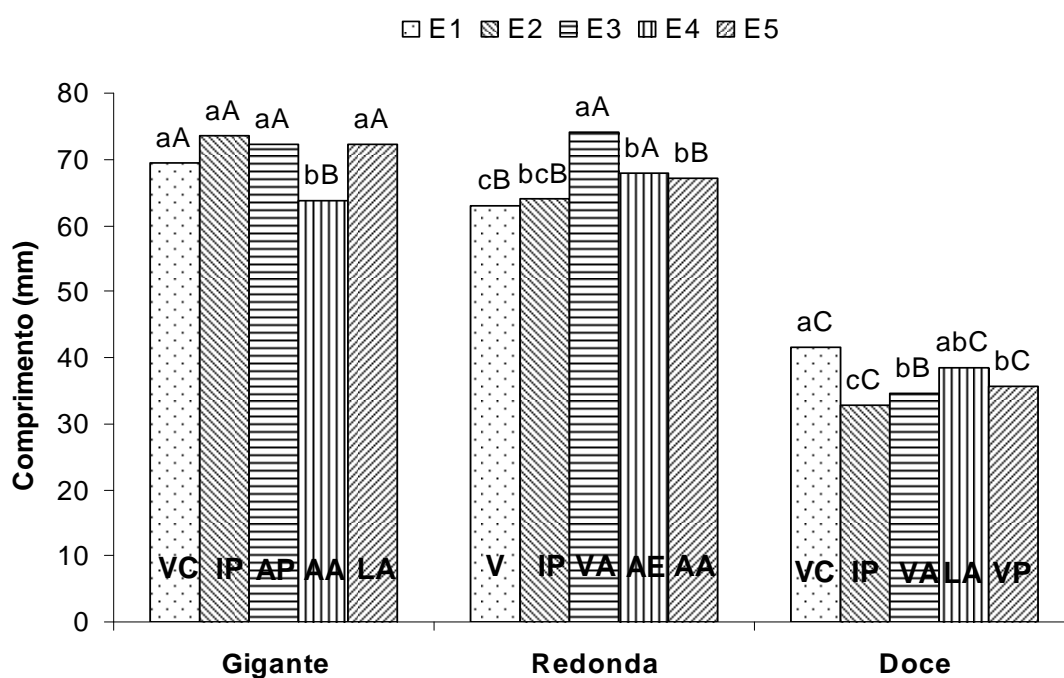


Figura 13. Comprimento de frutos de palma de três diferentes variedades: Gigante; Redonda e Doce, colhidos em cinco estádios de maturação: Estádio 1 (E1): VC: verde claro e V: verde; Estádio 2 (E2): IP: início de pigmentação; Estádio 3 (E3): VA: verde amarelado e AP: amarelo predominante; Estádio 4 (E4): AA: amarelo alaranjado, AE: amarelo esverdeado e LA: laranja avermelhado; e Estádio 5 (E5): LA: laranja avermelhado, AA: amarelo alaranjado e VP: vermelho púrpura.

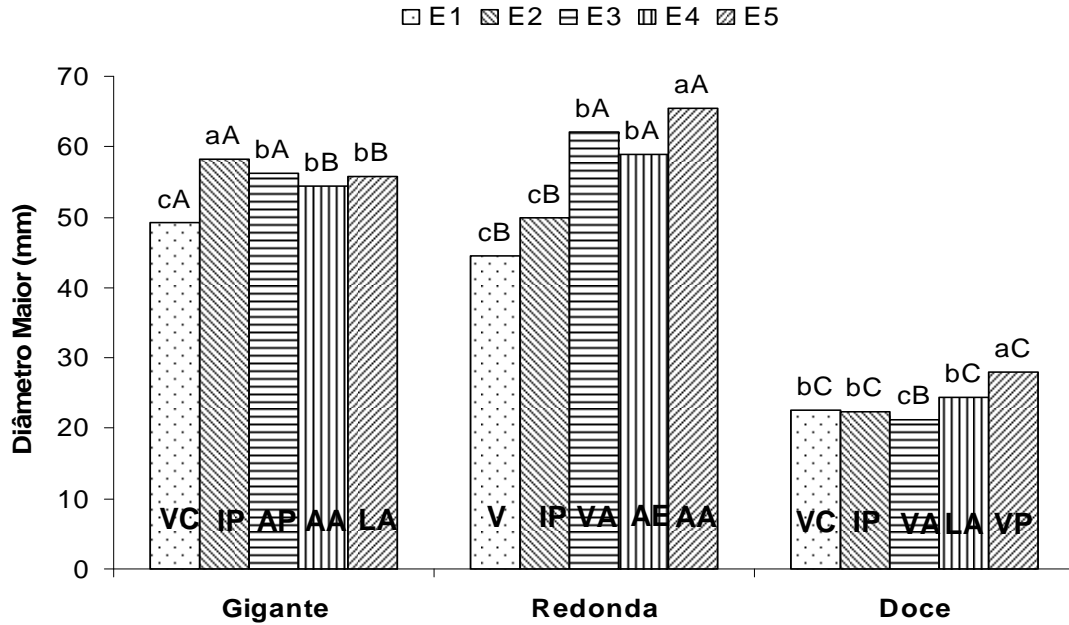


Figura 14. Diâmetro maior de frutos de palma de três diferentes variedades: Gigante; Redonda e Doce, colhidos em cinco estádios de maturação: Estádio 1 (E1): VC: verde claro e V: verde; Estádio 2 (E2): IP: início de pigmentação; Estádio 3 (E3): VA: verde amarelado e AP: amarelo predominante; Estádio 4 (E4): AA: amarelo alaranjado, AE: amarelo esverdeado e LA: laranja avermelhado; e Estádio 5 (E5): LA: laranja avermelhado, AA: amarelo alaranjado e VP: vermelho púrpura.

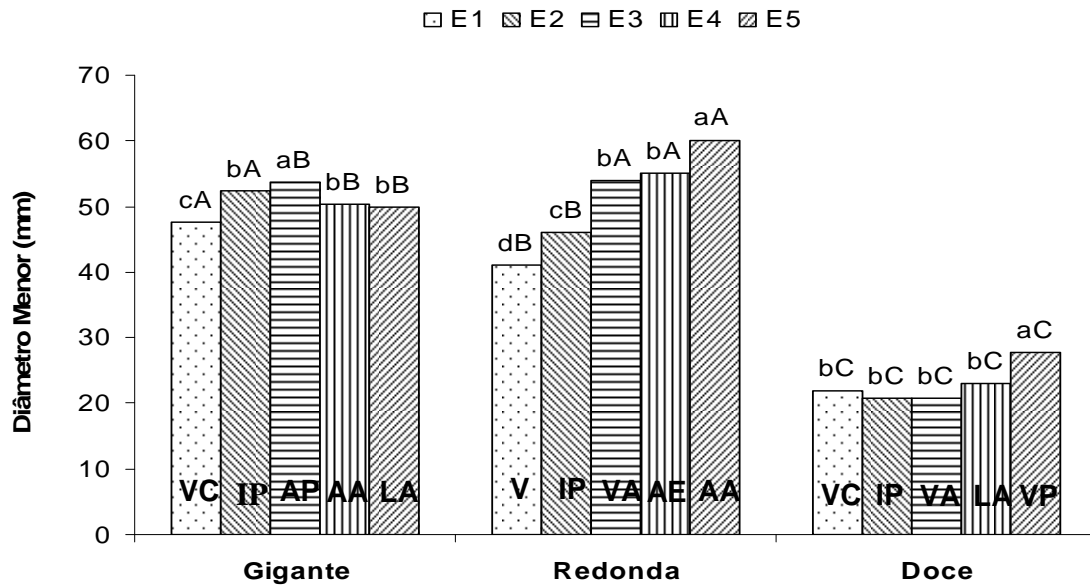


Figura 15. Diâmetro menor de frutos de palma de três diferentes variedades: Gigante; Redonda e Doce, colhidos em cinco estádios de maturação: Estádio 1 (E1): VC: verde claro e V: verde; Estádio 2 (E2): IP: início de pigmentação; Estádio 3 (E3): VA: verde amarelado e AP: amarelo predominante; Estádio 4 (E4): AA: amarelo alaranjado, AE: amarelo esverdeado e LA: laranja avermelhado; e Estádio 5 (E5): LA: laranja avermelhado, AA: amarelo alaranjado e VP: vermelho púrpura.

Firmeza. Esta é uma característica de textura e corresponde ao grau de resistência dos tecidos vegetais à compressão e é considerada como um dos principais atributos da qualidade (CHITARRA E CHITARRA, 2006). A firmeza dos frutos declinou acentuadamente à medida que a maturação evoluía, principalmente para frutos de palma Gigante que de 16N passou para próximo a 6, que atingiu o último estágio com 3,7N. O declínio mais acentuado foi observado entre os estádios VC e IP, em frutos de palma redonda a firmeza foi diminuindo também, significativamente, sem declínio brusco, diferindo para os estádios 1 (V), 2 (IP) e 3 (PA) entre os 4 (AE) e 5 (AA) (Figura 16). Para Assunção et al., (2008) a firmeza variou de 17,69N a 18,03N nos diferentes estádios.

A firmeza é determinada pela estrutura e comportamento do tecido de um fruto, de modo que sofre influência do formato, do tipo de células, de sua organização, do turgor celular, da estrutura e composição da parede celular, e da adesão entre células (HALLETT E HARKER, 1996). Segundo Kader (1986) a perda de firmeza contínua, durante os estágios finais de desenvolvimento, é uma característica do processo de maturação dos frutos. A perda da firmeza é resultado da degradação dos polímeros da parede celular por enzimas que têm suas atividades geneticamente programadas e sincronizadas com o processo de amadurecimento (KAYS, 1997; PANTÁSTICO et al., 1984).

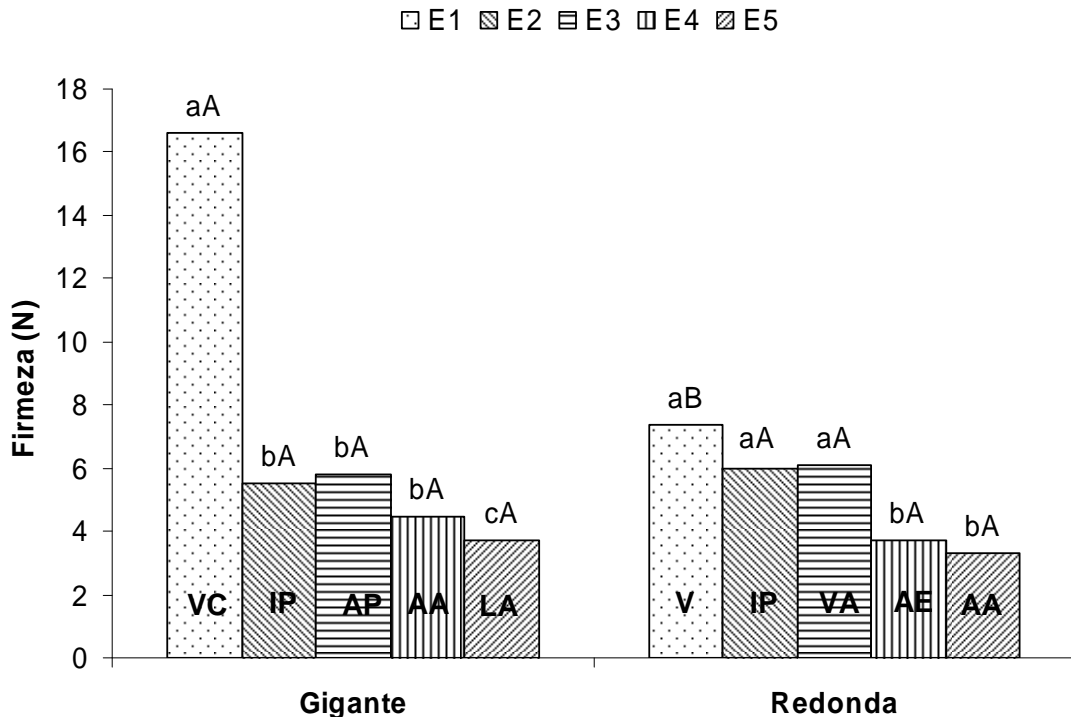


Figura 16. Firmeza de frutos de palma de três diferentes variedades: Gigante e Redonda, colhidos em cinco estádios de maturação: Estádio 1 (E1): VC: verde claro e V: verde; Estádio 2 (E2): IP: início de pigmentação; Estádio 3 (E3): VA: verde amarelado e AP: amarelo predominante; Estádio 4 (E4): AA: amarelo alaranjado e AE: amarelo esverdeado; e Estádio 5 (E5): LA: laranja avermelhado e AA: amarelo alaranjado.

Rendimento de casca, e polpa. Observou-se maior percentagem de polpa com sementes (PS) para os frutos do estágio 1 e 2, da variedade 'Gigante' (58,99 e 60,56%), não se observando diferença entre os demais estádios de maturação (Figura 18). Esses resultados foram superiores aos reportados por Assunção (2008) para frutos da palma 'Gigante', que verificou rendimento em polpa entre 55,97 e 40,39% para o estágio de maturação meio maduro (E3). Para frutos da variedade 'Doce', as percentagens de polpa não passaram de 10% para estádios 1, 2 e 3, já para o estágio 5 o percentual alcançou 37% do peso total do fruto. A avaliação voltada a polpa do mesocarpo (PM), (Figura 19) os valores obtidos para frutos da variedade Gigante, aumentou com a maturação, provavelmente decorrente do crescimento e expansão celular do fruto, chegando a 41% no último estágio de maturação. Frutos da variedade Doce mostraram um comportamento ascendente até o E2 e conseqüentemente um declínio nos demais estádios.

As percentagens de casca também apresentaram diferenças significativas, entre as variedades, porém as proporções dessas partes do fruto diminuem com o amadurecimento (Figura 17). Os resultados em cinco estádios de maturação obtidos para casca de frutos da variedade doce, que obteve valores maiores entre as três variedades, foram os seguintes: 37,86 (V), 36,82 (IP), 42,57(VA), 26,40 (VP), respectivamente.

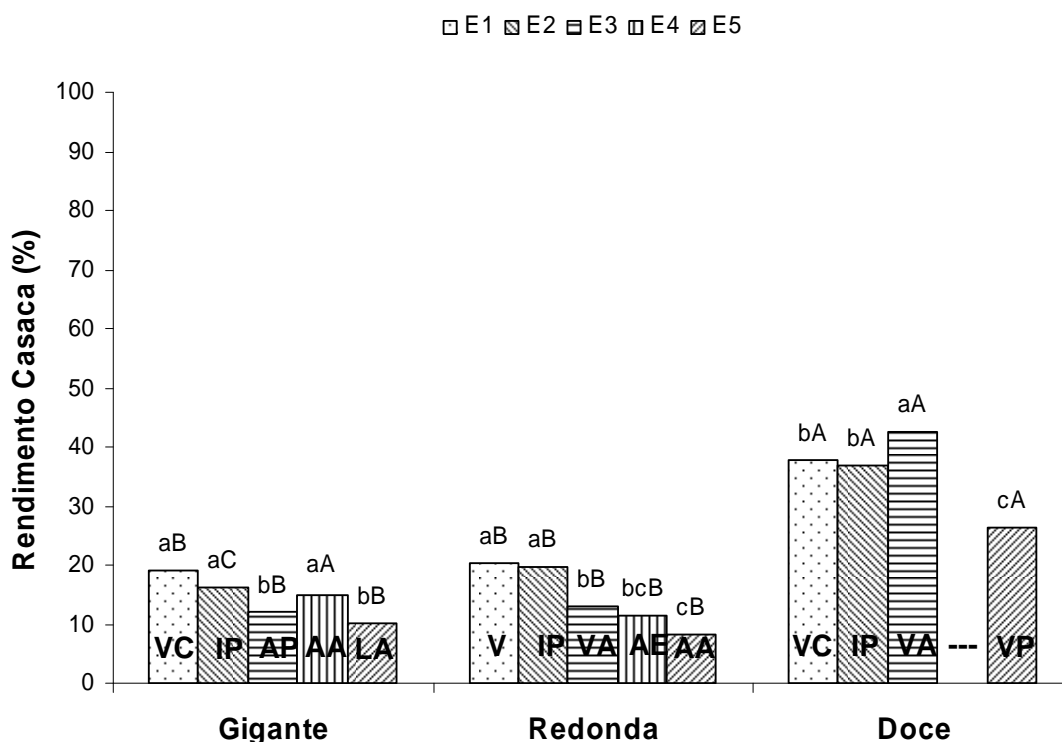


Figura 17. Rendimento de casca de frutos de palma de três diferentes variedades: Gigante; Redonda e Doce, colhidos em cinco estádios de maturação: Estádio 1 (E1): VC: verde claro e V: verde; Estádio 2 (E2): IP: início de pigmentação; Estádio 3 (E3): VA: verde amarelado e AP: amarelo predominante; Estádio 4 (E4): AA: amarelo alaranjado, AE: amarelo esverdeado e LA: laranja avermelhado; e Estádio 5 (E5): LA: laranja avermelhado, AA: amarelo alaranjado e VP: vermelho púrpura.

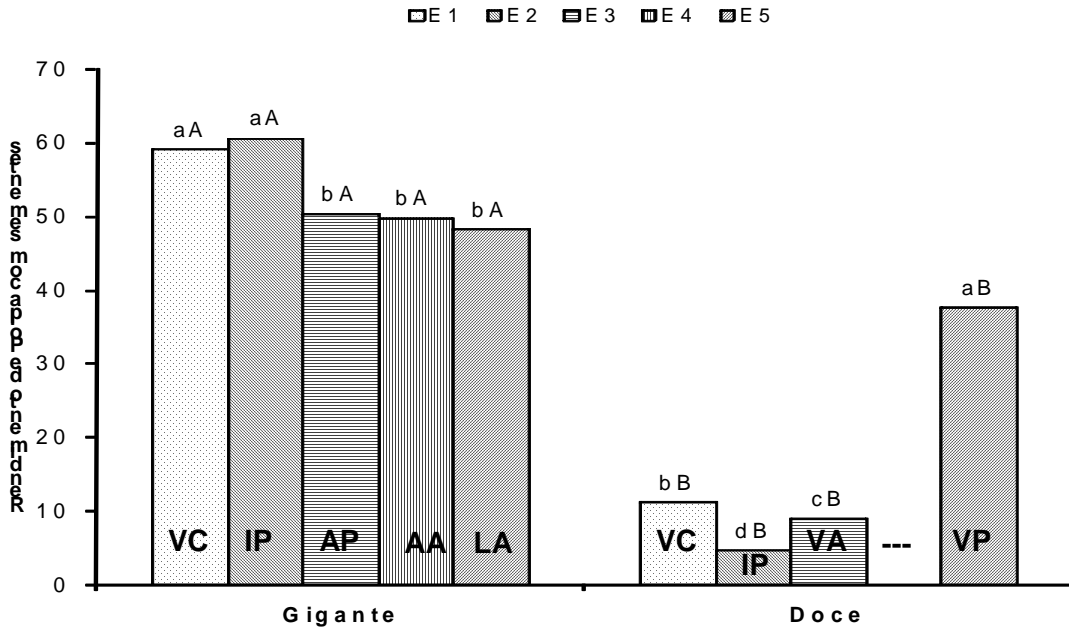


Figura 18. Rendimento de Polpa com sementes de frutos de palma de duas diferentes variedades: Gigante; e Doce, colhidos em cinco estádios de maturação: Estádio 1 (E1): VC: verde claro e V: verde; Estádio 2 (E2): IP: início de pigmentação; Estádio 3 (E3): VA: verde amarelado e AP: amarelo predominante; Estádio 4 (E4): AA: amarelo alaranjado, AE: amarelo esverdeado e LA: laranja avermelhado; e Estádio 5 (E5): LA: laranja avermelhado, AA: amarelo alaranjado e VP: vermelho púrpura.

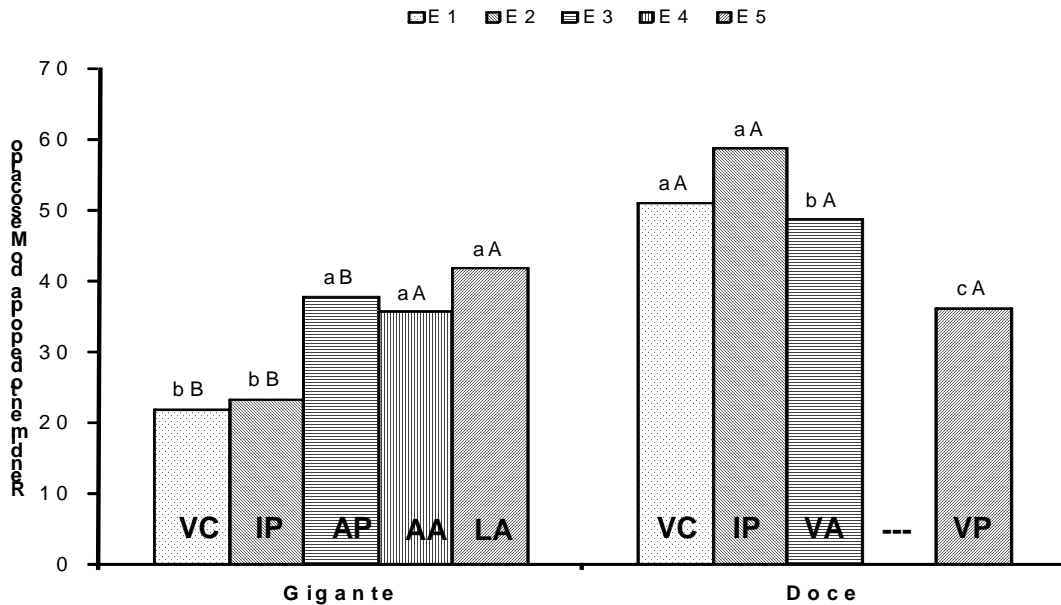


Figura 19. Rendimento da Polpa do mesocarpo de frutos de palma de duas diferentes variedades: Gigante e Doce, colhidos em cinco estádios de maturação: Estádio 1 (E1): VC: verde claro e V: verde; Estádio 2 (E2): IP: início de pigmentação; Estádio 3 (E3): VA: verde amarelado e AP: amarelo predominante; Estádio 4 (E4): AA: amarelo alaranjado, AE: amarelo esverdeado e LA: laranja avermelhado; e Estádio 5 (E5): LA: laranja avermelhado, AA: amarelo alaranjado e VP: vermelho púrpura.

Cor objetiva L* (Brilho). Observou-se uma variação em função do estágio de maturação para as três variedades avaliadas. Para frutos da variedade Doce, o brilho tendeu a decair com o avanço do estágio 1 ao 5. Na 'Gigante' os valores também tenderam a diminuir com a maturação chegando a 43,65. Na variedade Redonda o brilho dos frutos se manteve entre os estados de maturação (Figura 20). Estes valores encontrados são superiores aos valores citados por Sáenz e Sepúlveda (2001), com L* igual a 22,4 e 33,4.

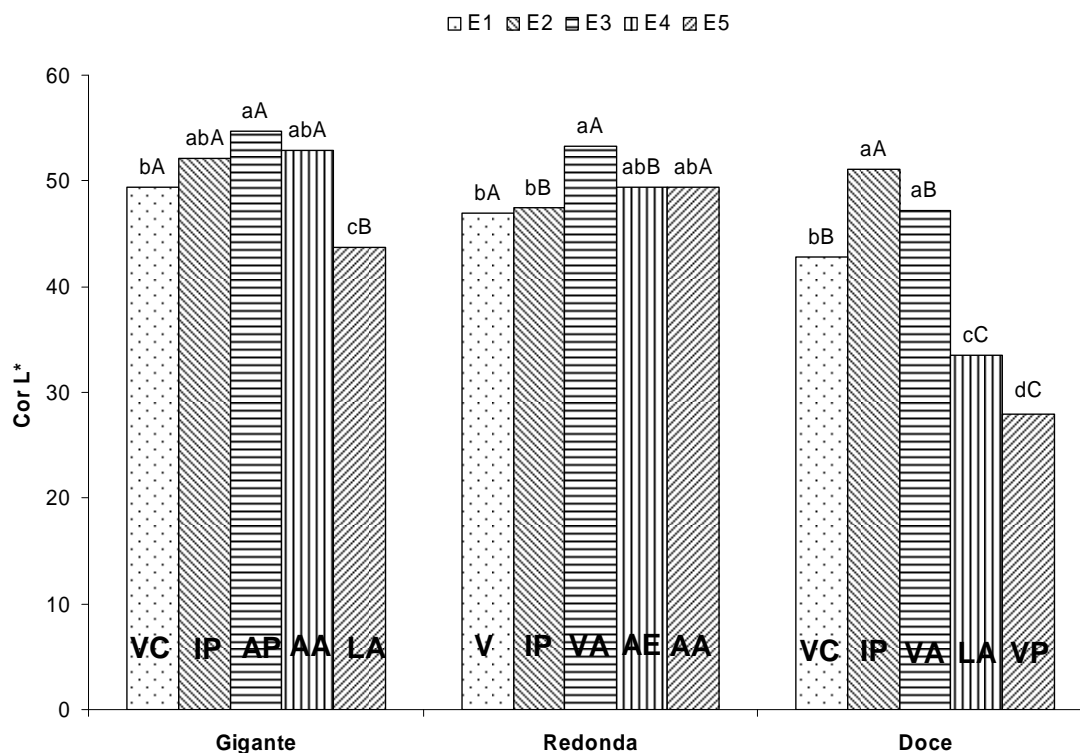


Figura 20. Coloração L* de frutos de palma de três diferentes variedades: Gigante; Redonda e Doce, colhidos em cinco estádios de maturação: Estádio 1 (E1): VC: verde claro e V: verde; Estádio 2 (E2): IP: início de pigmentação; Estádio 3 (E3): VA: verde amarelado e AP: amarelo predominante; Estádio 4 (E4): AA: amarelo alaranjado, AE: amarelo esverdeado e LA: laranja avermelhado; e Estádio 5 (E5): LA: laranja avermelhado, AA: amarelo alaranjado e VP: vermelho púrpura.

Cor objetiva a* (croma verde-vermelho). Os valores deste parâmetro tiveram uma crescente evolução entre os estádios das variedades analisadas, com leve declínio no estágio 5 para variedades 'Redonda' e 'Doce', ou seja, o fruto encontrado no estágio 1, possuía uma coloração verde, que progrediu com o amadurecimento à cor vermelha púrpura (VP) em frutos de palma 'Doce' e tons avermelhados para 'Gigante' e alaranjado para 'Redonda'. A diferença entre as variedades analisadas neste parâmetro, é que a 'Doce' tem uma maior quantidade de pigmentos nos estádios mais maduros. Para os estádios de

maturação mais avançados houve diferença entre as variedades, mesmo estando presentes um teor maior de pigmentos (Figura 21).

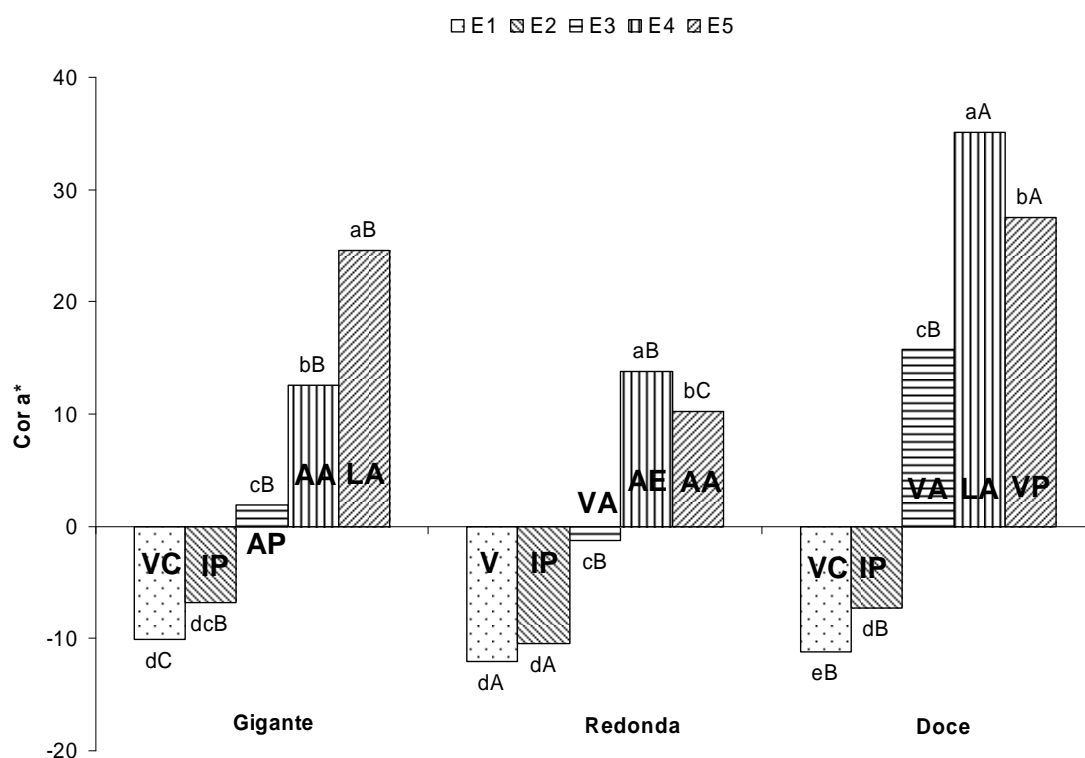


Figura 21. Coloração a* de frutos de palma de três diferentes variedades: Gigante; Redonda e Doce, colhidos em cinco estádios de maturação: Estádio 1 (E1): VC: verde claro e V: verde; Estádio 2 (E2): IP: início de pigmentação; Estádio 3 (E3): VA: verde amarelado e AP: amarelo predominante; Estádio 4 (E4): AA: amarelo alaranjado, AE: amarelo esverdeado e LA: laranja avermelhado; e Estádio 5 (E5): LA: laranja avermelhado, AA: amarelo alaranjado e VP: vermelho púrpura.

Cor objetiva b* (croma azul-amarelo). Para os estádios de maturação das três variedades analisadas, observa-se uma evolução da cor verde para cor amarelo até o estágio 3 para a variedade Gigante, para a Redonda até o estágio 4 e a variedade Doce evoluiu até o estágio 2 onde a partir daí os valores começam a diminuir, provavelmente decorrente do desenvolvimento da cor vermelho e desaparecimento de amarelo. Entre as variedades houve diferença entre elas no último estágio de maturação (Figura 22).

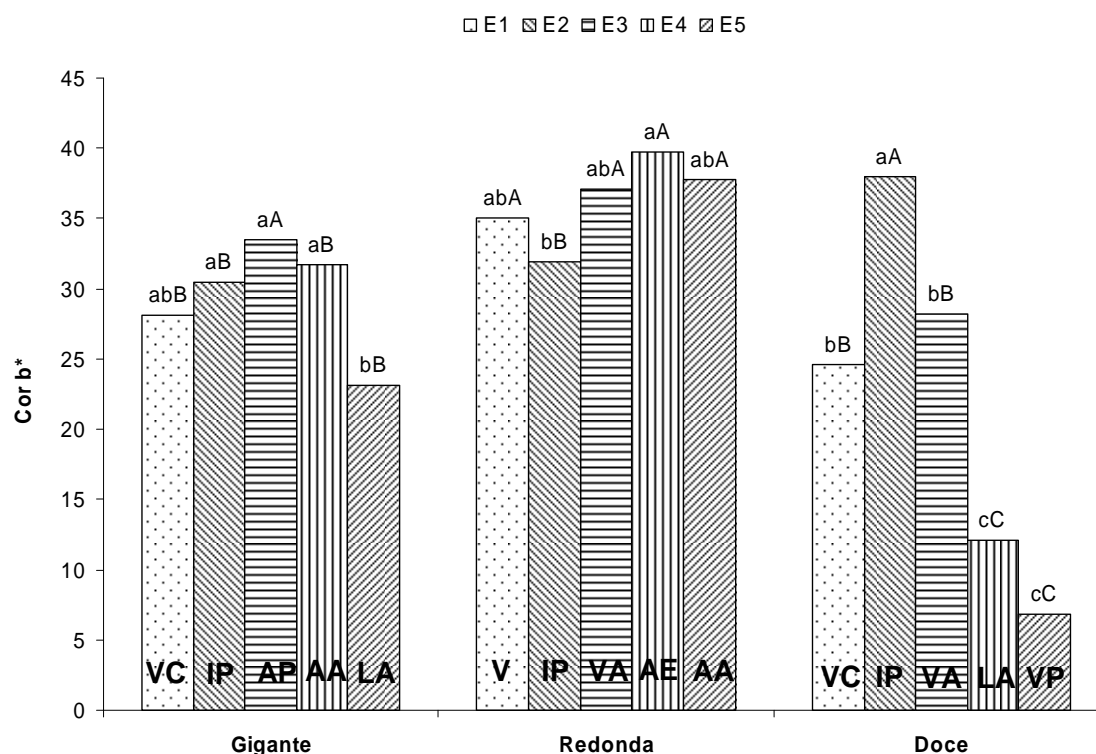


Figura 22. Coloração b^* de frutos de palma de três diferentes variedades: Gigante, Redonda e Doce, colhidos em cinco estádios de maturação: Estádio 1 (E1): VC: verde claro e V: verde; Estádio 2 (E2): IP: início de pigmentação; Estádio 3 (E3): VA: verde amarelado e AP: amarelo predominante; Estádio 4 (E4): AA: amarelo alaranjado, AE: amarelo esverdeado e LA: laranja avermelhado; e Estádio 5 (E5): LA: laranja avermelhado, AA: amarelo alaranjado e VP: vermelho púrpura.

Cor objetiva c^* (vividade da cor). As variedades analisadas que mais apresentaram um tom vívido da cor dos frutos foram a Redonda e Doce com 42,5 e 38,88 nos estádios E4 e E2, respectivamente. Frutos de palma Gigante foram diferentes das demais variedades, com valores inferiores, obtendo menor vividez da cor, especificamente para o estádio 1, com valor de 29,9, não diferindo estatisticamente dos demais estádios (Figura 23).

Cor objetiva H^* (intensidade). A intensidade da cor para os estádios de maturação das três variedades tenderam a diminuir gradativamente com o avanço da maturação dos frutos, partindo da cor verde para tons avermelhados. O declínio desta intensidade foi mais acentuado para frutos da variedade Doce, que diferiu das demais variedades. As variedades Gigante e Redonda, não diferiram, com exceção do estádio 5 com valores inferiores aos demais estádios (Figura 24).

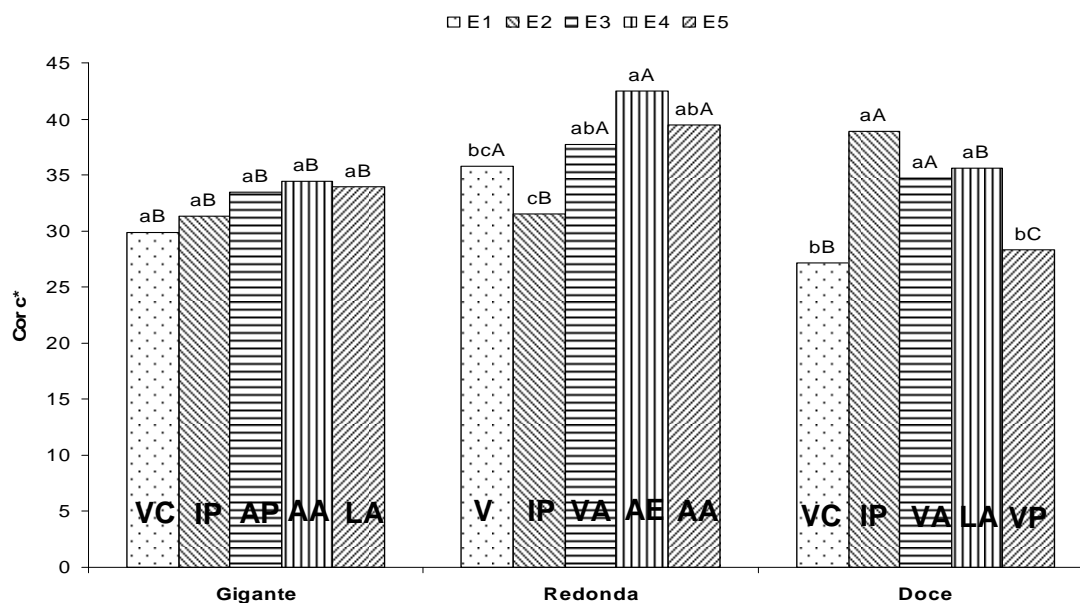


Figura 23. Coloração c^* de frutos de palma de três diferentes variedades: Gigante; Redonda e Doce, colhidos em cinco estádios de maturação: Estádio 1 (E1): VC: verde claro e V: verde; Estádio 2 (E2): IP: início de pigmentação; Estádio 3 (E3): VA: verde amarelado e AP: amarelo predominante; Estádio 4 (E4): AA: amarelo alaranjado, AE: amarelo esverdeado e LA: laranja avermelhado; e Estádio 5 (E5): LA: laranja avermelhado, AA: amarelo alaranjado e VP: vermelho púrpura.

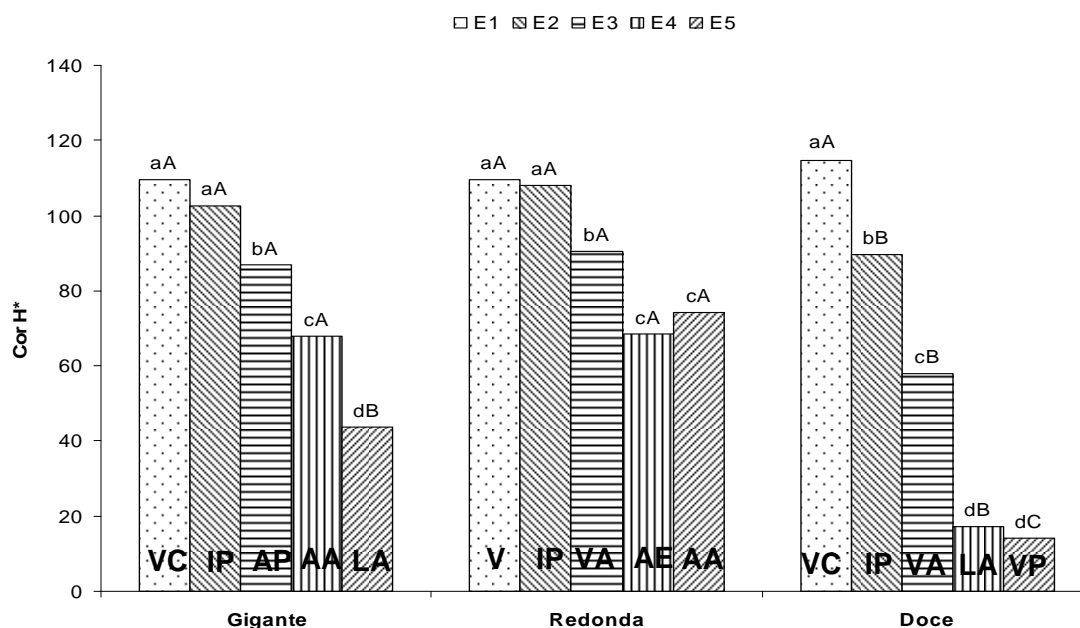


Figura 24. Coloração H^* de frutos de palma de três diferentes variedades: Gigante; Redonda e Doce, colhidos em cinco estádios de maturação: Estádio 1 (E1): VC: verde claro e V: verde; Estádio 2 (E2): IP: início de pigmentação; Estádio 3 (E3): VA: verde amarelado e AP: amarelo predominante; Estádio 4 (E4): AA: amarelo alaranjado, AE: amarelo esverdeado e LA: laranja avermelhado; e Estádio 5 (E5): LA: laranja avermelhado, AA: amarelo alaranjado e VP: vermelho púrpura.

3.3.2 Avaliações Físico-Químicas e Químicas

Sólidos solúveis. Nos frutos de palma Gigante o conteúdo de sólidos solúveis (SS) aumentou de 11,43% para 18,2% e 10,2% para 16,16% nas polpas com sementes (PS) e do mesocarpo (PM), respectivamente, durante a maturação. Segundo Montiel-Rodríguez, (1986) citado por Cantwell, (2001), os valores de SS em frutos da palma colhidos em cinco estádios de maturação variam de verde (7,5%) a supermaduro (12,5%), aumentando com o decorrer do tempo de maturação. Os teores de sólidos solúveis dos frutos da variedade Redonda tenderam a diminuir com o avanço da maturação, e frutos de palma Doce obtiveram valores de 11,16 e 5,13 nas PS e PM respectivamente.

Para o estágio 1 houve diferença entre as polpas para as variedades Gigante e Redonda, com valores maiores para PS, na variedade Gigante e entre as localidades houve diferença estatística. Nos estádios 2 e 4 a diferença entre polpas e variedades foi observada nas duas variedades. Para o estágio 3 as polpas diferiram para a Gigante e não diferiram na Redonda. Já para estágio 5 houve diferença significativa entre as polpas com sementes e polpas do mesocarpo. (Figura 25).

O teor de sólidos solúveis fornece um indicativo da quantidade de açúcares presente nos frutos, embora outras substâncias também estejam dissolvidas. Durante a maturação o teor de sólidos solúveis totais tende a aumentar devido a biossíntese de açúcares solúveis ou a degradação de polissacarídeos (CHITARRA e CHITARRA, 2005).

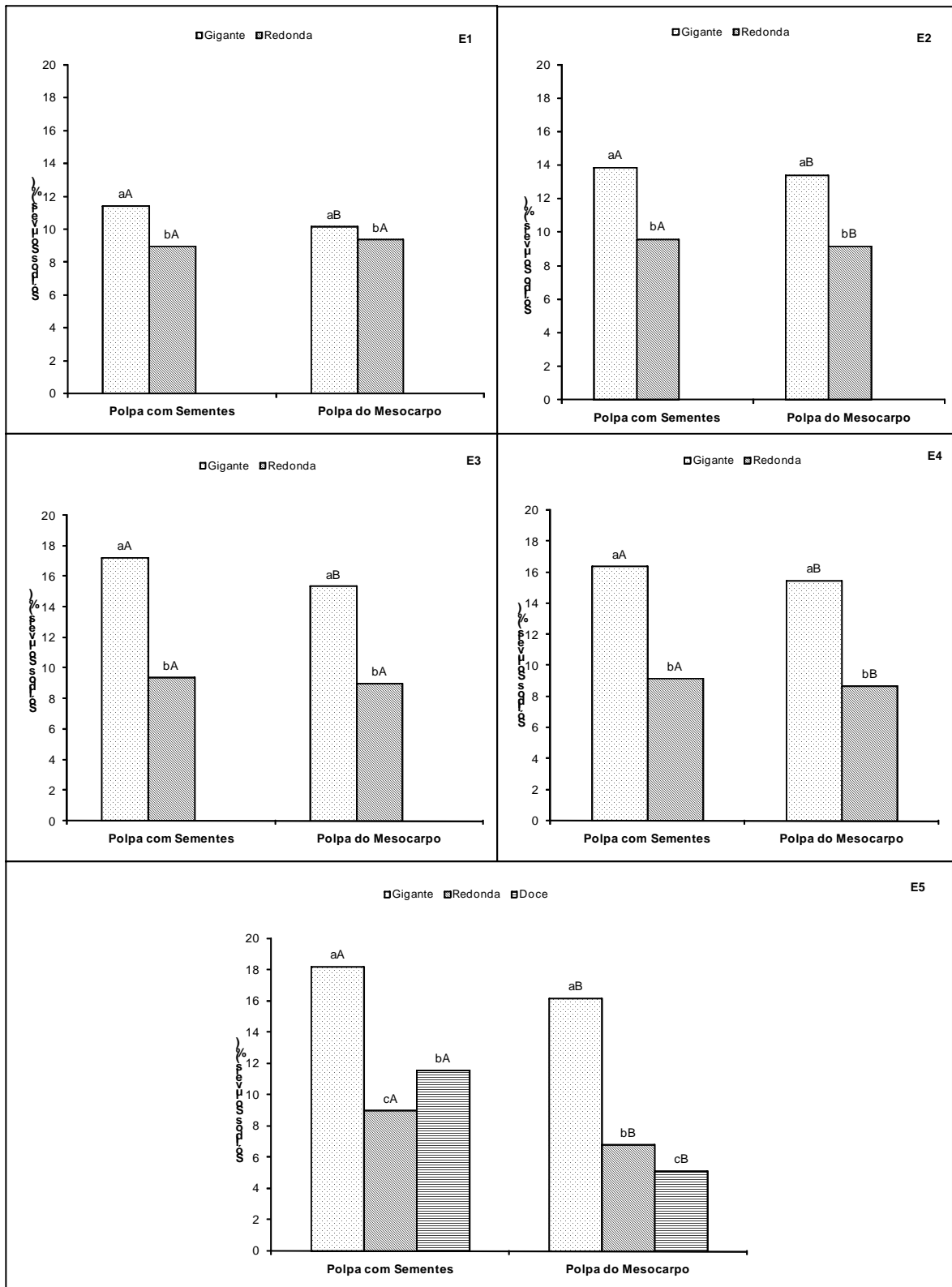


Figura 25. Sólidos Solúveis (%) de frutos de palma de três diferentes variedades: Gigante; Redonda e Doce, colhidos em cinco estádios de maturação: Estádio 1 (E1): VC: verde claro e V: verde; Estádio 2 (E2): IP: início de pigmentação; Estádio 3 (E3): VA: verde amarelado e AP: amarelo predominante; Estádio 4 (E4): AA: amarelo alaranjado, AE: amarelo esverdeado e LA: laranja avermelhado; e Estádio 5 (E5): LA: laranja avermelhado, AA: amarelo alaranjado e VP: vermelho púrpura.

Acidez Titulável. Os níveis de acidez para a polpa do mesocarpo (PM), das três variedades foram mais elevados em comparação com a polpa com sementes (PS) para todos os estádios de maturação analisados exceto para estágio 4. Para os estádios de maturação E1, E2, E3 e E5 os dois tipos de polpas diferiram nas localidades, sendo destaque a variedade 5 com níveis mais altos de acidez para PM (Figura 26). A acidez aumentou para as variedades Gigante e Redonda durante a maturação. Segundo Chitarra e Chitarra (2005), durante o amadurecimento a maioria dos frutos perde rapidamente a acidez, mas em alguns casos, como para a palma observou-se um aumento nos teores, com o amadurecimento. O declínio da acidez, o que não aconteceu neste trabalho, ocorre, provavelmente em decorrência da transformação dos ácidos em outros componentes do aroma e sabor a exemplo de açúcares e substâncias voláteis (TUCKER, 1993).

Relação SS/AT. A relação SS/AT para os frutos de palma em diferentes variedades (Figura 27), apresentou aumento progressivo durante a maturação e em seguida um declínio. Observou-se que os frutos nos estádios mais avançados, apresentaram um declínio dos SS/AT nas Gigantes e Redondas. As polpas diferiram entre si em todos os estádios de maturação. As variedades também diferiram entre si dentro de cada polpa. Teores máximos obtidos por Assunção (2008), 210,7; 297,97 e 274,75 foram maiores que os encontrados neste trabalho, com teor máximo de 245,18 para frutos de palma Gigante.

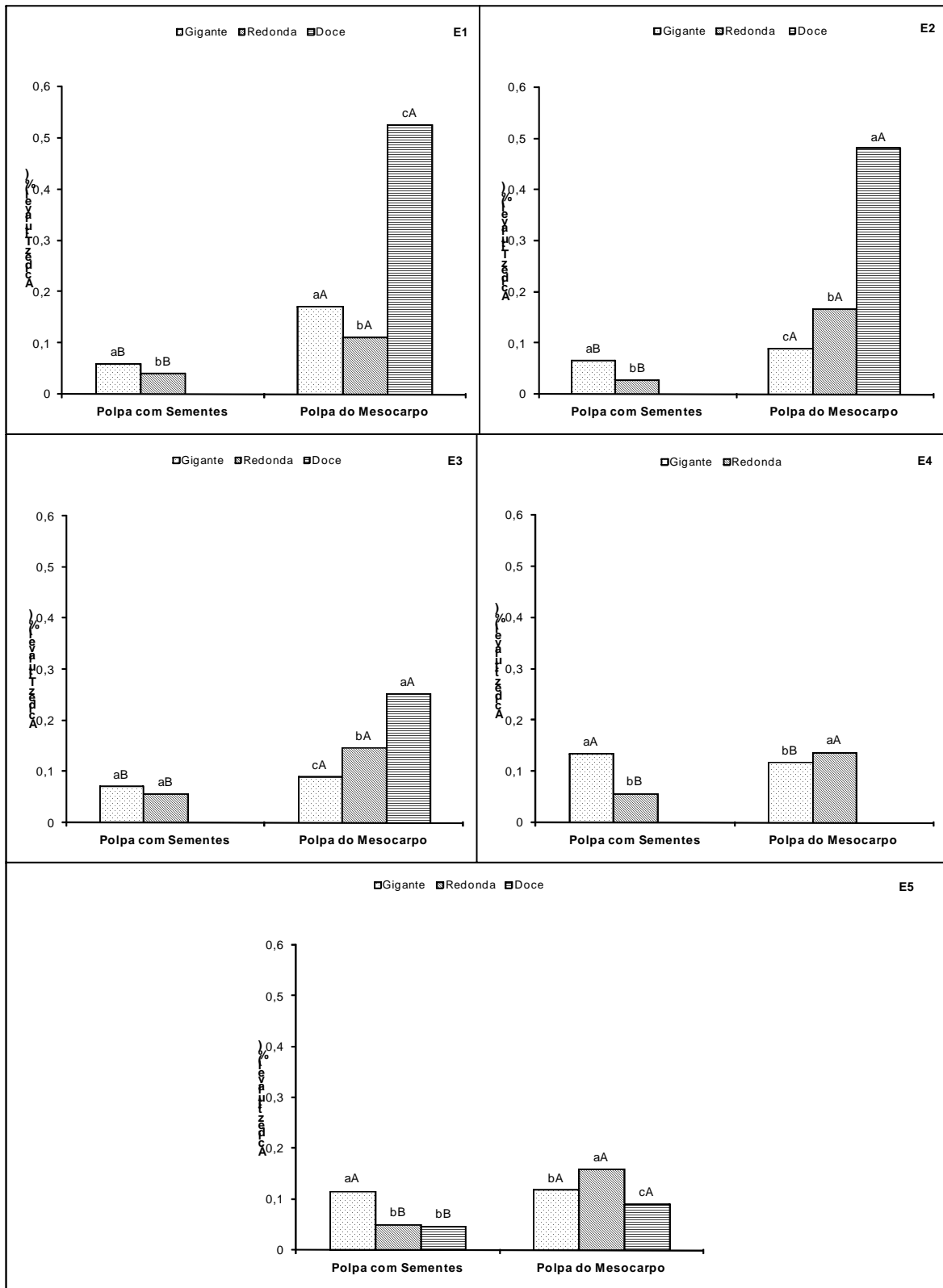


Figura 26. Acidez Titulável (%) de frutos de palma de três diferentes variedades: Gigante; Redonda e Doce, colhidos em cinco estádios de maturação: Estádio 1 (E1): VC: verde claro e V: verde; Estádio 2 (E2): IP: início de pigmentação; Estádio 3 (E3): VA: verde amarelado e AP: amarelo predominante; Estádio 4 (E4): AA: amarelo alaranjado, AE: amarelo esverdeado e LA: laranja avermelhado; e Estádio 5 (E5): LA: laranja avermelhado, AA: amarelo alaranjado e VP: vermelho púrpura.

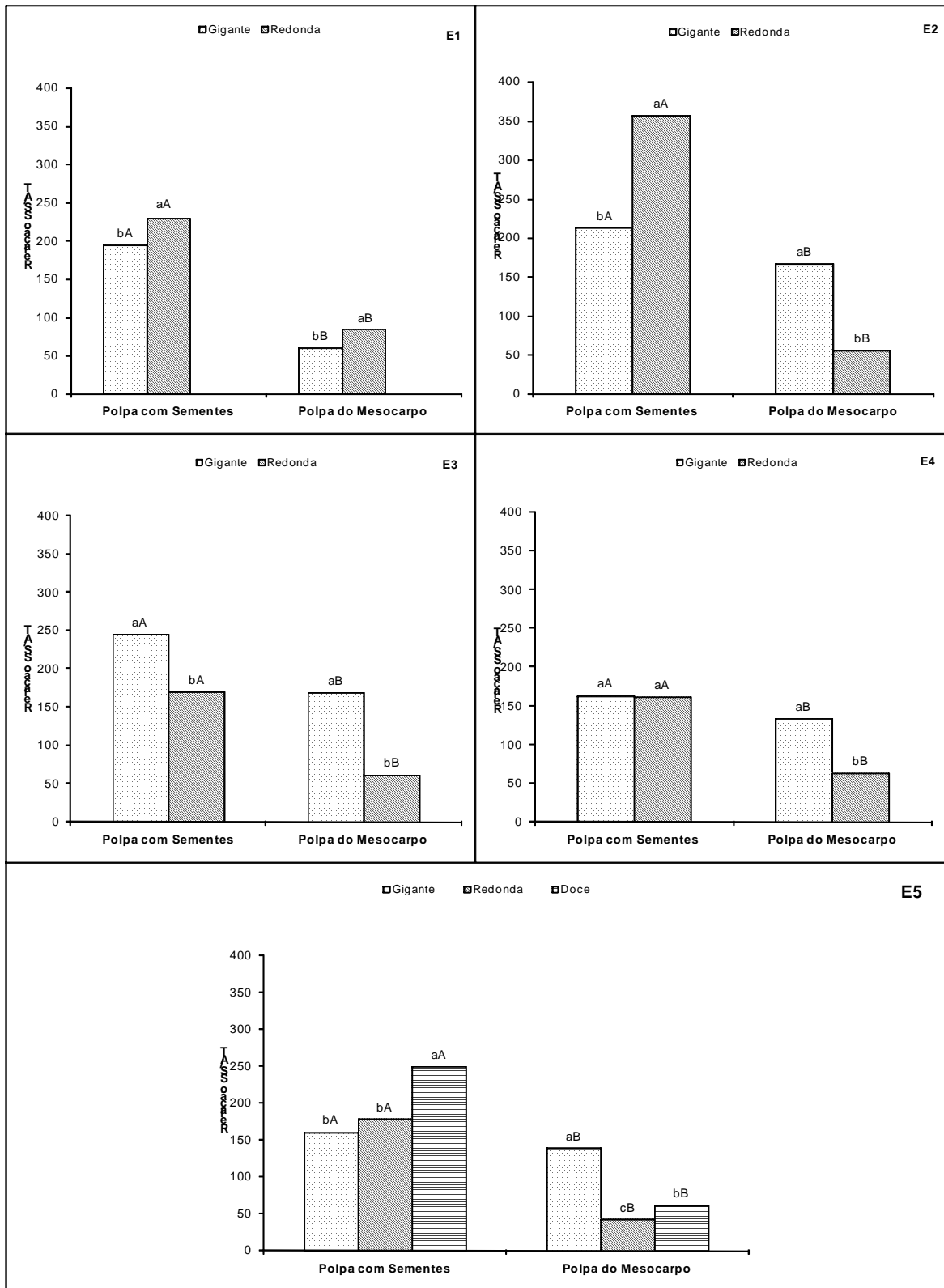


Figura 27. Relação SS/AT (%) de frutos de palma de três diferentes variedades: Gigante; Redonda e Doce, colhidos em cinco estádios de maturação: Estádio 1 (E1): VC: verde claro e V: verde; Estádio 2 (E2): IP: início de pigmentação; Estádio 3 (E3): VA: verde amarelado e AP: amarelo predominante; Estádio 4 (E4): AA: amarelo alaranjado, AE: amarelo esverdeado e LA: laranja avermelhado; e Estádio 5 (E5): LA: laranja avermelhado, AA: amarelo alaranjado e VP: vermelho púrpura.

pH. No geral, o pH apresentou um leve aumento durante a maturação dos frutos, nas três variedades, para a polpa do mesocarpo (PM). Para a polpa com sementes (PS) ocorreram variações não significativas para os estádios e variedades. O pH para PS foi igual para os três primeiros estádios e diferentes entre o 4 e 5. A PM, diferiu em todos os estádios. (Figura 28). Os teores obtidos foram, 6,06; 6,15; 6,08; 5,25 e 5,60 para frutos de palma Gigante, de PS. Sáenz et al., (2001) obtiveram um valor médio de pH entre 5,9 e 6,2, indicando que o resultado obtido neste trabalho está consideravelmente na média. E também, Esquivel (2004) obteve um valor de 6,20 para *Opuntia ficus-indica* e 6,6 para *Opuntia amyclaea*.

Ácido Ascórbico. A vitamina C está presente nos tecidos vegetais principalmente na forma de ácido ascórbico reduzido, podendo ser oxidado reversivelmente a ácido dehidroascórbico, ou irreversível a ácido 2,3-dicetogulônico, com a perda de sua atividade (WATADA, 1987). Trata-se de um composto antioxidante sintetizado pelas frutas e hortaliças em quantidades variáveis com a espécie (CHITARRA e CHITARRA, 2006). Para os frutos das cactáceas, segundo Esquivel (2004) a espécie *Opuntia ficus-indica* apresenta teor de vitamina C alto, com um valor de até 31,7 mg/100g. Neste trabalho o teor de ácido ascórbico apresentou-se inferior aos citados por Esquivel, (2004). Cantwell, (2001), cita valores de 16,3 a 11,6 mg/100g no período de maturação dos frutos de 91 até 115 dias. Já Montiel-Rodriguez, (1986) citado por Cantwell (2001), cita que durante a maturação em cinco estádios de observação o teor de ácido ascórbico aumentou, de 12 (verde) para 28 (maduro), sendo compatível com este trabalho, onde tendeu a crescer com o avanço da maturação, tanto para polpa com sementes quanto para polpa do mesocarpo. (Figura 29).

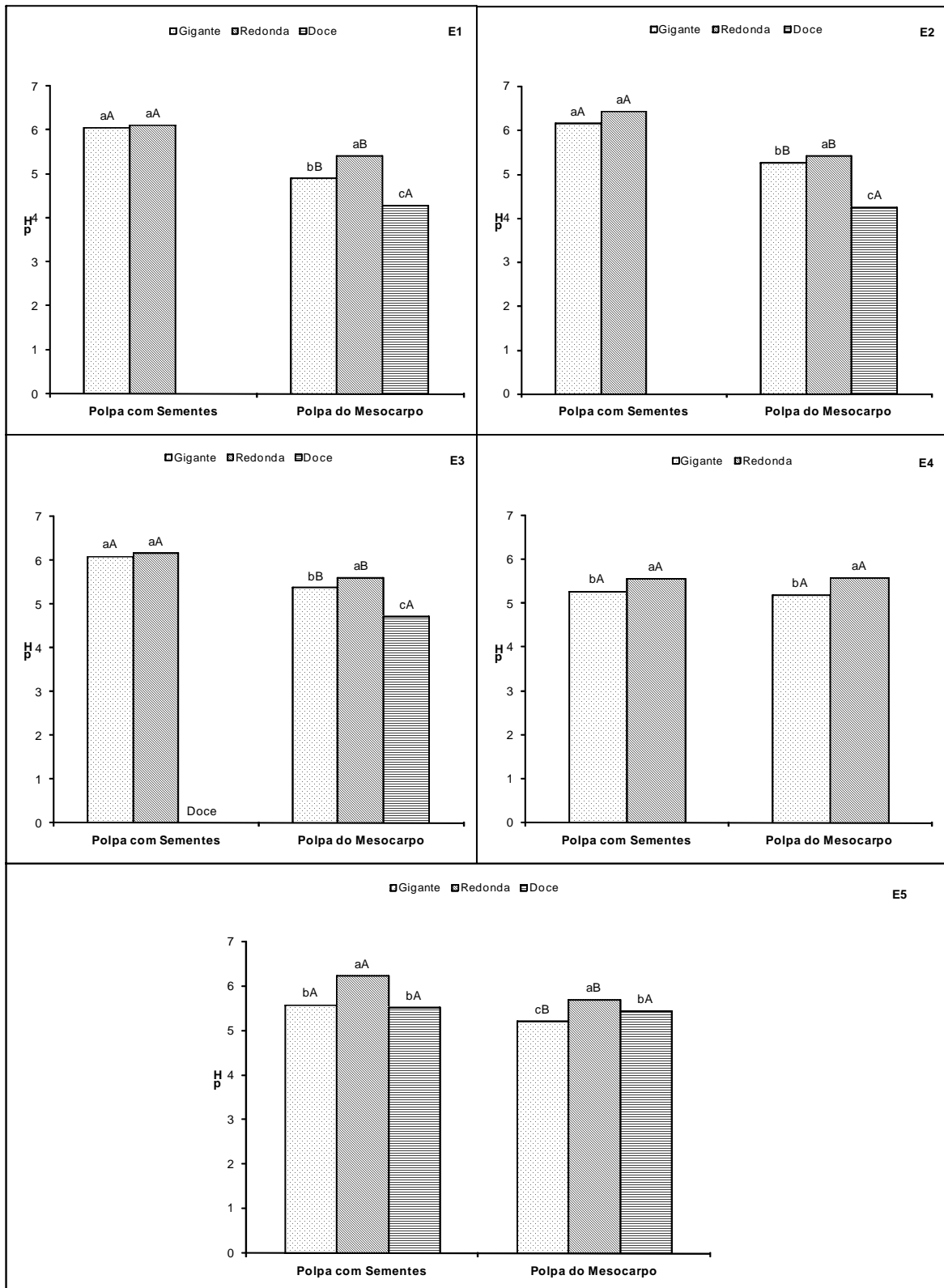


Figura 28. pH de frutos de palma de três diferentes variedades: Gigante; Redonda e Doce, colhidos em cinco estádios de maturação: Estádio 1 (E1): VC: verde claro e V: verde; Estádio 2 (E2): IP: início de pigmentação; Estádio 3 (E3): VA: verde amarelado e AP: amarelo predominante; Estádio 4 (E4): AA: amarelo alaranjado, AE: amarelo esverdeado e LA: laranja avermelhado; e Estádio 5 (E5): LA: laranja avermelhado, AA: amarelo alaranjado e VP: vermelho púrpura.

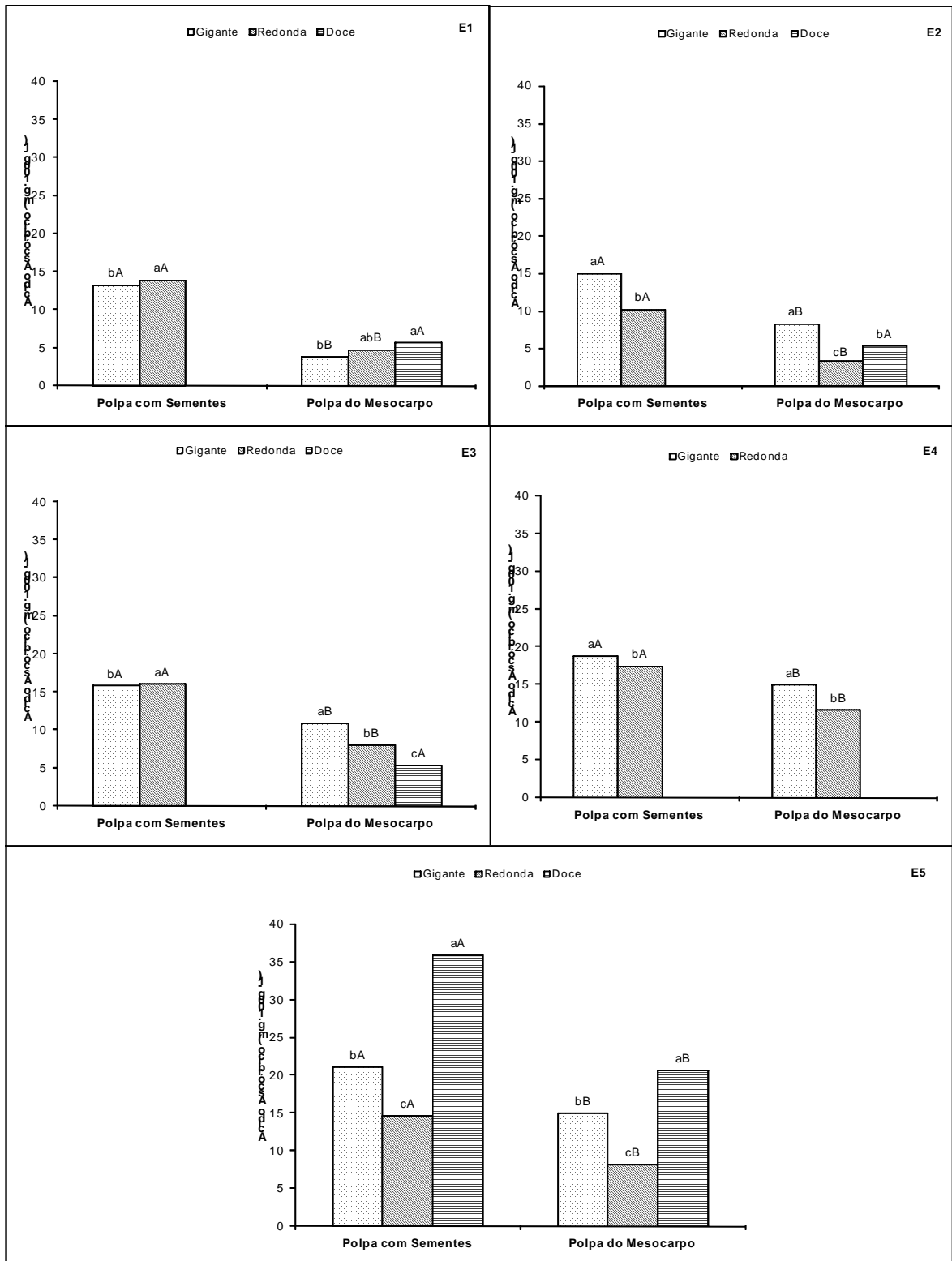


Figura 29. Ácido ascórbico (mg.100g⁻¹) de frutos de palma de três diferentes variedades: Gigante; Redonda e Doce, colhidos em cinco estádios de maturação: Estádio 1 (E1): VC: verde claro e V: verde; Estádio 2 (E2): IP: início de pigmentação; Estádio 3 (E3): VA: verde amarelado e AP: amarelo predominante; Estádio 4 (E4): AA: amarelo alaranjado, AE: amarelo esverdeado e LA: laranja avermelhado; e Estádio 5 (E5): LA: laranja avermelhado, AA: amarelo alaranjado e VP: vermelho púrpura.

4. CONCLUSÕES

Nas condições em que o experimento foi realizado pode-se concluir que:

- Variedades de palma Gigante e Redonda apresentaram comportamento respiratório típico de fruto não climatérico;
- Frutos de palma Gigante são mais atraentes para a compra que frutos da variedade Redonda;
- A vitamina C, é mais elevada em frutos colhidos em estádios de maturação mais avançados, em especial para aqueles da variedade Doce.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSUNÇÃO, M. S. **Caracterização bioquímica e aspectos pós-colheita dos frutos de opuntia fícus-indica (L) Miller produzidos em Pernambuco.** 2008.109f. Tese (Doutorado Ciências dos alimentos) – Departamento de Nutrição. Universidade Federal de Pernambuco, 2008.

BICALHO, U. O.; PENTEADO, M. V. C. **Estudo do fruto e do artículo da Opuntia fícus-indica (L) Miller cultivada em Valinhos-SP: I- Características bromatológicas.** Revista de farmácia e bioquímica da Universidade de São Paulo. V.17, n.1, 93-101, jan/jun.1981

CANTWELL, M. **Manejo pós-colheita de frutas e verdura de palma forrageira.** In: BARBERA, Guiseppa; INGLESE, Paolo (Eds.). Agroecologia, cultivos e usos da palma forrageira. Paraíba: SEBRAE/PB, 2001. p. 20-27.

CHITARRA, M. I.; e CHITARRA, A. B. **Pós-colheita de frutos e Hortaliças: fisiologia e manuseio.** 2ª Ed. Ver. Ampl. Lavras: UFLA, 2005. 785p.

CHITARRA, M. I.; e CHITARRA, A. B. **Pós-colheita de frutos e Hortaliças: glossário,** Ed UFLA 256 p.: II. 2006.

DEL-VALLE, V. ; HERNÁNDEZ-MUNOZ, P.; GUARDA, A.; GALOTTO, M. J. **Development of a cactus-mucilage edible coating (Opuntia Picus indica) and its application to extend strawberry (Fragaria ananassa) shelf-life.** Food Chemistry, n. 91 p. 751-756 2005

ESQUIVEL, P. **Los frutos de las cactáceas y su pontencial como material prima.** Agronomia Mwsoamericana, v 15, n. 2, p. 215-219. 2004

GORTNER, W. A., DULL, G. G., KRAUSS, B. H. **Fruit development, maturation, ripening and senescence: a biochemical basis for horticultural terminology.** HortScience, Alexandria, v.2, n.4, p.141-144, aug. 1967.

HULME, A. C. **The Biochemistry of fruit and their products**. London: Academic Press, 1970. 618p.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz**. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 1985.

KAYS, S. J. Postharvest **physiology of perishable plant products**. Athens, Avi, 1997. 532p.

MUNSELL, A. H. **Munsell book of color**. V.2. Baltimore, Munsell Color Company, 1976. Não paginado.

SANTOS, D. C. dos; FARIAS, I.; LIRA, M. de A.; FERNANDES, A. P. M.; FREITAS, E. V.; MOREIRO, J. A. **Produção e composição química da palma forrageira c.v “Gigante” (*Opuntia ficus-indica* Mill) sob adubação e calagem no Agreste de Pernambuco**. Pesquisa Agropecuária Pernambucana, Recife, v.9, n. especial, p. 69 – 78, 1996.

FERREIRA, F.R; FERREIRA, S.A.; CARVALHO, J.E.U. **Espécies frutíferas pouco exploradas, com potencial econômico e social para o Brasil**. Revista Brasileira de Fruticultura, 9 (número extra): p. 11-22. 1987.

FRANCO, M. R.; SHIBAMOTO, T. **Volatile composition of some brazilian fruits: umbu-cajá (*Spondias citherea*), camu-camu (*Myrciaria dubia*), araçá-boi (*Eugenia stipitata*), and cupuaçu (*Theobroma grandiflorum*)**. J. Agric. Food Chem., v.48, p. 1263-1265, 2000.

GOMES, O. **Fruticultura Brasileira**. São Paulo, Livraria Nobel. 1975. 448p.

HALLETT, I.C; HARKER, F.R. **Microscopic investigations of fruit texture**. Acta Horticulturae. Wageningen, v.464, p.411-416, 1996.

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

KUTI, J. O. **Antioxidant compounds from four *Opuntia* cactus pear fruit varieties.** Food Chemistry, v. 85, p. 527-533, 2004.

PANTASTICO, E. R. B. **Postharvest physiology, handling and utilization of tropical and subtropical fruit and vegetables.** Wesport: The AVI Publishing Co, Inc. p. 1-67, 1984.

SILVA, A. Q. da; SILVA, H.; NÓBREGA, J. P. da; MALVOLTA, E. **Conteúdo de nutrientes por ocasião da colheita em diversas frutas da região Nordeste.** In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 7, 1984, Florianópolis.

SÁENZ, C.; SÉPULVEDA, E. **Cactus-Pear Juices.** J.PACD. 2001p. 3-10

SOUZA, V.A.B. **Perspectivas do Melhoramento de Espécies Nativas do Nordeste Brasileiro.** In: Congresso brasileiro de melhoramento genético de plantas, 1, 2001, Goiânia-GO. Resumo 25, EMBRAPA Meio-Norte, Teresina-PI, 2001.

TUCKER, G.A. Introduction. In: SEYMOUR, G.B; TAYLOR, J.E.; TUCKER, G.A. **Biochemistry of fruit ripening.** London: Chapman e Hall, cap.1, p. 2-51, 1993.

VITTI, D. C. C. **Controle de injúrias pelo frio em pêssego 'Dourado-2' submetidos ao tratamento térmico.** Piracicaba, 2004. 75p.: il. Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz.

WATADA, A. E. Vitaminas. In: WEICHMANN, J., ed. **Postharvest physiology of vegetables.** New York, Marcel Dekker, 1987. Cap. 22, p.453-469.

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 Walles University Press, 1981. 161p

CAVALCANTI, P.B. **Frutas comestíveis da Amazônia.** Belém, INPA, 1976.166p.
TORRES, L. B. de V.; COSTA, M. R.; BARROS, S. H. de A.; SILVA, R. T. S.; GALDINO, P. O. **Caracterização de frutos de palma forrageira em diferentes estádios de maturação.** In. SIMPÓSIO BRASILEIRO DE PÓS-COLHEITA DE FRUTOS TROPICAIS, I. 2005, João Pessoa. Anais eletrônicos.... João Pessoa , 2005. 1 CD-ROM.

CAPÍTULO III

MUDANÇAS NO DESENVOLVIMENTO DE FRUTOS DE PALMA GIGANTE (*OPUNTIA FÍCUS-INDICA*)

RESUMO

DESENVOLVIMENTO E MATURAÇÃO DE FRUTOS DA PALMA GIGANTE (*Opuntia fícus-indica*)

O objetivo deste experimento foi avaliar o desenvolvimento e a maturação de frutos da palma Gigante (*Opuntia fícus-indica*), visando estabelecer índices de maturidade como critérios para a colheita, armazenamento e industrialização, sendo também avaliado as modificações durante a maturação de frutos oriundos de diferentes localidades. O trabalho foi conduzido no Laboratório de Biologia e Tecnologia Pós-Colheita do CCA/UFPB. Na avaliação do desenvolvimento e maturação os frutos foram provenientes de propriedade do município de Boa Vista – PB. Para a avaliação das mudanças durante a maturação os frutos de propriedades localizadas nos municípios de Boa Vista, Campina Grande e Pocinhos - PB. Para a avaliação do desenvolvimento e maturação, frutos foram marcados após a abertura floral. Foram realizadas colheitas em períodos regulares após a antese até os frutos atingirem a maturidade fisiológica em 8 intervalos de avaliação. Os frutos apresentaram aproximadamente 80 dias para atingir a completa maturação na planta, após a abertura floral. Observou-se um aumento da matéria fresca e seca, comprimento e diâmetro, à medida que a maturação progredia, observando um crescimento de fruto no padrão tipo sigmoidal simples. Para avaliação da maturação de frutos da palma Gigante de diferentes localidades, os frutos de Pocinhos- PB foram os que desenvolveram a cor mais intensa ao final da maturação. A mudança no conteúdo de ácido ascórbico representou variações entre localidades sendo que o menor valor foi obtido para os frutos do município de Boa Vista – PB.

Palavras-chaves: Fenologia, crescimento, maturação, qualidade

ABSTRACT

DEVELOPMENT AND MATURATION OF GIGANTE CACTUS PEAR FRUITS

(*Opuntia ficus-indica*)

The objective of this experiment was to evaluate the development and maturation of the fruits of Gigante cactus pear fruit (*Opuntia ficus-indica*), to establish indices of maturity as criteria for harvest, storage and industrialization, and also evaluated changes during maturation of fruit from different localities. The work was conducted at the Laboratory of Biology and Postharvest Technology of The Centro de Ciências Agrárias of the Universidade Federal da Paraíba. In assessing the development and maturation, fruits were harvested from a rural property located at the municipality of Boa Vista – PB, Brazil. For the evaluation of changes during maturation, fruits were harvested from rural properties located at the municipalities of Boa Vista, Campina Grande, and Pocinhos - PB. For the evaluation of the development and maturation, fruits were marked after the opening flower. Were performed harvests at regular intervals after anthesis until the fruit reached the physiological maturity at eight intervals. The fruit took approximately 80 days to reach the full maturity attached to the plant, after opening flower. There was an increase of fresh and dry matter, length and diameter as the maturation progressed, following a pattern of fruit sigmoidal simple type of growth. To evaluate the maturity of Gigante cactus pear fruit from different localities, fruits from Pocinhos-PB were those who developed the most intense color by the end of maturation. The change in the content of ascorbic acid varied among localities and the lowest value was obtained for the fruits of the city of Boa Vista - PB.

Key words: Phenology, growth, maturation, quality

1. INTRODUÇÃO

O fruto de palma é considerado um autêntico fruto das regiões Mexicanas, sendo neste país largamente cultivado e consumido e em muitos países do mundo, como exemplo nos países europeus, onde é consumido, tanto *in natura* quanto na forma de produtos industrializados. A palma forrageira é uma planta que se adapta as condições áridas e semi-áridas. Sendo assim, determinadas regiões do Brasil possuem todas as condições necessárias, para explorar melhor essa cultura (LOPES et al., 2007).

Para que o fruto da palma possa ser disponibilizado no mercado é necessário o estabelecimento do ponto adequado de colheita. Para tal é imprescindível que sejam avaliadas as curvas de maturação, ou seja, acompanhar o crescimento e a maturação do fruto por meio de análises físicas e físico-químicas, traçando-se as curvas de acordo com a evolução apresentada (CHITARRA e CHITARRA, 2005).

Diversos fatores influenciam as mudanças nas características físicas e físico-químicas de frutos, dentre os quais se destacam a constituição genética, condições edafoclimáticas, tratos culturais e tratamento pós-colheita (LOPES, 1997; SANTOS, 1996). A qualidade do fruto é constituída por uma série de fatores, tais como aparência, textura, sabor, aroma, valor nutritivo e sanidade (CHITARRA e CHITARRA, 2005). O estágio desenvolvimento dos frutos no momento da colheita influirá na qualidade do fruto maduro (GORTENER *et al.*, 1967).

Estudos sobre o desenvolvimento de frutos são fundamentais para a implantação de estratégias de colheita e na definição de tecnologias de armazenamento capazes de aumentar a vida útil pós-colheita do fruto, visando um melhor aproveitamento do seu potencial de comercialização (COOMBE, 1976; GORTINER et al., 1967). Kays (1997) e Coombe (1976) comentam que o estudo da fisiologia e do desenvolvimento dos frutos é muito importante para gerar informações sobre o padrão de crescimento e do seu metabolismo, assim para definir índices de maturidade e qualidade. Um dos métodos usados para determinar a maturidade fisiológica em frutos é observar o número de dias da floração até o fruto estar fisiologicamente maduro (KAYS, 1997) ou avaliar

sistematicamente modificações físicas e/ou físico-químicas durante o desenvolvimento e maturação (COOMBE, 1976).

Baseado no exposto, este experimento objetivou avaliar as fases de crescimento e maturação, de frutos de palma Gigante e avaliar a fisiologia e as modificações nas características físicas e físico-químicas durante a maturação pós-colheita oriundos de diferentes localidades.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado em dois ensaios conduzidos no Centro de Ciências Agrárias (CCA), Campus II da Universidade Federal da Paraíba (UFPB), situado no município de Areia, zona fisiográfica do Brejo Paraibano, no período de novembro de 2007 a janeiro de 2008 (Ensaio I) e em fevereiro de 2008 (Ensaio II). As análises físicas e físico-químicas foram realizadas no Laboratório de Biologia e Tecnologia Pós-Colheita do CCA.

2.1 Seleção do Material Vegetal

Para o ensaio I, frutos da palma Gigante (*Opuntia ficus-indica*) foram colhidos de plantas com aproximadamente 12 (doze) anos de plantio, da Fazenda 'Picoito', situada no município Boa Vista – Paraíba, localizada na Mesorregião de Boa Vista e na Microrregião do Agreste Paraibano, a 493m de altitude, com coordenadas geográficas -07° 15' 34" de latitude e 36° 14' 24" de longitude, temperatura média anual 26,19 °C e umidade relativa 83,19%, e precipitação 568mm/ano, e insolação 1907,8 horas de luz/ano. Os frutos utilizados no ensaio II foram colhidos de plantas com aproximadamente 10 (dez), 8 (oito) e 12 (doze) anos de idade, em propriedades rurais situadas nos municípios de Pocinhos – PB, a -07° 04' 36" de latitude sul e 36° 03' 40" de longitude oeste e 646 metros de altitude; Campina Grande – PB com -07° 13' 50" de latitude e 35° 52' 52" de longitude e 551 metros de altitude, e Boa Vista – PB, respectivamente.

2.1.1 Ensaio I: Avaliação do desenvolvimento do fruto: Crescimento e mudanças durante a maturação

O ensaio foi realizado entre novembro de 2007 e janeiro de 2008. As plantas foram selecionadas e os cladódios marcados com pedaços de fios de lã de cores diversas, em várias flores abertas. As colheitas foram realizadas em períodos regulares até os frutos estarem completamente formados, em oito intervalos de avaliação: 10; 20; 30; 40; 50; 60; 70 e 80 dias após a antese (abertura da flor) até a maturação (Figura 8). As amostras de cada estágio de maturação eram compostas por 8 frutos colhidos de diferentes plantas. Os frutos foram colhidos manualmente, evitando danos mecânicos.

As análises realizadas foram diâmetro, comprimento, volume, massa específica, peso fresco e peso seco, umidade e cinzas, e cor conforme descrito no item 2.1.3.

2.1.2 Ensaio II: Caracterização física e físico-química de frutos de palma Gigante oriundas de diferentes localidades

A colheita foi realizada manualmente no período da manhã, sendo os frutos de palma classificados em cinco estádios de maturação, de acordo com a coloração da casca, por seleção visual, segundo o livro de Munsell (1976) descritos posteriormente nas Tabelas 1, 2 e 3, e Figuras 1, 2 e 3 de acordo com cada localidade, e colhidos em fevereiro de 2008.

Após a colheita os frutos foram destacados dos cladódios evitando-se danos e acondicionados para o transporte para o Laboratório de Biologia e Tecnologia Pós-colheita do Centro de Ciências Agrárias (CCA – UFPB), que foi realizado em caixas de isotérmicas com capacidade para 20Kg, revestidas com plásticos bolha, de maneira a se evitar escoriações. Em seguida, os frutos foram lavados em água corrente, e como tratamento antifúngico, foram imersos em uma solução de 500ppm de hipoclorito de sódio comercial, permanecendo nesta solução por cerca de 10 minutos, logo depois foram enxaguados com água destilada, e finalmente secos ao ar, sendo submetidos a uma pré-seleção, considerando a ausência de danos mecânicos e doenças. Após a seleção foram realizadas avaliações de sólidos solúveis, acidez titulável, pH, relação SS/AT,

ácido ascórbico, diferindo entre polpa com sementes e polpa do mesocarpo, comprimento, diâmetro, coloração da casca e rendimento em polpa.

Tabela 1. Classificação dos estádios de maturação de frutos de palma Gigante (*Opuntia ficus-indica*) oriundas do município de Pocinhos - PB de acordo com o grau de cor da casca

ESTÁDIO DE MATURAÇÃO	CARACTERÍSTICAS	MBC*
VC	Verde claro	7,5GY 4/6
IP	Início da pigmentação	5GY 6/8
AP	Amarelo predominante	5GY 8/8
AA	Amarelo alaranjado	5Y 8/10
LA	Laranja Avermelhado	5YR 6/10

*Munsell Book of Color (Munsell, 1976)

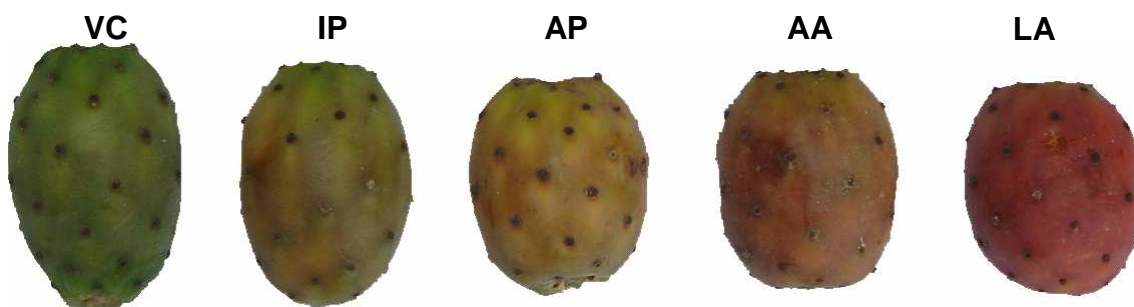


Figura 1. Frutos de palma Gigante (*Opuntia ficus-indica*) nos cinco estádios de maturação, do município de Pocinhos – PB. Verde Claro (VC), Início de Pigmentação (IP), Amarelo Predominante (AP), Amarelo alaranjado (AA) e Laranja Avermelhado (LA).

Tabela 2. Classificação dos estádios de maturação de frutos de palma Gigante (*Opuntia ficus indica*) oriundas do município de Campina Grande - PB de acordo com o grau de cor da casca

ESTÁDIO DE MATURAÇÃO	CARACTERÍSTICAS	MBC*
V	Verde	7,5GY 5/6
IP	Início da pigmentação	5GY 6/8
VA	Verde amarelado	5GY 7/8
AE	Amarelo esverdeado	5GY 8/8
AA	Amarelo alaranjado	5Y 7/6

*Munsell Book of Color (Munsell, 1976)

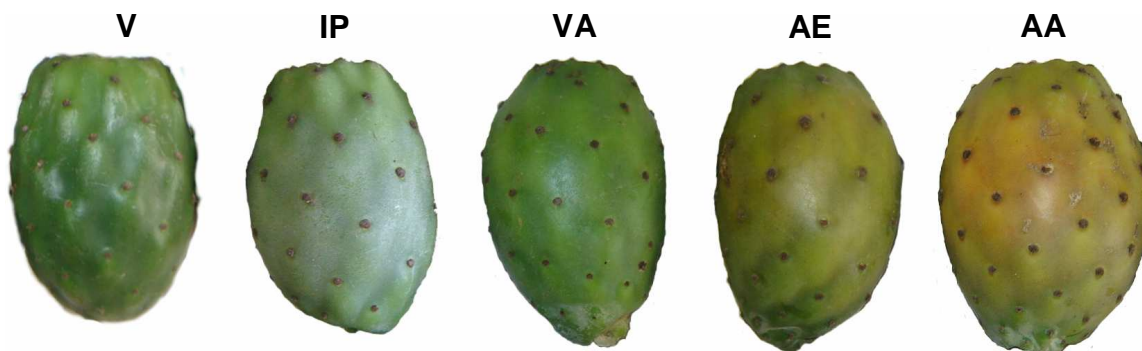


Figura 2. Frutos de palma Gigante (*Opuntia ficus-indica*) nos cinco estádios de maturação, do município de Camina Grande – PB. Verde (V), Início de Pigmentação (IP), Verde amarelado (VA), Amarelo Esverdeado (AE) e Amarelo Alaranjado (AA).

Tabela 3. Classificação dos estádios de maturação de frutos de palma Gigante (*Opuntia ficus indica*) oriundas do município de Boa Vista - PB de acordo com o grau de cor da casca

ESTÁDIO DE MATURAÇÃO	CARACTERÍSTICAS	MBC*
VC	Verde claro	7,5GY 4/6
IP	Início da pigmentação	5GY 6/8
VA	Verde amarelado	5GY 8/8
AA	Amarelo alaranjado	5Y 8/10

*Munsell Book of Color (Munsell, 1976)

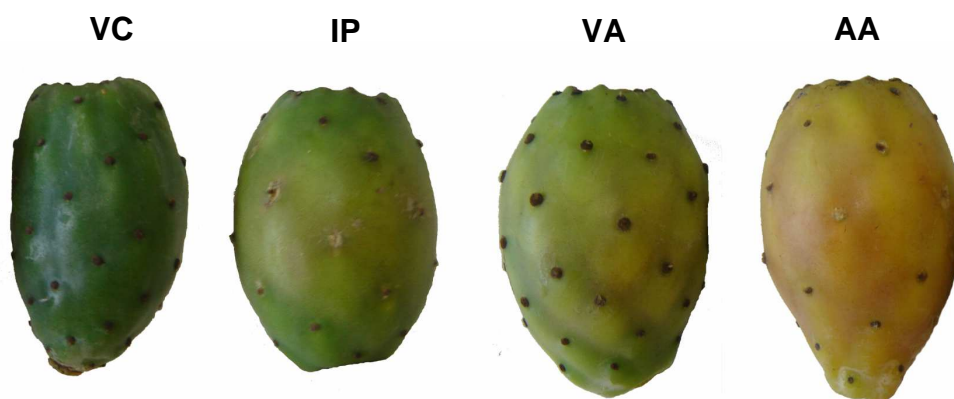


Figura 3. Frutos de palma Gigante (*Opuntia ficus-indica*) nos quatro estádios de maturação, do município de Boa Vista – PB. Verde Claro (VC), Início de Pigmentação (IP), Verde Amarelado (VA) e Amarelo alaranjado (AA).

2.1.3 Avaliações

Peso fresco (g), determinado através de pesagem individual de cada fruto em balança semi-analítica;

Peso seco ($\text{g} \cdot 100\text{g}^{-1}\text{g}$) realizado através de secagem em estufa a $65\text{ }^\circ\text{C}$ até peso constante (INSTITUTO ADOLFO LUTZ, 2005);

Diâmetro e Comprimento longitudinal (mm), determinados através de medições diretas, com auxílio de paquímetro, colocando-o em posição perpendicular e paralela aos eixos do fruto;

Coloração objetiva da casca, realizada através do colorímetro portátil Minolta CM-508d, o qual expressa a cor nos parâmetros: L^* (corresponde à claridade / luminosidade); a^* (define a transição da cor verde ($-a^*$) para a cor vermelha ($+a^*$), b^* (representa a transição da cor azul ($-b^*$) para a cor amarela ($+b$) onde quanto mais distante do centro ($=0$), mais saturada é a cor); c^* representa a vividez da cor (cor vivida a pálida) e H^* (corresponde a intensidade da cor clara ou escura) (CALBO, 1989);

Firmeza do fruto íntegro (com casca) (N), determinada individualmente em dois pontos distintos da região equatorial no fruto íntegro, com penetrômetro Magness Taylor Pressure Tester (DRILL PRESS STAND, CANADÁ), região de inserção de 2/16 polegadas, os dados foram transformados para Newtons, sendo multiplicados pelo coeficiente 4,45 (CHITARRA e CHITARRA, 2005);

Umidade e cinzas: Pesada a amostra em cápsula de porcelana, previamente tarada. Aquecida durante 3 horas. Resfriada em dessecador até a temperatura ambiente e pesada, repetindo a operação de aquecimento e resfriamento até peso constante. (INSTITUTO ADOLFO LUTZ, 2005);

Rendimento em polpa (%), através de pesagem direta em balança semi-analítica, para avaliação média do peso do fruto, bem como as proporções de polpa e casca;

Sólidos Solúveis (%), os valores de sólidos solúveis foram determinados através da leitura refratométrica direta, com o refratômetro tipo Abbe digital, marca ATAGO - N1;

Acidez Titulável (% ácido cítrico), determinada por titulometria com hidróxido de sódio 0,1N utilizando-se fenolftaleína a 1% como indicador (Instituto Adolfo Lutz, 2005);

Relação SS/AT, relação entre os SS e AT;

pH, Medido em potenciômetro, com eletrodo de membrana de vidro calibrado com soluções de pH 4,0 e 7,0, conforme AOAC (1984);

Ácido Ascórbico (mg.100⁻¹g): determinado, segundo AOAC (1984), através da titulação com 2,6 diclorofenolindofenol (DFI), até obtenção de coloração rósea claro permanente, utilizando-se 1g da polpa diluída em 50 mL de ácido oxálico 0,5 %;

Análise Estatística. O delineamento estatístico foi o inteiramente casualizado, com 5 estádios de maturação e 3 repetições (Ensaio II). Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância pelo teste F, e apresentando significância, as médias foram submetidas ao teste de Tukey a 5 % de probabilidade.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Ensaio I: Desenvolvimento do fruto da palma Gigante na planta

Matéria Fresca e Seca. A matéria fresca aumentou progressivamente durante os primeiros estágios de desenvolvimento dos frutos avaliados (Figura 4). Foram verificados maiores valores de peso fresco aos 80 dias, com a matéria fresca de 89,42g e matéria seca 66,42 g.100⁻¹g aproximadamente. A partir dos 80 dias após a antese, o estágio de maturação era correspondente ao de frutos com coloração da casca verde alaranjado (VA).

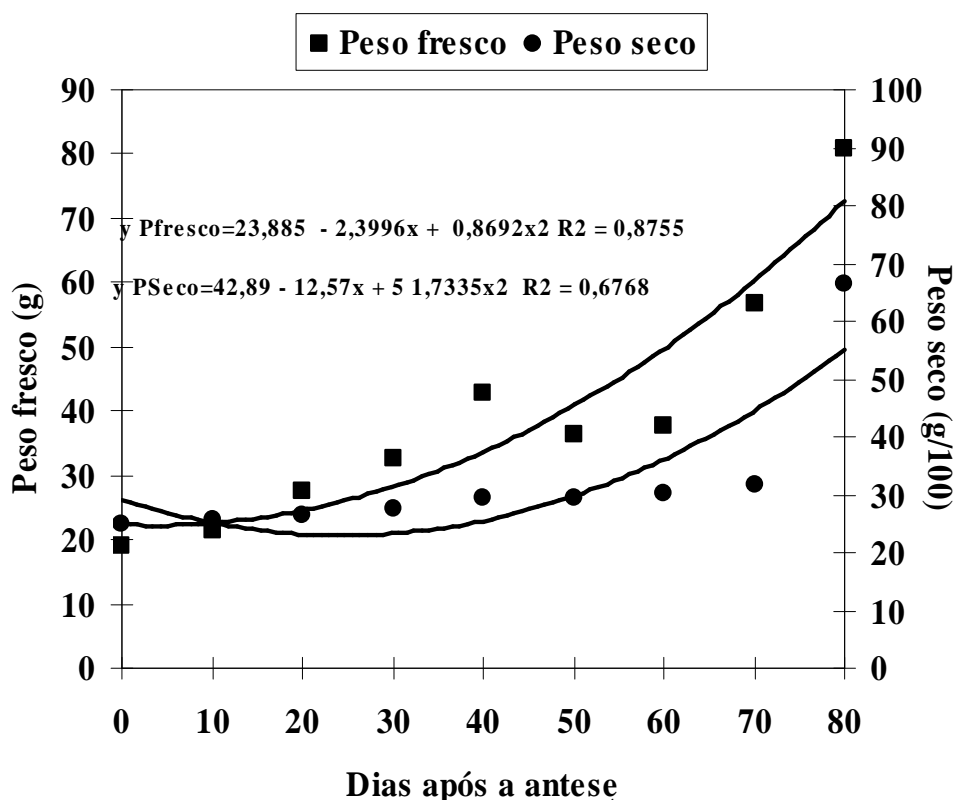


Figura 4. Peso fresco (g) (■) e Peso seco (g.100⁻¹g) (●) durante o desenvolvimento e maturação de frutos de palma a partir da marcação das flores na planta, correspondente a 10, 20, 30, 40, 50, 60, 70 e 80 dias, respectivamente, após a antese no município de Boa Vista - PB.

Comprimento e Diâmetro central (maior e menor), do ápice e da base

O comprimento de frutos da palma Gigante aumentou linearmente em função do período de avaliação, assim como também os diâmetros avaliados apresentaram efeito quadrático durante o período avaliado (Figura 5).

Aos 80 dias os frutos alcançaram o comprimento máximo de 70 mm e o diâmetro de sua parte central de 45 mm, com uma pequena redução do diâmetro de suas extremidades, quando completado a avaliação do crescimento do fruto na planta. Os frutos aumentaram de comprimento e diâmetro até 80 dias, sendo que o tamanho tendeu a se estabilizar em seguida. Isso pode ser um indicativo do início da maturação, que pode ser caracterizado por uma desaceleração da taxa de crescimento, onde os frutos apresentam taxas mais baixas de aumento de comprimento e diâmetro, e acúmulo de peso seco com diminuição de peso fresco (SASS, 1993).

O aumento do volume dos frutos é proporcionado pelo aumento do número e tamanho das células, as quais são constituídas inicialmente de protoplasmas e, na seqüência do crescimento, formação dos vacúolos e acúmulo de carboidratos e outros compostos (COOMBE, 1976). O crescimento primário de frutos é devido principalmente a um aumento em volume das células (HULME, 1970). O período de crescimento é caracterizado pela máxima atividade celular, aumento do volume, pigmentação verde intenso e imaturidade fisiológica (RYALL e LIPTON, 1983). A divisão celular geralmente é restrita a primeira e segunda fase do desenvolvimento, podendo ser para alguns frutos, como o tomate, de curta duração (HULME, 1970), e para outros frutos pode se prolongar por várias semanas. A expansão celular, por outro lado, pode continuar até o amadurecimento (CHITARRA e CHITARRA, 2005).

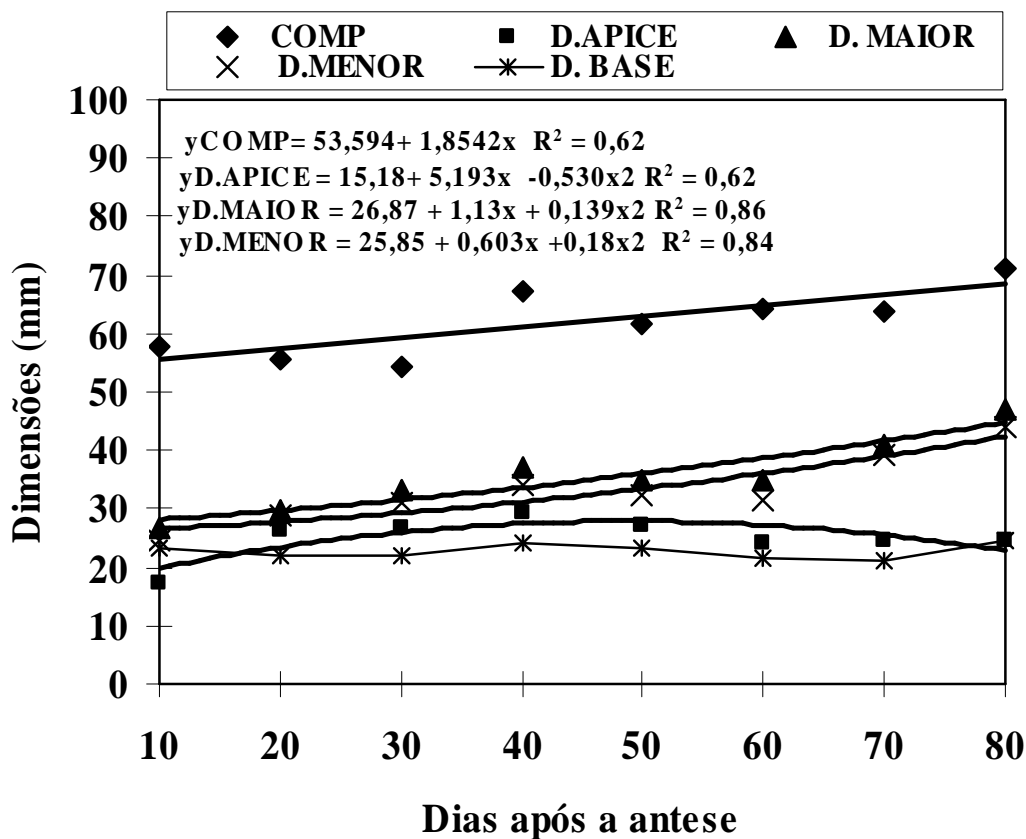


Figura 5. Comprimento (mm) (◆) e diâmetros do ápice (■), central: maior (▲) e menor (x) e da base (--x--) durante o desenvolvimento e maturação de frutos de palma a partir da marcação das flores na planta, correspondente a 10, 20, 30, 40, 50, 60, 70 e 80 dias, respectivamente, após a antese, no município de Boa Vista.

Umidade e Cinzas

A umidade de frutos de palma Gigante aumentou quadraticamente acompanhando o avanço do desenvolvimento. Comportamento similar foi observado para o teor de umidade que aumentou a medida que o desenvolvimento do fruto avançava (Figura 6).

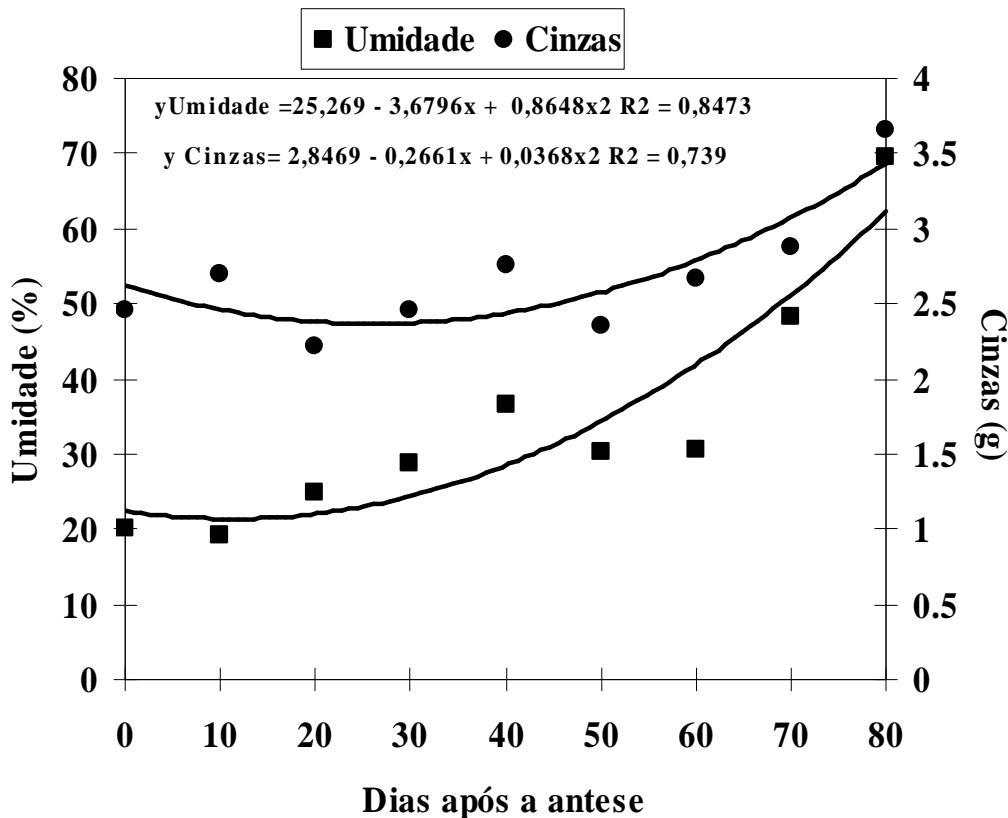


Figura 6. Umidade (%) (■) e cinzas (%) ($\text{g} \cdot 100^{-1} \text{g}$) (●) durante o desenvolvimento e maturação de frutos de palma a partir da marcação das flores na planta, correspondente a 10, 20, 30, 40, 50, 60, 70 e 80 dias, respectivamente, após a antese, no município de Boa Vista.

Volume e Massa específica

O volume dos frutos é proporcionado pelo acúmulo do número e tamanho das células, sendo o crescimento primário devido principalmente a um aumento em volume de célula (Hulme, 1970).

Foi observado nesse experimento que o volume aumentou durante o desenvolvimento e maturação, como também a massa específica acompanhada pelo aumento de volume. (Figura 7.)

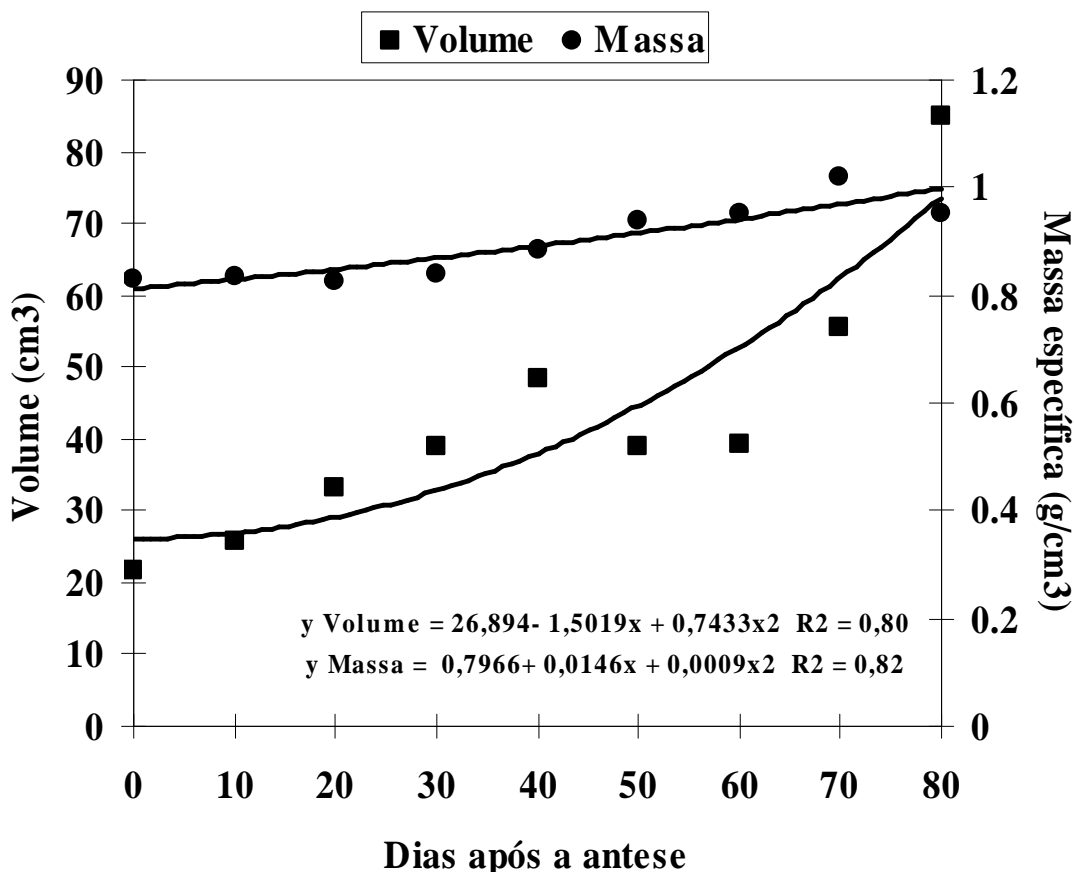


Figura 7. Volume (cm³) (■) e Massa específica (g/cm³) (●) durante o desenvolvimento e maturação de frutos de palma a partir da marcação das flores na planta, correspondente a 10, 20, 30, 40, 50, 60, 70 e 80 dias, respectivamente, após a antese, no município de Boa Vista.

Cor da casca

Observou-se uma evolução na cor objetiva de frutos de palma Gigante ao passo que o desenvolvimento avançava (Figura 8). Todos os parâmetros de cor evoluíram com a maturação, atingindo valores máximos no final do período avaliado. Os frutos de palma aos 80 dias após a antese se apresentavam mais brilhantes e com a coloração mais definida, embora os tons de verde fossem detectados ao longo de todo período avaliado (Figura 8). Segundo CALBO (1989), o parâmetro L* corresponde à claridade / luminosidade, ou brilho; a* define a transição da cor verde (-a*) para a cor vermelha (+a*), b* representa a transição da cor azul (-b*) para a cor amarela (+b) onde quanto mais distante do centro (=0), mais saturada é a cor). Observa-se que, conforme a evolução de b*, os frutos mudavam de um valor menor de b* para valor maior de b*, representando a

transição para a coloração amarelo, aproximadamente, a partir de 50 dias após a antese.

De acordo com CALBO (1989) o parâmetro C* representa a vividez da cor (cor vivida a pálida) e H* corresponde a intensidade da cor (clara ou escura). Para H (Figura 8), a intensidade da coloração, começou a declinar para frutos a partir de 50 dias após a antese, embora paralelamente fosse observado um aumento no brilho do fruto. Com relação a C, a vividez da cor observou-se um aumento a partir de 50 dias após a antese, indicando que as principais transições na coloração ocorreram a partir desse estágio de desenvolvimento do fruto.

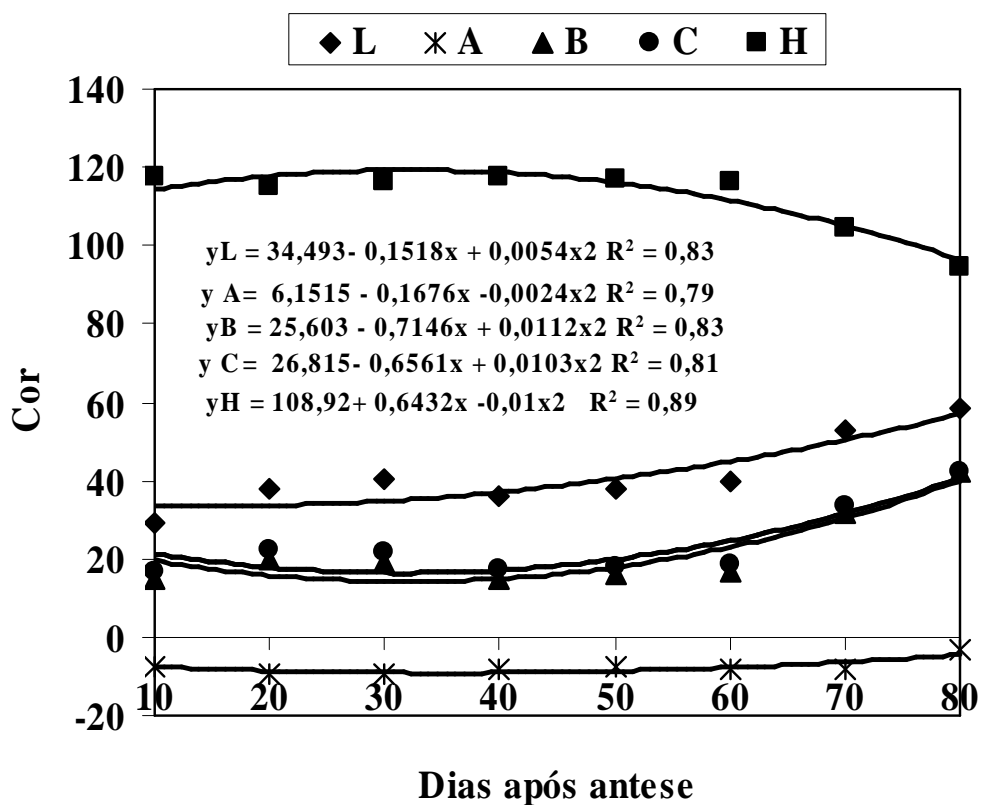


Figura 8. Cor objetiva da casca L* (◆), a* (*), b* (▲), c* (●) e H* (■), durante o desenvolvimento e maturação de frutos de palma a partir da marcação das flores na planta, correspondente a 10, 20, 30, 40, 50, 60, 70 e 80 dias, respectivamente, após a antese no município de Boa Vista.

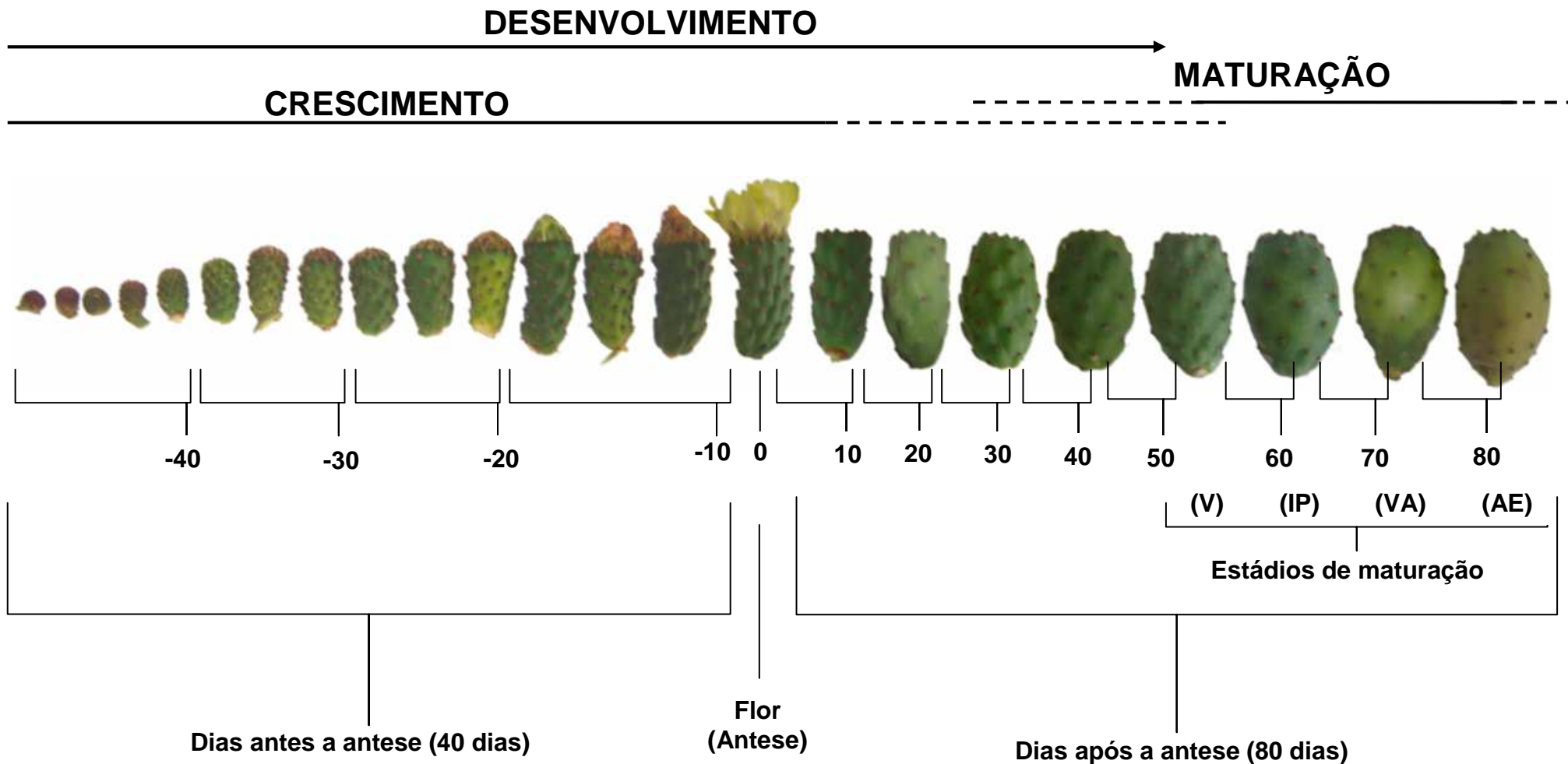


Figura 9. Evolução do desenvolvimento e maturação de frutos de palma (*Opuntia ficus-indica*) antes e após a antese; Estádios de maturação: V (fruto verde); IP (início da pigmentação amarelo); VA (verde amarelado) e AE (amarelo esverdeado).

3.2 Ensaio II: Caracterização de frutos de palma Gigante oriundas de diferentes localidades

3.2.1 Avaliações Físicas

Comprimento. Frutos de Boa Vista – PB (L3) apresentaram, em geral, maior comprimento comparado as demais localidades, onde apenas o comprimento de frutos do estágio 4 não diferiu ($P \leq 0,05$) de Pocinhos (L1) e Campina Grande (L2), respectivamente. Dentro das localidades observou-se diferença entre os estádios de maturação. Em Pocinhos (L1) o maior comprimento entre os estádios, foi observado para frutos do estágio 2, atingindo um valor de 73,67mm. Em Campina Grande e Boa Vista, o valor superior obtido foi para frutos do estágio 4 com 88,33 e 94,67mm, respectivamente (Figura 10).

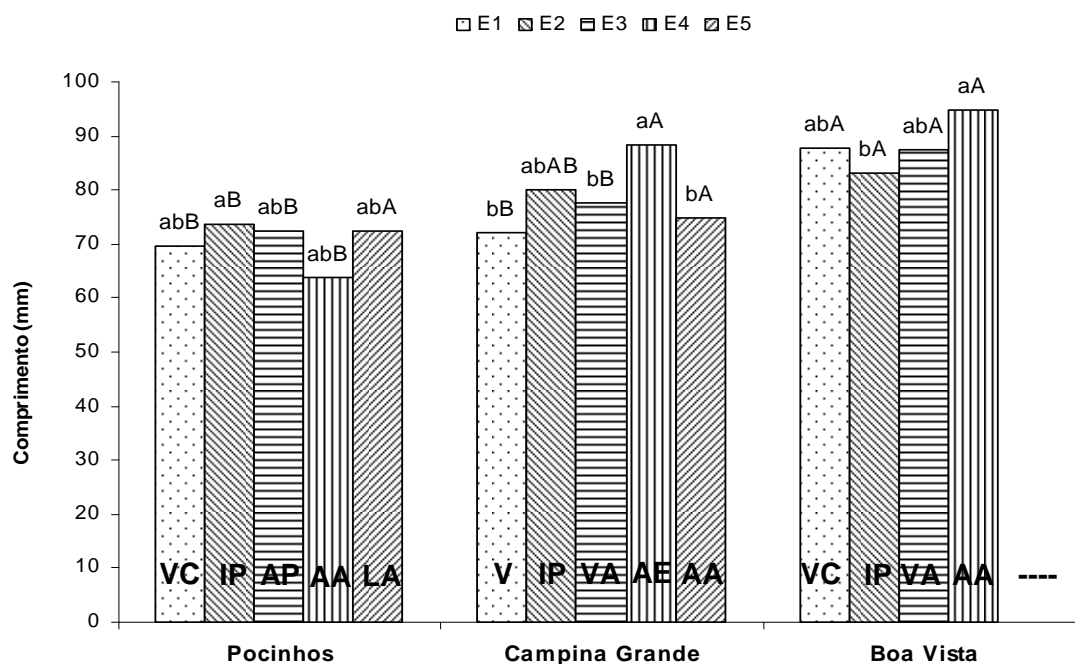


Figura 10. Comprimento de frutos de palma Gigante oriundas de três diferentes localidades (L): Pocinhos (L1), Campina Grande (L2) e Boa Vista (L3), colhidos em cinco estádios de maturação: Estádio 1 (E1): VC: verde claro e V: verde; Estádio 2 (E2): IP: início de pigmentação; Estádio 3 (E3): VA: verde amarelado e AP: amarelo predominante; Estádio 4 (E4): AA: amarelo alaranjado e AE: amarelo esverdeado; e Estádio 5 (E5): LA: laranja avermelhado e AA: amarelo alaranjado.

Diâmetro Central Maior. Entre os frutos das três localidades avaliadas, observou-se diferença significativa entre os estádios 1 e 2 para frutos de Campina Grande (L2). Para os demais estádios de maturação, o diâmetro central não diferiu, para frutos oriundos de Pocinhos e Boa Vista. Os valores do diâmetro

central dentro de cada localidade diferiram entre si, para frutos oriundos de Pocinhos e Campina Grande, apenas para o estágio 1, com menor média de 49,33 e 44,43, respectivamente (Figura 11).

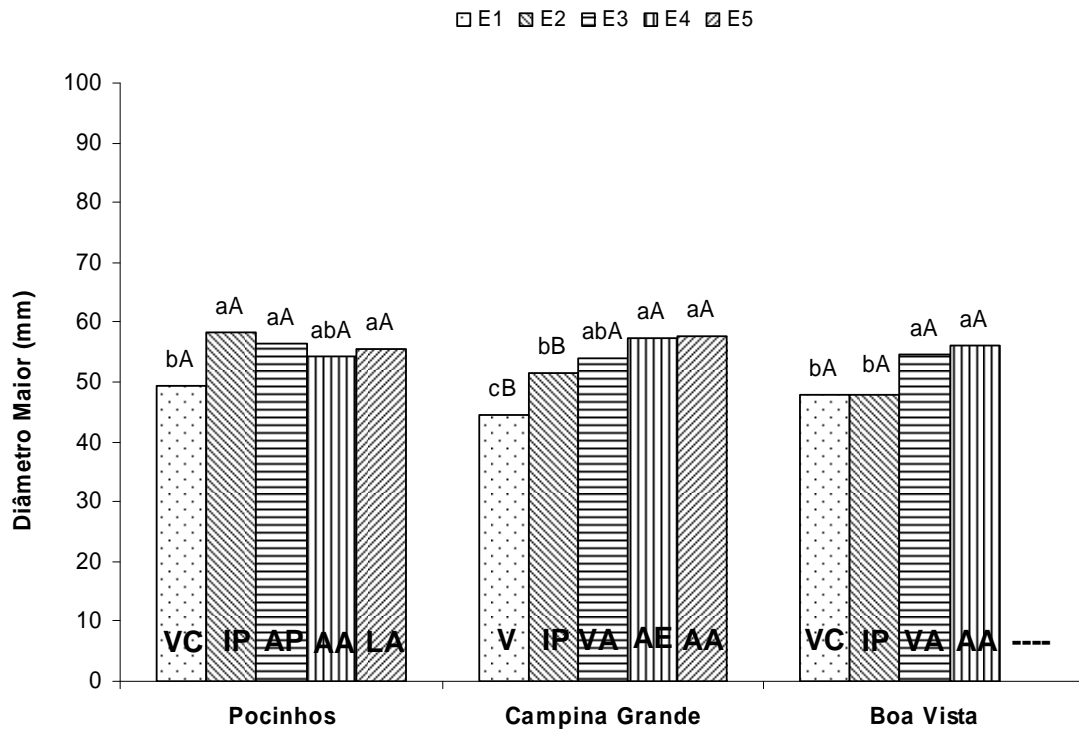


Figura 11. Diâmetro central maior de frutos de palma Gigante oriundas de três diferentes localidades (L): Pocinhos (L1), Campina Grande (L2) e Boa Vista (L3), colhidos em cinco estádios de maturação: Estádio 1 (E1): VC: verde claro e V: verde; Estádio 2 (E2): IP: início de pigmentação; Estádio 3 (E3): VA: verde amarelado e AP: amarelo predominante; Estádio 4 (E4): AA: amarelo alaranjado e AE: amarelo esverdeado; e Estádio 5 (E5): LA: laranja avermelhado e AA: amarelo alaranjado.

Diâmetro Central Menor. Para este parâmetro os frutos acompanharam o mesmo padrão de valores proporcionais ao diâmetro central maior. Onde frutos provenientes de Pocinhos e Campina Grande apresentaram valores menores para os estádios 1 e 2. Comparando os frutos entre as localidades, observou-se que o diâmetro central menor para todos os estádios diferiu, exceto para o estágio 5, oriundos de Pocinhos e Campina Grande (Figura 12).

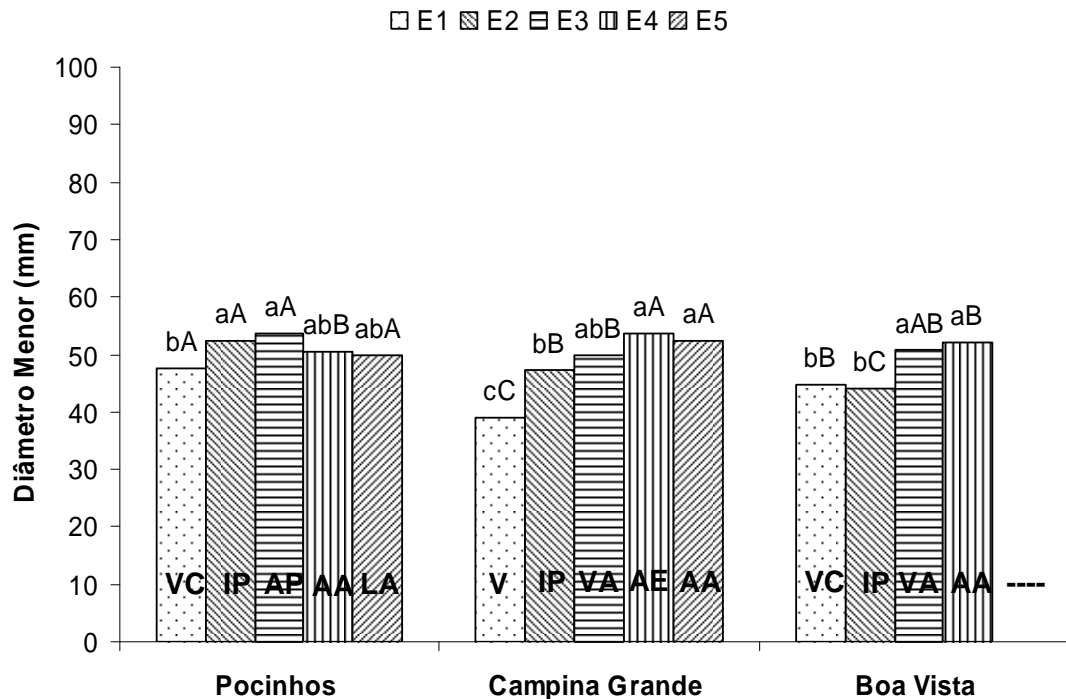


Figura 12. Diâmetro central Menor de frutos de palma Gigante oriundas de três diferentes localidades (L): Pocinhos (L1), Campina Grande (L2) e Boa Vista (L3), colhidos em cinco estádios de maturação: Estádio 1 (E1): VC: verde claro e V: verde; Estádio 2 (E2): IP: início de pigmentação; Estádio 3 (E3): VA: verde amarelado e AP: amarelo predominante; Estádio 4 (E4): AA: amarelo alaranjado e AE: amarelo esverdeado; e Estádio 5 (E5): LA: laranja avermelhado e AA: amarelo alaranjado.

Firmeza. Em geral, frutos oriundos das três localidades apresentaram uma redução da firmeza com o avanço da maturação dos frutos. A firmeza de frutos de Pocinhos, no estágio de maturação 1 diferiu estatisticamente dos demais estádios, apresentando um valor quase três vezes superior aos demais estádios, que apresentaram firmeza estatisticamente iguais entre si. Frutos colhidos de Campina Grande apresentaram valores decrescentes, mas estatisticamente iguais os E1, E2 e E3 e diferentes entre o E4 e E5. A firmeza de frutos colhidos de Boa Vista, não diferiu estatisticamente, sendo obtidos valores decrescentes entre os estádios (Figura 13)

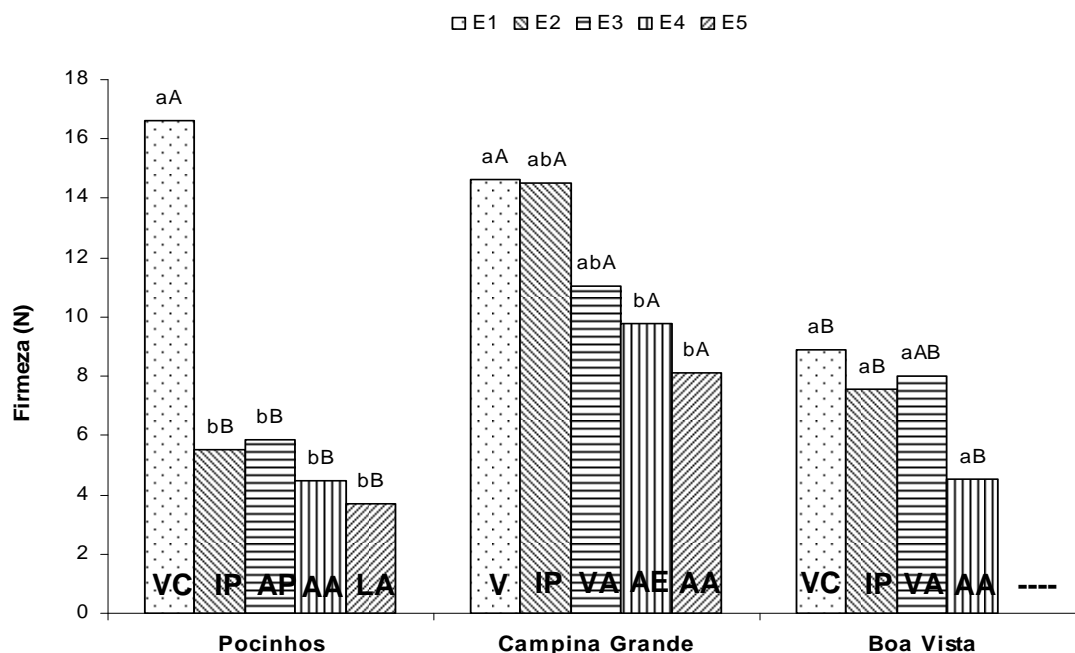


Figura 13. Firmeza de frutos de palma Gigante oriundas de três diferentes localidades (L): Pocinhos (L1), Campina Grande (L2) e Boa Vista (L3), colhidos em cinco estádios de maturação: Estádio 1 (E1): VC: verde claro e V: verde; Estádio 2 (E2): IP: início de pigmentação; Estádio 3 (E3): VA: verde amarelado e AP: amarelo predominante; Estádio 4 (E4): AA: amarelo alaranjado e AE: amarelo esverdeado; e Estádio 5 (E5): LA: laranja avermelhado e AA: amarelo alaranjado.

Rendimento de polpa com sementes e polpa do mesocarpo e percentual de casca. Os percentuais de casca para frutos colhidos das três localidades foram inversamente proporcional ao rendimento de polpa, o qual aumentou durante o desenvolvimento dos frutos (Figura 14). O percentual de casca decresceu com a evolução da maturação, destacando frutos de Pocinhos com percentuais inferiores de casca em relação a frutos de Campina Grande e Boa Vista. (Figura 14). Para a polpa com sementes (PS), para os estádios comparados entre as localidades, observou-se diferença entre os estádios 1, 2 com médias superiores para frutos de Pocinhos, atingindo de 59,0 e 60,57 %, respectivamente (Figura 15). Dentro das localidades, o rendimento de polpa do mesocarpo (PM) dos frutos de Pocinhos, colhidos nos estádios 1 e 2 apresentaram menor valor. O percentual de polpa para frutos de Campina Grande colhidos no estádio 1 (E1) se diferiram significativamente entre E2, E3, E4 e E5, com uma média de 40,16 %, já para frutos de Boa Vista o teor da PM não diferiu entre estádios de maturação (Figura 16).

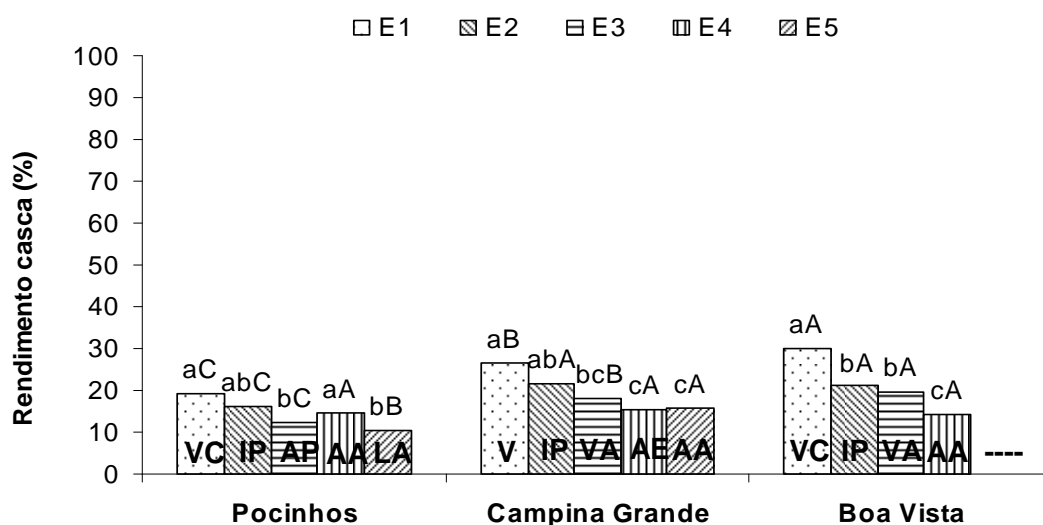


Figura 14. Rendimento de casca de frutos de palma Gigante oriundas de três diferentes localidades (L): Pocinhos (L1), Campina Grande (L2) e Boa Vista (L3), colhidos em cinco estádios de maturação: Estádio 1 (E1): VC: verde claro e V: verde; Estádio 2 (E2): IP: início de pigmentação; Estádio 3 (E3): VA: verde amarelado e AP: amarelo predominante; Estádio 4 (E4): AA: amarelo alaranjado e AE: amarelo esverdeado; e Estádio 5 (E5): LA: laranja avermelhado e AA: amarelo alaranjado.

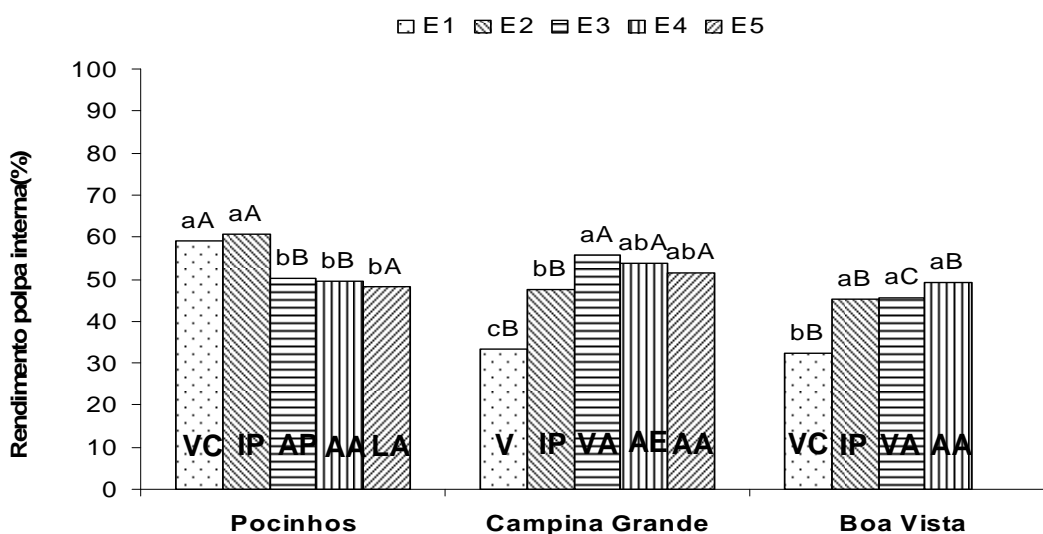


Figura 15. Rendimento da polpa com sementes (PS) de frutos de palma Gigante oriundas de três diferentes localidades (L): Pocinhos (L1), Campina Grande (L2) e Boa Vista (L3), colhidos em cinco estádios de maturação: Estádio 1 (E1): VC: verde claro e V: verde; Estádio 2 (E2): IP: início de pigmentação; Estádio 3 (E3): VA: verde amarelado e AP: amarelo predominante; Estádio 4 (E4): AA: amarelo alaranjado e AE: amarelo esverdeado; e Estádio 5 (E5): LA: laranja avermelhado e AA: amarelo alaranjado.

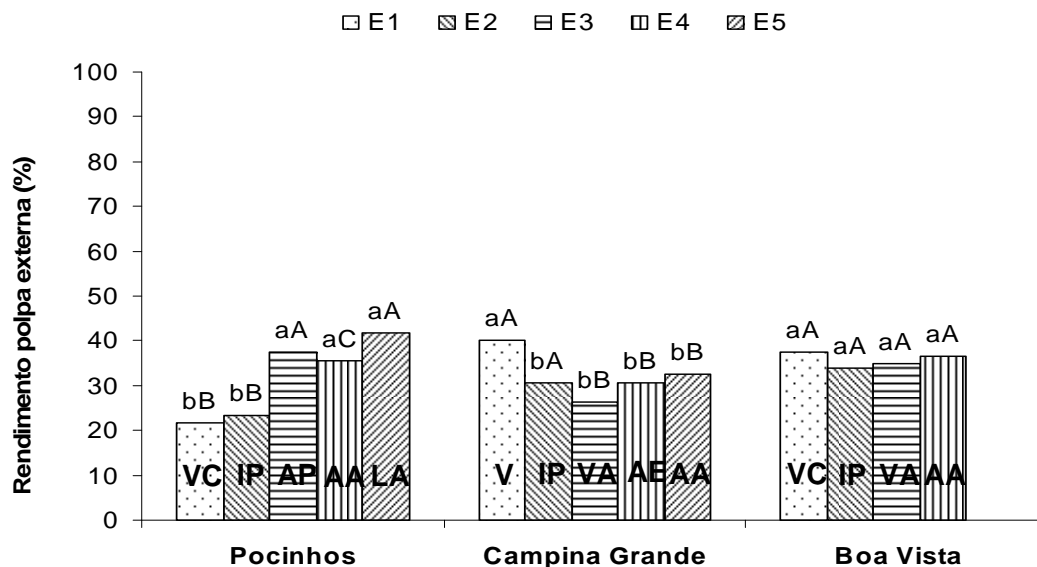


Figura 16. Rendimento de polpa do mesocarpo (PM) de frutos de palma Gigante oriundas de três diferentes localidades (L): Pocinhos (L1), Campina Grande (L2) e Boa Vista (L3), colhidos em cinco estádios de maturação: Estádio 1 (E1): VC: verde claro e V: verde; Estádio 2 (E2): IP: início de pigmentação; Estádio 3 (E3): VA: verde amarelado e AP: amarelo predominante; Estádio 4 (E4): AA: amarelo alaranjado e AE: amarelo esverdeado; e Estádio 5 (E5): LA: laranja avermelhado e AA: amarelo alaranjado.

Cor objetiva L* (Brilho). Observou-se uma variação em função do estádio de maturação para as três localidades. Em Pocinhos (L1) e em Campina Grande (L2) o brilho tendeu a decair com o avanço do estádio 1 ao 5, já em Boa Vista (L3), o brilho dos frutos aumentou no E1 para o E2 e manteve-se até o último estádio (Figura 17). Entre as localidades, a que se manteve com brilho em todos os estádios de maturação foi em Pocinhos (L1).

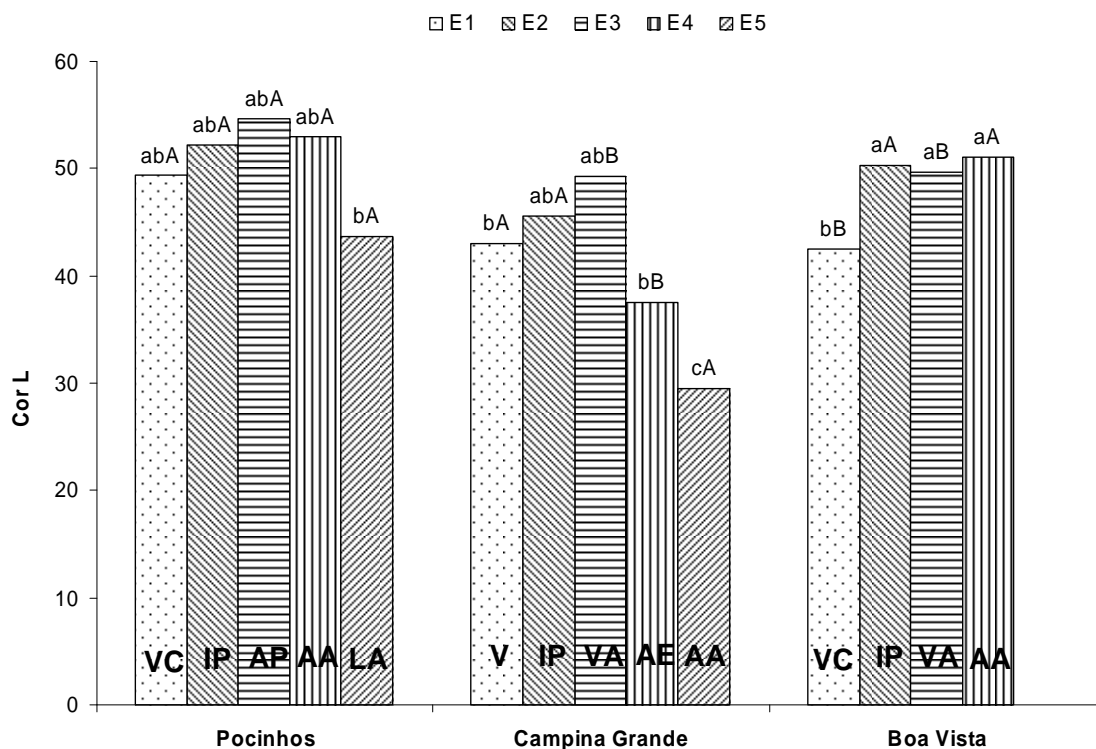


Figura 17. Cor objetiva L* (brilho) de frutos de palma Gigante oriundos de três diferentes localidades (L): Pocinhos (L1), Campina Grande (L2) e Boa Vista (L3), colhidos em cinco estádios de maturação: Estádio 1 (E1): VC: verde claro e V: verde; Estádio 2 (E2): IP: início de pigmentação; Estádio 3 (E3): VA: verde amarelado e AP: amarelo predominante; Estádio 4 (E4): AA: amarelo alaranjado e AE: amarelo esverdeado; e Estádio 5 (E5): LA: laranja avermelhado e AA: amarelo alaranjado.

Cor objetiva a*. Os valores de a* apresentaram uma crescente evolução entre os estádios de maturação de frutos de todas as localidades avaliadas, ou seja, frutos colhidos no estágio 1, apresentavam uma coloração verde, que progrediu com a maturação para a cor vermelha (Pocinhos) e tons avermelhados para Campina Grande. A diferença de coloração dos frutos entre as duas localidades analisadas para este parâmetro, foi que, exceto para o estágio 1, todos diferiram estatisticamente. Dessa forma, os frutos oriundos de Pocinhos apresentavam a predominância de pigmentos vermelhos, a partir do estágio 3 de maturação (Figura 18).

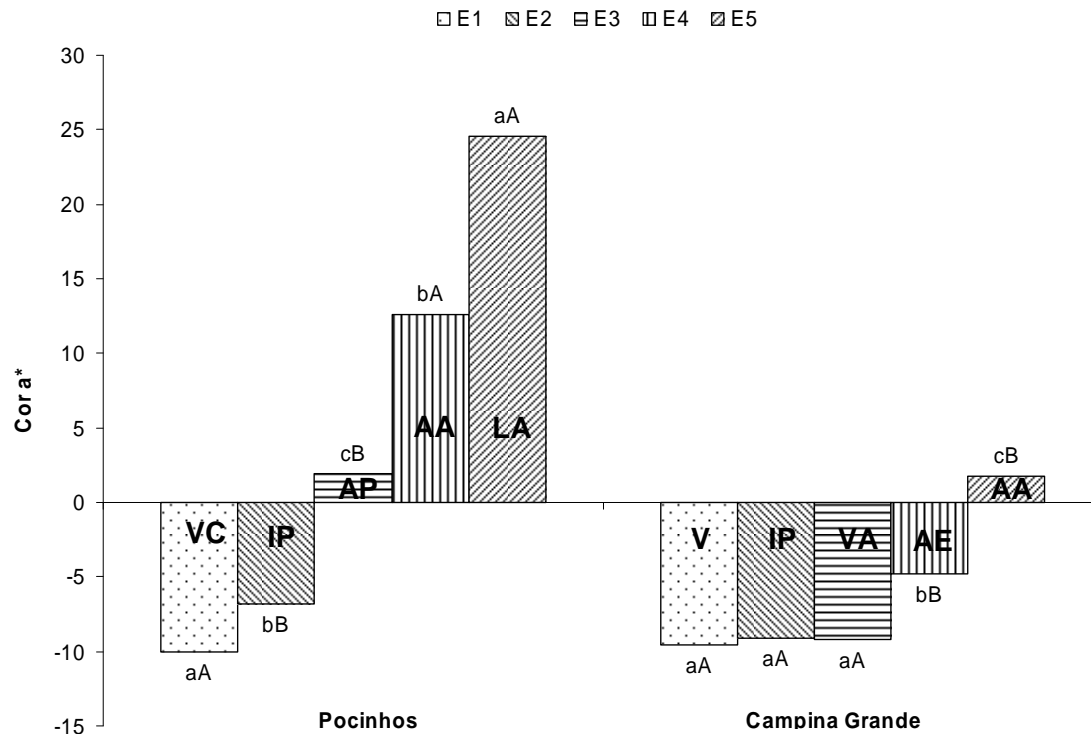


Figura 18. Cor objetiva a* de frutos de palma Gigante oriundos de duas diferentes localidades (L): Pocinhos (L1) e Campina Grande (L2), colhidos em cinco estádios de maturação: Estádio 1 (E1): VC: verde claro e V: verde; Estádio 2 (E2): IP: início de pigmentação; Estádio 3 (E3): VA: verde amarelado e AP: amarelo predominante; Estádio 4 (E4): AA: amarelo alaranjado e AE: amarelo esverdeado; e Estádio 5 (E5): LA: laranja avermelhado e AA: amarelo alaranjado.

Cor objetiva b*. O parâmetro b*, considerando os estádios de maturação de frutos das duas localidades analisadas, observa-se uma evolução da cor verde para cor amarelo até o estágio 3, sendo que a partir daí os valores começam a diminuir, provavelmente pelo desenvolvimento de pigmentos de coloração. Entre as localidades observou-se diferença entre a coloração b* para todos os estádios de maturação (Figura 19).

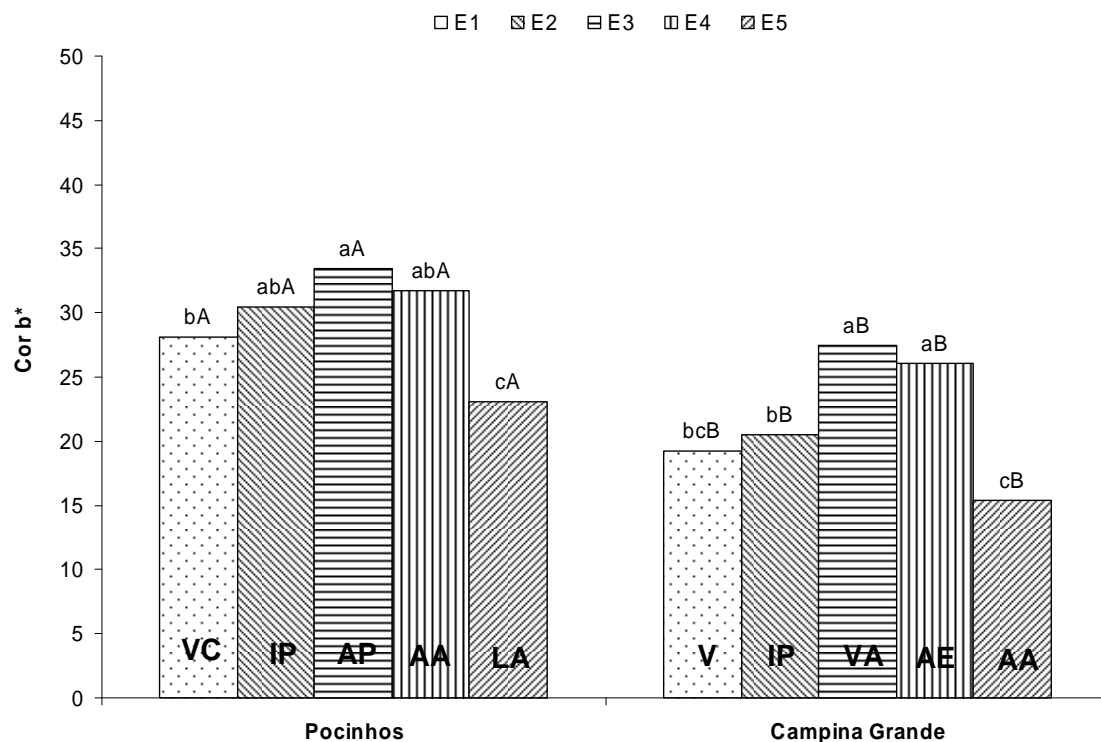


Figura 19. Cor objetiva b* (croma verde-amarelo) de frutos de palma Gigante oriundas de duas diferentes localidades (L): Pocinhos (L1) e Campina Grande (L2), colhidos em cinco estádios de maturação: Estádio 1 (E1): VC: verde claro e V: verde; Estádio 2 (E2): IP: início de pigmentação; Estádio 3 (E3): VA: verde amarelado e AP: amarelo predominante; Estádio 4 (E4): AA: amarelo alaranjado e AE: amarelo esverdeado; e Estádio 5 (E5): LA: laranja avermelhado e AA: amarelo alaranjado.

Cor objetiva c* (vividadez da cor). Entre as localidades avaliadas a que apresentou maior tom vívido da cor foi frutos colhidos de Pocinhos. Por outro lado, frutos colhidos de Campina Grande apresentaram cor menos vívida, especificamente para o estágio 5 com valor de 14,92 e semelhantes aos estádios 2, 3 e 4, não diferindo estatisticamente de frutos oriundos de Boa Vista. (Figura 20).

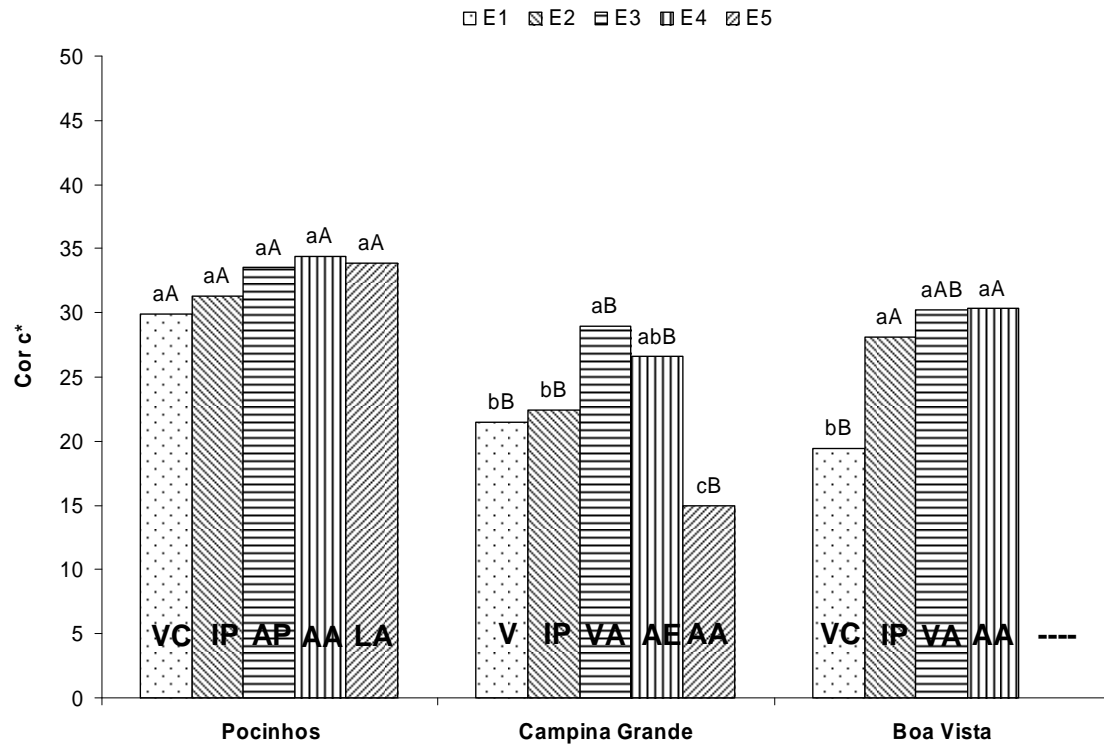


Figura 20. Cor objetiva c^* (vividade da cor) de frutos de palma Gigante oriundas de três diferentes localidades (L): Pocinhos (L1), Campina Grande (L2) e Boa Vista (L3), colhidos em cinco estádios de maturação: Estádio 1 (E1): VC: verde claro e V: verde; Estádio 2 (E2): IP: início de pigmentação; Estádio 3 (E3): VA: verde amarelado e AP: amarelo predominante; Estádio 4 (E4): AA: amarelo alaranjado e AE: amarelo esverdeado; e Estádio 5 (E5): LA: laranja avermelhado e AA: amarelo alaranjado.

Cor objetiva H^* (intensidade). A intensidade da cor, para os estádios de maturação, de frutos das três localidades avaliadas decresceram gradativamente com o avanço da maturação dos frutos. Intensidades de cor superiores foram observada para frutos de Campina Grande. A intensidade de cor, no entanto, foi estatisticamente igual para frutos do estádio 1 de Campina Grande e diferentes de Pocinhos. No geral, a intensidade da cor dos frutos entre localidades diferiram entre si. (Figura 21).

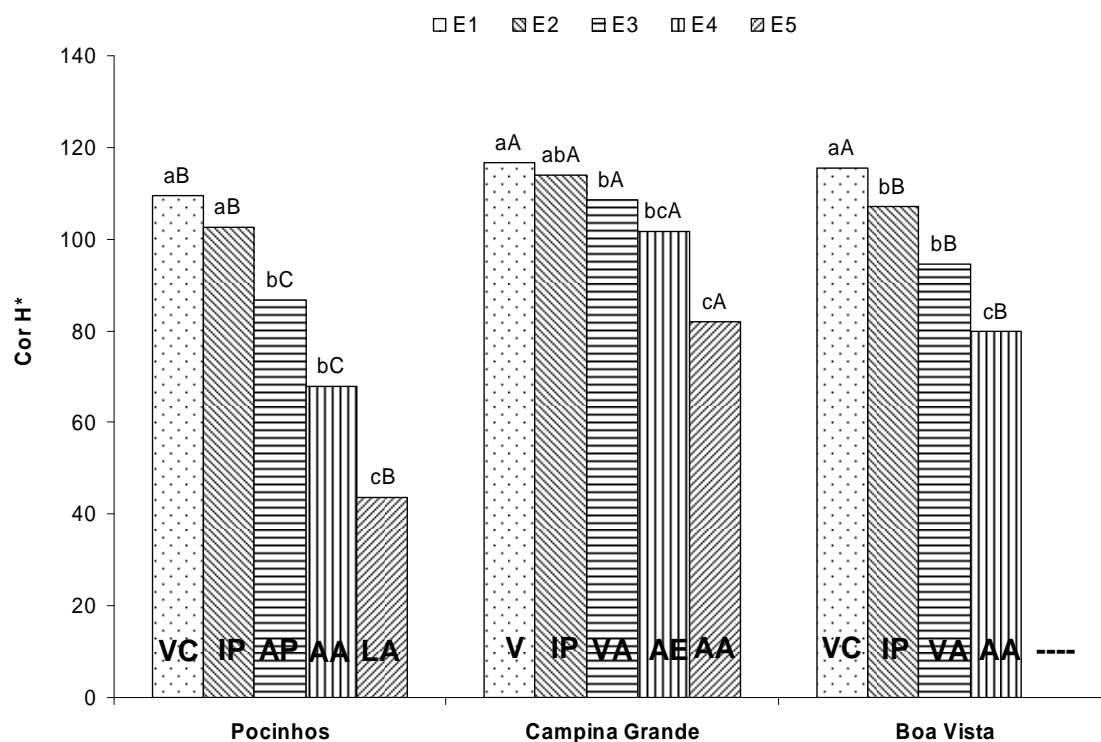


Figura 21. Cor objetiva H* (intensidade da cor) de frutos de palma Gigante oriundas de três diferentes localidades (L): Pocinhos (L1), Campina Grande (L2) e Boa Vista (L3), colhidos em cinco estádios de maturação: Estádio 1 (E1): VC: verde claro e V: verde; Estádio 2 (E2): IP: início de pigmentação; Estádio 3 (E3): VA: verde amarelado e AP: amarelo predominante; Estádio 4 (E4): AA: amarelo alaranjado e AE: amarelo esverdeado; e Estádio 5 (E5): LA: laranja avermelhado e AA: amarelo alaranjado.

3.2.2 Avaliações físico-químicas e químicas

Sólido Solúveis (SS). Os SS das polpas de frutos do estágio 1 de Pocinhos e Campina Grande, com valores maiores para polpa com sementes (PS), de Campina Grande, diferiram estatisticamente. Os SS das polpas de frutos do estágio 2 diferiu apenas para os de Campina Grande da polpa do mesocarpo (PM), com maiores valores, como também para o estágio 3. Para estádios 4 e 5 não houve diferença significativa entre as duas polpas, embora tenham diferido entre localidades. De toda forma para as três localidades, foi observado aumento no teor sólido solúveis com o decorrer do aumento de maturação dos frutos (Figura 22).

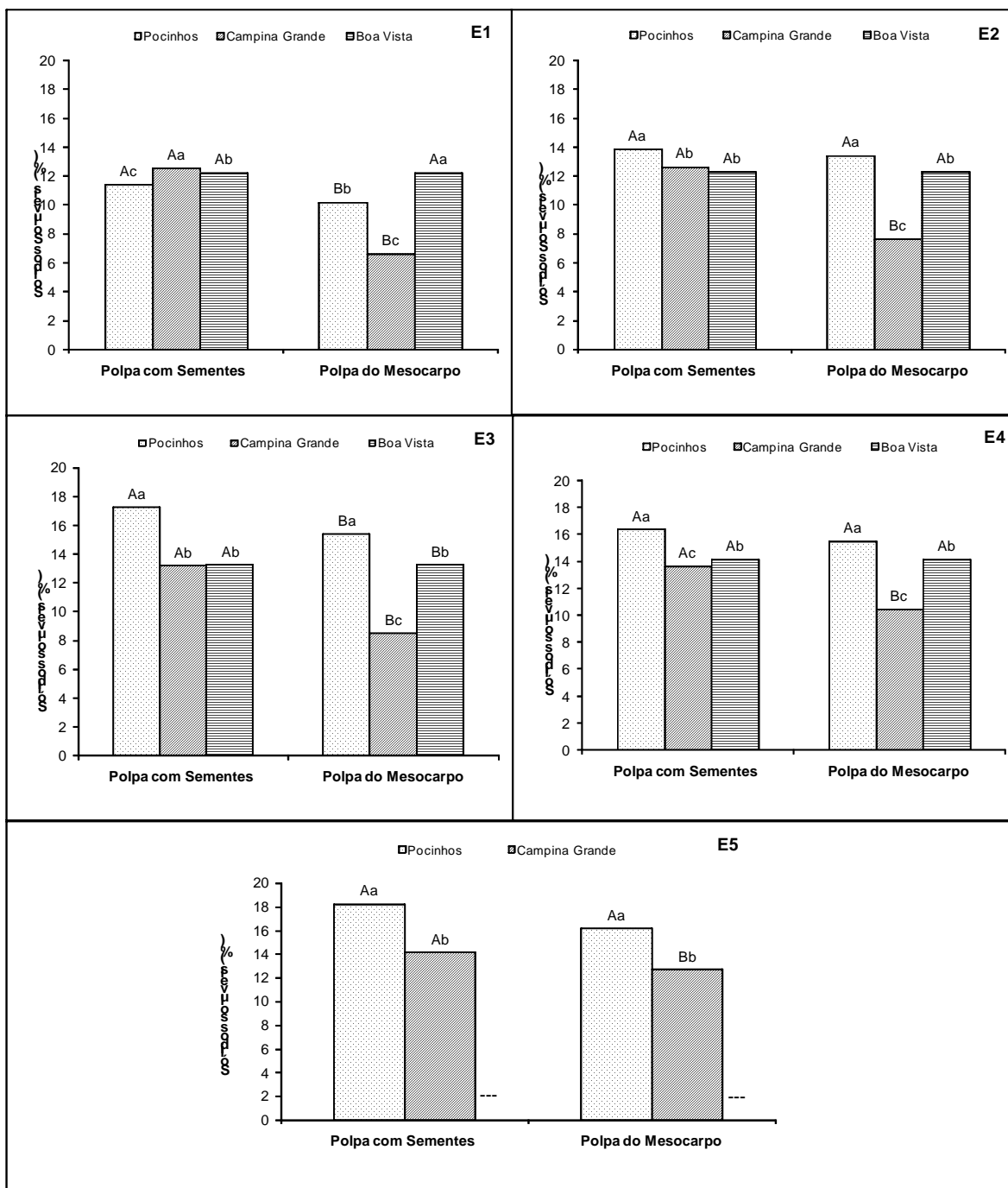


Figura 22. Sólidos Solúveis (%) de frutos de palma Gigante de polpa da semente (PS) e polpa do mesocarpo (PM) oriundas de três diferentes localidades (L): Pocinhos (L1), Campina Grande (L2) e Boa Vista (L3), colhidos em cinco estádios de maturação: Estádio 1 (E1): VC: verde claro e V: verde; Estádio 2 (E2): IP: início de pigmentação; Estádio 3 (E3): VA: verde amarelado e AP: amarelo predominante; Estádio 4 (E4): AA: amarelo alaranjado e AE: amarelo esverdeado; e Estádio 5 (E5): LA: laranja avermelhado e AA: amarelo alaranjado.

Acidez Titulável (AT). Em geral os níveis de acidez para a polpa do mesocarpo (PM), foi mais elevada em comparação com a polpa com sementes (PS) para todos os estádios de maturação avaliados. Para os estádios de maturação E1,

E2, E3 e E4 os dois tipos de polpas diferiram entre localidades, sendo destaque a polpa de frutos oriundos de Boa Vista com níveis mais elevados de AT para PS. No estágio 5, não observou-se diferença entre polpas de Pocinhos (Figura 23).

Relação SS/AT. A relação SS/AT para os frutos de palma de localidades diferentes (Figura 24) apresentaram aumento progressivo durante a maturação. Observou-se que os frutos colhidos no estádios mais avançados apresentaram um declínio dos SS/AT em Pocinhos (E4 e E5), Campina Grande (E5) e Boa Vista (E4), que apresentaram 163,02; 160,98; 265,15; 55,19, respectivamente, sendo estes níveis os mais baixos dentro de cada localidade.

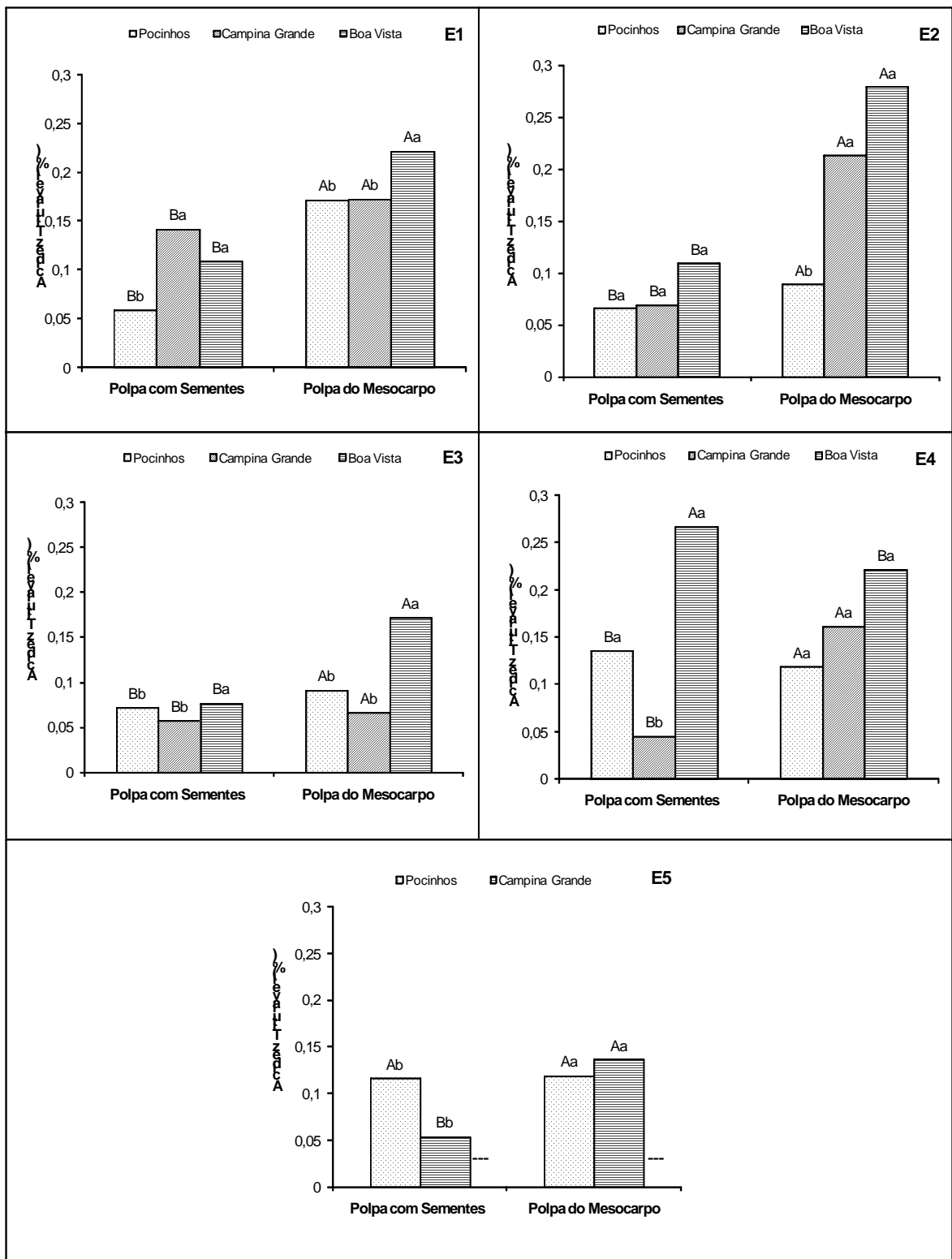


Figura 23. Acidez Titulável (%) de frutos de palma Gigante de polpa da semente (PS) e polpa do mesocarpo (PM) oriundas de três diferentes localidades (L): Pocinhos (L1), Campina Grande (L2) e Boa Vista (L3), colhidos em cinco estádios de maturação: Estádio 1 (E1): VC: verde claro e V: verde; Estádio 2 (E2): IP: início de pigmentação; Estádio 3 (E3): VA: verde amarelado e AP: amarelo predominante; Estádio 4 (E4): AA: amarelo alaranjado e AE: amarelo esverdeado; e Estádio 5 (E5): LA: laranja avermelhado e AA: amarelo alaranjado.

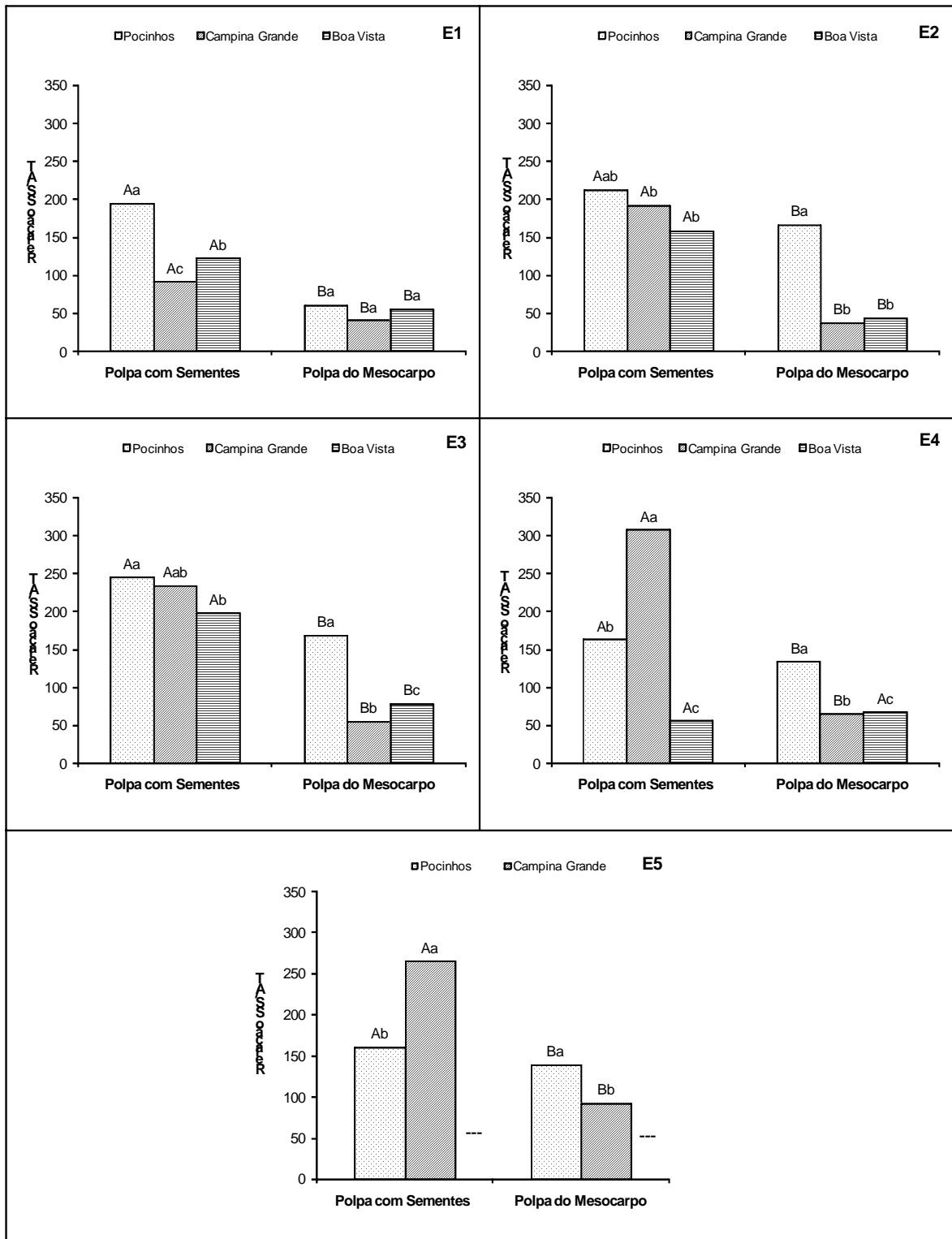


Figura 24. Relação SS/AT (%) de frutos de palma Gigante de polpa da semente (PS) e polpa do mesocarpo (PM) oriundas de três diferentes localidades (L): Pocinhos (L1), Campina Grande (L2) e Boa Vista (L3), colhidos em cinco estádios de maturação: Estádio 1 (E1): VC: verde claro e V: verde; Estádio 2 (E2): IP: início de pigmentação; Estádio 3 (E3): VA: verde amarelado e AP: amarelo predominante; Estádio 4 (E4): AA: amarelo alaranjado e AE: amarelo esverdeado; e Estádio 5 (E5): LA: laranja avermelhado e AA: amarelo alaranjado.

pH. No geral o pH apresentou um leve aumento durante a maturação dos frutos das três localidades avaliadas, para a polpa do mesocarpo (PM). Para a polpa com sementes (PS) ocorreram variações não significativas para frutos dos diferentes estádios e localidades avaliadas. Assim, para frutos do E1, a PS diferiu entre as localidades. Para a PM apenas a de frutos de Pocinhos foi superior as demais localidades. Para frutos do estágio 2 o pH das polpas diferiram apenas para Pocinhos, para o estágio 3 a PS não diferiu entre si, mas foi diferente para Pocinhos e Campina Grande para a PM. As polpas com sementes e do mesocarpo apresentaram diferentes pHs para frutos oriundos de Campina Grande, bem como polpas de frutos desse município apresentaram diferentes pHs entre si e entre localidades. Polpa de frutos da palma Gigante de frutos colhidos no estágio 5, por sua vez não apresentaram diferenças entre polpa e ou entre localidades.(Figura 25).

Ácido Ascórbico. O teor de ácido ascórbico apresentou variação durante a maturação dos frutos da palma Gigante. Para os frutos de Pocinhos e Campina Grande, o conteúdo de ácido ascórbico aumentou com a evolução dos estádios de maturação para as duas polpas analisadas. No entanto, frutos colhidos de Boa Vista, o teor de ácido ascórbico declinou ao longo da maturação para polpa com sementes (PS), enquanto para a polpa do mesocarpo (PM) os teores aumentaram com a maturação. Em todos os estádios de maturação avaliados, o teor de ácido ascórbico das polpas diferiram entre si, para o E1 e para a PS, com exceção de frutos de Boa Vista, os quais não diferiram. Para a PM, o teor de ácido ascórbico não diferiu entre as localidades. No estágio 2, apenas para frutos de Pocinhos o conteúdo de ácido ascórbico foi diferente para as polpas do E4, sendo que de Boa Vista da PS apresentaram menor teor de ácido ascórbico e PM de Pocinhos apresentaram maior teor, para o estágio 5. Para todos estádios e localidades avaliadas, entretanto, a polpa com sementes apresentou conteúdo de ácido ascórbico superior ao da polpa do mesocarpo (Figura 26).

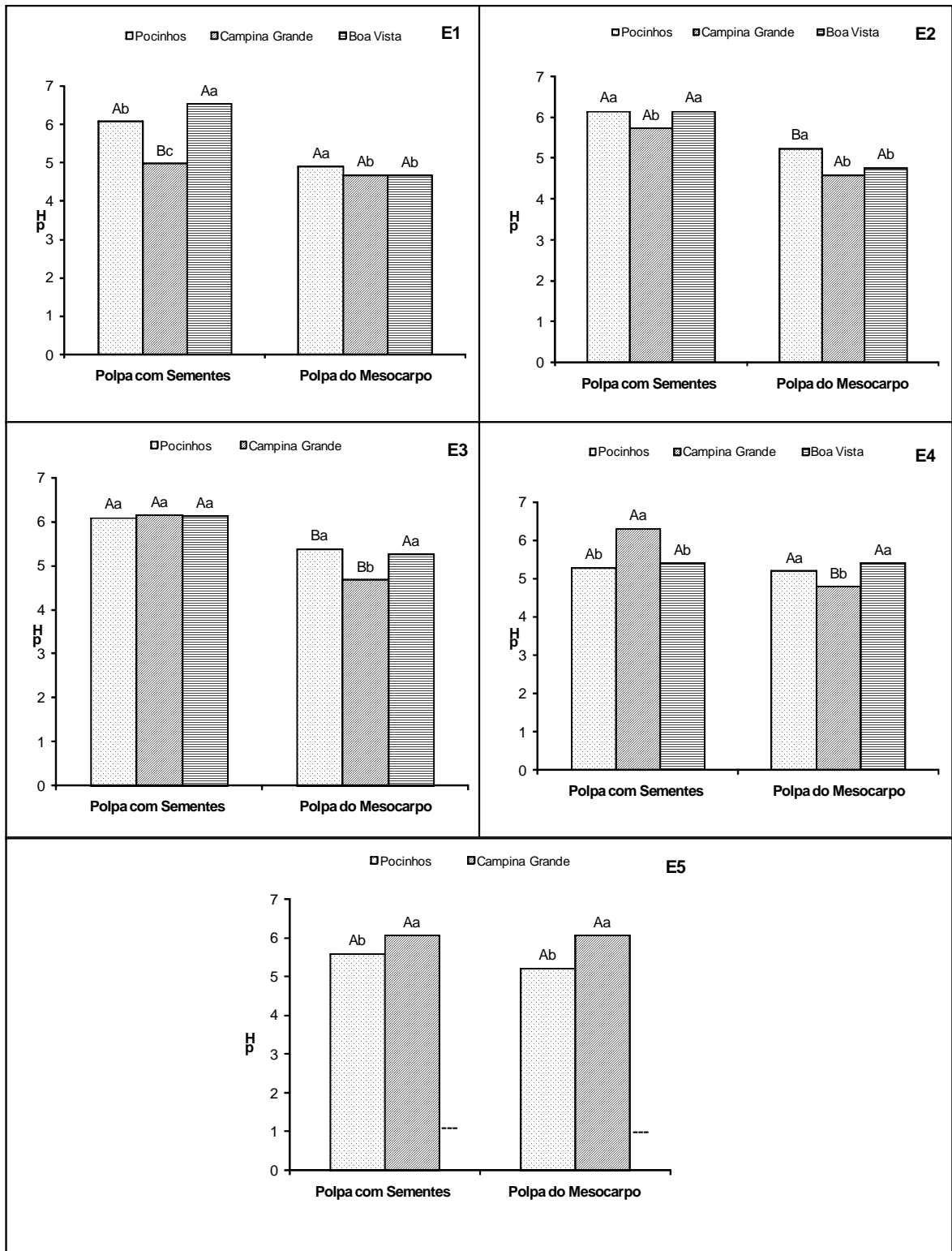


Figura 25. pH de frutos de palma Gigante de polpa da semente (PS) e polpa do mesocarpo (PM) oriundas de três diferentes localidades (L): Pocinhos (L1), Campina Grande (L2) e Boa Vista (L3), colhidos em cinco estádios de maturação: Estádio 1 (E1): VC: verde claro e V: verde; Estádio 2 (E2): IP: início de pigmentação; Estádio 3 (E3): VA: verde amarelado e AP: amarelo predominante; Estádio 4 (E4): AA: amarelo alaranjado e AE: amarelo esverdeado; e Estádio 5 (E5): LA: laranja avermelhado e AA: amarelo alaranjado.

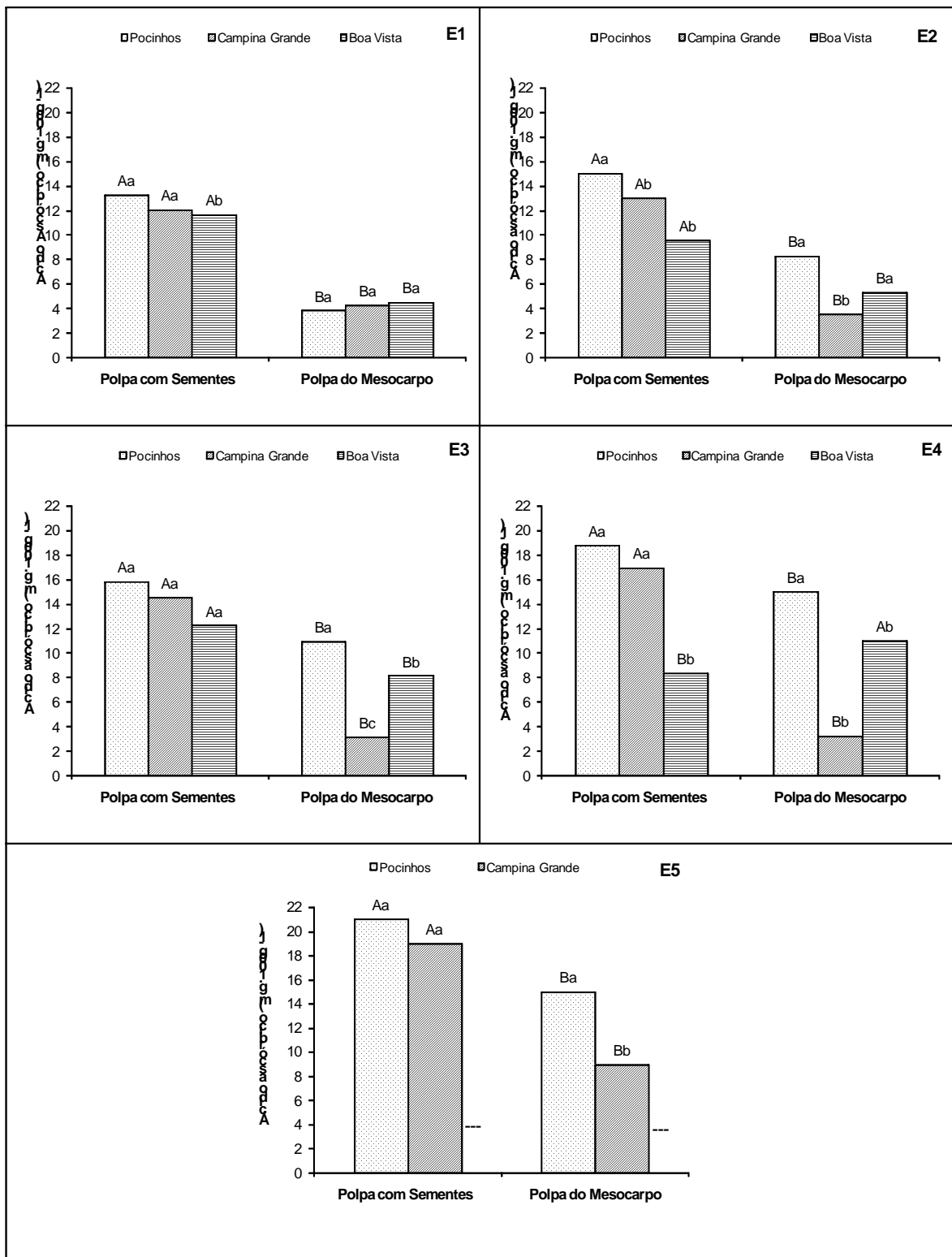


Figura 26. Ácido ascórbico (mg.100g⁻¹) de frutos de palma Gigante de polpa da semente (PS) e polpa do mesocarpo (PM) oriundas de três diferentes localidades (L): Pocinhos (L1), Campina Grande (L2) e Boa Vista (L3), colhidos em cinco estádios de maturação: Estádio 1 (E1): VC: verde claro e V: verde; Estádio 2 (E2): IP: início de pigmentação; Estádio 3 (E3): VA: verde amarelado e AP: amarelo predominante; Estádio 4 (E4): AA: amarelo alaranjado e AE: amarelo esverdeado; e Estádio 5 (E5): LA: laranja avermelhado e AA: amarelo alaranjado.

4. CONCLUSÕES

Nas condições em que o experimento foi realizado conclui-se:

- O ciclo de desenvolvimento dos frutos de palma Gigante avaliados a partir da marcação das flores na planta até a completa maturação do fruto corresponde a um período de médio de 80 dias após a antese;
- O ponto máximo de desenvolvimento e obtenção da maturidade fisiológica dos frutos de palma foi atingido aos 80 dias após a antese;
- Dentre as localidades diferentes avaliadas, os frutos de Pocinhos – PB foi o que desenvolveu a cor mais intensa no amadurecimento;
- Para todos os estádios de maturação e localidades avaliadas, a polpa com sementes apresentou conteúdo de ácido ascórbico superior ao da polpa do mesocarpo.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRAFIAS

CALBO, C. **Otros sistemas de medida: Hunter, Munsell, etc.** In: Universidade de Chile, El Color en alimentos. Medidas Instrumentales. Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, 1989, p.36-47. (Publicaciones Miscelaneas Agrícolas, 31)

CANTWELL, M. **Manejo pós-colheita de frutas e verdura de palma forrageira.** In: BARBERA, Guisepe; INGLESE, Paolo (Eds.). Agroecologia, cultivos e usos da palma forrageira. Paraíba: SEBRAE/PB, 2001. P. 20-27.

CHITARRA, M. I.; e CHITARRA, A. B. **Pós-colheita de frutos e Hortaliças: fisiologia e manuseio.** 2ª Ed. Ver. Ampl. Lavras: UFLA, 2005. 785p.

CHITARRA, M. I.; e CHITARRA, A. B. **Pós-colheita de frutos e Hortaliças: glossário,** Ed UFLA 256 p.: Il. 2006.

COOMBE, B. G. **The development of fleshy fruits.** *Annual Review of Plant Physiology*, Palo Alto, v.27, p. 207 – 228, 1976.

ESQUIVEL, P. **Los frutos de las cactáceas y su pontencial como material prima.** *Agronomia Mwsoamericana*, v 15, n. 2, p. 215-219. 2004

GORTNER, W. A., DULL, G. G., KRAUSS, B. H. Fruit development, maturation, ripening and senescence: a biochemical basis for horticultural terminology. *HortScience*, Alexandria, v.2, n.4, p.141-144, aug. 1967.

HULME, A. C. **The Biochemistry of fruit and their products.** London: Academic Press, 1970. 618p.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz.** São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 1985.

KAYS, S. J. Postharvest **physiology of perishable plant products**. Athens, Avi, 1997. 532p.

MUNSELL, A. H. **Munsell book of color**. V.2. Baltimore, Munsell Color Company, 1976. Não paginado.

NERD, A.; MIZRAHI, Y. **Biologia reprodutiva**. In: BARBERA, Guiseppe; INGLESE, Paolo (Eds.). Agroecologia, cultivos e usos da palma forrageira. Paraíba: SEBRAE/PB, 2001. P. 49-57.

RYALL, A. L.; LIPTON, W. T. **Handling, Transportation and storage of fruits and vegetables**. V. 1. Westport, AVI Publishing, 1983. 610p.

SANTOS, D. C. dos; FARIAS, I.; LIRA, M. de A.; FERNANDES, A. P. M.; FREITAS, E. V.; MOREIRO, J. A. **Produção e composição química da palma forrageira c.v “Gigante” (*Opuntia ficus-indica* Mill) sob adubação e calagem no Agreste de Pernambuco**. Pesquisa Agropecuária Pernambucana, Recife, v.9, n. especial, p. 69 – 78, 1996.

SASS, P. **Fruit Storage**. Mezogazda, Budapest, 1993. 348p.

CAPÍTULO IV

ARMAZENAMENTO DE FRUTOS DA PALMA GIGANTE SOB REVESTIMENTOS BIODEGRADÁVEIS E ATMOSFERA MODIFICADA

RESUMO

ARMAZENAMENTO DE FRUTOS DA PALMA GIGANTE SOB REVESTIMENTOS BIODEGRADÁVEIS E ATMOSFERA MODIFICADA

O objetivo deste experimento foi avaliar a eficiência do emprego de refrigeração associado ao recobrimento com fécula de inhame (*Dioscorea* spp.) ou atmosfera modificada por filme de PVC na conservação pós-colheita de frutos de palma Gigante (*Opuntia ficus-indica*) colhidos nos estádios de maturação verde claro (VC), início da pigmentação (IP), amarelo predominante (AP) e fruto amarelo alaranjado (AA). O trabalho foi conduzido no Laboratório de Biologia e Tecnologia Pós-Colheita do CCA/UFPB. Os frutos de cada tratamento com seus respectivos controles foram armazenados a 12°C e sob condições ambientes durante 15 dias. Foi utilizado o delineamento inteiramente casualizado em esquema fatorial (4 x 4 x 5), os fatores avaliados foram atmosferas de armazenamento (atmosfera ambiente e modificada), estádios de maturação (VC, IP, AP e AA), todos avaliados nas duas porções de polpa existente no fruto: endocarpo e o mesocarpo, e tempo de armazenamento. O recobrimento com fécula de inhame manteve a firmeza dos frutos até ao final do armazenamento. Os sólidos solúveis e acidez titulável aumentaram continuamente durante o armazenamento, com teores mais elevados para um tipo da polpa, parte do epicarpo. O emprego da fécula de inhame foi determinante na conservação pós-colheita de frutos de palma forrageira, manteve a firmeza e os sólidos solúveis e açúcares durante o armazenamento.

Palavras-chave: *Opuntia ficus-indica*, fécula de inhame, filme de PVC, refrigeração, estádios de maturação.

ABSTRACT

STORAGE OF GIGANTE CACTUS PEAR FRUITS UNDER BIODEGRADABLE COATING AND MODIFIED ATMOSPHERE

The objective of this experiment was to evaluate the efficiency of the use of refrigeration associated with the starch yam (*Dioscorea* spp.) coating or modified atmosphere by PVC film on the postharvest conservation of Gigante (*Opuntia ficus-indica*) cactus pear fruit harvested in the maturity stages light green (VC), beginning of pigmentation (IP), yellow predominant (AP) yellow orangish fruit (AA). The work was conducted at the Laboratory of Biology and Postharvest Technology of The Centro de Ciências Agrárias of the Universidade Federal da Paraíba. The fruits of each treatment with their respective controls were stored at 12 °C and under room conditions during 15 days. It was applied a completely randomized design in factorial scheme (4 x 4 x 5), the factors were atmospheres of storage (and modified atmosphere), stages of maturation (VC, IP, AP and AA), all evaluated in the two portions of in the fruit pulp: mesocarp and endocarp, and storage time. The coating of starch with yam maintained the firmness of the fruit until the end of storage. The soluble solids and acidity increased continuously during storage, with levels higher for the epicarp. The use of starch in yam has been crucial on postharvest conservation of Gigante cactus pear fruit, maintained the firmness and the soluble solids and sugars during storage.

Key-words: *Opuntia ficus-indica*, yam starch, PVC film, refrigeration, maturity stages.

1. INTRODUÇÃO

As condições ideais de armazenamento variam largamente de produto para produto e correspondem às condições nas quais esses podem ser armazenados pelo maior espaço de tempo possível, sem perda apreciável de seus atributos de qualidade, tais como: sabor, aroma, textura, cor e teor de umidade (CHITARRA e CHITARRA, 2005).

O objetivo do armazenamento de frutos é, sobretudo, minimizar a intensidade dos processos vitais dos frutos, através da utilização de condições adequadas que permitam redução na taxa do metabolismo normal, sem alterações na fisiologia dos frutos (BOTREL, 1994). Para isso os frutos devem estar na melhor condição fisiológica e qualidade possíveis, sem danos superficiais, isentos de infecção incipiente e após a colheita fazer um pré-resfriamento e embalagem adequada, para que tenham um maior tempo de armazenamento. (CHITARRA e CHITARRA, 2005).

O armazenamento é considerado temporário quando é utilizado para produtos altamente perecíveis (CHITARRA e CHITARRA, 2005). Segundo González (2001) o fruto da palma, é um fruto com um alto índice de perecibilidade, principalmente se ocorrer algum tipo de dano mecânico ou biológico, que permita contaminação nos ferimentos através dos fungos.

As técnicas de conservação têm por objetivo principal diminuir as atividades metabólicas dos frutos, refletindo-se, principalmente na redução da taxa respiratória, com conseqüente prolongamento da vida útil pós-colheita (KAYS, 1997). No armazenamento em atmosfera modificada (AM), estabelece uma composição gasosa diferente da do ar, pela redução do nível de O₂ e elevação de CO₂ no interior da embalagem, que pode resultar na redução da atividade metabólica do produto (WILLS *et al.*, 1998) quando associada a refrigeração aumenta ainda mais o tempo de armazenamento (BEN YEHOOSHUA, *et al.*, 1981). A refrigeração é o método mais econômico para o armazenamento prolongado de frutas e hortaliças (CHITARRA e CHITARRA, 2005).

Buscando uma alternativa viável para a conservação pós-colheita do fruto de palma, visando ampliar o período de comercialização deste fruto, e permitir que esse possa atingir novos mercados, esse trabalho tem por objetivo avaliar as

características físico-químicas e químicas de frutos colhidos em quatro estádios de maturação, armazenados sob refrigeração e atmosfera modificada.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado em junho de 2007, no Laboratório de Biologia e Tecnologia Pós-colheita do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Paraíba, localizado na cidade de Areia – PB.

2.1. Origem, colheita e manuseio dos frutos

Os frutos utilizados foram adquiridos de um plantio de palma forrageira da variedade Gigante, destinados a alimentação animal, em uma propriedade no município de Boa Vista – PB, as quais não recebem adubação química, apenas esterco bovino na fundação do plantio. Colhidos manualmente, em quatro estádios de maturação, pré-selecionados nos locais da coleta, sem defeitos aparentes (manchas, doenças e/ou danos fisiológicos). O acondicionamento dos frutos para o transporte foi feito em caixas forradas com papel bolha, de maneira a minimizar escoriações e levadas ao laboratório, onde o experimento foi conduzido.

O armazenamento foi instalado aproximadamente 12 horas após a colheita, utilizando-se frutos selecionados de acordo com os estádios de maturação, através de seleção visual mediante a cor da casca. Considerando a classificação dos estádios de maturação estabelecida na tabela 1 do Capítulo II, o experimento foi realizado utilizando-se quatro estádios de maturação: Estádio 1: fruto verde claro (VC); Estádio 2: fruto em início de pigmentação amarela (IP); Estádio 3: Fruto Verde Amarelado (VA) e Estádio 4: Fruto Amarelo alaranjado (AA) mostrado na figura 1 a seguir.

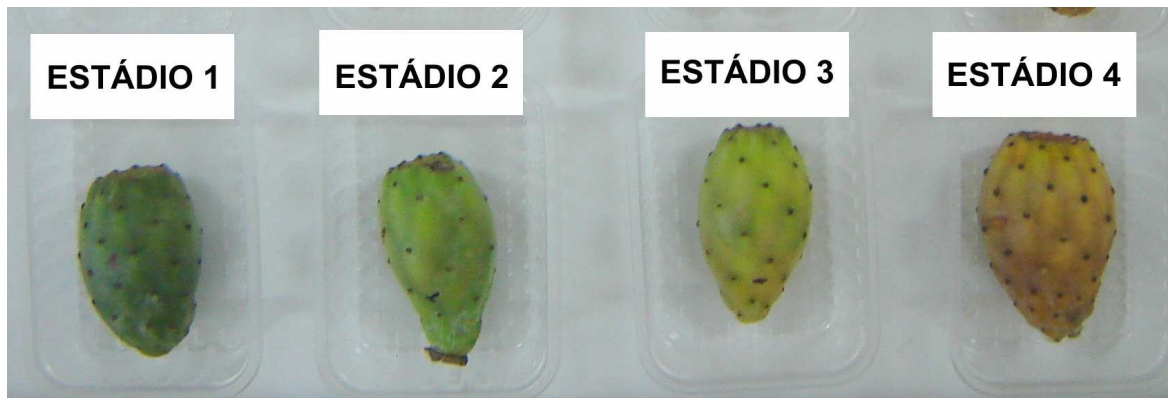


Figura 1. Frutos de palma Gigante armazenados em quatro estádios de maturação (E): E1 (Verde), E2 (Início da pigmentação), E3 (verde amarelado) e E4 (amarelo alaranjado).

2.2. Instalação e condução do experimento

No laboratório, os frutos foram submetidos à lavagem com água corrente e como tratamento sanitizante, foi imersos em uma solução de hipoclorito de sódio comercial a 2%, permanecendo nesta solução por cerca de 10 minutos, sendo em seguida enxaguados com água destilada, a fim de retirar o cloro residual e secos ao ar.

Na instalação do experimento um grupo de 3 frutos, compondo um peso total de aproximadamente 300g foram acondicionados em bandejas tipo PET (*Polietileno tereftalato*), com dimensões 150 x 100 x 50 mm com volume de 500ml. Em seguida, 60 bandejas (25%) foram envolvidas com filme de polietileno (PVC) flexível, e frutos armazenados em outras 60 bandejas, foram envolvidos com fécula de inhame a 2% preparado no laboratório, 60 bandejas tidas como controle refrigerado, e 60 restante como controle ambiente. O armazenamento foi executado da seguinte forma: 75% (180 und) das bandejas foram armazenados em câmara incubadora BOD à temperatura a $12 \pm 0,5^{\circ}\text{C}$ e $90 \pm 1\%$ UR. Paralelamente, foi instalado um tratamento com frutos sob condições ambiente ($24 \pm 2^{\circ}\text{C}$ e $85 \pm 2\%$ UR), mantido apenas sob atmosfera ambiente (AA). As avaliações foram realizadas a cada três dias, durante 15 dias.

2.3. Análises

Cada amostra foi composta por três bandejas, contendo três frutos, correspondendo a três repetições.

Foram observada entre dois tipos de polpas constituídos neste trabalho: polpa com sementes (PS) e polpa do mesocarpo (PM).

2.3.1. Análises físicas

Firmeza (N). Determinada individualmente em dois pontos do fruto íntegro, com penetrômetro Magness Taylor Pressure Tester (DRILL PRESS STAND, CANADÁ), região de inserção de 2/16 polegadas.

2.3.2. Análises físico-químicas e químicas

Sólidos Solúveis (%). Foram avaliados através da leitura refratométrica direta, com o refratômetro digital tipo Abbe, marca ATAGO - N1. Resultados expressos em %.

Acidez Titulável (% ácido cítrico). Determinada por titulometria com hidróxido de sódio 0,1N utilizando-se fenolftaleína a 1% como indicador (Instituto Adolfo Lutz, 1985);

pH. Medido em potenciômetro, com eletrodo de membrana de vidro calibrado com soluções de pH 4,0 e 7,0, conforme AOAC (1984).

Relação SS/AT: relação entre os SS e AT;

Açúcares redutores em glicose, não redutores em sacarose e teor de amido (g/100g polpa): foram determinadas de acordo com o método descrito nas Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz (1985). **Os açúcares totais** foram obtidos pela soma de açúcares redutores e açúcares não redutores;

Ácido ascórbico (mg.100g-1): determinado, segundo AOAC (1970), através da titulação com 2,6 diclorofenolindofenol (DFI), até obtenção de

coloração róseo claro permanente, utilizando-se 1g da polpa diluída em 50ml de ácido oxálico 05%;

Análise Estatística. O experimento foi instalado em um delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial (4 x 4 x 5), com três repetições. Os fatores estudados foram quatro estádios de maturação (V, IP, VA, AP), modificação da atmosfera, AM (atmosfera modificada) usando filme PVC e fécula de inhame, e cinco períodos de avaliação. A partir dos resultados das análises de variância preliminares, e verificando-se a interação entre os fatores, o tempo foi desdobrado dentro de cada tratamento, e os resultados submetidos à análise de regressão polinomial. Foram consideradas equações de até 2º grau. O coeficiente de determinação mínimo para a utilização das curvas foi de 0,60. Para os casos em que a interação entre os fatores estudados não foi significativa, os valores foram representados pelas médias dos tratamentos sem o ajuste de curvas. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância pelo teste F, e apresentando significância, as médias foram submetidas ao teste de Tukey a 5 % de probabilidade.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Firmeza (N). De forma geral observa-se que a firmeza de diferentes polpas de frutos de palma tendeu a declinar durante o período de armazenamento (Figura 3 e 4). Essa diminuição da firmeza pode ser atribuída à perda excessiva de água dos tecidos, com a diminuição da pressão de turgescência que ocorre em situações de armazenamento sob baixa umidade relativa do ar, com o desequilíbrio nutricional e também decorrente da ação enzimática sobre substâncias pécticas da parede celular (CRISOSTO et al., 1997). Segundo PANTASTICO et al., (1984) e KAYS, (1997), a perda da firmeza ocorre como resultado da degradação dos polímeros da parede celular por enzimas que tem suas atividades geneticamente programadas e sincronizadas com o processo de amadurecimento. Esses processos são evidenciados com o surgimento de maior maciez e amolecimento dos frutos.

A firmeza das diferentes polpas de frutos palma não diferiram entre si (Figura 2A) No entanto, frutos de palma revestidos com fécula de inhame apresentaram firmeza superior em relação aos frutos revestidos com filme e controle quando armazenados a 12 °C (Figura 2B), e a firmeza de diferentes tipos de polpa de frutos de palma em armazenamento ambiente (24°C ± 2) apresentaram menor valor (Figura 2A). A maior firmeza de polpa de frutos de palma tratados com fécula de inhame deve-se provavelmente pela sua composição em amilose e amilopectina que em solução aquosa e gelatinizada, apresentam baixa permeabilidade ao transporte de oxigênio e as baixas taxas de umidade relativa. (MAIA et al., 2000; WOLFF et al., 1951).

Em relação ao estágio de maturação, observa-se que houve diferença entre eles. Frutos mais verdes (Estádio 1) apresentaram valores de firmeza até duas vezes superiores em relação aos estádios 2, 3 e 4 (Figura 2C).

A firmeza é um parâmetro importante, porque além de definir a qualidade do fruto para o consumo *in natura* ou para o processamento, contribui na avaliação da vida útil pós-colheita de um fruto (CONWAY et al., 1995). A perda de firmeza está associada à ação de enzimas hidrolíticas da parede celular, e é bastante provável que essa ação resulte nas alterações químicas e estruturais nas paredes celulares (CHITARRA e CHITARRA, 2005) e como consequência no amolecimento do fruto com o amadurecimento (ASIF e NATH, 2005).

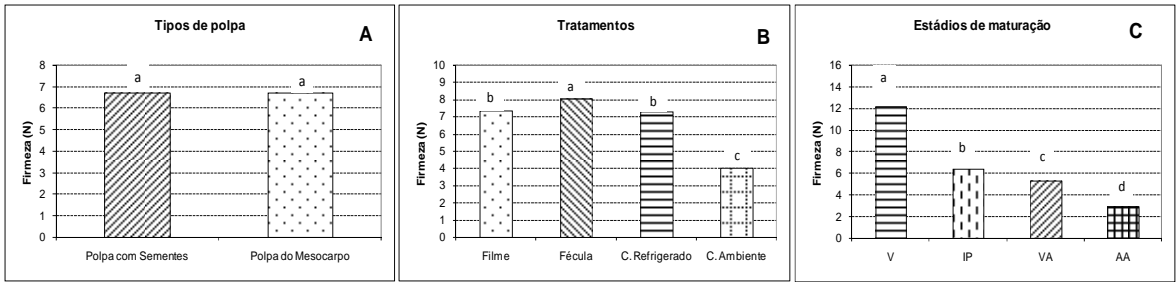


Figura 2: Firmeza de frutos de palma Gigante com relação a polpa do mesocarpo (PM) e Polpa com sementes (PS) (A); com relação aos tratamentos: T1 (Filme PVC), T2 (Fécúla de inhame), T3 (Controle refrigerado), e T4 (Controle ambiente) (B) e com relação aos estádios de maturação: verde (V), início da pigmentação (IP), verde amarelado (VA) e Amarelo Alaranjado (AA) (C), seguindo-se ao armazenamento sob refrigeração a 12 ± 1 °C e $90 \pm 1\%$ UR.

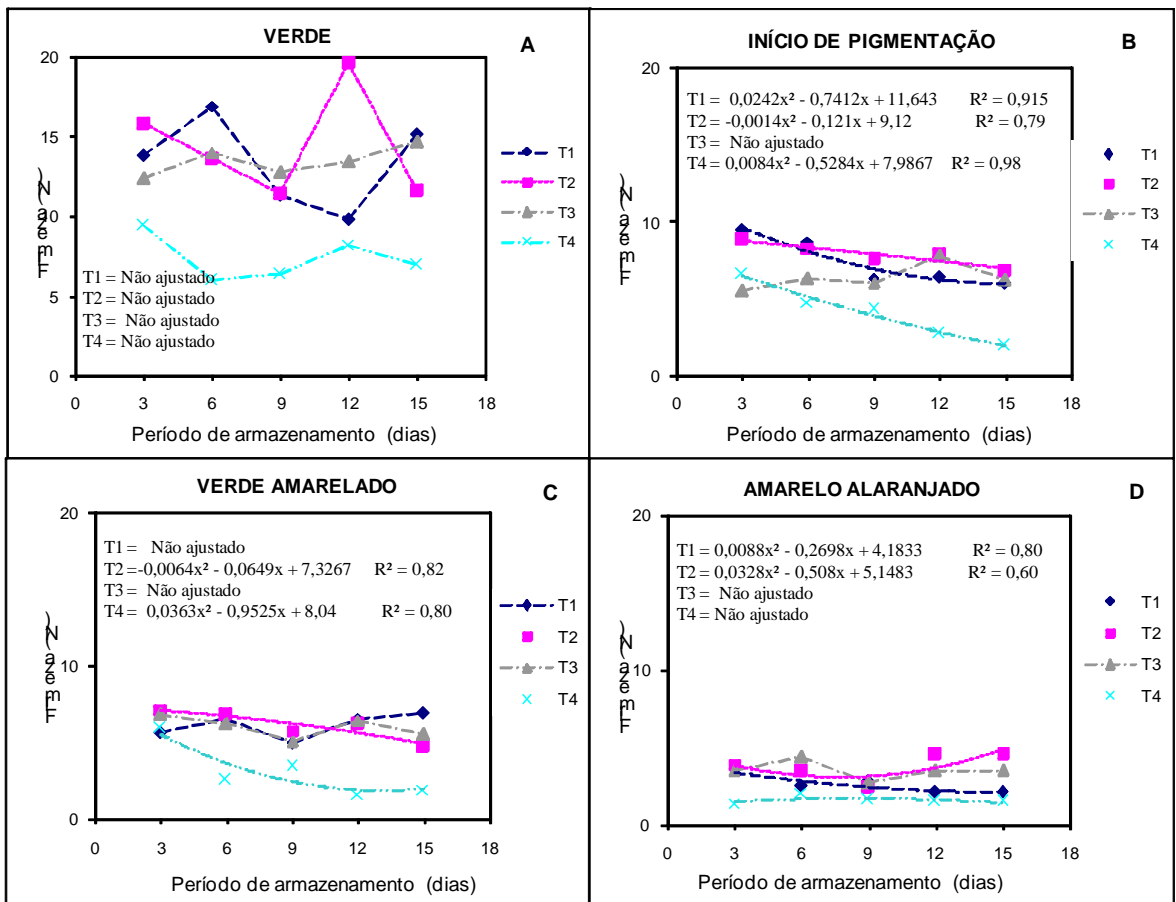


Figura 3: Firmeza da polpa com sementes (PS) de frutos de palma Gigante, colhidos nos estádios de maturação: verde (V), início da pigmentação (IP), verde amarelado (VA) e Amarelo Alaranjado (AP), tratados com filme PVC (T1), Fécúla de inhame (T2), Controle refrigerado (T3) e Controle ambiente (T4), durante o armazenamento sob refrigeração a 12 ± 1 °C e $90 \pm 1\%$ UR.

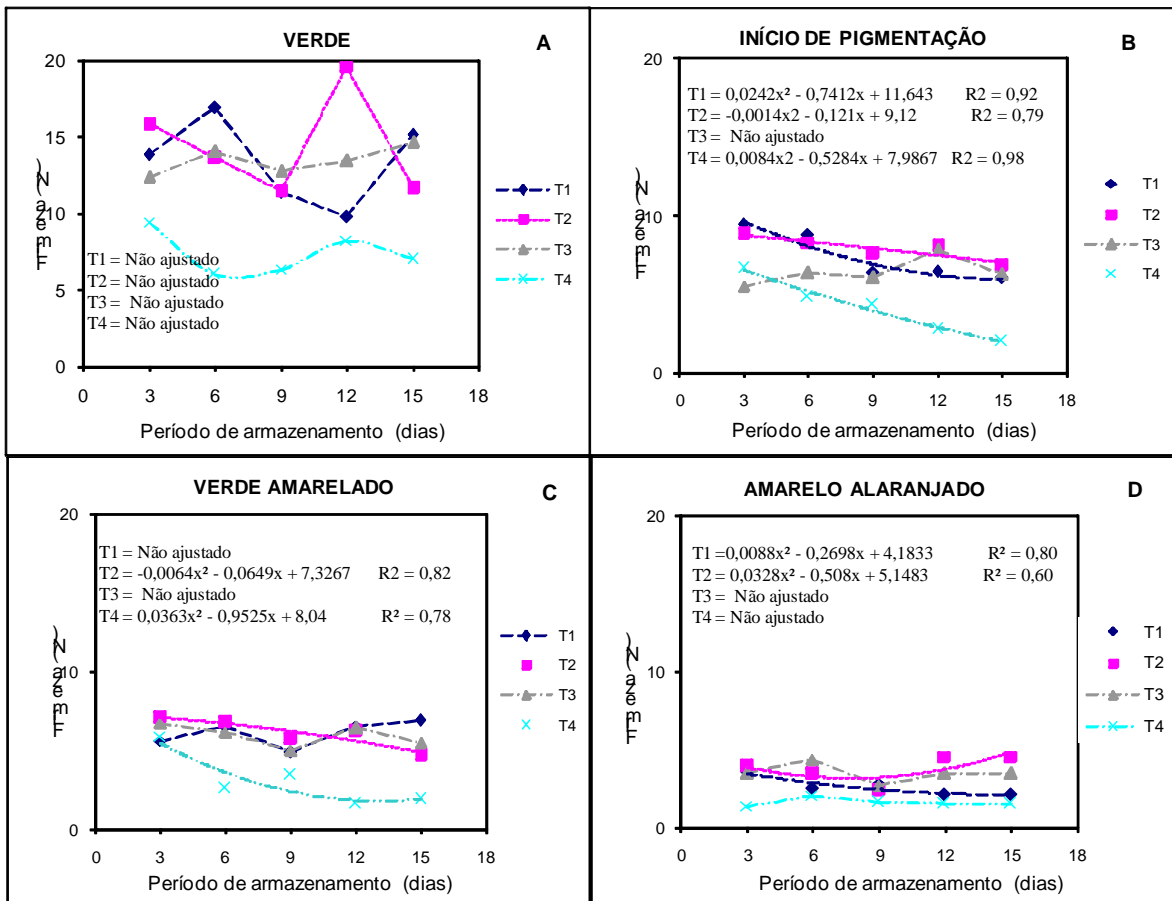


Figura 4: Firmeza da polpa do mesocarpo (PM) de frutos de palma Gigante, colhidos nos estádios de maturação: verde (V), início da pigmentação (IP), verde amarelado (VA) e Amarelo predominante (AP), tratados com filme PVC (T1), Fécula de inhame (T2), Controle refrigerado (T3) e Controle ambiente (T4), durante o armazenamento sob refrigeração a 12 ± 1 °C e $90 \pm 1\%$ UR.

Sólidos Solúveis

Os sólidos solúveis diferiram entre os tipos de polpa de frutos de palma avaliados (Figura 3A). Os sólidos solúveis não apresentaram diferença significativa entre os tratamentos (Figura 3A), no entanto frutos armazenados a temperatura ambiente apresentaram valores de sólidos solúveis superiores em relação a outros tratamentos (Figura 3B, 4 e 5). Já para os estádios de maturação, observa-se que houve diferença significativa (Figura 3C). Frutos do estágio 1 apresentaram valores mais baixos de sólidos solúveis, tendo esses valores aumentado ao passo que a maturação avança. O estágio de maturação 4, apresentou os maiores valores de sólidos solúveis, onde portanto o mais maduro e também com menos firmeza. A razão desse incremento pode ser atribuída, à perda completa da turgescência, com conseqüente concentração do suco celular da polpa (Silva et al., 2004). Segundo BARBERA et al., (1992), os frutos durante

os últimos estádios de desenvolvimento, acumula rapidamente açúcares na polpa da fruta.

Observa-se, no entanto que, os frutos envolvidos com filme apresentaram valores mais baixos de sólidos solúveis (Figura 3B), isso provavelmente pode ser atribuído ao fato de que, o filme pode ter inibido o amadurecimento, ocasionado pela redução do conteúdo de oxigênio no interior da embalagem, reduzindo a taxa metabólica do fruto que, conseqüentemente, pode ter afetado o metabolismo dos carboidratos, relativo a acumulação de açúcares solúveis.

Souza et al. (2002) e Yamashita et al. (2002), afirmam que a diminuição na atividade metabólica dos frutos embalados se deve à modificação atmosférica no interior das embalagens, proporcionando contenção nos teores de SS.

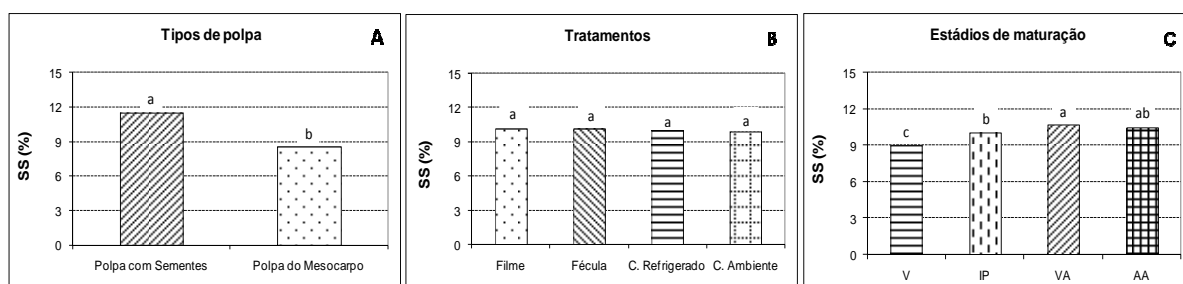


Figura 5: Sólidos Solúveis de frutos de palma Gigante com relação a polpa do mesocarpo (PM) e Polpa com sementes (PS) (A); com relação ao tratamentos: T1 (Filme PVC), T2 (Fécula de inhame), T3 (Controle refrigerado), e T4 (Controle ambiente) (B) e com relação aos estádios de maturação: verde (V), início da pigmentação (IP), verde amarelado (VA) e Amarelo Alaranjado (AA) (C), seguindo-se ao armazenamento sob refrigeração a 12 ± 1 °C e 90 ± 1 % UR.

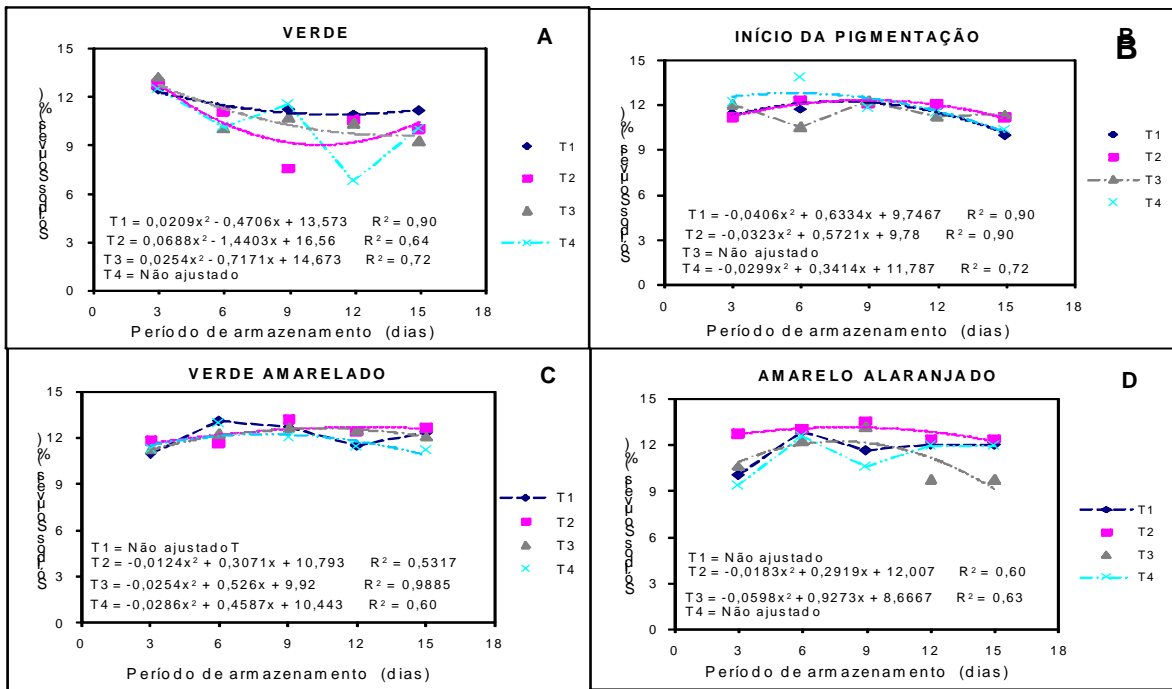


Figura 6: Sólido Solúveis da polpa com sementes (PS) de frutos de palma Gigante, colhidos nos estádios de maturação: verde (V), início da pigmentação (IP), verde amarelado (VA) e Amarelo Alaranjado (AA), tratados com filme PVC (T1), Fécula de inhame (T2), Controle refrigerado (T3) e Controle ambiente (T4), durante o armazenamento sob refrigeração a 12 ± 1 °C e $90 \pm 1\%$ UR.

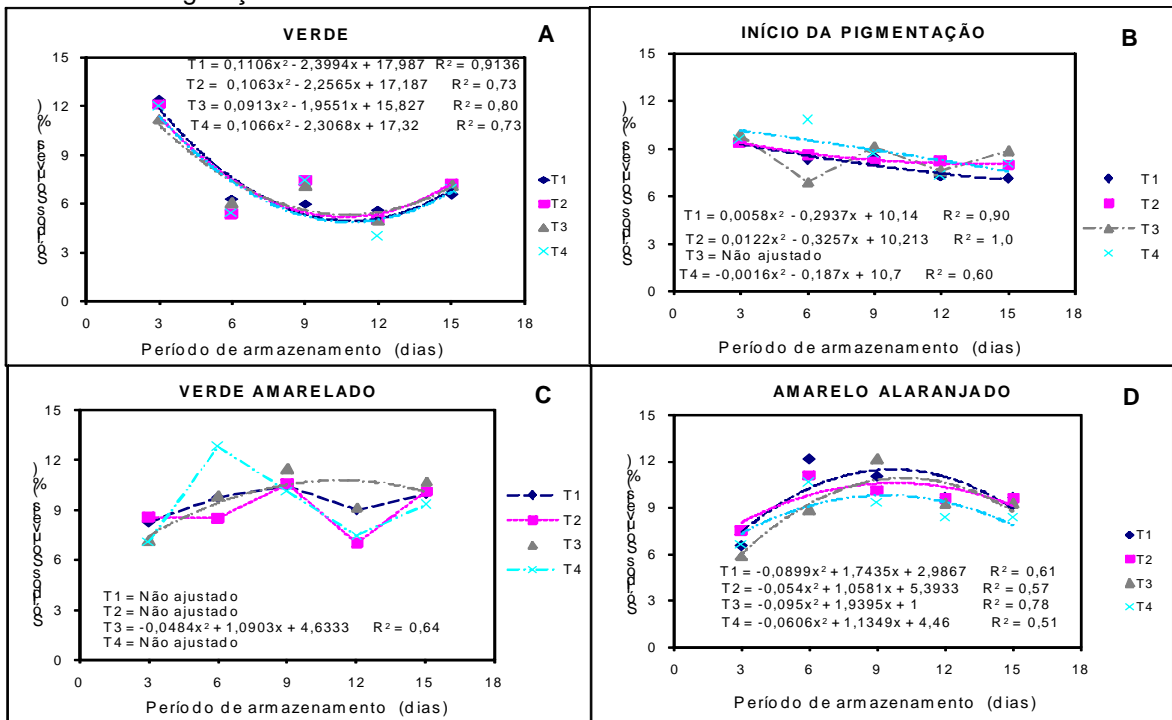


Figura 7: Sólidos Solúveis da polpa do mesocarpo (PM) de frutos de palma Gigante, colhidos nos estádios de maturação: verde (V), início da pigmentação (IP), verde amarelado (VA) e Amarelo Alaranjado (AA), tratados com filme PVC (T1), Fécula de inhame (T2), Controle refrigerado (T3) e Controle ambiente (T4), durante o armazenamento sob refrigeração a 12 ± 1 °C e $90 \pm 1\%$ UR.

Acidez Titulável (%).

Os valores de acidez da polpa de frutos de palma apresentaram diferença significativa (Figura 8A). A polpa do mesocarpo (PM) foi considerada mais ácida com valores até quase três vezes superior que a polpa com sementes (PS). O teor de acidez titulável na “casca” (PM) é mais alto que na polpa segundo Tucker, (1993). Frutos de palma armazenados em temperatura ambiente diferiram dos demais tratamentos com valores mais baixos (Figura 8B) Frutos de palma com maturação avançada apresentaram acidez mais elevada em relação aos demais tratamentos (Figura 8C). De acordo com CHITARRA e CHITARRA (2005), o teor de ácidos orgânicos, em geral, diminui com a maturação dos frutos, em decorrência do processo respiratório ou de sua conversão em açúcares, sendo que, em alguns casos, como nesse experimento com frutos de palma forrageira, há um pequeno aumento nos valores com o aumento da maturação. Segundo Senter et al., (1992), o aumento na acidez de produtos armazenados por curtos períodos pode ser em parte, também explicado pela geração de radicais (ácidos galacturônicos) a partir da hidrólise dos constituintes da parede celular, em especial, as pectinas.

Com a evolução da concentração de CO₂ e da redução de O₂ no armazenamento sob AM, os sistemas enzimáticos de degradação da glicose no processo respiratório podem ser afetados, provocando alterações no ciclo de Krebs. Dessa forma, devido à redução da taxa respiratória, em decorrência da AM, pode ter ocorrido uma redução da atividade da sucínico desidrogenase, enzima diretamente afetada pela redução do nível de O₂ (SALUNKHE e WU, 1974), resultando em menores níveis de AT.

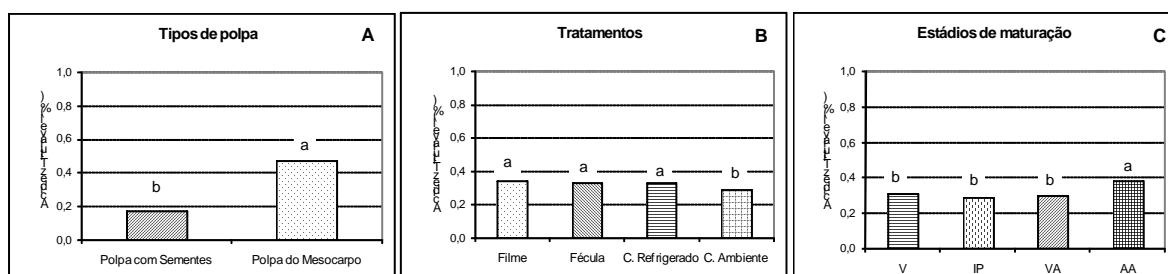


Figura 8: Acidez de frutos de palma Gigante com relação a polpa do mesocarpo (PM) e Polpa com sementes (PS) (A); com relação ao tratamentos: T1 (Filme PVC), T2 (Fécula de inhame), T3 (Controle refrigerado), e T4 (Controle ambiente) (B) e com relação aos estádios de maturação: verde (V), inicio da pigmentação (IP), verde amarelado (VA) e Amarelo Alaranjado (AA) (C), seguindo-se ao armazenamento sob refrigeração a 12 ± 1 °C e 90 ± 1% UR.

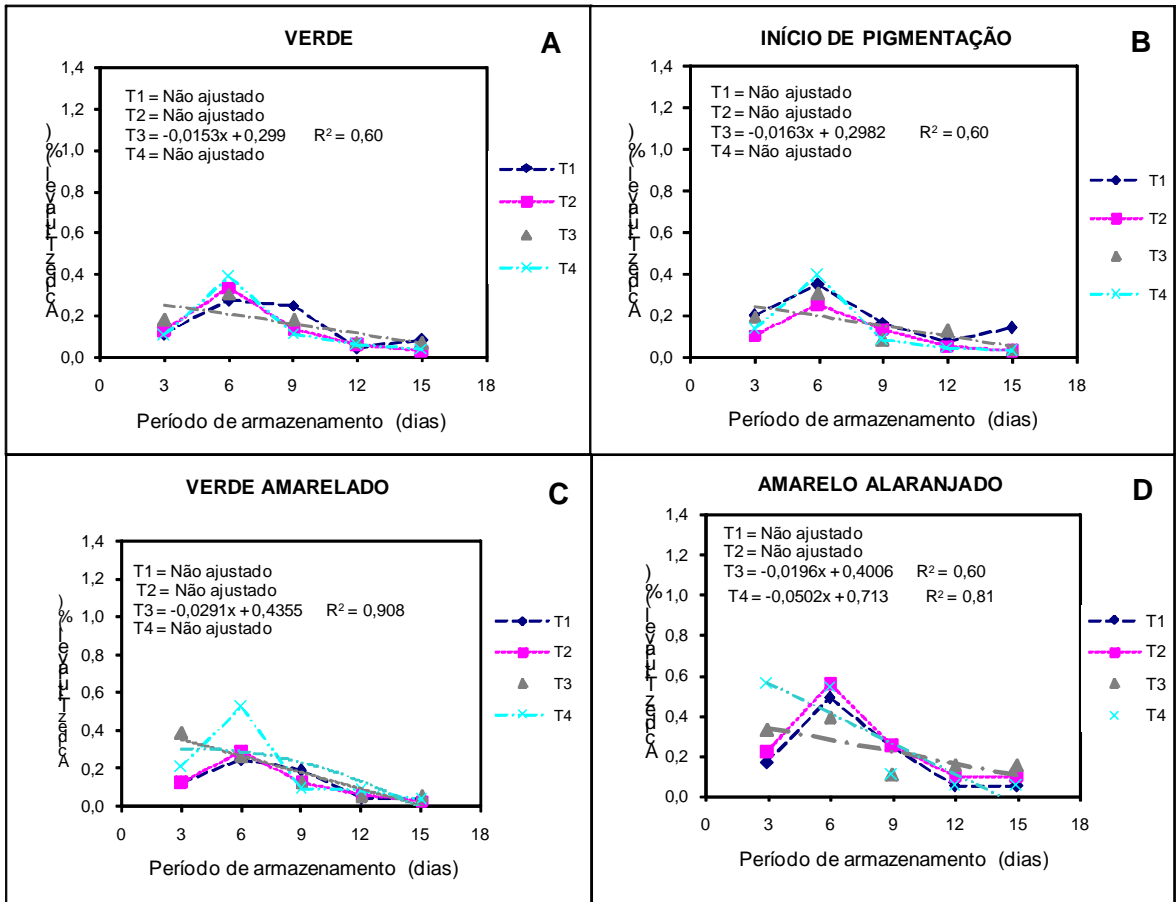


Figura 9: Acidez Titulável da polpa com sementes (PS) de frutos de palma Gigante, colhidos nos estádios de maturação: verde (V), início da pigmentação (IP), verde amarelado (VA) e Amarelo Alaranjado (AA), tratados com filme PVC (T1), Fécula de inhame (T2), Controle refrigerado (T3) e Controle ambiente (T4), durante o armazenamento sob refrigeração a 12 ± 1 °C e $90 \pm 1\%$ UR.

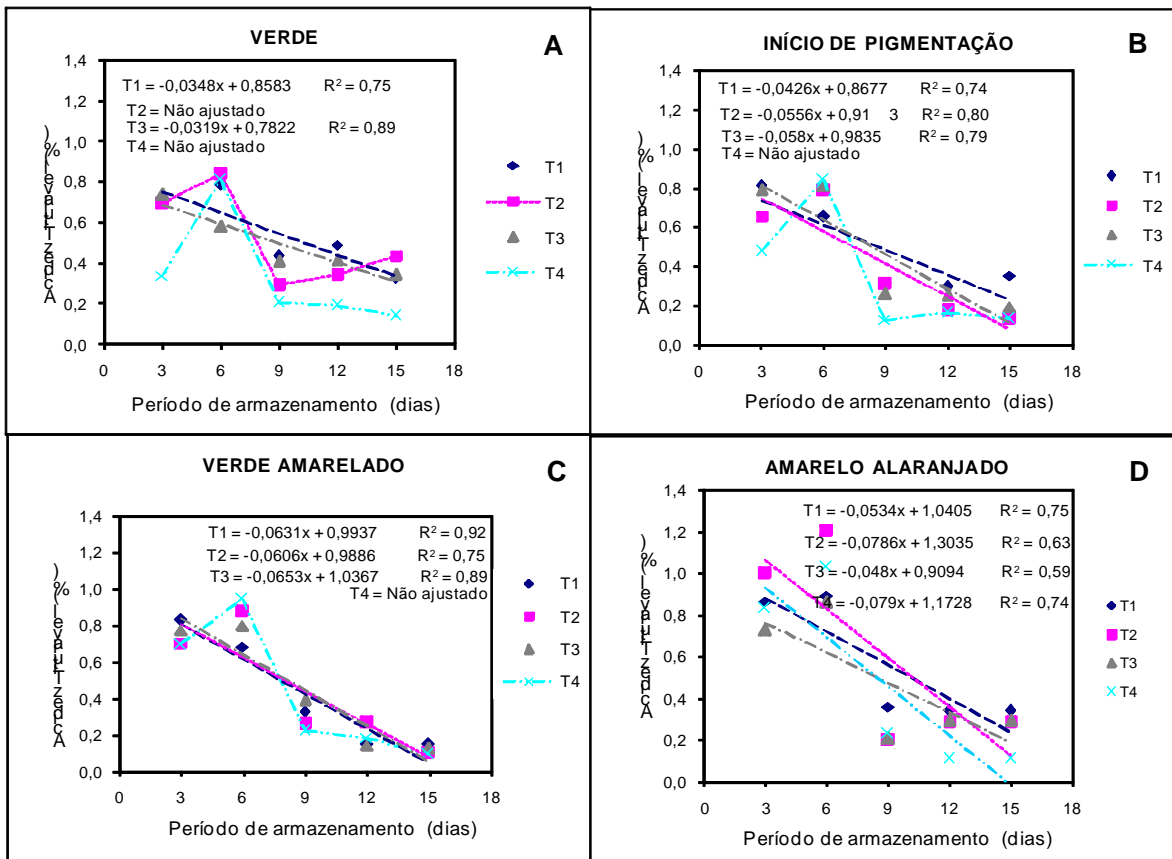


Figura 10: Acidez Titulável da polpa do mesocarpo (PM) de frutos de palma Gigante, colhidos nos estádios de maturação: verde (V), início da pigmentação (IP), verde amarelado (VA) e Amarelo Alaranjado (AA), tratados com filme PVC (T1), Fécula de inhame (T2), Controle refrigerado (T3) e Controle ambiente (T4), durante o armazenamento sob refrigeração a 12 ± 1 °C e $90 \pm 1\%$ UR.

Potencial Hidroeniônico (pH).

O pH para todos os estádios de maturação na polpa com sementes (PS), tenderam a aumentar com o tempo de frutos armazenados, (Figura 12) para a polpa do mesocarpo (PM), os frutos nos estádios de maturação mantiveram o pH, no entanto para o tratamento 4 (ambiente) o pH tendeu a crescer (Figura 13).

As PS e PM diferiram estatisticamente entre si, obtendo maiores valores para polpa com sementes (Figura 11A). Entre os tratamentos também diferiram entre si, onde foram obtidos maiores valores em frutos tratados com fécula e armazenados a 12°C e em frutos armazenados em temperatura ambiente.(Figura 11B). O pH não apresentou grandes variações entre as polpas (Figura 12 e 13), mas diferiram entre si (Figura 11A). Essa pequena variação do pH pode ter resultado do efeito tamponante da presença simultânea de ácidos orgânicos e seus sais, o que impediria que o acréscimo da acidez titulável alterasse

significativamente os seus valores (LENINGER, 1993). Os valores encontrados neste trabalho, foi compatível com Sáenz e Sepúlveda, 2001 que apresentaram valores de 5,9 a 6,2.

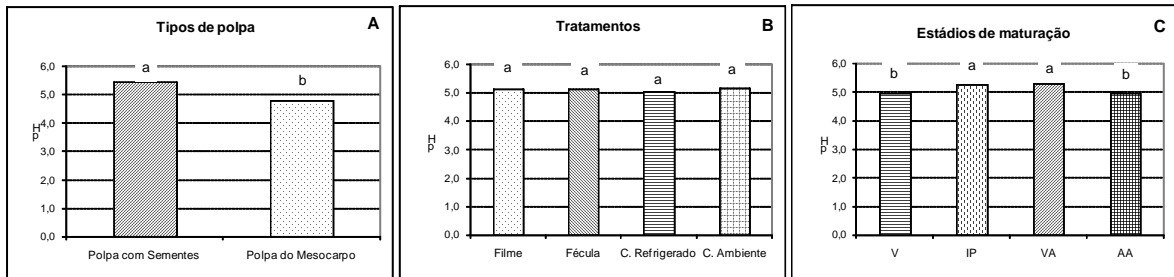


Figura 11: pH de frutos de palma Gigante com relação a polpa do mesocarpo (PM) e Polpa com sementes (PS) (A); com relação ao tratamentos: T1 (Filme PVC), T2 (Fécula de inhame), T3 (Controle refrigerado), e T4 (Controle ambiente) (B) e com relação aos estádios de maturação: verde (V), início da pigmentação (IP), verde amarelado (VA) e Amarelo Alaranjado (AA) (C), seguindo-se ao armazenamento sob refrigeração a $12 \pm 1^\circ\text{C}$ e $90 \pm 1\%$ UR.

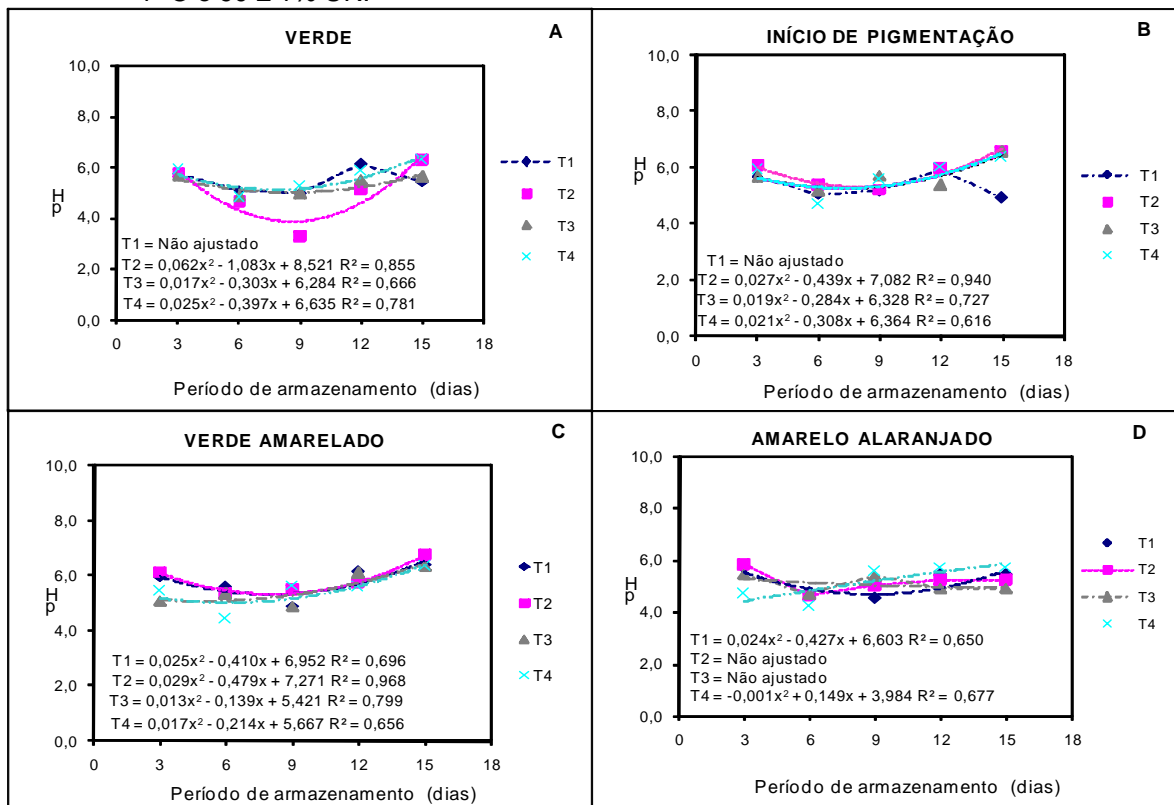


Figura 12: pH da polpa com sementes (PS) de frutos de palma Gigante, colhidos nos estádios de maturação: verde (V), início da pigmentação (IP), verde amarelado (VA) e Amarelo Alaranjado (AA), tratados com filme PVC (T1), Fécula de inhame (T2), Controle refrigerado (T3) e Controle ambiente (T4), durante o armazenamento sob refrigeração a $12 \pm 1^\circ\text{C}$ e $90 \pm 1\%$ UR.

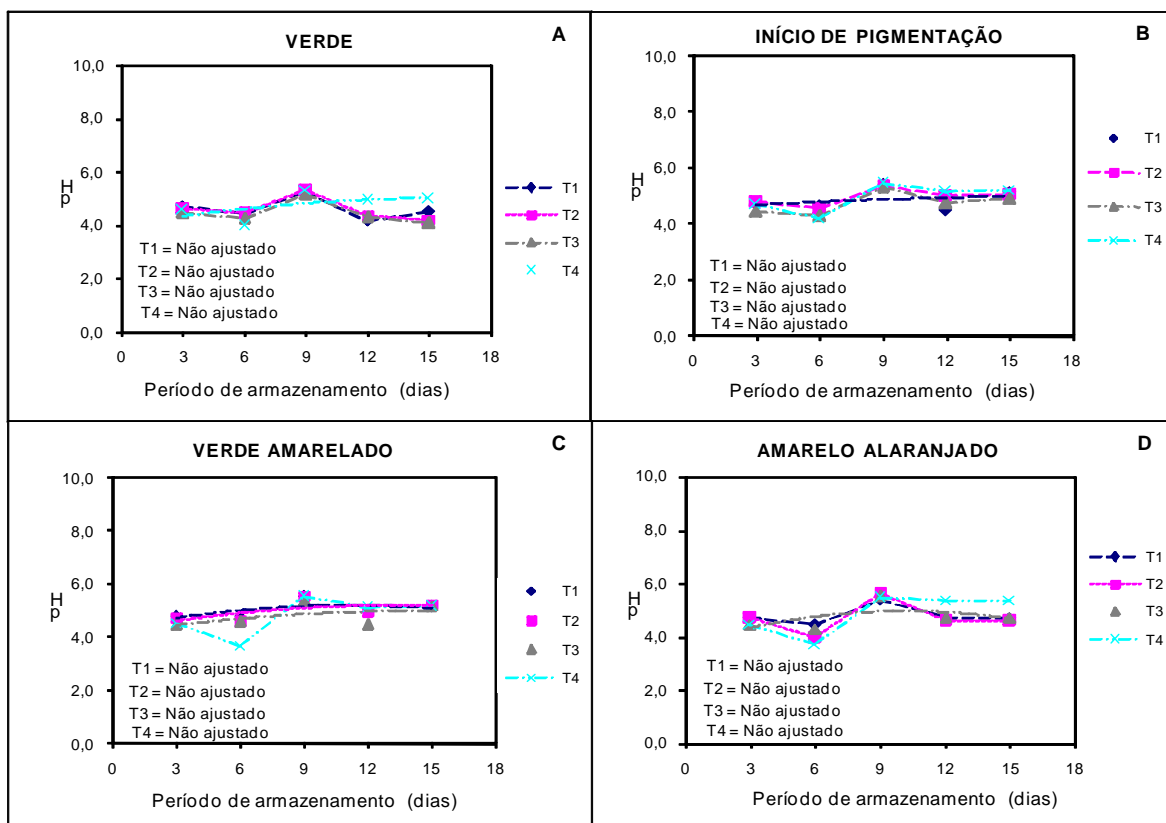


Figura 13: pH da polpa do mesocarpo (PM) de frutos de palma Gigante, colhidos nos estádios de maturação: verde (V), início da pigmentação (IP), verde amarelado (VA) e Amarelo Alaranjado (AA) tratados com filme PVC (T1), Fécula de inhame (T2), Controle refrigerado (T3) e Controle ambiente (T4), durante o armazenamento sob refrigeração a $12 \pm 1 \text{ }^\circ\text{C}$ e $90 \pm 1\%$ UR.

Relação SS/AT

A relação SS/AT tende a elevar-se durante o armazenamento de frutos de palma (Figura 15 e 16). A polpa com sementes (PS) apresenta valor bem superior em relação a polpa do mesocarpo (PM), diferindo estatisticamente (Figura 14A), Frutos armazenados a temperatura ambiente ($24 \pm 2^\circ\text{C}$) apresentam maior valores de relação SS/AT diferindo dos demais tratamentos. Frutos tratados com fécula de inhame e frutos envolvidos com filme PVC diferiram dos frutos do tratamento três (controle refrigerado), armazenado a ($12 \pm 0,5^\circ\text{C}$). Houve diferença significativa entre os estádios de maturação (Figura 6 K). Frutos de coloração verde amarelado, caracterizando o estágio 3, diferiu dos demais estádios de maturação, apresentando valor superior de 98%. Frutos com a cor amarelo predominante (estádio 4) tiveram relação de SS/AT mais baixa em relação aos demais, seguindo os frutos verdes (Figura 14C).

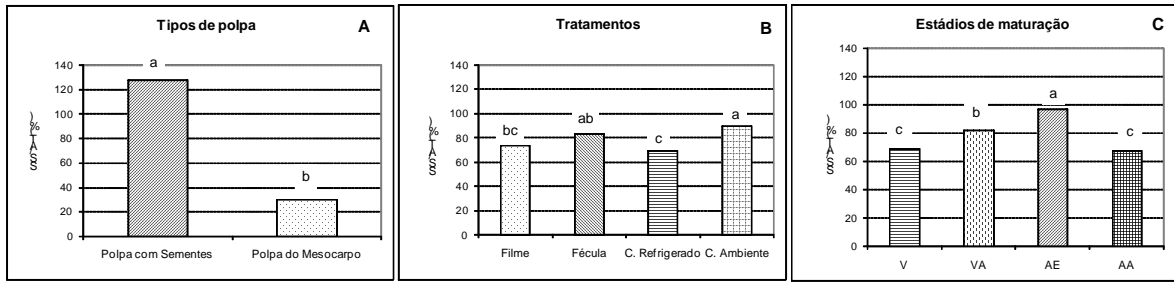


Figura 14: Relação SS/AT de frutos de palma Gigante com relação a polpa do mesocarpo (PM) e Polpa com sementes (PS) (A); com relação ao tratamentos: T1 (Filme PVC), T2 (Fécula de inhame), T3 (Controle refrigerado), e T4 (Controle ambiente) (B) e com relação aos estádios de maturação: verde (V), início da pigmentação (IP), verde amarelado (VA) e Amarelo Alaranjado (AA) (C), seguindo-se ao armazenamento sob refrigeração a 12 ± 1 °C e $90 \pm 1\%$ UR.

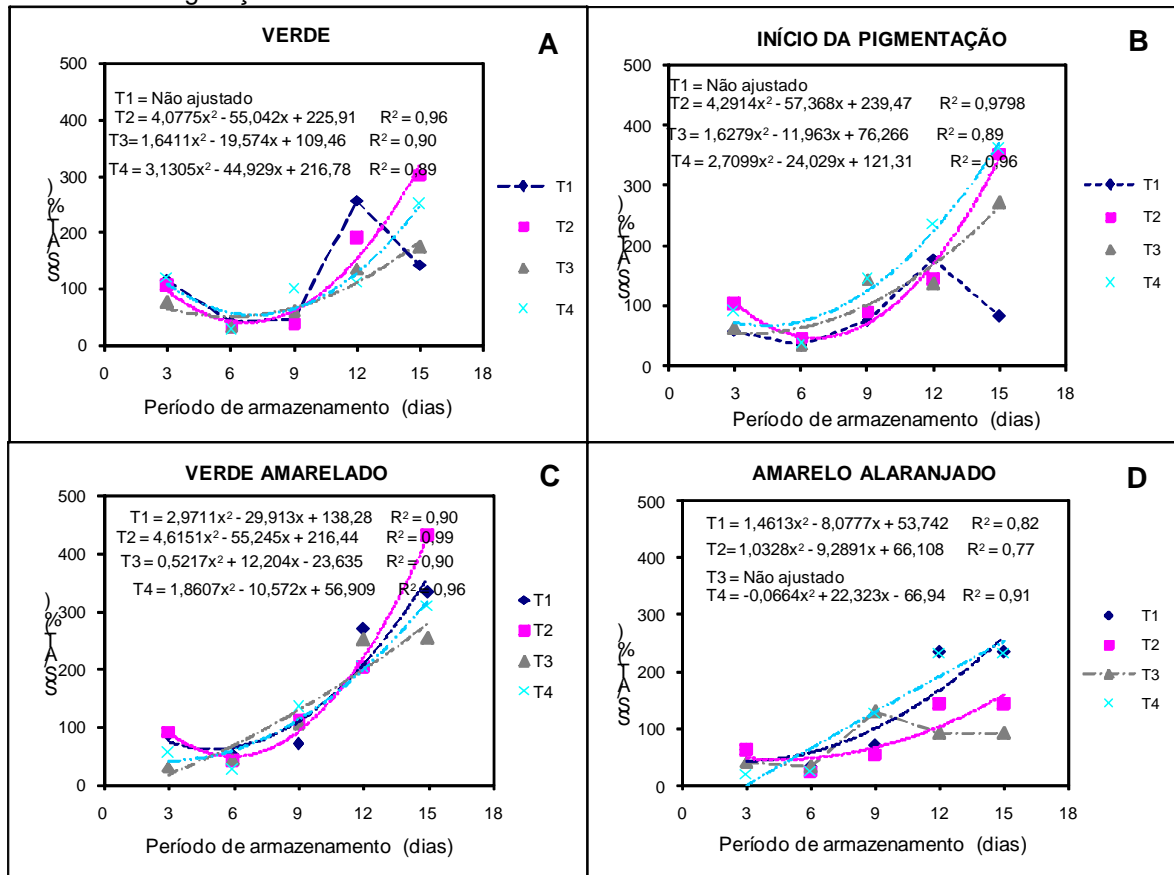


Figura 15: Relação SS/AT da polpa com sementes (PS) de frutos de palma Gigante, colhidos nos estádios de maturação: verde (V), início da pigmentação (IP), verde amarelado (VA) e Amarelo Alaranjado (AA), tratados com filme PVC (T1), Fécula de inhame (T2), Controle refrigerado (T3) e Controle ambiente (T4), durante o armazenamento sob refrigeração a 12 ± 1 °C e $90 \pm 1\%$ UR.

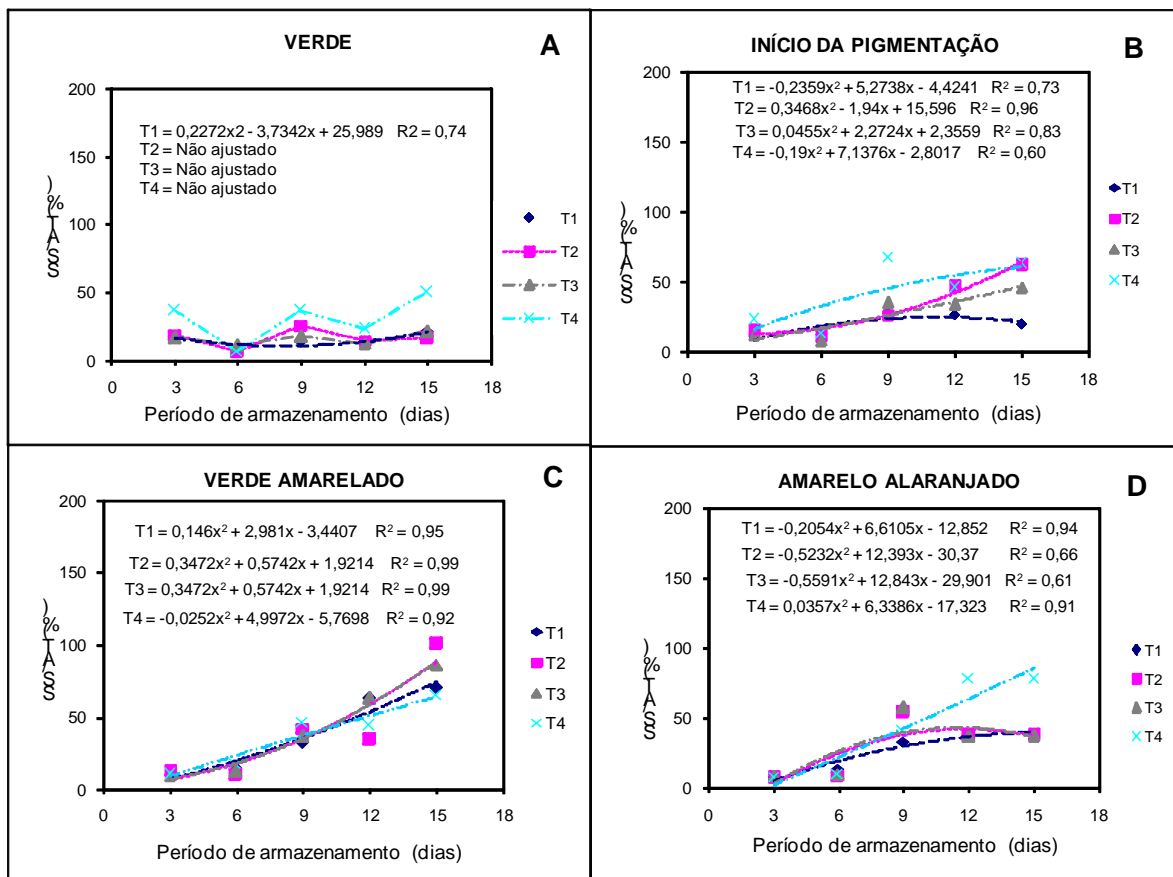


Figura 16: Relação SS/AT da polpa do mesocarpo (PM) de frutos de palma Gigante, colhidos nos estádios de maturação: verde (V), início da pigmentação (IP), verde amarelado (VA) e Amarelo Alaranjado (AA), tratados com filme PVC (T1), Fécula de inhame (T2), Controle refrigerado (T3) e Controle ambiente (T4), durante o armazenamento sob refrigeração a $12 \pm 1 \text{ }^\circ\text{C}$ e $90 \pm 1\% \text{ UR}$.

Teor de Amido

O conteúdo de Amido diferiu entre as duas polpas (Figura 17) para a polpa com sementes (PS) observa-se uma tendência de queda no amido ao passo que o armazenamento avança e que a maturação também avança (Figura 18).

Para a polpa observa-se um comportamento irregular no conteúdo de amido durante o armazenamento, apresentando um menor conteúdo no estágio de maturação mais avançado (Figura 18 e 19). Frutos tratados com fécula de inhame apresentaram um maior conteúdo de amido, seguido dos frutos do controle (Figura 17 B), Frutos armazenados na temperatura ambiente apresentam menor conteúdo de amido, seguidos dos frutos envolvidos com filme.

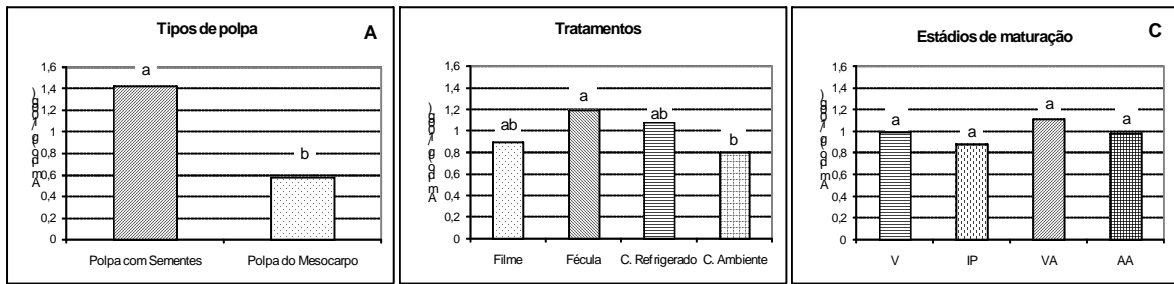


Figura 17: Amido de frutos de palma Gigante com relação da polpa do mesocarpo (PM) e Polpa com sementes (PS) (A); com relação ao tratamentos: T1 (Filme PVC), T2 (Fécua de inhame), T3 (Controle refrigerado), e T4 (Controle ambiente) (B) e com relação aos estádios de maturação: verde (V), início da pigmentação (IP), verde amarelado (VA) e Amarelo Alaranjado (AA) (C), seguindo-se ao armazenamento sob refrigeração a $12 \pm 1^\circ\text{C}$ e $90 \pm 1\%$ UR.

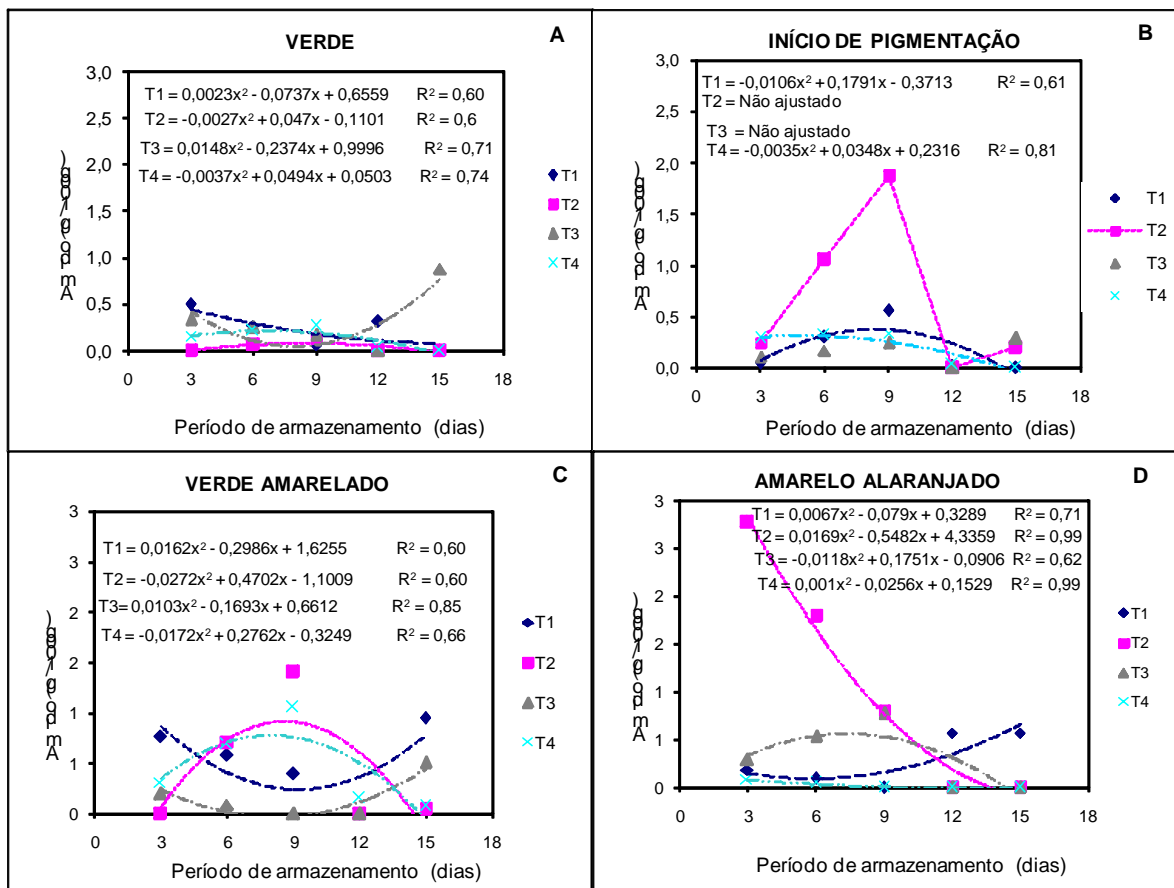


Figura 18: Amido da polpa com sementes (PS) de frutos de palma Gigante, colhidos nos estádios de maturação: verde (V), início da pigmentação (IP), verde amarelado (VA) e Amarelo Alaranjado (AA), tratados com filme PVC (T1), Fécua de inhame (T2), Controle refrigerado (T3) e Controle ambiente (T4) durante o armazenamento sob refrigeração a $12 \pm 1^\circ\text{C}$ e $90 \pm 1\%$ UR.

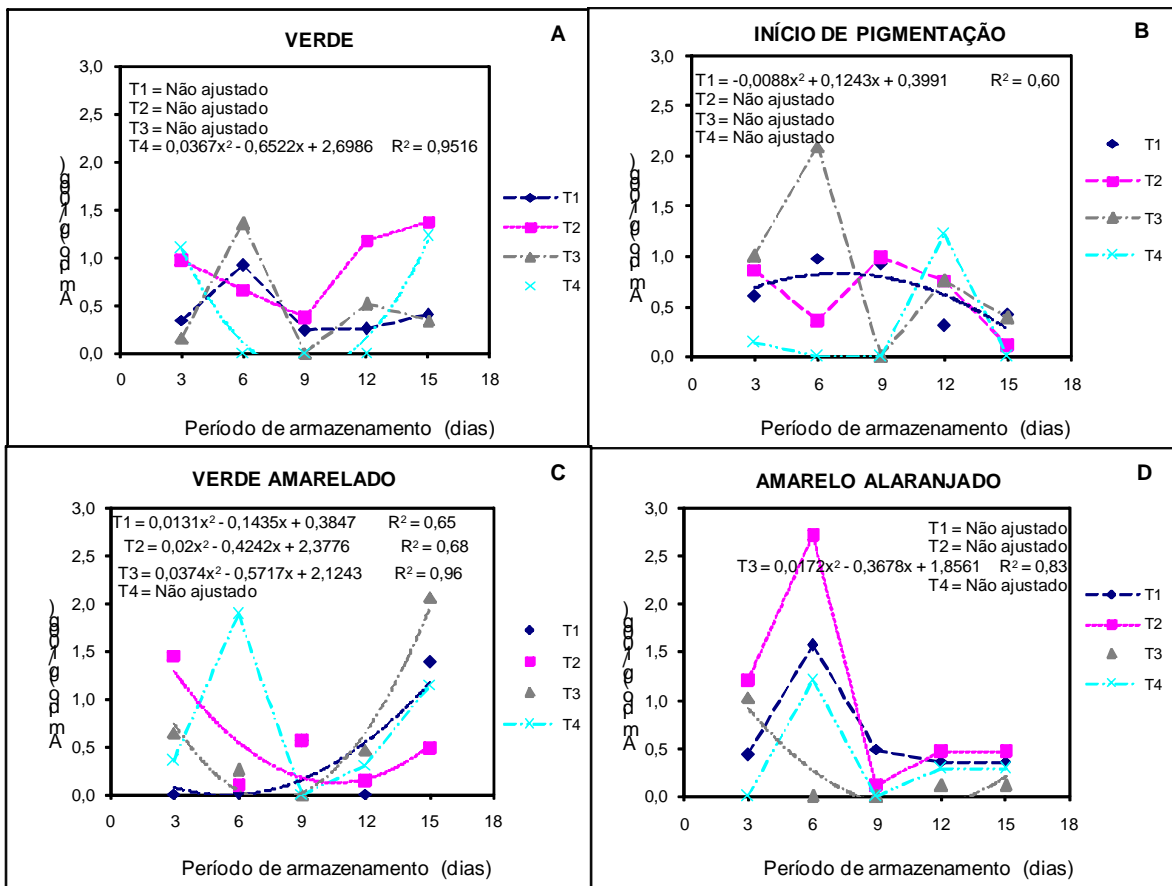


Figura 19: Amido da polpa do mesocarpo (PM) de frutos de palma Gigante, colhidos nos estádios de maturação: verde (V), início da pigmentação (IP), verde amarelado (VA) e Amarelo Alaranjado (AA), tratados com filme PVC (T1), Fécula de inhame (T2), Controle refrigerado (T3) e Controle ambiente (T4), durante o armazenamento sob refrigeração a $12 \pm 1 \text{ }^\circ\text{C}$ e $90 \pm 1\% \text{ UR}$.

Açúcares Redutores

Para o conteúdo de açúcares redutores, nota-se que há um aumento desses açúcares ao longo do armazenamento, com leve queda ao final do período de armazenamento (Figura 21 e 22), no entanto observa-se que houve uma diferença significativa entre os tipos de polpas, onde o conteúdo de açúcares redutores é bem superior na polpa com sementes (PS) de que na polpa do mesocarpo (PM) (Figura 20).

Frutos tratados sob refrigeração e frutos armazenados na temperatura ambiente apresentam valores de açúcares redutores superior em relação aos demais, diferindo dos frutos revestidos com fécula de inhame e frutos envolvidos com filme, os quais apresentam menor valor de açúcares redutores, e frutos nos estádios de maturação amarelo esverdeado (AE) e amarelo predominante (AP), apresentam maior conteúdo de açúcares redutores.

Açúcares não Redutores

Para o conteúdo de açúcares não redutores houve comportamento similar ao conteúdo de açúcares redutores (Figura 23, 24 e 25), tanto para os tipos de polpa, quanto para os tratamentos. No entanto, observa-se que para os estádios de maturação não houve diferenças significativas no conteúdo desses açúcares.

Açúcares Totais

Os açúcares totais tenderam a apresentar comportamento similar ao conteúdo de açúcares redutores e açúcares não redutores. (Figura 26, 27 e 28)

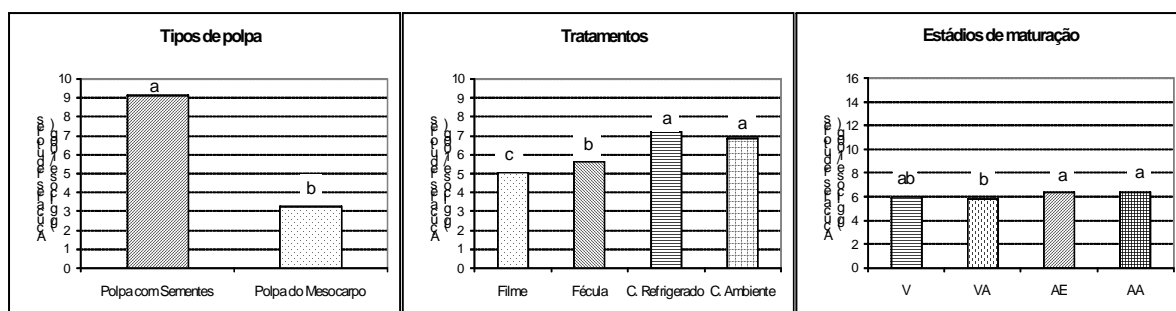


Figura 20: Açúcares redutores de frutos de palma Gigante com relação a polpa externa (PE) e Polpa Interna (PI) (A); com relação ao tratamentos: T1 (Filme PVC), T2 (Fécula de inhame), T3 (Controle refrigerado), e T4 (Controle ambiente) (B) e com relação aos estádios de maturação: verde (V), inicio da pigmentação (IP), verde amarelado (VA) e Amarelo Alaranjado (AA) (C), seguindo-se ao armazenamento sob refrigeração a 12 ± 1 °C e 90 ± 1 % UR.

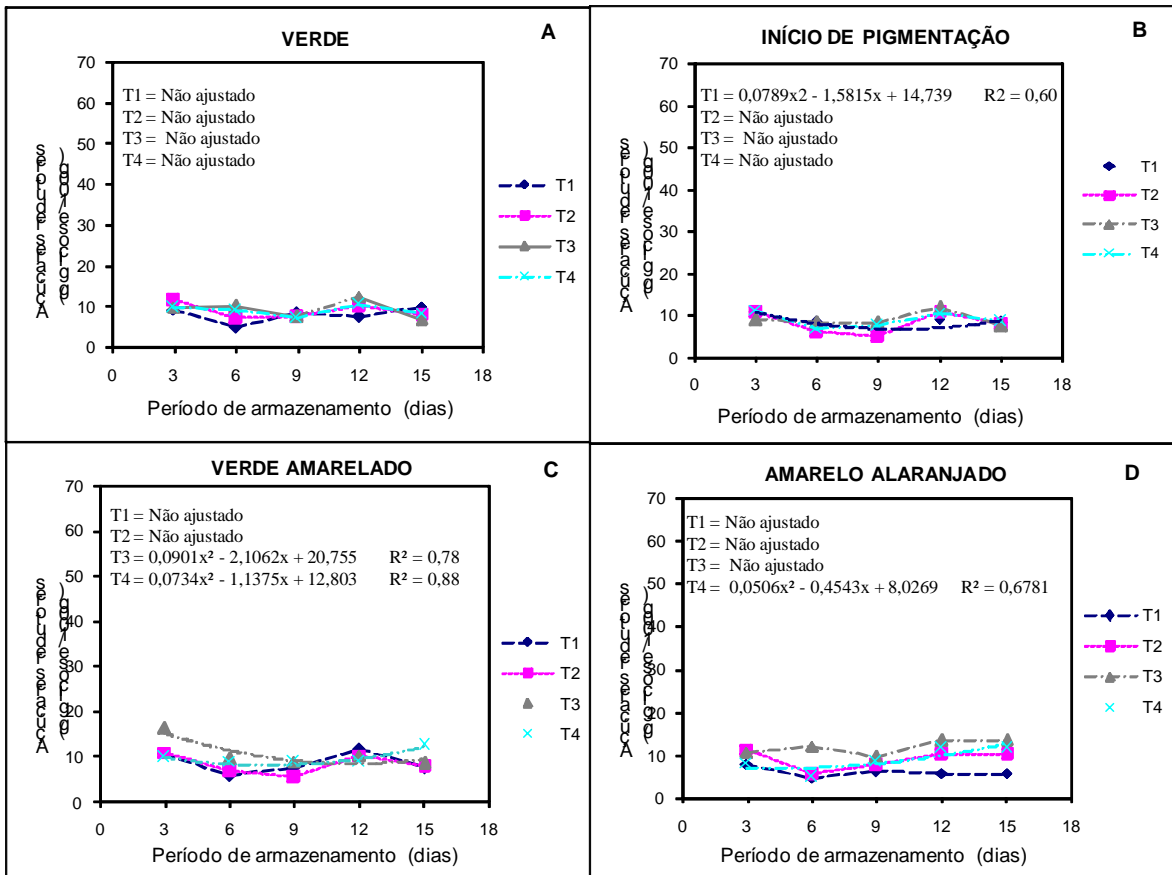


Figura 21: Açúcares redutores da polpa com sementes (PS) de frutos de palma Gigante, colhidos nos estádios de maturação: verde (V), início da pigmentação (IP), verde amarelado (VA) e Amarelo Alaranjado (AA), tratados com filme PVC (T1), Fécula de iname (T2), Controle refrigerado (T3) e Controle ambiente (T4), durante o armazenamento sob refrigeração a $12 \pm 1 \text{ }^\circ\text{C}$ e $90 \pm 1\% \text{ UR}$.

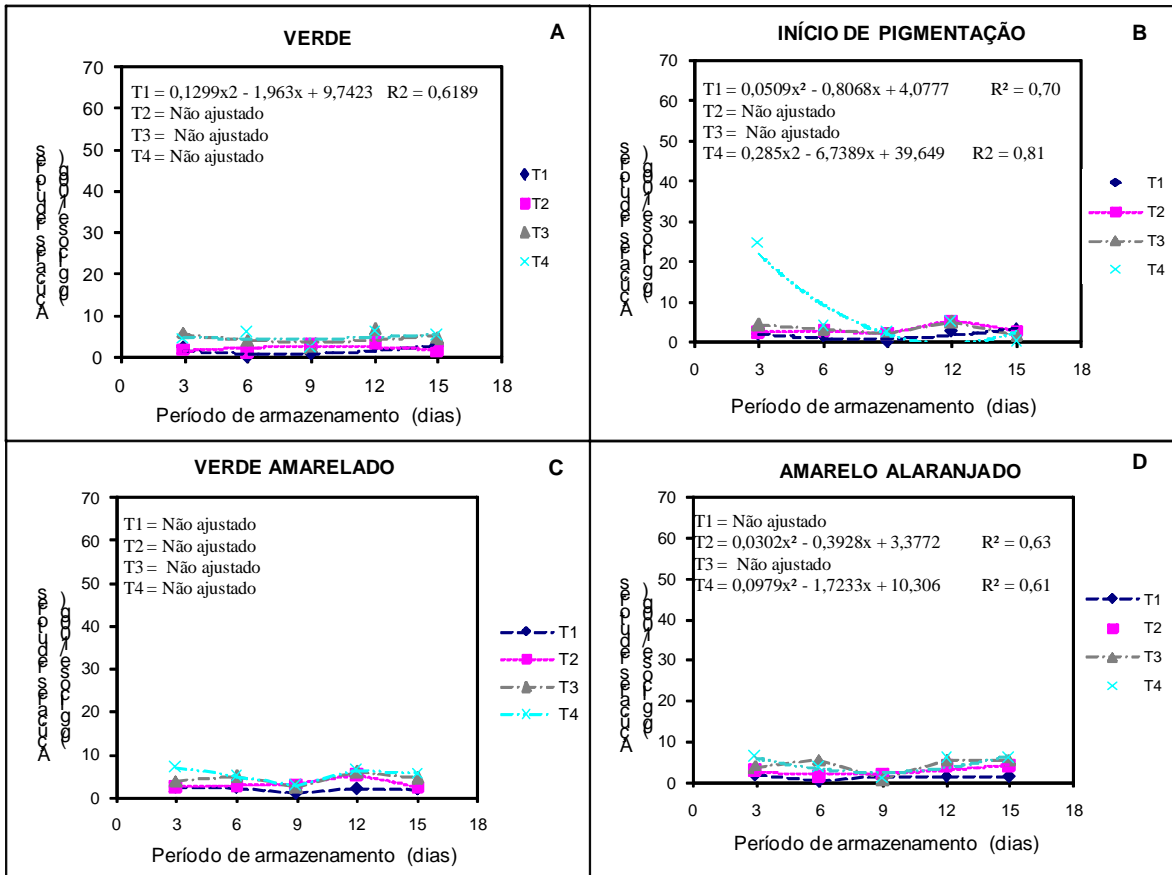


Figura 22: Açúcares redutores da polpa do mesocarpo (PM) de frutos de palma Gigante, colhidos nos estádios de maturação: verde (V), início da pigmentação (IP), verde amarelado (VA) e Amarelo Alaranjado (AA), tratados com filme PVC (T1), Fécula de inhame (T2), Controle refrigerado (T3) e Controle ambiente (T4), durante o armazenamento sob refrigeração a $12 \pm 1 \text{ }^\circ\text{C}$ e $90 \pm 1\% \text{ UR}$.

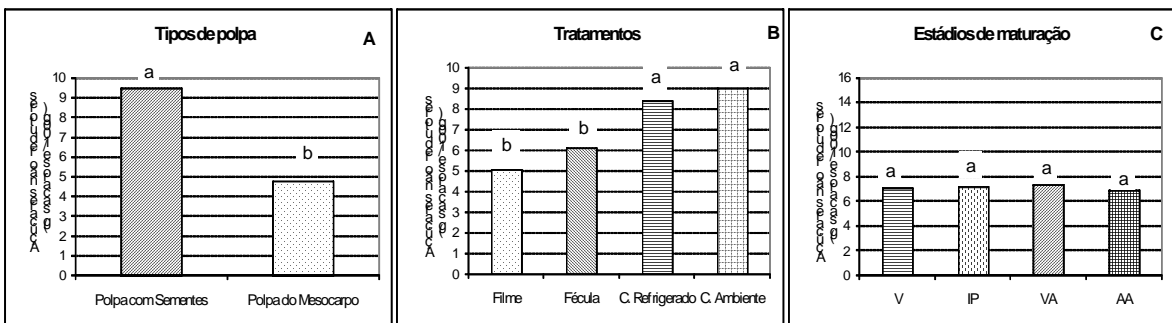


Figura 23: Açúcares não redutores de frutos de palma Gigante com relação a polpa do mesocarpo (PM) e Polpa com sementes (PS) (A); com relação ao tratamentos: T1 (Filme PVC), T2 (Fécula de inhame), T3 (Controle refrigerado), e T4 (Controle ambiente) (B) e com relação aos estádios de maturação: verde (V), início da pigmentação (IP), verde amarelado (VA) e Amarelo Alaranjado (AA) (C), seguindo-se ao armazenamento sob refrigeração a $12 \pm 1 \text{ }^\circ\text{C}$ e $90 \pm 1\% \text{ UR}$.

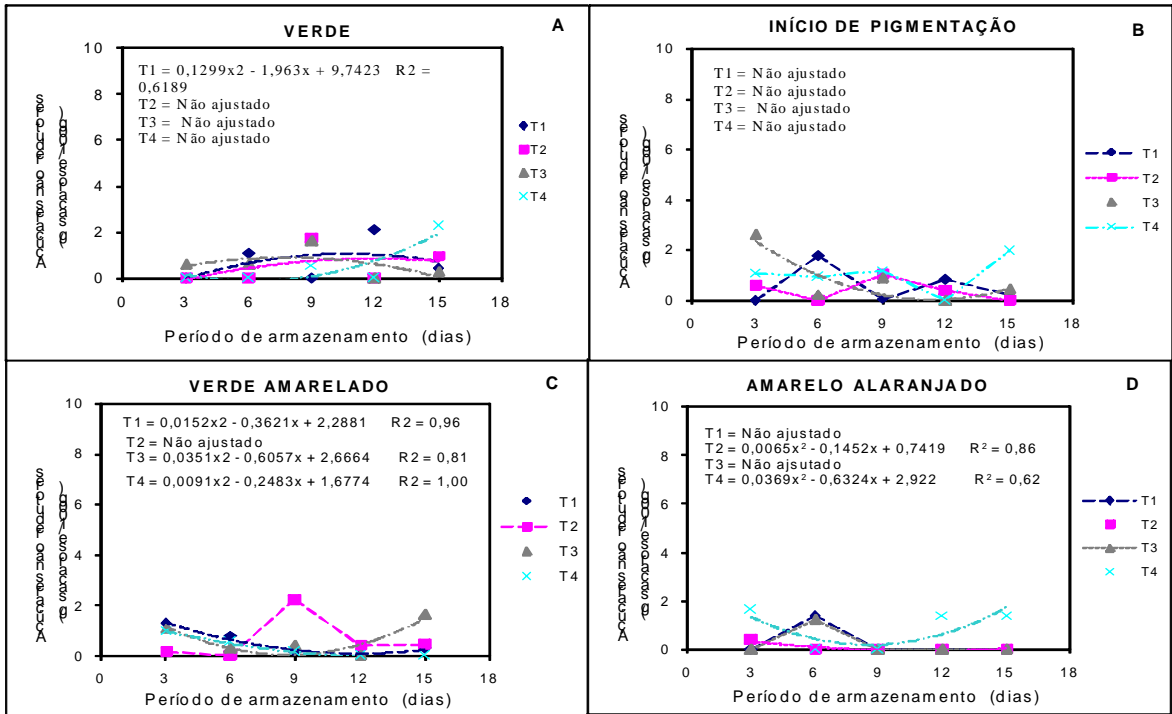


Figura 24: Açúcares não redutores da polpa com sementes (PS) de frutos de palma Gigante, colhidos nos estádios de maturação: verde (V), início da pigmentação (IP), verde amarelado (VA) e Amarelo Alaranjado (AA), tratados com filme PVC (T1), Fécula de inhame (T2), Controle refrigerado (T3) e Controle ambiente (T4), durante o armazenamento sob refrigeração a 12 ± 1 °C e $90 \pm 1\%$ UR.

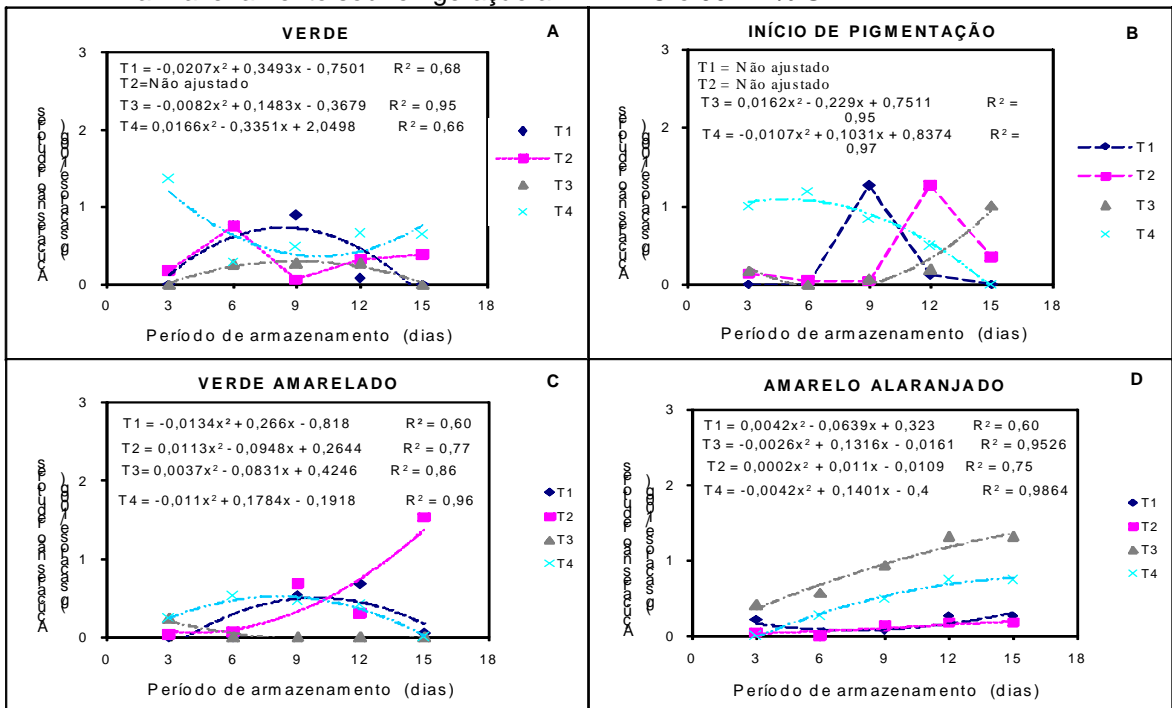


Figura 25: Açúcares não redutores da polpa do mesocarpo (PM) de frutos de palma Gigante, colhidos nos estádios de maturação: verde (V), início da pigmentação (IP), verde amarelado (VA) e Amarelo Alaranjado (AA), tratados com filme PVC (T1), Fécula de inhame (T2), Controle refrigerado (T3) e Controle ambiente (T4), durante o armazenamento sob refrigeração a 12 ± 1 °C e $90 \pm 1\%$ UR.

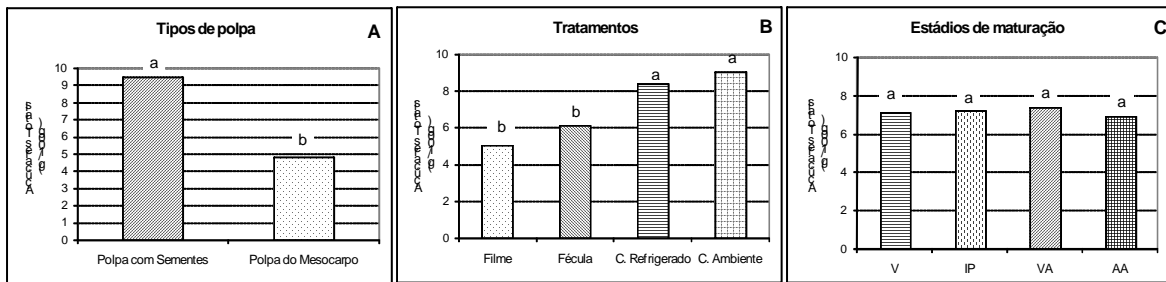


Figura 26: Açúcares totais de frutos de palma Gigante com relação a polpa do mesocarpo (PM) e Polpa com sementes (PS) (A); com relação ao tratamentos: T1 (Filme PVC), T2 (Fécula de inhame), T3 (Controle refrigerado), e T4 (Controle ambiente) (B) e com relação aos estádios de maturação: verde (V), início da pigmentação (IP), verde amarelado (VA) e Amarelo Alaranjado (AA) (C), seguindo-se ao armazenamento sob refrigeração a $12 \pm 1 \text{ }^\circ\text{C}$ e $90 \pm 1\% \text{ UR}$.

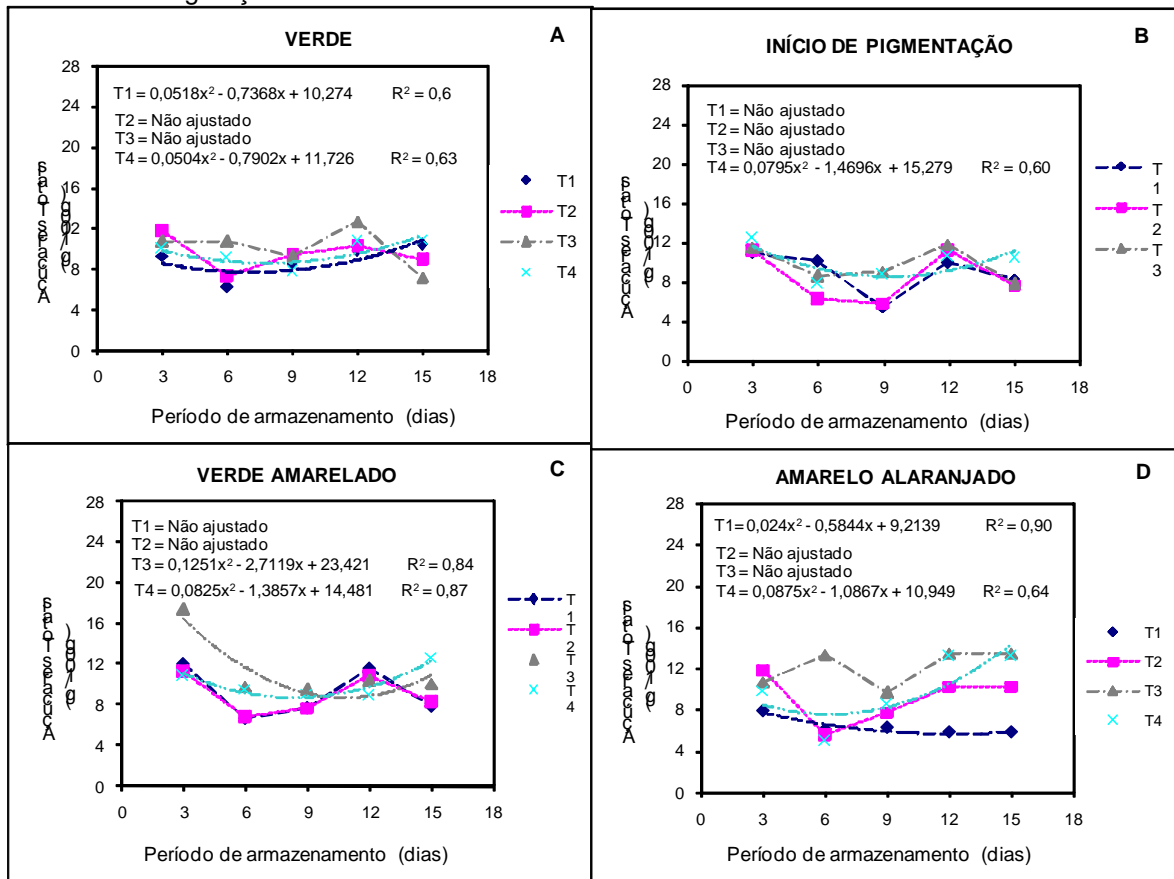


Figura 27: Açúcares Totais polpa com sementes (PS) de frutos de palma Gigante, colhidos nos estádios de maturação: verde (V), início da pigmentação (IP), verde amarelado (VA) e Amarelo Alaranjado (AA), tratados com filme PVC (T1), Fécula de inhame (T2), Controle refrigerado (T3) e Controle ambiente (T4), durante o armazenamento sob refrigeração a $12 \pm 1 \text{ }^\circ\text{C}$ e $90 \pm 1\% \text{ UR}$.

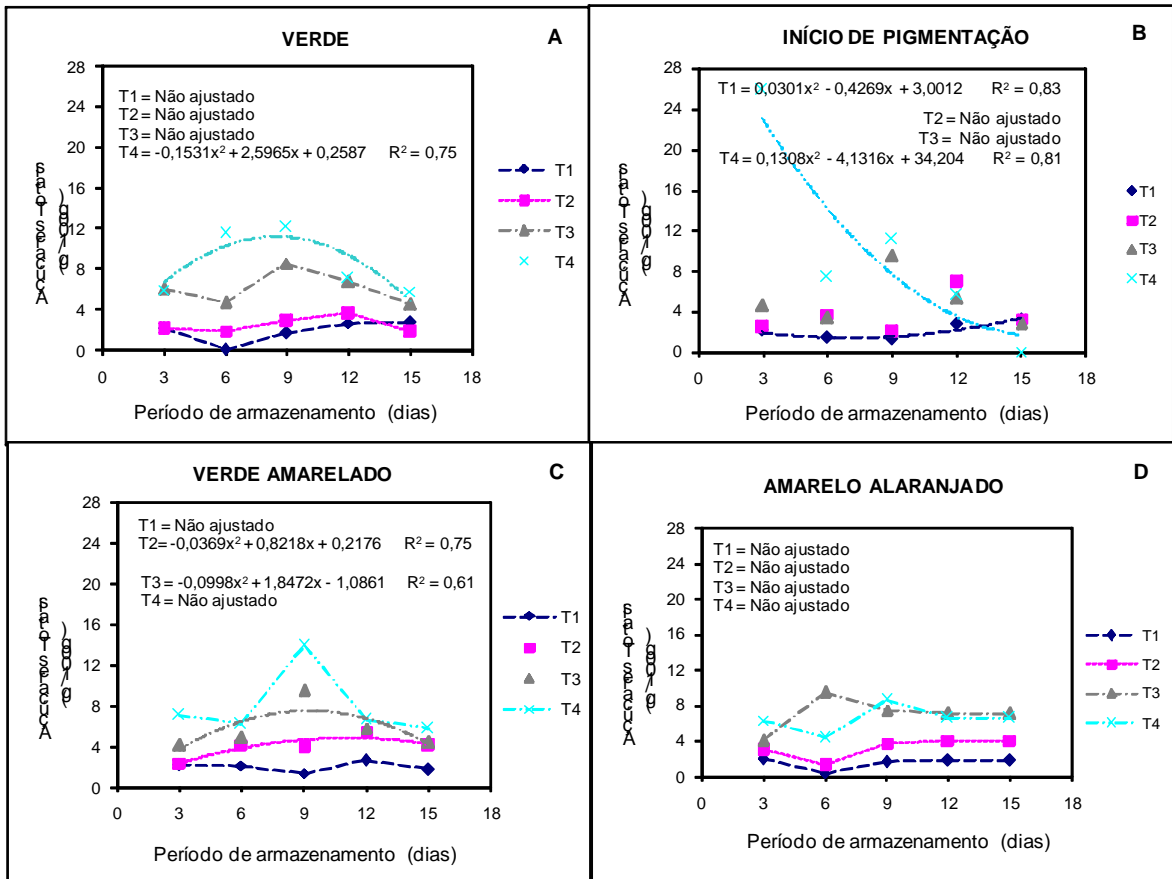


Figura 28: Açúcares Totais da polpa do mesocarpo (PM) de frutos de palma Gigante, colhidos nos estádios de maturação: verde (V), início da pigmentação (IP), verde amarelado (VA) e Amarelo Alaranjado (AA), tratados com filme PVC (T1), Fécula de inhame (T2), Controle refrigerado (T3) e Controle ambiente (T4), durante o armazenamento sob refrigeração a 12 ± 1 °C e $90 \pm 1\%$ UR.

Ácido ascórbico

De forma geral observa-se que o conteúdo de ácido ascórbico apresentou um aumento no início do armazenamento para a polpa com sementes (PS) de frutos de palma tratados ou não com fécula de inhame, envolvidos ou não com filme e armazenados tanto em temperatura ambiente como sob refrigeração (Figura 30), por outro lado para a polpa do mesocarpo (PM), tenderam a decrescer ao longo do período de armazenamento (Figura 31).

A PS apresenta um conteúdo de ácido ascórbico superior em relação a polpa externa, sendo estatisticamente diferentes (Figura 29A)

Frutos de palma apenas armazenados em temperatura ambiente apresentaram valores superiores, sendo diferente estatisticamente dos demais tratamentos, seguido dos tratamentos com fécula de inhame e controle (Figuras 30 e 31).

Em relação aos estádios de maturação, observa-se que os estádios mais maduros apresentam maiores conteúdos de ácido ascórbico, ou seja, ao conteúdo de ácido ascórbico nos frutos de palma aumenta ao passo que a maturação avança, fato que acontece ao contrário com a grande maioria dos frutos tropicais, onde o conteúdo de ácido ascórbico tende a diminuir com o avanço da maturação e com o amadurecimento (Figura 29C).

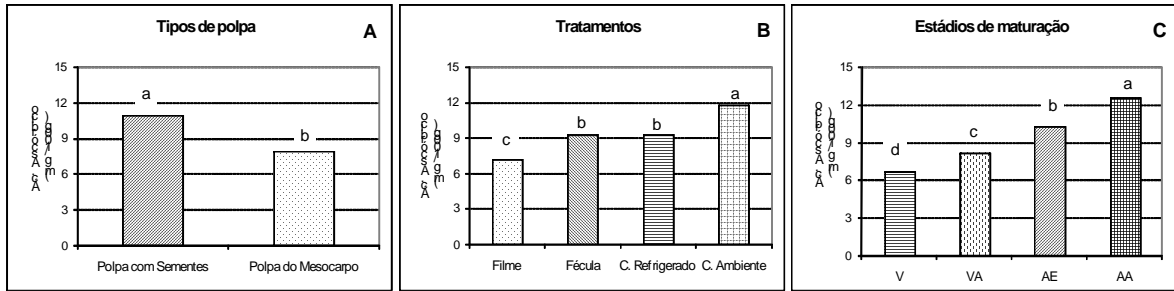


Figura 29: Ácido ascórbico de frutos de palma Gigante com relação a polpa do mesocarpo (PM) e Polpa com sementes (PS) (A); com relação ao tratamentos: T1 (Filme PVC), T2 (Fécula de inhame), T3 (Controle refrigerado), e T4 (Controle ambiente) (B) e com relação aos estádios de maturação: verde (V), início da pigmentação (IP), verde amarelado (VA) e Amarelo Alaranjado (AA) (C), seguindo-se ao armazenamento sob refrigeração a 12 ± 1 °C e $90 \pm 1\%$ UR.

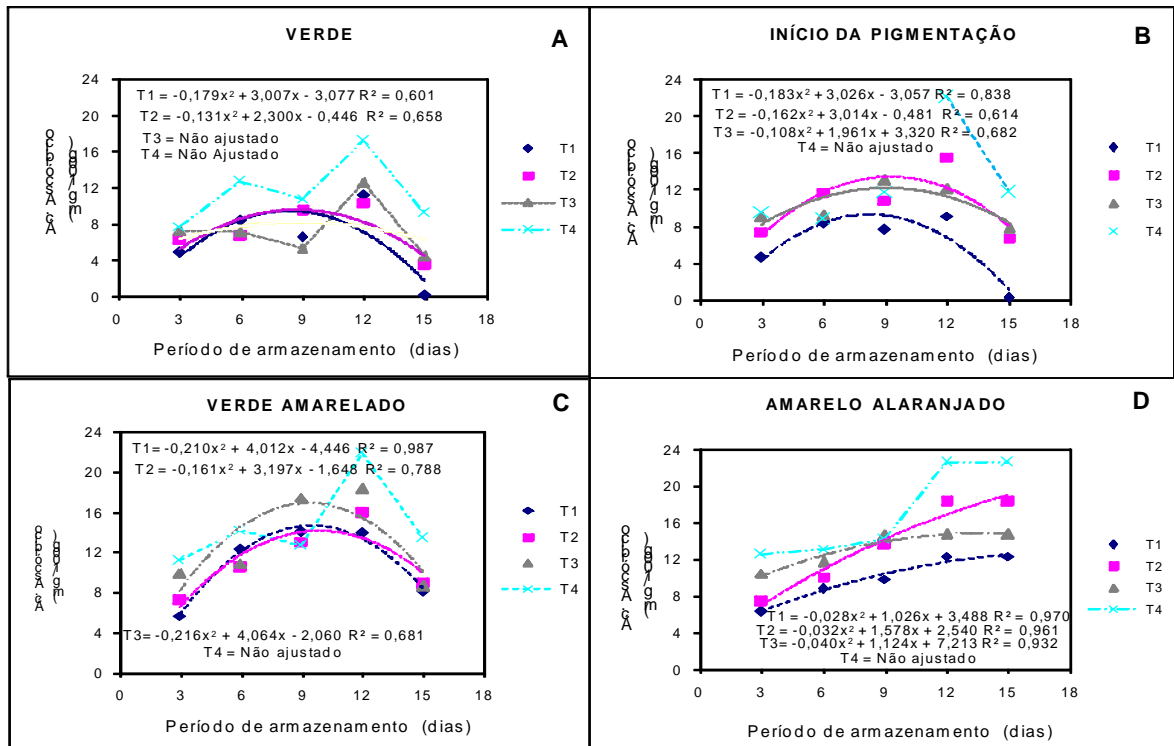


Figura 30: Ácido ascórbico de polpa com sementes (PS) de frutos de palma Gigante, colhidos nos estádios de maturação: verde (V), início da pigmentação (IP), verde amarelado (VA) e Amarelo Alaranjado (AA), tratados com filme PVC (T1), Fécula de inhame (T2), Controle refrigerado (T3) e Controle ambiente (T4), durante o armazenamento sob refrigeração a 12 ± 1 °C e $90 \pm 1\%$ UR.

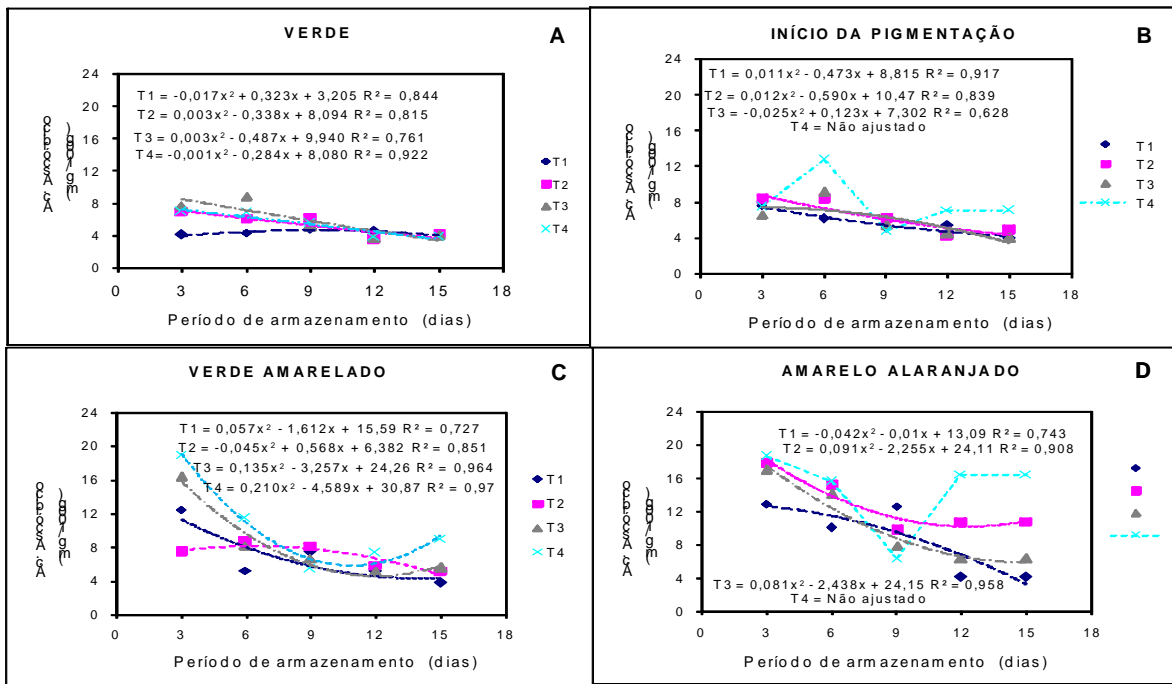


Figura 31: Ácido ascórbico da polpa do mesocarpo (PM) de frutos de palma Gigante, colhidos nos estádios de maturação: verde (V), início da pigmentação (IP), verde amarelado (VA) e Amarelo Alaranjado (AA), tratados com filme PVC (T1), Fécula de inhame (T2), Controle refrigerado (T3) e Controle ambiente (T4), durante o armazenamento sob refrigeração a $12 \pm 1 \text{ }^\circ\text{C}$ e $90 \pm 1\% \text{ UR}$.

4. CONCLUSÕES

1. O uso de fécula contribuiu para a conservação pós-colheita de frutos de palma mantida sob refrigeração;
2. A atmosfera modificada associada a refrigeração, manteve a qualidade dos frutos mais firmes até ao final do armazenamento;
3. A temperatura de 12 °C mostrou-se eficiente para conservação de frutos de palma.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFIAS

ASIF, M.H., NATH, P. Expression of multiple forms of polygalacturonase gene during ripening in banana fruit. **Plant Physiology and Biochemistry**. v. 43, p. 177–184, 2005.

BARBERA, G.; CARIMI, F.; INGLESE, P. Past and present role of the Indian-fig prickly-pear (*Opuntia fícus-indica* (L.) Miller, cactaceae) in the agriculture of Sicily. *Econ. Botany*. 46: 10-22 pp. 1992. apud CANTWELL, 2001. agroecologia e cultivos da palma forrageira. SEBRAE – PB 216 pp. 2001

BEN-YEHOSHUA, S. Transpiration, water stress and gas exchange. In: WEICHMANN, J. **Postharvest physiology of vegetables**, New York: Marcel Dekker, 1987. p.113-170.

BOTREL, N.; ABREU, C. M. P. Colheita, cuidados e fisiologia pós-colheita do abacaxi. Informe Agropecuário, Belo Horizonte, v.17, n. 179, p-33-40, 1994

CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A.B. **Pós-colheita de Frutos e Hortaliças: Fisiologia e Manuseio**. 2ª ed Lavras: ESAL/FAEPE, p. 785, 2005.

CRISOSTO, C.H., JOHNSON, R.S.; DEJONG, T. Orchard factors affecting postharvest stone fruit quality. **HortScience**, California, v.32, n.5, p.820-823, 1997.

GONZÁLEZ, R. G.; MORALES, T. O.; OLIVARES, E. S.; ARANDA, J. R.; GALLEGOS, C. V. Conservación de una variedad de tuna (Burróna) bajo diferentes manejos poscosecha. *Ciencia Uanl*, v.4, n. 3, julio - setembro 2001

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz**. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 385 p., 1985.

KAYS, S. J. **Postharvest physiology of perishable plant products**. Exon Press, Athens, 531 p., 1997.

LENINGER, A. L. Princípios de bioquímica. São Paulo, Ed. Sérvier, 8ª impressão, **1993**, 725

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

PANTASTICO, E. R. B. **Postharvest physiology, handling and utilization of tropical and subtropical fruit and vegetables**. Wesport: The AVI Publishing Co, Inc. p. 1-67, 1984.

SALUNKHE, D. K.; Wu, M. T. Developments in technology of storage and handling of fresh fruits and vegetables. **CRE Critical Reviews in Food Technology**, Boca Raton. v.5, n.1, p.15-54, apr. 1974.

SENER, S.D.; CHAPMAN, G.W.; FORBUS, W.R.; PAYNE, J.A. Sugar and non-volatile acid composition of persimmons during maturation. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 56, p. 989-991, 1992.

SILVA, M.S.; SANTOS, E.C.; SANTOS, A.F.; SILVEIRA, I.R.S; MENDONÇA, R.M.N.; ALVES, R.E. Influence of 1-Methylcycloprene on postharvest conservation of different mango cultivars. **Acta Horticultural**, v. 678. p. 667-670. 2004.

SOUZA, J.P. de; PRAÇA, E.F.; ALVES, R.E.; NETO, F.B.; DANTAS, F.F. Influência do armazenamento refrigerado em associação com atmosfera modificada por filmes plásticos na qualidade de mangas 'Tommy Atkins'. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.24, n.3, p.665-668, 2002.

TUCKER, G.A. Introduction. In: SEYMOUR, G.B; TAYLOR, J.E.; TUCKER, G.A. **Biochemistry of fruit ripening**. London: Chapman e Hall, cap.1, p. 2-51, 1993

WILLS, R.; McGLASSON, B.; GRAHAM, D.; JOYCE, D. **Postharvest**: an introduction to the physiology & handling of fruit, vegetables & ornamentals. 4th ed. Wallingford: New South Wales University Press, 1998. 262p.

WOLFF, I. A.; DAVIS, H. A.; CLUSKEY, J. E.; GUNDRUM, L. J.; RIST, C. E. Preparation of films from amylase. *Ind. Eng. Chem.*, v. 43, p. 915, 1951

YAMASHITA, F.; MIGLIORANZA, L.H. da S.; MIRANDA, L. de A.; SOUZA, C.M. de A. Effects of packaging and temperature on postharvest of atemoya. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.24, n.3, p.658-660, 2002.

Livros Grátis

(<http://www.livrosgratis.com.br>)

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

[Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE](#)

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

[Baixar livros de Literatura](#)
[Baixar livros de Literatura de Cordel](#)
[Baixar livros de Literatura Infantil](#)
[Baixar livros de Matemática](#)
[Baixar livros de Medicina](#)
[Baixar livros de Medicina Veterinária](#)
[Baixar livros de Meio Ambiente](#)
[Baixar livros de Meteorologia](#)
[Baixar Monografias e TCC](#)
[Baixar livros Multidisciplinar](#)
[Baixar livros de Música](#)
[Baixar livros de Psicologia](#)
[Baixar livros de Química](#)
[Baixar livros de Saúde Coletiva](#)
[Baixar livros de Serviço Social](#)
[Baixar livros de Sociologia](#)
[Baixar livros de Teologia](#)
[Baixar livros de Trabalho](#)
[Baixar livros de Turismo](#)