

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
DEPARTAMENTO DE FITOTECNIA
CURSO DE MESTRADO EM AGRONOMIA/FITOTECNIA**

VLAYRTON TOMÉ MACIEL

**CARACTERIZAÇÃO FÍSICA, FÍSICO-QUÍMICA E ENZIMÁTICA DE FRUTOS DE
SEIS CULTIVARES DE COQUEIRO ANÃO EM DIFERENTES ESTÁDIOS DE
DESENVOLVIMENTO**

FORTALEZA – CE

2008

VLAYRTON TOMÉ MACIEL

**CARACTERIZAÇÃO FÍSICA, FÍSICO-QUÍMICA E ENZIMÁTICA DE FRUTOS DE
SEIS CULTIVARES DE COQUEIRO ANÃO EM DIFERENTES ESTÁDIOS DE
DESENVOLVIMENTO**

Dissertação apresentada à Universidade Federal do Ceará como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agronomia, área de concentração Fitotecnia, para a obtenção do título de Mestre em Agronomia.

**ORIENTADOR:
ENÉAS GOMES FILHO**

FORTALEZA – CE

2008

Dissertação submetida à Coordenação do Curso de Pós-Graduação em Fitotecnia da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para a obtenção do grau de Mestre em Agronomia na Área de concentração em Fisiologia e Bioquímica Vegetal

Aprovada em 15 de fevereiro de 2008

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Enéas Gomes Filho (Orientador)
Universidade Federal do Ceará

Pesq. Dr. Ricardo Elesbão Alves (Co-Orientador)
Embrapa Agroindústria Tropical

Pesq. Dr. Humberto Umbelino de Sousa (Conselheiro)
Embrapa Meio Norte

Pesq. Dr. Joaquim Enéas Filho (Conselheiro)
Universidade Federal do Ceará

A Deus, ao meu pai José Airton Maciel,
à minha mãe Maria Elenita Tomé Maciel e a todos aqueles
que ajudaram na colaboração deste trabalho.

AGRADECIMENTOS

Muitas foram às pessoas que, direta ou indiretamente, contribuíram para a realização deste trabalho. Em especial gostaria de agradecer:

A minha família por ter acreditado e apoiado que este sonho seria possível

Ao Dr Ricardo Elesbão, por acreditar na minha capacidade, valorizar o meu trabalho e contribuir para o meu crescimento pessoal e profissional e também pelo o auxílio, atenção e amizade.

Ao professor Enéas Gomes Filho, que foi mais que um orientador, desempenhado em certas situações papel de pai e amigo.

Ao Dr Humberto Umbelino da Silva pesquisador da Embrapa Meio-Norte por ter contribuído durante todas as etapas desse trabalho.

Aos professores que fazem parte do corpo docente do curso de Mestrado em Fitotecnia, em especial ao Dr. Joaquim Enéas Filho por ter contribuído bastante na minha formação e também por ter aceitado ser conselheiro dessa dissertação.

A Josy e sua família, pelo companheirismo e ajuda durante todos estes anos, tendo influenciado diretamente na execução desse estudo, pois sem os mesmos seria praticamente impossível este meu momento de realização pessoal, tenho o prazer de dividir esta conquista com a Josy, pois tenho consciência que foi uma vitória nossa, sendo o reflexo da ajuda de uma pessoa determinada e inteligente, na qual sempre terei o maior carinho e admiração, por tudo que vivemos e conquistamos juntos.

Ao amigo Dr. Carlos Farley Herbster Moura pela ajuda incondicional em todos os momentos do trabalho e a sua amizade verdadeira.

Ao amigo Adriano pela boa convivência durante todos estes anos na Embrapa, e pela sua ajuda durante a minha formação dentro da Empresa.

A Márcia pela ajuda incondicional em todos os momentos que passei na Embrapa, e pelo apoio e incentivo durante os concursos que prestei.

Aos Amigos que fiz no Laboratório de Pós-Colheita, Deuzenir, Melissa, Robson, Marcela, Paolo, Eliardo, Josy (preta), Elizeu, Palevi, Elizângela, Amabélia, Ligia, Rafaela, Socorro, Alaís, Jalmir, Delane, Kelina, Tatiana, Ovídio e os demais bolsistas e estagiários da Embrapa pela ajuda nas análises e pela excelente convivência que temos até hoje.

Aos alunos do Laboratório de Fisiologia Vegetal do Departamento de Bioquímica, Eduardo, Elton, Thalita, Franklin, Ayala. Pelo auxílio na realização das análises bioquímicas.

Aos colegas do curso de pós-graduação: Jefte, Herbert, Michela, Conceição, Elivan, Alexandre, Janser, Ciro, Fábio, Junior, Ana Lúcia, Rachel, pelos bons momentos de convivência que passamos juntos.

Aos meus grandes amigos Thiago, Rachel, Diego, Cibele, Renato, Sérgio, Márcio, Armando, Marcelo, Paulo, Alexandre, Eliézer, Junior, pois todos de alguma maneira contribuíram para a realização dessa conquista.

CARACTERIZAÇÃO FÍSICA, FÍSICO-QUÍMICA E ENZIMÁTICA DE FRUTOS DE SEIS CULTIVARES DE COQUEIRO ANÃO EM DIFERENTES ESTÁDIOS DE DESENVOLVIMENTO

RESUMO

O presente trabalho objetivou caracterizar as alterações físicas nos frutos e físico-químicas, enzimáticas e sensoriais na água de coco de seis cultivares de coqueiro anão em sete estádios de desenvolvimento. As cultivares analisadas foram: Anão Verde de Jequi (AVeJ), Anão Amarelo de Gramame (AAG), Anão Amarelo da Malásia (AAM), Anão Vermelho de Camarões (AVC), Anão Vermelho da Malásia (AVM), sendo os frutos colhidos em um campo experimental da Embrapa Meio Norte (Parnaíba, PI) nos seguintes estádios de desenvolvimento: 126, 147, 168, 189, 210, 231, 252 dias após a abertura da inflorescência. Logo após a colheita, os frutos foram conduzidos para o laboratório de Fisiologia e Tecnologia de Pós-colheita na Embrapa Agroindústria Tropical, em Fortaleza, Ceará, onde foram feitas as análises físicas e físico-químicas. Parte das amostras foram armazenadas a -85°C e, em seguida, transportadas para o Laboratório de Fisiologia Vegetal, do Departamento de Bioquímica e Biologia Molecular da Universidade Federal do Ceará, onde foram feitas as análises enzimáticas. O experimento seguiu um delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial do tipo 6 x 7. Foram feitas as caracterizações físicas individuais dos frutos (massa, comprimento maior, diâmetro, volume da água e cor da casca), e em seguida, as avaliações físico-químicas da água de coco: sólidos solúveis totais (SS), açúcares solúveis totais (AST) e redutores (AR), acidez total titulável (ATT), relação SS/ATT, pH, turbidez e proteína). Foram, também, avaliadas as atividades das enzimas que oxidam fenóis [polifenoloxidase (PFO) e peroxidase específica para o guaiacol (G-POD)], bem como aquelas do ciclo do ascorbato-glutationa [dismutase do superóxido (SOD), catalase (CAT) e peroxidase do ascorbato (APX)], sendo também determinados alguns atributos sensoriais da água de coco. Os resultados deste experimento mostraram que as cultivares AVM, AAG e AAM, podem ser exploradas comercialmente, devido às qualidade físicas e físico-químicas que apresentaram. Pode-se concluir também que, independente da cultivar, o melhor período para colheita encontra-se na faixa de 189 a 210 dias de desenvolvimento dos frutos, pois nesse período as cultivares analisadas apresentaram os melhores atributos de qualidade. Não foi detectada atividade da G-POD na água de coco de nenhuma das cultivares. A atividade da SOD na água de coco aumentou nos estádios iniciais de desenvolvimento dos frutos de todas as cultivares, destacando-se as cultivares AVG e AVeJ como as que apresentaram maiores atividades dessa enzima. A CAT mostrou-se a principal enzima eliminadora de peróxido de hidrogênio da água de coco e sua atividade variou muito com o desenvolvimento dos frutos e também entre as cultivares.

ABSTRACT

PHYSICAL PHISIC-CHEMICAL, AND ENZIMATIC CHARACTERIZATION OF FRUITS OF SIX DWARF COCONUT CULTIVARS AT DIFFERENT STAGES OF DEVELOPMENT

This study aimed at characterizing in fruit and physico-chemical, and sensory enzyme in the coconut water the of six dwarf coconut cultivars at seven stages of development. The studied cultivars were: Green dwarf from Jequi (GDJ), yellow dwarf from Gramame (YDG), yellow dwarf from Malaysia (YDM), Red dwarf from Cameroon (YDC), Red dwarf from Malaysia (RDM), Red dwarf from Gramame (RDG). Fruits were harvested from an experimental field, Embrapa Meio Norte (Parnaíba city, Piauí State), at the following stages of development: 126, 147, 168, 189, 210, 231, and 252 days after the opening of the inflorescences. Upon harvest, fruits were taken to the Laboratory of Postharvest physiology and technology at Embrapa Agroindústria Tropical, located in Fortaleza, Ceará, where the physical and physico-chemical analyses were performed. Part of the samples were stored at -85°C and then transported to the Laboratory of Plant Physiology, Biochemistry and Molecular Biology Department from The Federal University of Ceará, where the enzymatic study was conducted. The experimental design was a completely randomized one in a factorial scheme 6×7 . First physical characterization (mass, length, diameter, water volume, and color of the shell) was individually performed for each fruit, then the physico-chemical analyses of coconut water: total soluble solids (TSS), total soluble sugar (TSSu), reducing sugars (RS), total titratable acidity (TTA), sugar to acid ratio (TSS/TTA), pH, turbidity, and protein. It was also evaluated the activities of enzymes that oxidize phenols [polyphenoloxidase (PPO) and peroxidase specific for the guaiacol (G-POD)], as well as those of the cycle of ascorbate-glutathione [superoxide dismutase (SOD), catalase (CAT) and the ascorbate peroxidase (APX)]. Moreover some of the sensory aspects of the water were evaluated. The results showed that the YDR, YDG, and RDG may be commercially exploited, due to their physical and physico-chemical characteristics. It was also concluded that, the best time for harvesting is somewhat between 189 to 210 days after fruit developed set, since right at this time the studied cultivars presented the best quality attributes. There was detected activity of G-POD in the coconut water from any of the cultivars. The activity of SOD in the coconut water increased in the early stages of development of the fruits of all the cultivars, such as RDG and YDG cultivars such as those that showed higher enzyme activity. A CAT proved to be the main enzyme eliminating of hydrogen peroxide of coconut water and its activity varied greatly in the development of the fruit and also between the cultivars.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Ciclo do ascorbato-gluatínona.....	34
Figura 2 - Cultivares de coqueiro Anão no campo experimental da Embrapa Meio -Norte.....	35
Figura 3 - Mapa da localização do campo experimental na cidade de Parnaíba-PI (IBGE, 2007).	36
Figura 4 - Globo de cores que representam os parâmetros L*, a*e b*.....	38
Figura 5 - Representação das estruturas que foram perfuradas para retirada água dos frutos.	41
Figura 6 - Processo de retirada da água do coco sem contato com o mesocarpo dos frutos.....	41
Figura 7 - Ficha de análise sensorial para a água de coco das seis cultivares estudadas.....	44
Figura 8 – Massa fresca dos frutos de seis cultivares de coqueiro Anão dos 126 aos 252 dias de desenvolvimento	46
Figura 9 - Volume de água no fruto de seis cultivares de coqueiro Anão dos 126 aos 252 dias de desenvolvimento.....	48
Figura 10 - Comprimento dos frutos de seis cultivares de coqueiro Anão dos 126 aos 252 dias de desenvolvimento.....	50
Figura 11 - Diâmetro dos frutos de seis cultivares de coqueiro Anão.....	52
Figura 12 – Luminosidade (A), parâmetro a (B) e parâmetro b (C) da cor da casca dos frutos de seis cultivares de coqueiro Anão	54
Figura 13 - Turbidez da água de coco de seis cultivares de coqueiro Anão dos 126 aos 252 dias de desenvolvimento.....	56
Figura 14 - Sólidos solúveis da água de coco de seis cultivares de coqueiro Anão dos 126 aos 252 dias de desenvolvimento.....	58
Figura 15 - Potencial hidrogeniônico (pH) da água de coco de seis cultivares de coqueiro Anão dos 126 aos 252 dias de desenvolvimento.	60
Figura 16 - Acidez total titulável da água de coco de seis cultivares de coqueiro Anão dos 126 aos 252 dias de desenvolvimento.....	62
Figura 17 - Relação sólidos solúveis /acidez total titulável (SS/ATT) da água de coco de seis cultivares de coqueiro Anão dos 126 aos 252 dias de desenvolvimento.	64
Figura 18 - Açúcares solúveis totais da água de coco de seis cultivares de coqueiro Anão dos 126 aos 252 dias de desenvolvimento.....	66

Figura 19 – Teores de açúcares redutores (%) da água de coco de seis cultivares de coqueiro Anão dos 126 aos 252 dias de desenvolvimento.	69
Figura 20 - Teores de proteína na água de coco de seis cultivares de coqueiro Anão dos 126 aos 252 dias de desenvolvimento.....	71
Figura 21 - Atividade da polifenoloxidase (PFO) na água de coco de seis cultivares de coqueiro Anão dos 126 aos 252 dias de desenvolvimento.	73
Figura 22 - Atividade da dismutase do superóxido (SOD) na água de coco de seis cultivares de coqueiro Anão dos 126 aos 252 dias de desenvolvimento.....	76
Figura 23 - Atividade da catalase (CAT) na água de coco de seis cultivares de coqueiro Anão (AVG, AAG, AAM, AVC, AVM e AVeJ) dos 126 aos 252 dias de desenvolvimento.....	78
Figura 24 - Atividade da peroxidase do ascorbato (APX) na água de coco de seis cultivares de coqueiro Anão..	81
Figura 25 - Aceitação global da água de coco de seis cultivares de coqueiro Anão dos 126 aos 252 dias de desenvolvimento.....	83
Figura 26 - Turbidez da água de coco de seis cultivares de coqueiro Anão dos 126 aos 252 dias de desenvolvimento.....	85
Figura 27 - Doçura da água de coco de seis cultivares de coqueiro Anão dos 126 aos 252 dias de desenvolvimento.....	86
Figura 28 - Sabor da água de coco de seis cultivares de coqueiro Anão dos 126 aos 252 dias de desenvolvimento.	88

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Valores médios da massa (kg) dos cocos de seis cultivares de coqueiro Anão em diferentes estádios de desenvolvimento.....	47
Tabela 2 – Valores médios de volume (mL) da água de coco de seis cultivares de coqueiro Anão em diferentes estádios de desenvolvimento.....	49
Tabela 3 – Valores médios de comprimento dos frutos (mm) de seis cultivares de coqueiro Anão em diferentes estádios de desenvolvimento.....	51
Tabela 4 - Valores médios de turbidez (NTU) de seis cultivares de coqueiro Anão em diferentes estádios de desenvolvimento.....	55
Tabela 5 – Valores médios de sólidos solúveis (%) de seis cultivares de coqueiro Anão em diferentes estádios de desenvolvimento.....	57
Tabela 6 - Valores médios de pH de seis cultivares de coqueiro Anão em diferentes estádios de desenvolvimento.	59
Tabela 7 - Valores médios de acidez total titulável (% de ácido málico) de seis cultivares de coqueiro Anão em diferentes estádios de desenvolvimento.	63
Tabela 8 - Valores médios da relação sólidos solúveis totais/acidez total titulável (SS/ATT) de seis cultivares de coqueiro Anão em diferentes estádios de desenvolvimento.	65
Tabela 9 - Valores médios de açúcares solúveis totais (%) de seis cultivares de coqueiro Anão em diferentes estádios de desenvolvimento.....	67
Tabela 10 - Valores médios de açúcares redutores (%) de seis cultivares de coqueiro Anão em diferentes estádios de desenvolvimento.....	70
Tabela 11 – Valores médios de proteína ($\mu\text{g mL}^{-1}$) de seis cultivares de coqueiro Anão em diferentes estádios de desenvolvimento.....	72
Tabela 12 – Valores médios da atividade da PFO ($\text{UA mL}^{-1} \text{ min}^{-1}$) na água coco de seis cultivares de coqueiro Anão em diferentes estádios de desenvolvimento.	74
Tabela 13 – Valores médios da atividade da SOD ($\text{UA } \mu\text{g}^{-1} \text{ Prot}$) na água de coco de seis cultivares de coqueiro Anão em diferentes estádios de desenvolvimento.	77
Tabela 14 – Valores médios de atividade da CAT ($\mu\text{mol H}_2\text{O}_2 \mu\text{g}^{-1} \text{ Prot. min}^{-1}$) na água de coco de seis cultivares de coqueiro Anão em diferentes estádios de desenvolvimento.....	79
Tabela 15 - Resumo das análises de variâncias com relação às análises físicas dos frutos das cultivares de coqueiro Anão em diferentes estádios de desenvolvimento.	99
Tabela 16 - Resumo das análises de variâncias com relação às análises físico-químicas da água de coco das cultivares de coqueiro Anão em diferentes estádios de desenvolvimento dos frutos.....	100
Tabela 17 - Resumo das análises de variâncias das atividades das enzimas polifenoloxidase (PFO), peroxidase do ascorbato (APX), da catalase (CAT) e da dismutase superóxido (SOD) na água de coco das cultivares de coqueiro Anão em diferentes estádios de desenvolvimento dos frutos.	101
Tabela 18 – Resumo das análises de variâncias da análise sensorial quanto à aceitação, doçura, sabor e turbidez da água de coco das cultivares de coqueiro Anão em diferentes estádios de desenvolvimento dos frutos.....	102

SUMÁRIO

AGRADECIMENTOS.....	6
ABSTRACT.....	8
1. INTRODUÇÃO.....	14
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	17
2.1. Classificação botânica e características gerais do coqueiro.....	17
2.2. Origem e distribuição do coqueiro.....	17
2.3. Variedades e cultivares de coqueiro.....	18
2.3.1. Variedade gigante.....	18
2.3.2. Coqueiro híbrido.....	19
2.3.3. Variedade anã.....	19
2.3.4. Anão Verde.....	20
2.3.5. Anão Amarelo.....	20
2.3.6. Anão Vermelho.....	21
2.3.7. Anão Vermelho da Malásia.....	21
2.3.8. Anão Vermelho de Camarões.....	22
2.4. Melhoramento do coqueiro.....	22
2.5. Qualidade dos frutos e ponto ideal de colheita.....	23
2.6. Mercado da água de coco.....	24
2.7. A água de coco.....	25
2.8. Mudanças físicas durante o desenvolvimento dos frutos de coqueiro Anão.....	27
2.9. Mudanças físico-químicas durante o desenvolvimento dos frutos de coqueiro.....	27
2.9.1. Sólidos solúveis.....	27
2.9.2. Açúcares.....	28
2.9.3. Acidez total titulável e pH.....	29
2.9.4. Turbidez.....	29
2.10. Análise sensorial.....	29
2.11. Atividade enzimática.....	30
2.11.1. Enzimas oxidativas de fenóis.....	30
2.11.2. Enzimas antioxidativas.....	32
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	35
3.1. Cultivares de coqueiro utilizadas no experimento.....	35
3.2. Procedência e instalação do experimento.....	36
3.3. Delineamento experimental.....	37
3.4. Análises físicas dos frutos.....	37
3.4.1. Massa.....	37
3.4.2. Volume de água.....	37
3.4.3. Comprimento e diâmetro dos frutos.....	38
3.4.4. Cor da casca.....	38
3.5. Análises físico-químicas da água de coco.....	39
3.5.1. Turbidez.....	39
3.5.2. Sólidos solúveis.....	39

3.5.3. pH	39
3.5.4. Acidez total titulável	39
3.5.5. Relação SS/ATT	39
3.5.6. Determinação de açúcares solúveis totais.....	40
3.5.7. Determinação de açúcares redutores	40
3.5.8. Teor de proteínas solúveis	40
3.6. Análises enzimáticas da água de coco.....	41
3.6.1. Atividade da polifenoloxidase	42
3.6.2. Atividade da peroxidase do guaicol	42
3.6.3. Atividade da dismutase do superóxido.....	42
3.6.4. Atividade da catalase.....	43
3.6.5. Atividade da peroxidase do ascorbato.....	43
3.7. Análise sensorial.....	43
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	45
4.1.Características físicas dos frutos.....	45
4.1.1. Massa	45
4.1.2. Volume.....	47
4.1.3. Comprimento e diâmetro.....	49
4.1.4. Cor da casca.....	53
4.2. Análises físico-químicas da água de coco	55
4.2.1. Turbidez	55
4.2.2. Sólidos solúveis	57
4.2.3. pH	59
4.2.4. Acidez total titulável	61
4.2.5. Relação SS/ATT	63
4.2.6. Açúcares solúveis totais	65
4.2.7. Açúcares redutores.....	68
4.2.8. Proteína	70
4.3. Atividade enzimática da água de coco	72
4.3.1. Polifenoloxidase	72
4.3.2. Peroxidase do guaiacol.....	74
4.3.3. Dismutase do superóxido	75
4.3.4. Catalase.....	77
4.3.5. Peroxidase do ascorbato.....	80
4.4. Análise sensorial.....	82
5. CONCLUSÕES.....	89
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	90

1. INTRODUÇÃO

O mercado do "coco verde" vem crescendo gradativamente no Brasil, embora a perspectiva de exportação desse produto para atender a demanda por água de coco durante o verão europeu desponte como uma nova alternativa capaz de garantir a rentabilidade da cultura ao longo do ano. A água de coco engarrafada é a forma mais adequada para a exportação, porém, os consumidores demonstram maior preferência quando no estado in natura, isto é, para consumo diretamente no coco (ASSIS et al., 2000).

Para atender a demanda, os produtores precisam aprimorar o sistema de cultivo para obter frutos de melhor qualidade. Uma das características básicas para a obtenção dessa qualidade é a identificação do ponto ideal de colheita. Poucos estudos foram desenvolvidos para identificar o melhor estágio de colheita, sendo o método cronológico o mais empregado (ASSIS et al., 2000). Os produtores se baseiam no número de cachos emitidos, de modo que quando a planta forma o nono cacho aquele mais antigo é então colhido. Todavia, nem todos os produtores seguem a mesma regra, o que justifica o desenvolvimento de mais pesquisas para a identificação do estágio ideal para a colheita. Rosa e Abreu (2000) observaram que, quando os frutos atingem o maior volume de água, o que ocorre em torno de 6 a 7 meses após a abertura da espata, o teor de açúcares redutores é máximo, sendo então o momento ideal para a colheita. Outros parâmetros, como a quantidade de minerais e o teor de gorduras podem também auxiliar na identificação do ponto de colheita (JAYALEKSHMY et al., 1986).

Atualmente, no Brasil, estima-se a existência de uma área plantada de coqueiro de, aproximadamente, 300 mil hectares, a qual é composta pelas cultivares gigante, anã e híbrida. Ressalte-se, no entanto, que somente cerca de 10% dessa área são ocupadas com coqueiro anão, predominando a cultivar Verde (RIBEIRO et al., 2002). A variedade Anã é composta das cultivares Verde, Amarela e Vermelha, todavia as últimas não são exploradas para a produção de água de coco (ARAGÃO et al., 2002). Os consumidores de água de coco associam estas ao coco anão Verde em um estágio de maturação avançado, havendo assim uma resistência ao consumo destes na forma in natura (ARAGÃO et al., 2002). Entretanto, não se tem conhecimento do uso da água dessas cultivares para a industrialização, ou a submissão de seus frutos a um processamento mínimo, tal como a retirada da casca, havendo a necessidade de estudos de tecnologia que possam promover o aproveitamento comercial dos frutos dessas cultivares.

No Brasil, a variedade anã foi introduzida em 1925 com a cultivar Anão Verde oriunda de Java e em 1939 com a originária do norte da Malásia. Já as cultivares Anão

Amarelo e Anão Vermelho foram introduzidas também do norte da Malásia, sendo a primeira em 1938 e a segunda em 1939 (DIAS, 1980). Atualmente, há várias cultivares disponíveis na coleção de germoplasma da Embrapa Tabuleiros Costeiros, em Sergipe, provenientes de introduções e de prospecções no Brasil.

Em outros países, o melhoramento genético do coqueiro visa o aumento da quantidade de copra. No Brasil, praticamente toda a produção é utilizada na alimentação humana, na forma de produtos industrializados, tais como, coco ralado, leite de coco, remes, farinhas, evidenciando a importância do aumento da quantidade de albúmem sólido. Entretanto, outros fatores para as condições de consumo do Brasil são importantes, tais como, número de frutos, características sensoriais e aumento da quantidade de água (RIBEIRO et al., 2002; ARAUJO et al., 2002). Atualmente, no Brasil, poucos trabalhos vêm sendo desenvolvidos com as cultivares da variedade Anã no sentido de quantificar e qualificar as características organolépticas da água (endosperma líquido) produzida por essas cultivares.

Na região Meio-Norte do Brasil, a cultura do coqueiro tem se caracterizado pela baixa produtividade, tendo como causa principal a falta de material genético adaptado à região, bem como ao manejo inadequado (SOUZA et al., 2002). Estudos visando a avaliação das características de desenvolvimento das cultivares de coqueiro Anão Verde de Jequi (AVeJ), Amarelo de Gramame (AAG), Vermelho de Gramame (AVG), Amarelo da Malásia (AMM), Vermelho da Malásia (AVM) e Vermelho de Camarões (AVC), oriundos da coleção de germoplasma da Embrapa Tabuleiros Costeiros, foram iniciados em 1996, na área experimental da Embrapa Meio-Norte, porém, sem focar as características de qualidade da água de coco. Atualmente, a maior demanda é por fruto imaturo para o consumo de água. Nesse sentido, uma associação das características de desenvolvimento com estudos pós-colheita de qualidade da água, permitirá caracterizar as melhores cultivares para a produção de coco tanto para consumo in natura (água) como na forma industrializada.

O coco verde está naturalmente relacionado com o consumo de sua água e, portanto, existe um interesse muito grande em estudos de pesquisas envolvendo outras cultivares de coqueiro existentes e que possam propiciar novas alternativas para a produção de água de coco (ASSIS et al., 2000).

A maturidade do fruto, no momento da colheita, afeta diretamente a qualidade pós-colheita do produto (WANG, 1997). O momento correto da colheita é importante para a vida útil pós-colheita dos frutos. Tendo em vista que a colheita está relacionada com o grau de maturidade do fruto, os índices de maturidade podem ser utilizados para estabelecer se um determinado fruto ou vegetal está maduro ou ótimo para o consumo. Portanto, o índice de

maturidade serve para caracterizar o estágio de desenvolvimento no qual o fruto tem o mínimo de qualidade aceitável para o consumo final. No entanto, é importante observar que tal índice varia de acordo com a finalidade do plantio, ou seja, para aqueles que se destinam à produção de água, os frutos podem ser colhidos mais cedo, em torno de seis meses após a abertura da inflorescência; quando a finalidade é a produção da copra, os frutos devem ser colhidos em um estado mais avançado de desenvolvimento em torno de 12 meses (ASSIS et al., 2000).

Ao contrário do que se imagina, o coco é um fruto muito sensível e apresenta muitos problemas pós-colheita. Um deles é o escurecimento de sua casca e outro é a mudança de coloração na água, causando alterações desagradáveis em seu sabor. Tais problemas, provavelmente, estão, pelo menos em parte, relacionados com as atividades de algumas enzimas que oxidam fenóis, fato que compromete de maneira considerável a comercialização do fruto. Sendo assim, é importante não só a identificação de tais enzimas, mas também o estudo de suas atividades nos diferentes estágios de desenvolvimento dos frutos. Por outro lado, também, é importante o estudo de enzimas que eventualmente possam contribuir para a melhoria da água de coco, tais como as enzimas antioxidantes do ciclo ascorbato-glutationa. De acordo com diversos autores, essas enzimas estão envolvidas na eliminação de radicais livres e de espécies reativas de oxigênio, tais como o H_2O_2 (ALSCHER et al., 2002; MITTLER, 2002; SHIGEOKA et al., 2002; APEL; HIRT, 2004) e que, portanto, podem atuar de forma antagonista às enzimas que causam alterações prejudiciais à água de coco, especialmente aquelas que usam o peróxido de hidrogênio para oxidar fenóis. Em paralelo a esse estudo e, também, igualmente de grande importância, é o conhecimento das características físicas dos frutos ao longo do desenvolvimento, acompanhado de um estudo de caracterização físico-química e sensorial da água de coco proveniente desses frutos. Essas informações, no conjunto, poderão ser úteis para a exploração comercial de novas cultivares de coqueiro Anão. Portanto, foi tendo em mente essas idéias que o presente trabalho foi realizado.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Classificação botânica e características gerais do coqueiro

O coqueiro pertence ao grande grupo das monocotiledôneas e sua classificação botânica, segundo Bruckner (2002), é a seguinte: Classe - Monocotiledônea, Ordem - Palmales, Sub-família - Cocoideae, Gênero - Coco e Espécie - *Cocos nucifera* L.

O coqueiro é a palmeira de maior importância sócio-econômica das regiões intertropicais do globo, da qual podem ser obtidos vários produtos. A planta possui raiz fasciculada, caule tipo estipe, não ramificado, muito desenvolvido e bastante resistente. As folhas são penadas constituídas pelo pecíolo que continua pela raque, onde se prendem numerosos folíolos, os quais podem atingir até 6 m de comprimento, porém, em média, seu comprimento varia entre 90 e 130 cm. A inflorescência é do tipo paniculada, disposta em posições axilares e protegida por brácteas grandes chamadas de espatas. O fruto é botanicamente uma drupa, monosperma, o qual é formado por uma epiderme lisa ou epicarpo de cor amarela, verde ou vermelha. A semente, envolvida pelo endocarpo, é constituída por uma camada fina de cor marrom, o tegumento, que se situa entre o endocarpo e o albúmen sólido. Por sua vez, no centro do fruto forma-se uma grande cavidade, onde se encontra o albúmem líquido, ou água de coco (PASSOS, 1997).

Após a fecundação, os frutos iniciam o desenvolvimento, atingindo o peso máximo entre o 6º e o 7º mês de idade, independentemente de serem híbridos ou de cultivares Anã (RESENDE et al., 2002).

2.2. Origem e distribuição do coqueiro

Existem diversas teorias sobre o centro de origem do coqueiro, as quais, em geral, são baseadas em evidências indiretas e, portanto, apresentam controvérsias. Até hoje não se conhecem os ancestrais do coqueiro. A hipótese mais aceita é que o mesmo se originou no Sudeste Asiático, principalmente nas ilhas entre os oceanos Índico e Pacífico. Dessa região foi levado para a Índia e, em seguida, para o leste africano e, daí, para as Américas e toda a região tropical do globo (PURSEGLOVE, 1972). No Brasil, as evidências históricas indicam que o coqueiro gigante foi introduzido pela primeira vez pelos portugueses, em 1553. As introduções iniciais das cultivares do tipo Anão ocorreram da seguinte forma: Anão Verde, em 1925, originária de Java e, em 1939 originária do norte da Malásia; Anão Amarelo, em

1938 e Anão vermelho em 1939, ambos provenientes também do norte da Malásia. O Anão Vermelho, originário de Camarões, foi introduzido a partir de 1978, procedente da Costa do Marfim. O coqueiro tem uma distribuição pantropical, sendo cultivado entre as latitudes 20° N e 20°S, compreendendo 86 países situados nos continentes Asiático (15 países), na Oceania (19 países), na África (22 países), na América do Norte e Central (22 países) e na América do Sul (8 países) (PERSLEY, 1992).. No Brasil, historicamente, o coqueiro é cultivado predominantemente no litoral do Nordeste, local de sua introdução pelos portugueses nos meados do século XVI. A produção de coco no Brasil em 2005 foi 1.948 milhões de frutos em uma área de 281 mil hectares, com destaque para os estados da Bahia, Ceará, Pará e Pernambuco como os maiores produtores (IBGE, 2008).

2.3. Variedades e cultivares de coqueiro

O gênero *Cocus* é constituído apenas pelo coqueiro (*Cocus nucifera* L.). É uma espécie diplóide com 32 cromossomos ($2n = 32$), que por sua vez é composta por duas variedades principais *Typica* (variedade gigante) e *Nana* (variedade Anã). Os híbridos são resultados dos cruzamentos entre as variedades Anão e gigante. Entretanto, os híbridos dos cruzamentos entre as variedades Anãs para produção de água de coco e polpa (albúmen sólido), podem ser importantes, em médio prazo, para a exploração de coqueiro no Brasil (WILSON et al., 1999).

2.3.1. Variedade gigante

A variedade gigante representa atualmente em torno de 70% da exploração do coqueiro no Brasil. É uma variedade rústica, de crescimento rápido e longa fase vegetativa, iniciando o florescimento entre cinco e sete anos, em condições ecológicas ideais, chegando a florescer, após sete anos, sem aplicação de tecnologias. O coqueiro gigante é predominantemente alógama, isto é, normalmente não há sincronismo entre as fases feminina, que é curta, e masculina da mesma inflorescência, ou da inflorescência seguinte. Entretanto, de acordo com as condições ambientais e com a época do ano, pode ocorrer pequeno sincronismo entre essas fases, não só da mesma, como entre inflorescências sucessivas, verificando-se, portanto, uma pequena taxa de autofecundação (FONTENELLE; ARAGÃO, 1998). Essa variedade atinge de 20 a 30 m de altura, produz em média 60 a 80 frutos planta⁻¹ ano⁻¹ de tamanho grande, com vida econômica de 60 a 80 anos. É muito empregada, no

Brasil, na forma in natura para uso culinário (produção de doces e bolos), bem como na agroindústria de alimentos como leite de coco, farinha de coco, entre outros (WILSON et al., 1999).

2.3.2. Coqueiro híbrido

Os coqueiros híbridos mais empregados no mundo, tanto na implantação de novas áreas como na recuperação de coqueirais antigos, são os resultados dos cruzamentos intervarietais Anão x gigante. A demanda por esses híbridos nas principais regiões produtoras do Brasil está gradativamente aumentando e, no futuro, deverão ser os principais tipos de coqueiros plantados no país. O coqueiro híbrido é superior ao gigante em várias características, e principalmente, naquelas de maiores interesses agrônomo, econômico e de uso agroindustrial, tais como, precocidade, porte, produção de frutos e de copra (albúmen sólido desidratado a 6% de umidade), tamanho de frutos, entre outros. Em relação aos anões, as principais vantagens dos híbridos são: ampla utilização dos seus frutos na agroindústria de alimentos, uso culinário e para o consumo de água (WILSON et al., 1999).

2.3.3. Variedade anã

A variedade anã originou-se provavelmente de uma mutação gênica da variedade gigante (SANTOS et al., 1996). É a variedade de coqueiro que, atualmente, está sendo mais utilizada comercialmente no Brasil para a produção de água de coco, apesar de apresentar grande variabilidade genética que pode permitir a sua utilização também na agroindústria de alimentos e/ ou do fruto seco in natura.

As principais características do coqueiro Anão são maior precocidade, maior produtividade e menor porte, apresentando grande importância na utilização em programas de melhoramento da cultura e na produção de híbridos (NUCE DE LAMONTHE; ROGNON, 1977).

Os frutos do coqueiro anão que são voltados para o mercado da água de coco in natura, devem ser colhidos, principalmente, entre o 6º e o 7º mês após a abertura natural da inflorescência, independente da cultivar de coqueiro Anão considerada. Nessa idade, ocorrem os maiores massas de fruto, as maiores produções de água de coco, os maiores valores de frutose, glicose e graus brix e, conseqüentemente, melhores são as características sensoriais

(ARAGÃO et al., 2003). Nos meses de frio, há uma queda na procura pelo produto, devido ao consumo de água de coco está associado ao calor, sendo, portanto, maior nos meses de verão.

As cultivares anãs normalmente são autógamas, à exceção da Anã Verde, que, por apresentar em torno de 20% de cruzamento, é considerada uma cultivar intermediária em relação à reprodução. Essa variedade atinge de 8 a 10 m de altura com a idade de 20 anos. Produz em, média, 130 a 150 frutos planta⁻¹ ano⁻¹ frutos secos de tamanho pequeno, com vida útil econômica entre 30 e 40 anos. É uma variedade útil apenas para a produção de água de coco, a qual é muito saborosa. Seu albúmen sólido é insignificante e, por isso, é rejeitada pelas agroindústrias de alimentos (WILSON et al., 1999).

2.3.4. Anão Verde

Introduzido no Brasil em 1924, procedente de Java, o coqueiro Anão Verde é o mais tolerante às condições desfavoráveis do ambiente, sendo o que mais se assemelha ao coqueiro gigante (ARAGÃO et al., 2003), além de apresentar menor taxa de autofecundação 94,3% (BOURDEIX, 1998). A sua velocidade de germinação é intermediária, sendo mais lenta que as das cultivares Anão Amarelo, igual a da Anão Vermelho de Camarões e mais rápida que a da Anão Vermelho da Malásia. O crescimento vegetativo é menos intenso que os dos Anões Amarelos e Anão Vermelho da Malásia e semelhante ao do Anão Vermelho de Camarões (RIBEIRO, 1999). No caso do coqueiro Anão Verde, é importante certificar-se da legitimidade das plantas que compõem a população que dará origem a semente. Com essa cultivar, não é possível utilizar o critério da cor da plântula na seleção em germinadouro porque o verde é dominante em relação ao amarelo (FERREIRA et al., 1998).

2.3.5. Anão Amarelo

Essa cultivar de coqueiro apresenta taxa de autofecundação com valores máximos de 94,9% (BOURDEIX, 1998). De acordo com Ferreira et al. (1998), na seleção de sementes da cultivar Anão Amarelo, o importante é se certificar da legitimidade da população, procedendo em seguida à seleção em germinadouro, baseando-se na cor das plântulas. As plântulas de cor amarela são legítimas, e as demais, ilegítimas. A cor amarela é recessiva em relação à verde e à vermelha.

A sua coloração é amarelo pálido e existem no Brasil dois tipos muito semelhantes entre si: Amarelo da Malásia (AAM) e o Amarelo de Gramame (AAG) que não se distinguem em suas características morfológicas e agronômicas (RIBEIRO et al., 2002).

O coqueiro Anão Amarelo apresenta menor peso de fruto, mas por apresentar menor massa de fibra, supera o Anão Verde em peso de noz, peso de albúmem sólido e em volume de água, embora seja inferior ao Anão Vermelho (ARAGÃO et al., 1997). A água de coco do Anão Amarelo de Gramame, aos seis meses de idade, pode ser considerada boa fonte de vitamina C, com 91,4 mg 100 g⁻¹ de peso fresco (TAVARES et al., 1998).

2.3.6. Anão Vermelho

A água de coco dos Anões Vermelhos é normalmente rejeitada pelos consumidores por acharem que a cor vermelha do fruto corresponde ao fruto dos Anões Verdes em estado avançado de maturação (LOIOLA et al., 2005).

Entre seis e sete meses os massa das nozes do coqueiro Anão Vermelho são iguais a do Anão Verde e menor que as nozes dos híbridos. Atualmente, no Brasil, tanto o Anão Vermelho de Camarões, como o Anão Vermelho da Malásia (AVM) ainda são pouco explorados comercialmente nas produções de água de coco e polpa. São mais utilizados no processo de hibridação com o coqueiro gigante e eventualmente para fins ornamentais (LOIOLA et al., 2005). Entretanto, os estudos realizados por Aragão et al. (2003) mostram que os Anões Verde e Vermelho apresentam maiores produções de água nos frutos nas idades de seis e sete meses.

2.3.7. Anão Vermelho da Malásia

Esse ecótipo apresenta maior taxa de autofecundação (BOURDEIX, 1998), velocidade de germinação mais lenta que os Anões Verde e Amarelo e crescimento vegetativo superior às cultivares Verde e Vermelho de Camarões. Segundo Aragão et al. (2003), embora essa cultivar seja classificado como Vermelho, sua coloração é, na verdade, alaranjada. Com a coloração vermelha, existem dois tipos no Brasil de coqueiros muito semelhantes entre si e que não diferem em suas características morfológicas e agronômicas: o Vermelho da Malásia (AVM) e o Vermelho de Gramame (AVG) (ARAGÃO, 2003).

2.3.8. Anão Vermelho de Camarões

Essa cultivar tem taxa de fecundação semelhante à do Vermelho da Malásia, mas com velocidade de crescimento menor. Apresenta diâmetro do estipe menor, sem dilatação na base, mesmo em condições favoráveis. Além disso, apresenta menor comprimento do limbo e dos folíolos quando comparado com as demais cultivares anões, bem como com relação aos caracteres reprodutivos, como maior comprimento do pedúnculo floral e formato do fruto (NUCE DE LAMOTHE; ROGNON, 1977).

O formato do fruto é piriforme, enquanto as outras cultivares apresentam formato arredondado. A coloração, em vez de vermelha, é alaranjada, menos intensa que a da Vermelha da Malásia (RIBEIRO; SIQUEIRA, 1995). Segundo Loiola et al (2005), o Anão Vermelho de Camarões (AVC) apresenta o fenótipo muito distinto dos demais Anões Vermelhos em várias características como a cor alaranjada parda, a germinação da semente é mais lenta e uniforme; o crescimento vegetativo é lento; o porte é menor; não apresenta dilatação na base do estipe, entre outros.

O coqueiro Anão Vermelho de Camarões comporta-se como um dos mais susceptíveis à doença “queima das folhas” (WARWICK et al., 1990). Apesar de apresentar frutos com menores massas e porcentagem de fibra, no período entre seis e sete meses, a quantidade de água produzida é elevada. Pelo fato do fruto ser pequeno, este fato facilita seu manuseio tanto no consumo de água de coco quanto no armazenamento (ARAGÃO et al., 2002). De acordo com Silva (2006), esta cultivar destaca-se por apresentar altos teores de sólidos solúveis, durante os seis e sete meses de idade.

2.4. Melhoramento do coqueiro

A utilização de cultivares melhoradas de coqueiros Anão, gigante e híbrido deve ser a base dos programas de fomento a essa cultura no Brasil. O histórico do programa de melhoramento do coqueiro no Brasil teve início na década de 40, em Sergipe, com enfoques principais na introdução de germoplasma, na autofecundação do coqueiro gigante e no cruzamento intervarietal Anão x gigante (MIRANDA JÚNIOR, 1955). Esse programa sofreu solução de continuidade, ainda em 1947, em função da falta de pessoal técnico e de apoio, além dos problemas de infra-estrutura de campos experimentais e de laboratórios e continuidade de recursos. Ainda no Brasil, outras ações de melhoramento sem quaisquer resultados importantes na ocasião, devido também a problemas de recursos humanos e

financeiros, foram as implantações nas décadas de 60 e 70 de áreas de obtenção de híbridos Anão x gigante, na EMPARN, RN (Anão Verde de Jiqui x Gigante do Brasil do Rio Grande do Norte) e IPA, PE (Anão Amarelo e/ou Vermelho x Gigante do Brasil da Praia do Forte, BA), e a introdução em 1978 pela CEPLAC, BA, de germoplasma de Anões Amarelos, Vermelho da Malásia e Anão Vermelho de Camarões e Gigante do Oeste Africano, todos provenientes da Costa do Marfim. Com a criação da Embrapa, em 1972, a pesquisa com o coco apresentou um grande impulso, gerando diversas tecnologias importantes para a coicultura Nacional. No tocante ao melhoramento genético, somente no início da década de 80, é que se formou uma equipe com dois melhoristas e uma razoável infra-estrutura de pessoal de apoio técnico, de laboratórios e de campos experimentais. A partir de 1982 foi dada grande ênfase à formação do banco ativo de germoplasma de Coco, enquanto que em 1990, surgiram as atividades de desenvolvimento e avaliação de híbridos de coqueiro. Esse programa está voltado para diversas ações, tais como: prospecção e coleta de germoplasma de coco naturalizado do Brasil, introdução de germoplasma exótico, caracterização morfológica e genética do coqueiro, conservação de germoplasma, seleção fenotípica com testes de progênies, desenvolvimento e avaliação de híbridos e atividades de cultura de embrião e cultura de tecido do coqueiro. Também foi implantada, em diversos ecossistemas do Brasil, uma rede de avaliação de cultivares de coqueiro (RENAC) e, em Sergipe, um ensaio da rede internacional de avaliação de cultivares de coqueiro (WILSON et al., 1999).

2.5. Qualidade dos frutos e ponto ideal de colheita

A qualidade pós-colheita do coco é altamente influenciada por vários fatores pré-colheita, tais como, temperatura na estação de cultivo, luz, chuvas, irrigação, fertilização e controle fitossanitário (WANG, 1997). Os fatores climáticos também exercem grande influência sobre a qualidade e valor nutricional dos frutos e vegetais (WESTON; BARTH, 1997). Pode-se afirmar que o ponto ideal de colheita está associado a uma série de indicadores relacionados à planta, ao fruto, às características químicas e sensoriais da água, bem como aos aspectos nutritivos, alimentares e de saúde humana (ARAGÃO et al., 2001). A determinação do ponto de colheita é feita pela associação de indicadores morfológicos relacionados à idade ou ao tamanho do fruto, ou ainda à contagem de folhas na planta e a presença de determinadas substâncias na água (RESENDE et al., 2002).

Os frutos devem ser colhidos com o máximo de cuidado para evitar injúrias mecânicas provocadas pela queda. Os cocos são apanhados com a mão e descidos em cestos

ou sacos presos a uma corda, para evitar a sua ruptura com a queda. A amêndoa é fina e delicada, e a cavidade está inteiramente cheia de água açucarada e fresca, de alto valor nutritivo e refrescante. O coqueiro Anão, por ser de pequeno porte, facilita a colheita do fruto (ROSA; ABREU, 2000).

O conhecimento dos níveis de açúcares na água, associado à idade do fruto é de fundamental importância para se determinar a melhor época de colheita quando o fruto se destina ao mercado consumidor como coco verde, onde a água é o principal produto e, conseqüentemente, o sabor da mesma é o principal atributo de avaliação (SREBERNICH, 1998).

2.6. Mercado da água de coco

O mercado da água de coco verde vem crescendo gradativamente no Brasil, principalmente nos meses mais quentes do ano. Por exemplo, nas regiões Sul e Sudeste, observa-se um aumento acentuado no consumo durante os meses de outubro a abril, quando as temperaturas são mais elevadas, fazendo com que os preços aumentem significativamente. A preocupação atual com a saúde e a forma física tem se apoiado também em bebidas especiais que visam repor as perdas de água, de vitamina e de sais minerais ocasionadas pelo desenvolvimento de esforços físicos, sendo tais bebidas chamadas isotônicas (WOSIACKI et al., 1996).

A cultura do coqueiro é uma atividade agrícola de grande importância sócio-econômica no Brasil e em mais de 90 países. Sua exploração ocorre desde os continentes Asiático, Africano, Oceania, Américas do Norte, Central e do Sul. No Brasil, o coqueiro é uma das mais importantes culturas perenes, especificamente na região Nordeste, por gerar muitos empregos diretos e indiretos na cadeia de comercialização. Deve-se entender a comercialização do coco sob dois aspectos: o primeiro, refere-se ao mercado do coco seco, no qual os frutos são destinados à agroindústria das regiões Sul e Sudeste e parte fica no mercado nordestino nas pequenas indústrias. O segundo, é o da comercialização da água de coco ou consumo de frutos in natura (RESENDE et al., 2002). Atualmente, existe forte tendência mundial na procura e consumo de produtos naturais por serem mais saudáveis ao homem. Seguindo essa linha e, em função das múltiplas vantagens da água de coco verde, já é perceptível uma crescente procura por esse fruto no mercado interno brasileiro, principalmente nos meses mais quentes do ano. Por outro lado, os produtores de coco já têm demonstrado interesse por esse mercado potencial a ser explorado, o que é notável em muitas

regiões do país, antes não tradicionais na produção dessa cultura. A água de coco ganhou popularidade e o mercado potencial para a cultura do coco verde é muito grande, uma vez que o consumo de refrigerantes no Brasil é superior a 10 bilhões de litro/ano, enquanto o consumo de água de coco representa apenas 1,4 % desse consumo (BARROSO, 2001).

A crescente busca por alimentos naturais que possam trazer benefícios à saúde vem elevando o consumo da água de coco, dando sustentação ao plantio em estados pouco tradicionais como São Paulo e Espírito Santo. O Brasil produz 500 milhões de litros de água de coco por ano e cerca de 7% desse total são destinados à exportação (RIPARDO, 2000).

Os aspectos relevantes na cadeia de comercialização do coco são os custos do transporte, normalmente o rodoviário e as imposições dos comerciantes intermediários (CUENCA; SIQUEIRA, 2003), que criam barreiras ou entraves comerciais, encarecendo o preço do produto ao consumidor final.

Tradicionalmente, a água de coco é comercializada dentro do próprio fruto, prática que envolve problemas relacionados ao transporte e armazenamento, dificultando principalmente a sua exportação. Deve ser consumida como bebida no momento da abertura do fruto porque com o tempo, além de ficar exposta à ação dos microrganismos presentes no ambiente, algumas enzimas, como a peroxidase (POD) e a polifenoloxidase (PFO), provocam alterações indesejáveis afetando a sua coloração, valor nutritivo e sabor (ROSA; ABREU, 2000).

De acordo com Cuenca, (2002) economista da Embrapa, o consumo da água de coco na Europa e nos Estados Unidos ainda é pequeno porque não há uma cultura de consumo do produto nesses países. De acordo com Mazonotti (2006), o maior problema enfrentado pelas empresas que exportam água de coco para a Europa é a conservação do produto.

2.7. A água de coco

A água de coco é o endosperma líquido encontrado dentro da cavidade do coco, o qual começa a se formar dois meses depois da abertura natural da inflorescência e atinge seu volume máximo nos frutos com idades entre seis e sete meses (ARAGÃO, 2002).

A água de coco corresponde a aproximadamente 25% da massa do fruto e a quantidade de água varia de 300 a 600 mL coco⁻¹. É mais palatável quando o coco encontra-se com cerca de sete meses após a polinização e o conteúdo de sólidos totais é próximo de 5%. Glicose e frutose são os açúcares predominantes nos frutos jovens, enquanto a sacarose é o açúcar mais abundante nos frutos maduros (CTENAS et al., 2000).

A composição eletrolítica da água de coco apresenta-se mais próxima do fluido intracelular do que do plasma extracelular. Os cátions predominantes são o potássio, o cálcio e o magnésio. É uma solução hipotônica mais ácida, porém com densidade comparável com a do plasma sanguíneo (CAMPBELL-FALCK et al, 2000).

Os maiores constituintes químicos da água de coco são os açúcares e minerais que conferem o sabor agradável à água e a torna uma bebida isotônica natural. Em média, a água de coco apresenta a seguinte composição: sacarose (280 mg/100 mL água de coco); frutose (2400 mg/100 mL); glicose (2378 mg/100 mL); cálcio (17,10 mg/100 g); fósforo (7,40 mg/100 g); sódio (7,05 mg/100 g); magnésio (4,77 mg/100 g) e potássio (156,86 mg/100 g). Os constituintes menos presentes são as gorduras e as substâncias nitrogenadas. As concentrações de sais minerais podem variar principalmente em função da variedade da palmeira, grau de maturação, tipo de solo cultivado e uso de fertilizantes (ALEIXO et al. 2000; ROSA; ABREU, 2000).

Nunes (1995) conseguiu desenvolver o GPY, na Universidade Estadual do Ceará, que é um diluente e conservante de sêmem, o qual é extraído da água de coco e que não só aumenta a vida útil do sêmem de caprinos de 24 para 48 horas, mas também aumenta a mobilidade dos espermatozoides. A água de coco é capaz de manter a longevidade das células de córneas humanas para transplante, além de ser utilizada em meios de culturas de tecido, de vírus e bactérias, tendo também utilização em processos que envolvem a produção de vacinas contra a febre aftosa, raiva e Leishmaniose (ARAGÃO, et al.2001).

Embora possua exista alta concentração de açúcares e potássio presentes na água de coco, existe uma controvérsia sobre o seu uso para reidratação oral. Inúmeros estudos defendem seu uso, porém outros defendem o uso exclusivo do soro oral lançado pela OMS (Organização Mundial de Saúde) e UNICEF (Fundo das Nações Unidas para a Infância). Sua acidez, hipotonicidade e alto teor de potássio não fazem da água de coco um soro ideal para ser utilizado por um longo tempo, mas como uma alternativa em situações de emergência. Quando utilizada em pequenos volumes e por curto período de tempo, a água de coco se apresenta eficaz na hidratação intravenosa, principalmente em regiões onde falta soro e a água de coco é abundante e barata. Por ser boa fonte de potássio, cloreto e cálcio pode ser a melhor indicação em situações específicas de carência em que o teor desses eletrólitos necessita ser aumentado (MATSUI, 2006).

É um meio adequado para a cultura de bactérias, leveduras e sementes de flores. A utilização da água de coco em novas técnicas de fermentação viabiliza a produção de

antibióticos, vitaminas e aminoácidos essenciais, permitindo uma vasta aplicação em vários segmentos da área científica (CAMPOS et al., 1996).

Em virtude de sua fácil absorção pelo organismo humano, a água de coco vem sendo indicada como fluido instantâneo para a reidratação de emergência no tratamento de pessoas com qualquer forma de diarreia e estado de desnutrição, principalmente em crianças (OHLER, 1984). Na segunda guerra mundial, a água de coco foi utilizada pelos soldados japoneses como agente de hidratação por via oral ou em cirurgias de emergência, sendo administrada como soro fisiológico, aplicada por via intravenosa no intuito de equilibrar os líquidos do organismo (MARCIEL et al., 1992).

2.8. Mudanças físicas durante o desenvolvimento dos frutos de coqueiro Anão

Constituem o desenvolvimento dos frutos as fases de pré-maturação, maturação, amadurecimento e senescência (CHITARRA; CHITARRA, 2005). É importante o conhecimento das alterações de ordem física, química e bioquímica nas diferentes fases para entender as mudanças que ocorrem na vida dos frutos ligados ou independentes da planta mãe. Muitas são as mudanças que ocorrem durante o desenvolvimento dos frutos e algumas são específicas para os mesmos.

Ocorrem mudanças físicas tanto no tamanho quanto no volume de água durante o crescimento e maturação do fruto. Araújo (2003) observou que houve aumento na massa e no volume do fruto até o sexto mês de desenvolvimento, a partir do qual começou a diminuir. De acordo com Jayaleshmy et al. (1986), uma das principais mudanças durante a maturidade do coco ocorre no volume da água, o qual é reduzido em mais de 50% do volume inicial. Tal redução pode ser atribuída, segundo esse mesmo autor, à absorção da mesma pelo endosperma sólido, durante o seu crescimento, e outra parte é perdida no processo de evapotranspiração. Marcantes diferenças foram encontradas no volume de água tanto com relação ao estágio de maturação como entre as diferentes variedades (JACKSON et al., 2004).

2.9. Mudanças físico-químicas durante o desenvolvimento dos frutos de coqueiro

2.9.1. Sólidos solúveis totais

O teor de sólidos solúveis totais (SS) tem sido utilizado como índice de maturidade de alguns frutos, como por exemplo, para acerola (ALVES, 1996) e manga

(SALES JUNIOR; TAVARES, 1999). Ele é definido como sendo o teor ou percentagem de substâncias sólidas dissolvidas no suco extraído da polpa (LIMA, 1998). Geralmente, o teor de SS aumenta durante a maturação, sendo isto atribuído principalmente à hidrólise de carboidratos de reserva (SIGRIST et al., 1992). A quantidade de SS na água de coco verde é um dos parâmetros de pós-colheita mais utilizado para definição da qualidade da mesma para consumo, a qual deve estar em torno de 6,0% (TAVARES et al., 1998). Em geral, esse teor é encontrado em frutos com idade entre os seis e sete meses de desenvolvimento.

2.9.2. Açúcares

Na maioria dos frutos o conteúdo de açúcares solúveis totais (AST) encontra-se na faixa de 5 a 10% podendo variar com a cultivar, tipo de solo e as condições climáticas durante o período de vida da planta. Os principais açúcares encontrados são glicose, frutose e sacarose. O dissacarídeo sacarose é o principal açúcar não redutor, enquanto glicose e frutose, constituem os principais açúcares redutores (NARAYAN et al. 2000,).

Durante o processo de maturação, o fruto acumula açúcares, os quais passam a ser utilizados em muitos processos vitais. De acordo com Tucker (1993), com raras exceções, os açúcares encontrados na maioria dos frutos são os principais substratos respiratórios utilizados para a obtenção de energia durante os processos de crescimento, maturação e amadurecimento dos frutos. Os açúcares não redutores frequentemente aumentam durante o crescimento e maturação tanto para os frutos climatéricos ou não (HULME, 1970). Os teores de açúcares, em geral, tendem a aumentar com o amadurecimento dos frutos, principalmente devido à hidrólise do amido armazenado nos frutos (SIGRIST et al., 1992).

Dentre os componentes mais importantes do coco estão os açúcares que, no início da maturação, apresentam-se na forma de açúcares redutores (glicose e frutose). Esses açúcares atingem concentração máxima de 5% em relação ao total de açúcares solúveis, próximo ao 6^o e 7^o mês, período em que a quantidade de água também é maior. Com a maturação, a concentração de açúcares redutores diminui para cerca de 1%, quando então são formados os açúcares não-redutores (sacarose). No final da maturação do fruto, o teor de açúcares totais diminui para cerca de 2% (CAMPOS et al., 1996).

Jayaleskshmy et al. (1986) ao relatarem mudanças químicas na água de coco, em diferentes estádios de maturidade, observaram que os açúcares glicose e frutose variaram em concentração de 4%, no início, para 0,2% nos estádios finais. Enquanto isso, o teor de açúcar não redutor (sacarose) aumentou para cerca de 90% do açúcar total. Souza et al (2002)

observaram em frutos de coqueiro Anão que, no oitavo mês após a fecundação, os açúcares redutores predominavam sobre os não redutores, porém, a partir do nono mês a situação se inverteu e houve perda de qualidade da água.

2.9.3. Acidez total titulável e pH

Tendo em vista que o ácido málico é o ácido predominante na água de coco, perfazendo um total de cerca de 90% (SREBERNICH, 1998), seu teor é utilizado para expressar a acidez dessa água. Em geral, como o teor de ácido málico é determinado por titulação, emprega-se o termo acidez total titulável (ATT) para expressar o grau de acidez da água de coco. De acordo com Srebernich (1998), os ácidos orgânicos e o pH exercem um papel importante no amadurecimento e na germinação do fruto. Portanto, como durante o crescimento e amadurecimento do fruto há uma variação significativa no pH e na composição de ácidos orgânicos da água de coco, isto faz com a mesma apresente diferentes qualidades conforme essa variação (SREBERNICH, 1998). O teor de ácidos orgânicos presentes na polpa dos frutos, geralmente diminui à medida que os frutos vão amadurecendo, devido à utilização dos mesmos no ciclo de Krebs (ULRICH, 1970; CHITARRA; CHITARRA, 2005).

2.9.4. Turbidez

Em termos práticos, a turbidez consiste na transparência da água em relação ao teor de matéria em suspensão e está associada à cor da água. Ela pode ser medida de forma qualitativa através de uma escala hedônica estabelecida por Minim (2006) e que, em geral, é utilizada em testes de análise sensorial. A turbidez também pode ser determinada quantitativamente através de um equipamento denominado turbidímetro, cujos valores são expressos em unidades nefelométricas (NTU). A água de coco apresenta mudanças significativas em sua cor durante a fase de desenvolvimento é um parâmetro que deve ser levado em conta para estabelecimento de sua qualidade.

2.10. Análise sensorial

Os alimentos, quer sejam industrializados ou não, estão em constante atividade biológica, o que se manifesta por alterações na natureza química, física e na atividade microbiológica ou enzimática. Tais alterações prejudicam sua qualidade, principalmente no

caso dos alimentos de origem vegetal que, mesmo quando retirados das plantas, continuam respirando e assim realizando o metabolismo. Isso pode se caracterizar pela infestação por microorganismos, insetos ou pela presença de certos contaminantes químicos, os quais causam a perda de certos atributos específicos, tais como a cor, sabor, textura e viscosidade. Dentre as várias formas de deterioração dos alimentos, as que provocam a redução na qualidade química são tidas como as mais importantes e são levadas em consideração por muitos autores durante a determinação da qualidade dos gêneros alimentícios em geral. A definição mais completa de vida de prateleira é a apresentada pelo IFT (Institute of Food Technologists) que estabelece como sendo o período de tempo decorrido entre a colheita e o consumo de um produto alimentício, no qual o mesmo mantém seu valor nutritivo, sabor, textura e aparência. Também, nessa definição, as interações entre os alimentos e os materiais de embalagem, caso existam, devem permanecer em níveis considerados aceitáveis, de modo que não comprometa a qualidade dos alimentos (DUTCOSKY, 1996).

2.11. Atividade enzimática

2.11.1. Enzimas oxidativas de fenóis

Enzimas são proteínas que catalisam com grande eficiência as reações metabólicas sob diversas condições de pH, temperatura, meio iônico, entre outros (WHITAKER, 1972). O estudo sobre a atividade enzimática na água de coco é um fator de grande relevância porque algumas enzimas causam alterações como o desenvolvimento da cor rósea. Há evidências de que esse tipo de atividade enzimática ocorre com plenitude em frutos com idade entre cinco a sete meses, decrescendo com o tempo de amadurecimento. Campos et al. (1996) observaram a presença de polifenoloxidase (PFO) e peroxidase específica para o guaiacol (G-POD) na água de coco verde, as quais apresentam máximo de atividade em pH entre 5,5 e 6,0 e temperatura ótima na faixa de 25 a 35°C, respectivamente. Esses dois tipos de enzimas possuem centros ativos, os quais processam mais de um tipo de reação e que reconhece um grande número de substratos. Em geral, esses centros ativos são formados por resíduos de aminoácidos e por grupos não protéicos, os quais juntos são responsáveis pela atividade catalítica (LUPETI et al., 2003). Acredita-se que essas enzimas possam estar relacionadas às alterações que ocorrem após a extração da água do fruto (coco). Portanto, o tempo de estocagem da água de coco depende dos métodos de conservação aplicados, os quais objetivam a inibição da atividade enzimática e garantia da qualidade microbiológica

após a abertura do fruto com a finalidade de manutenção, o tanto quanto possível, das características sensoriais originais (GALEAZZI, 1984).

Os compostos fenólicos são os substratos de várias oxirredutases, principalmente das PFO e G-POD, cujas ações estão relacionadas com o escurecimento dos tecidos (ROBISON, 1991). Sabe-se que o escurecimento enzimático dos frutos pode ser evitado pela inativação da PFO ou pela redução das quinonas a fenóis através de agentes redutores (AWAD, 1993).

A PFO está presente em muitas frutas e hortaliças e tem recebido atenção especial dos pesquisadores por ser uma das enzimas responsáveis pelo escurecimento desses alimentos durante o manuseio pós-colheita e industrialização (VÁMOS-VIGYÁZÓ, 1981). Diferentes nomes têm sido associados a essa enzima, tais como tirosinase, creolase, catecolase, difenolase e fenolase e que refletem a sua habilidade em utilizar muitos compostos fenólicos diferentes como substrato. A PFO é capaz de catalisar duas reações distintas: a hidroxilação de monofenóis a o-difenóis e a oxidação de o-difenóis a ortoquinonas. A reação de escurecimento prossegue através de oxidações não enzimáticas ocorrendo a polimerização das quinonas e formação de pigmentos de coloração escura. Esses são polímeros amorfos, insolúveis e altamente estáveis que podem interagir com outros constituintes do meio, particularmente as proteínas, formando complexos coloridos (RAMÍREZ et al., 2003).

Apesar das investigações sugerirem que o papel da PFO está relacionado com o mecanismo da respiração, ainda não há um consenso sobre o verdadeiro envolvimento que a mesma exerce sobre os tecidos vegetais. A localização da PFO em tecido celular vegetal depende da espécie, idade e estágio de maturação (VÁMOS-VIGYÁZÓ, 1981).

Considerando que o escurecimento oxidativo catalisado pela PFO é na maioria dos casos indesejável em frutas e hortaliças, métodos químicos e físicos foram desenvolvidos visando sua inibição, os quais têm por base a eliminação ou complexação de componentes essenciais à reação, tais como oxigênio, cobre e compostos fenólicos (GUERRERO-BELTRÁN et al., 2005).

A peroxidase (POD) está largamente presente nos reinos animal e vegetal, na forma de uma hemoproteína e utiliza o peróxido de hidrogênio como substrato oxidante de compostos fenólicos. Em frutos e vegetais, essa enzima existe em diversas formas (isoenzimas), sendo muito estudada aquela que utiliza como substrato além do peróxido de hidrogênio o guaiacol, a G-POD (LUPETTI, 2003). Durante o amadurecimento dos frutos e particularmente no climatério a atividade da POD aumenta de acordo com a atividade das outras enzimas, como a poligalacturonase e a celulase, que são normalmente associadas ao

processo de amadurecimento. Esta enzima promove um grande número de reações e tem uma versatilidade insuperável em relação às outras enzimas. As diversas isoenzimas de POD são codificadas por genes estruturais separados, localizados em diferentes cromossomas. Existem muitos compostos fenólicos naturais nos tecidos vegetais, cada qual podendo ser oxidado pela POD na presença de pequenas quantidades de peróxido de hidrogênio (VÁMOS-VIGYÁZÓ, 1981).

2.11.2. Enzimas antioxidativas

A maioria das espécies vivas possui um eficiente sistema de proteção capaz de neutralizar os efeitos maléficos ocasionados pelas espécies reativas de oxigênio (ROS, do inglês *reactive oxygen species*), as quais são formadas durante o metabolismo do oxigênio e oxidação de lipídios (BASTOS et al., 2001).

A produção de ROS pelo tecido vegetal é uma consequência do metabolismo basal da célula. Esses radicais podem ser produzidos em reações ocorridas nas mitocôndrias, cloroplastos e peroxisomos (SCANDALIOS, 1993). O ânion superóxido ($\bullet\text{O}_2^-$) é um subproduto do transporte de elétrons nas mitocôndrias ou das reações fotoquímicas ocorridas nos cloroplastos, podendo ser convertido em outras ROS como, por exemplo, o radical hidroxil ($\text{OH}\bullet$), o mais reativo dessas espécies (LAMB; DIXON, 1997). Além do $\bullet\text{O}_2^-$ e do $\text{OH}\bullet$, o peróxido de hidrogênio (H_2O_2) e o oxigênio singlete ($^1\text{O}_2$) se destacam por suas ações danosas sobre a integridade celular.

As plantas desenvolveram um complexo sistema antioxidante para a proteção das membranas celulares e organelas contra os efeitos danosos causados pela ação das ROS sobre o tecido vegetal. Alguns pigmentos (principalmente os carotenóides), bem como as enzimas antioxidantes são constituintes bioquímicos que proporcionam proteção do tecido vegetal contra o acúmulo de ROS.

Os cloroplastos têm um sistema enzimático capaz de capturar e decompor o radical superóxido e o peróxido de hidrogênio em produtos não tóxicos (ASADA, 1992). Essencialmente, os compostos antioxidantes podem ser agrupados em três classes gerais: os lipossolúveis, associados às membranas (ex. α -tocoferol e β -caroteno); as hidrossolúveis (ex. glutatona e ascorbato), e as enzimas antioxidativas tais como a dismutase do superóxido (SOD), a catalase (CAT), a peroxidase do ascorbato (APX) e outras enzimas do ciclo do ascorbato-glutatona (Figura 1).

O incremento na atividade de enzimas antioxidativas está relacionado à resposta a fatores de estresses ambientais, tais como, temperaturas extremas, déficit hídrico (SCANDALIOS, 1993), metais pesados (VITÓRIA et al., 2001), bem como pode ser devido a fatores bióticos, como ataque de patógenos (LAMB; DIXON, 1997).

Mesmo sendo as ROS consideradas produtos tóxicos do metabolismo aeróbico, estudos mais recentes mostram que a produção dessas espécies está relacionada com o seu papel sinalizador para controlar diferentes processos celulares (MITTLER, 2002). Reações envolvendo radicais livres de oxigênio é característica intrínseca das plantas durante o período de senescência, promovendo o processo de deterioração oxidativa que contribui para a morte celular (THOMPSON et al., 1987). As ROS são os principais mediadores dos danos oxidativos e algumas dessas espécies, particularmente o radical $\bullet\text{O}_2^-$, são oxidantes potentes que podem atacar rapidamente todos os tipos de biomoléculas, incluindo o DNA, levando a danos irreparáveis no metabolismo e morte celular (HALLIWELL; GUTTERIDGE, 1989).

A SOD é a primeira enzima que atua na linha de defesa contra as injúrias causadas pelas ROS, catalisando a dismutação do $\bullet\text{O}_2^-$ em peróxido de hidrogênio (H_2O_2) e oxigênio molecular (O_2) (VAN BREUSEGEM et al., 2001; APSE; BLUMWALD, 2002). De acordo com o metal como cofator utilizado pela enzima, há três formas de SOD: a Mn-SOD, a Fe-SOD e a Cu/Zn-SOD, as quais se encontram em diversos locais da célula, tais como o citosol, os cloroplastos e os peroxissomos, bem como também no líquido extracelular, o apoplasto (McKERSIE; LESHEM, 1994; GÓMEZ et al., 2004). A remoção eficiente do H_2O_2 é essencial para evitar a formação do radical hidroxil $\text{OH}\bullet$ nas células.

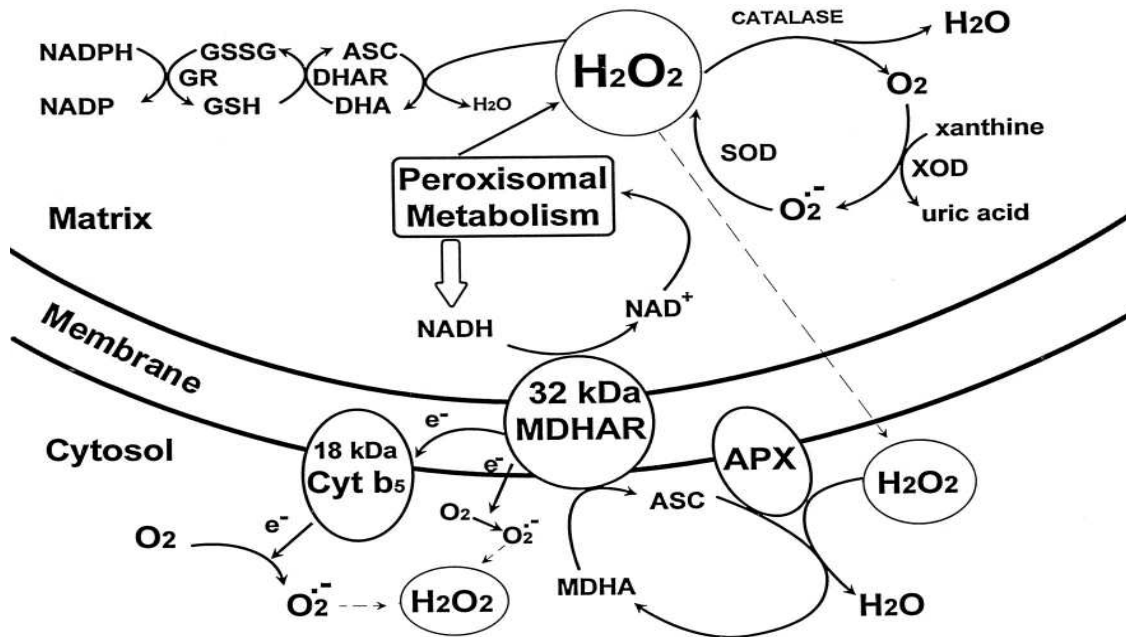


Figura 1 - Ciclo do ascorbato-glutationona (DEL RIO et al., 1998). APX – peroxidase do ascorbato; ASC – ascorbato; MDHA – monodesidroascorbato; MDHAR – redutase do monodesidroascorbato; DHAR – redutase do desidroascorbato; GSSG – glutatona oxidada; GSH – glutatona reduzida; GR – redutase da glutatona; XOD – oxidase da xantina; SOD – dismutase do superóxido.

O H_2O_2 produzido pela ação da SOD, o qual é tóxico para as células, é removido pela ação de outras enzimas como a CAT, a APX e outras peroxidases, evitando assim danos às células (McKERSIE; LESHEM, 1994). A CAT é encontrada principalmente nos peroxissomos e glioxissomos atuando na remoção do peróxido de hidrogênio gerado durante a fotorrespiração e β -oxidação dos ácidos graxos (XIONG; ZHU, 2002). Essa enzima exibe alta afinidade pelo H_2O_2 , podendo degradá-lo a água e oxigênio molecular antes que o mesmo se difunda para outras partes da célula (SCANDALIOS, 2002). A APX, da mesma forma que outras enzimas do ciclo ascorbato-glutationa é encontrada em cloroplastos, mitocôndrias, citosol e peroxissomos e catalisa a redução do H_2O_2 a água às custas da oxidação do ascorbato, formando monodesidroascorbato (MDHAR), o qual por sua vez é novamente reduzido a ascorbato pela ação da redutase do monodesidroascorbato (MDHAR).

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Cultivares de coqueiro utilizadas no experimento

Foram utilizadas as seguintes cultivares de coqueiro Anão: Anão Vermelho de Gramame (AVG), Anão Amarelo de Gramame (AAG), Anão Amarelo da Malásia (AAM), Anão Vermelho de Camarões (AVC), Anão Vermelho da Malásia (AVM) e Anão Verde do Jequi (AVeJ) (Figura 2). Os frutos (cocos) foram colhidos em sete estádios de desenvolvimento: 126, 147, 168, 189, 210, 231, 252 dias após a abertura da inflorescência, correspondentes, respectivamente, a frutos dos seguintes cachos do coqueiro 6°, 7°, 8°, 9°, 10°, 11° e 12°. A relação entre o cacho e a idade dos frutos só foi possível devido ao fato de que, aos 21 dias após a abertura da inflorescência, todas as cultivares terem emitido o primeiro cacho.



Amarelo da Malásia



Vermelho de Camarões



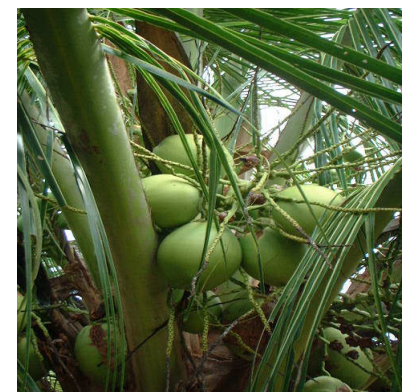
Vermelho de Gramame



Amarelo de Gramame



Vermelho da Malásia



Verde de Jequi

Figura 2 - Cultivares de coqueiro Anão no campo experimental da Embrapa Meio -Norte.

3.2. Procedência e instalação do experimento

Os coqueiros foram cultivados em um pomar localizado no campo experimental da Embrapa Meio-Norte, em Parnaíba no estado do Piauí, com latitude de 2° 54' 12'' S e longitude de 41° 47' 01'' W. Gr. A região desse campo experimental possui altitude média de 13 m, o clima é seco e ventoso, quente e úmido no verão cujo a estação chuvosa começa no mês de janeiro. O clima de Parnaíba é Aw' (tropical chuvoso) segundo a classificação de Köppen, com média anual de umidade relativa do ar em torno de 75 % e precipitação pluviométrica média anual de 1000 mm (BASTOS et al., 2000).



Figura 3 - Mapa da localização do campo experimental na cidade de Parnaíba-PI (IBGE, 2007).

Foram utilizados coqueiros com nove anos de idade, plantado no espaçamento de 7,5 m entre fileiras e com disposição triangular. As práticas culturais adotadas seguiram o manejo conforme estabelecido nas recomendações técnicas para a cultura (FERREIRA et al., 1998). A irrigação foi feita pelo sistema de microaspersão, durante duas horas por dia.

Os frutos foram colhidos pela manhã e colocados em caixas plásticas, sendo estas, posteriormente, transportadas para o Laboratório de Fisiologia e Tecnologia de Pós-Colheita da Embrapa Agroindústria Tropical, em Fortaleza. Após a chegada dos frutos, esses foram submetido às análises físicas e depois foram abertos e retirada a água, sendo essa dividida em três partes, uma parte da água foi utilizada para análise sensorial e o restante foi armazenado a -25°C (para posteriores análises físico-químicas) e a -85°C (para posteriores análises bioquímicas). As análises bioquímicas foram realizadas no Laboratório de Fisiologia Vegetal do Departamento de Bioquímica e Biologia Molecular da Universidade Federal do Ceará.

3.3. Delineamento experimental

Adotou-se o delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial 6×7 , a unidade experimental foi composta por três frutos. O primeiro fator foram as seis cultivares de coqueiro Anão (AAG, AVG, AAM, AVC, AVM, AVeJ) e o segundo fator os “estádios de maturação” do fruto (126, 146, 168, 189, 210, 231 e 252 dias após a abertura da inflorescência). A análise de variância das características avaliadas foi feita através do programa operacional SISVAR 3.01, sendo a interação entre os fatores determinadas por meio do teste F a 1 e 5% de probabilidade. O tempo foi desdobrado dentro de cada tratamento e os dados submetidos à regressão polinomial.

3.4. Análises físicas dos frutos

3.4.1. Massa

A massa fresca foi obtida por pesagem individual do fruto, no dia da colheita, utilizando-se para isso uma balança semi-analítica (MARK-3100), sendo os resultados expressos em gramas (g).

3.4.2. Volume de água

Para determinação do volume de água no fruto (coco), parte do mesocarpo foi removida com uma faca aço inoxidável, sendo, o endocarpo rompido e a água retirada. O volume de água foi medido com uma proveta graduada e expresso em mL.

3.4.3. Comprimento e diâmetro dos frutos

As medidas de diâmetro e de comprimento dos frutos foram feitas com auxílio de um paquímetro digital, modelo SYLVAC com escala graduada em milímetros.

3.4.4. Cor da casca

A superfície de coloração foi medida pela avaliação da cor da casca através de colorímetro Minolta, modelo CR 300, o qual expressa a cor em três parâmetros (L^* , a^* e b^*), que juntos mostram no espaço a coloração do fruto (Figura 4). L^* representa a luminosidade; a^* , define a transição do verde, que está a 180° no diagrama ($-a^*$), para vermelho, o qual está a 90° ($+a^*$); e b^* representa a transição do azul, que está a 270° ($-b^*$), para o amarelo, o qual está a 90° ($+b^*$). Dessa forma, os resultados foram obtidos de acordo com os parâmetros L^* , a^* e b^* . Foram feitas duas leituras para cada fruto e sempre que possível na região equatorial dos mesmos.

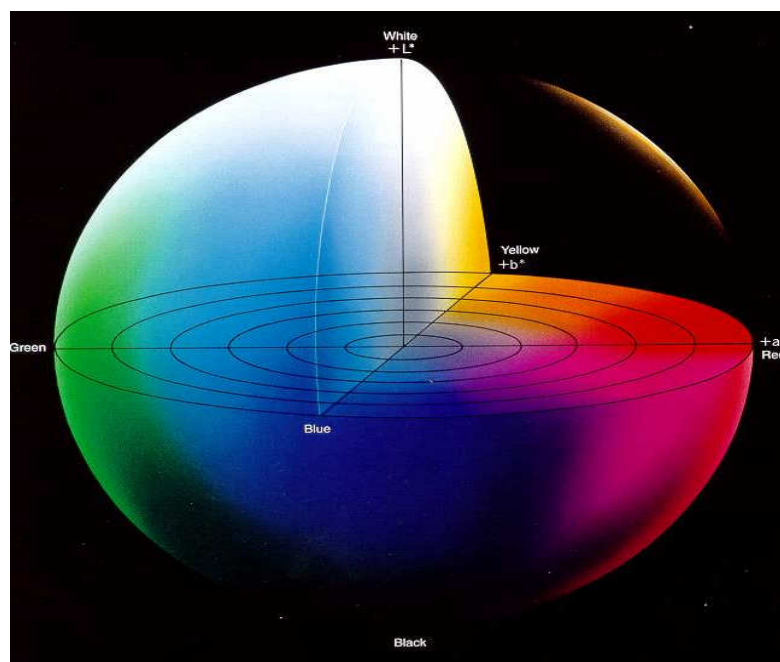


Figura 4 - Globo de cores que representam os parâmetros L^* , a^* e b^* .

3.5. Análises físico-químicas da água de coco

3.5.1. Turbidez

Logo após abertura dos frutos, foi realizada a análise de turbidez da água, que expressa a quantidade de luz refletida pela amostra dando uma idéia dos sólidos solúveis e outros materiais em suspensão. A turbidez foi determinada através de turbidímetro MS Technopon TB 1000 versão 3.9, o qual expressa os resultados em unidades nefelométricas (NTU).

3.5.2. Sólidos solúveis

Os sólidos solúveis totais (SS) na água de coco, foram determinados em refratômetro digital, modelo PR-100 Pallette (Atago Co, Japão), com compensação automática de temperatura (AOAC, 1992). Os resultados foram expressos em percentagem.

3.5.3. pH

O pH da água de coco foi determinado com um potenciômetro equipado com eletrodo de membrana de vidro.

3.5.4. Acidez total titulável

A acidez total titulável (ATT) foi determinada nas amostras de água de coco, diluídas na proporção 1:50, com o auxílio de titulador automático e, usando-se uma solução de NaOH 0,1N, conforme as normas do Instituto Adolfo Lutz (1985).

3.5.5. Relação SS/ATT

A relação SS/ATT foi obtida através do quociente entre os sólidos solúveis totais e a acidez total titulável.

3.5.6. Determinação de açúcares solúveis totais

Para determinação de açúcares solúveis totais (AST) na água de coco, esta foi primeiramente diluída 1:200 e filtrada em papel de filtro. Em seguida, em tubos de ensaio contendo alíquotas de 100 µL dessa amostra foram adicionados 2 mL de antrona, sendo os tubos, após agitação em vortex, levados para banho-maria onde permaneceram por 8 minutos a 100°C. Finalmente, os tubos foram resfriados em banho com água gelada e o produto da reação lido em 620 nm em espectrofotômetro (YEMN; WILLS, 1954). A glicose foi utilizada como padrão e os resultados foram expressos em (gramas por 100 mL de água de coco).

3.5.7. Determinação de açúcares redutores

Para a determinação de açúcares redutores (AR), utilizou-se uma alíquota de 1,5 mL da mesma água diluída para a determinação de AST, na qual adicionou-se 1 mL da solução de ácido dinitrosalicílico (DNS) a 1%. Após homogeneização, os tubos foram levados para banho-maria a 100°C, onde permaneceram por 5 minutos. Após isso, foram adicionados 7,5 mL de água destilada nos tubos, os quais foram novamente homogeneizados. As leituras de absorvância foram feitas a 540 nm (MILLER, 1959). A glicose foi utilizada como padrão e os resultados foram expressos em (gramas por 100 mL de água de coco).

3.5.8. Teor de proteínas solúveis

As proteínas solúveis foram determinadas de acordo com o método descrito por Bradford (1976), utilizando-se o reagente Coomassie. Para um volume final de 1,0 L, o reagente foi preparado dissolvendo-se 153,84 mg de Coomassie Brilliant Blue G-250 (Sigma Chemical Company) em 50mL de etanol a 95%, seguindo-se da adição de 100 mL de ácido fosfórico a 85%. O volume final foi completado pela adição de água destilada. A 0,1mL da amostra (água de coco) foi adicionado 1,0 mL do reagente Coomassie. A mistura após a homogeneização foi deixada em repouso por 15 min e, em seguida, submetida a leituras de absorvância em 595 nm, utilizando-se como branco a mistura de 0,1 mL de água desionizada e 1,0 mL do reagente Coomassie. As concentrações de proteína solúveis foram estimadas com base numa curva padrão ajustada a partir de concentrações crescentes de albumina sérica bovina (Sigma Chemical Co., Saint Louis, MO, USA).

Todas as determinações físico-químicas, por amostra, foram feitas em duplicatas.

3.6. Análises enzimáticas da água de coco

Para a obtenção das amostras para as análises enzimáticas, removeu-se parte do mesocarpo do fruto para que esse material não tivesse contato com a água. Em seguida, perfurou-se o endocarpo para a retirada da água do coco, com a utilização de uma pipeta (Figuras 5 e 6). As amostras foram armazenadas em tubos Eppendorf a uma temperatura de, aproximadamente, -85°C .

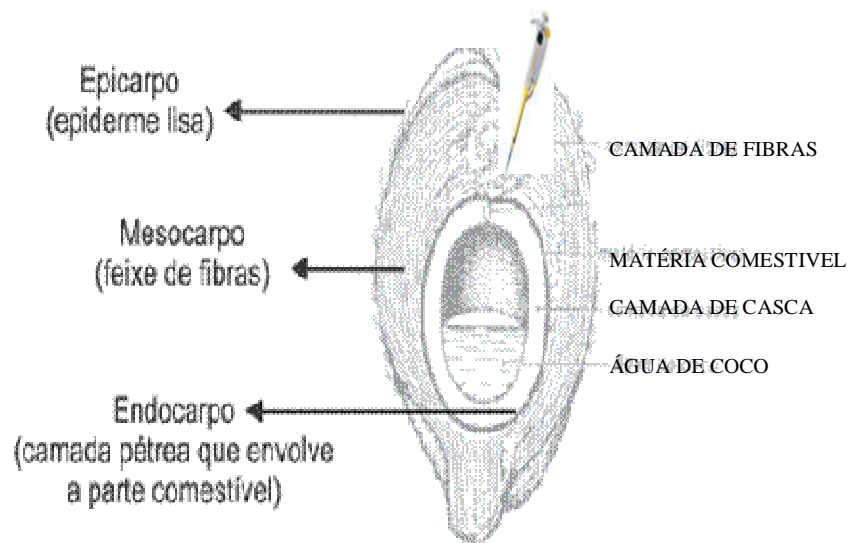


Figura 5 - Representação das estruturas que foram perfuradas para retirada água dos frutos.



Figura 6 - Processo de retirada da água do coco sem contato com o mesocarpo dos frutos.

3.6.1. Atividade da polifenoloxidase

O processo de determinação da atividade polifenoloxidase (PFO) foi realizado segundo a técnica proposta por Wissemann e Lee (1980). Inicialmente foram misturados 1,5 mL de água de coco com 1,5 mL de tampão fosfato a 0,05 M, pH 7,0, contendo KCl a 0,1 M e polivinilpirrolidona (PVP) a 1%. Em seguida, alíquotas de 0,3 mL dessa amostra foram adicionadas a meios contendo 1,85 mL de tampão fosfato a 0,1 M, pH 6,0, em presença de KCl a 0,1 M e de catecol a 0,1 M, por 30 min a 30°C. A reação foi interrompida pela adição de 0,8 mL de HClO₄ a 2 N. As leituras de absorbância foram realizadas a 395 nm e considerou-se uma unidade de atividade enzimática (UA) de polifenoloxidase como a quantidade de enzima que produz uma mudança de 0,001 unidades de absorbância. Os resultados foram expressos em UA mL⁻¹ min⁻¹.

3.6.2. Atividade da peroxidase do guaicol

A atividade da peroxidase específica para o guaicol (G-POD) foi determinada de acordo com o método de Kar e Mishara (1976). A não ser quando especificado, os ensaios foram feitos com alíquotas de 50 µL de água de coco em um meio de reação contendo 950 µL de tampão fosfato de potássio a 100 mM, pH 7,0, 500 µL de guaicol a 0,02 M e 500µL de H₂O₂ a 60 mM. Após um minuto, a mistura de reação foi lida em 470 nm. Para que os resultados possam ser expressos em µmol H₂O₂ µg⁻¹ Prot. min⁻¹ deve-se levar em conta que quatro moles de peróxido de hidrogênio reduzidos produzem um mol de tetraguaiacol, o qual tem coeficiente de extinção molar de 26,6 M⁻¹ cm⁻¹. De acordo com a metodologia citada acima não foram encontrados atividade desta enzima na água de coco, conseqüentemente os dados para a G-POD não foram mostrados nesse estudo.

3.6.3. Atividade da dismutase do superóxido

A atividade da dismutase do superóxido (SOD) foi determinada pela inibição da produção de azul de formazana, resultante da fotorredução do p-nitrobluetetrazolium (NBT) como descrito por Beauchamp e Fridovich (1971). A mistura de reação (1,5 mL) continha tampão fosfato de potássio a 50 mM, pH 7,8, EDTA a 0,1 M, metionina a 19,5 mM, NBT a 75 µM, riboflavina a 2 M e 50 µL da amostra (água de coco), sendo que a riboflavina foi adicionada por último. Após a preparação da mistura de reação, os tubos foram agitados e

expostos à iluminação fornecida por duas lâmpadas de 20 W, localizadas em uma câmara fechada. Após 15 min de reação, foram feitas as leituras de absorvância em 560 nm. A atividade da SOD foi expressa em UA $\mu\text{g}^{-1}\text{Prot min}^{-1}$, sendo 1 UA (unidade de atividade enzimática) definida como a quantidade de enzima necessária para causar 50% de inibição da fotorredução do NBT em 15 min de reação.

3.6.4. Atividade da catalase

O ensaio de atividade da catalase foi feito pelo método Havir; e McHale (1987). Foram adicionados 200 μL de água de coco a um meio contendo 1.240 μL de tampão de fosfato de potássio a 100 mM, pH 7,0, contendo EDTA a 0,1 mM e 60 μL de H_2O_2 a 0,5 mM. A atividade da enzima foi determinada pelo decréscimo na absorvância em 240 nm, devido ao consumo de H_2O_2 , e usando-se seu coeficiente de extinção de $36 \text{ M}^{-1} \text{ cm}^{-1}$. Os valores foram expressos em $\mu\text{mol } \mu\text{g}^{-1} \text{ Prot min}^{-1}$

3.6.5. Atividade da peroxidase do ascorbato

A a atividade da peroxidase do ascorbato (APX) foi determinada pelo método de Nakano e Asada (1987), sendo a oxidação do ascorbato medida pelo decréscimo na absorvância em 290 nm. A mistura de reação (1,5 mL) foi preparada com 1.100 μL tampão de fosfato de sódio pH 7,0 a 100 mM, EDTA a 0,1 mM, 300 μL da amostra de água de coco, 50 μL de H_2O_2 a 0,5 mM e 50 μL de ácido ascórbico a 0,5 mM. A reação foi iniciada com a adição da amostra, sendo o decréscimo das leituras registrados a cada minuto durante 2 min. Para a quantificação da atividade da APX, utilizou-se o coeficiente de extinção molar do ascorbato ($2,8 \text{ mM}^{-1} \text{ cm}^{-1}$), sendo os resultados expressos em $\mu\text{mol } \text{H}_2\text{O}_2 \mu\text{g}^{-1} \text{ Prot. min}^{-1}$, levando em consideração que dois moles de ascorbato são requeridos para a redução de 1 mol de H_2O_2 .

Todos os ensaios de atividade enzimática foram feitos em duplicatas por amostra.

3.7. Análise sensorial

Para o estudo da análise sensorial, os provadores não-treinados, recebiam sete taças com água de coco retiradas de frutos de diferentes estádios de desenvolvimento. Os provadores foram constituídos, em sua maioria, por bolsistas e estagiários da Embrapa. Em

média, foram utilizados 40 provadores para a análise sensorial de todas as amostras.

Numa primeira etapa (manhã), escolhia-se aleatoriamente uma cultivar, sendo esta submetida à análise sensorial. Na etapa posterior (tarde), outra cultivar foi escolhida aleatoriamente e assim sucessivamente. Para analisar as seis cultivares foram precisos três dias. A aceitação ou rejeição da água de coco foi avaliada utilizando-se uma escala hedônica de nove pontos, variando de gostei muitíssimo a desgostei muitíssimo. O procedimento foi realizado em cabines individuais no Laboratório de Análise Sensorial da Embrapa Agroindústria Tropical. As amostras de água de coco (25 mL) foram servidas aos provadores geladas e em taças codificadas.

Cada provador foi orientado a realizar lavagem bucal (com água mineral) entre as amostras provadas com a finalidade de não mascarar os resultados. Cada provador respondeu ao questionário que consta na Figura 7.

Nome: _____ Data: ___/___/___

Você está recebendo 7 amostras de água de coco recém extraída. Prove as amostras da esquerda para direita e marque com um X, nas escalas abaixo, o que você achou de cada amostra. Lave a boca com água natural entre cada amostra provada.

Amostra: _____

Aceitação	Turbidez	Doçura	Sabor de água de coco
___ Gostei muitíssimo	0 Translúcido	0 Nenhum	0 Nenhum
___ Gostei muito	1	1	1
___ Gostei regularmente	2 Pouco turvo	2 Fraco	2 Fraco
___ Gostei ligeiramente	3	3	3
___ Nem gostei, nem desgostei	4 Moderadamente turvo	4 Moderado	4 Moderado
___ Desgostei ligeiramente	5	5	5
___ Desgostei regularmente	6 Turvo	6 Forte	6 Forte
___ Desgostei muito	7	7	7
___ Desgostei muitíssimo	8 Muito turvo	8 Muito forte	8 Muito forte

Figura 7 - Ficha de análise sensorial para a água de coco das seis cultivares estudadas.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Características físicas dos frutos

4.1.1. Massa

Com relação à massa fresca dos frutos, foi observado efeito estatístico significativo ($p \leq 0,01$) da interação entre as cultivares e os estádios de desenvolvimento dos frutos. De acordo com a Figura 8, as cultivares AVG e AVM apresentaram os maiores e menores valores de massa, 1,674 e 0,323 kg, respectivamente. A massa dos frutos aumentou até estes alcançarem o volume máximo de água, comprimento e diâmetro, o que variou bastante entre as cultivares, pois nem todas alcançaram o sua massa máxima no mesmo estágio de desenvolvimento. Observou-se que o tempo total requerido para os frutos das cultivares atingirem o peso máximo foi em torno de 168 a 210 dias de desenvolvimento (dias após a abertura da inflorescência), ressaltando-se que as cultivares AVG, AVeJ e AAM apresentaram frutos com maiores massas aos 168 dias de desenvolvimento, os quais foram 1,674, 1,076 e 1,322 kg, respectivamente (Tabela 1). Já as cultivares AVM, AAG e AVC atingiram o massa máxima entre 189 e 231 dias de desenvolvimento. No trabalho de Silva (2006), utilizado as mesmas cultivares, os frutos apresentaram massas máximas entre 189 e 209 dias, respectivamente. Araújo (2001) estudando a cultivar AVeJ, observou que as massas dos frutos aumentaram até os 210 dias de desenvolvimento, ocorrendo a partir daí um decréscimo, independentemente da cultivar. Essas pequenas diferenças entre os resultados aqui apresentados e os de Silva (2006) e Araújo (2001) podem ser devidas ao fato de uma mesma cultivar poder ter comportamento diferente conforme a estação de cultivo, pois fatores como irrigação, adubação e fitossanidade influenciam no desenvolvimento dos frutos (SREBERNICH, 1998).

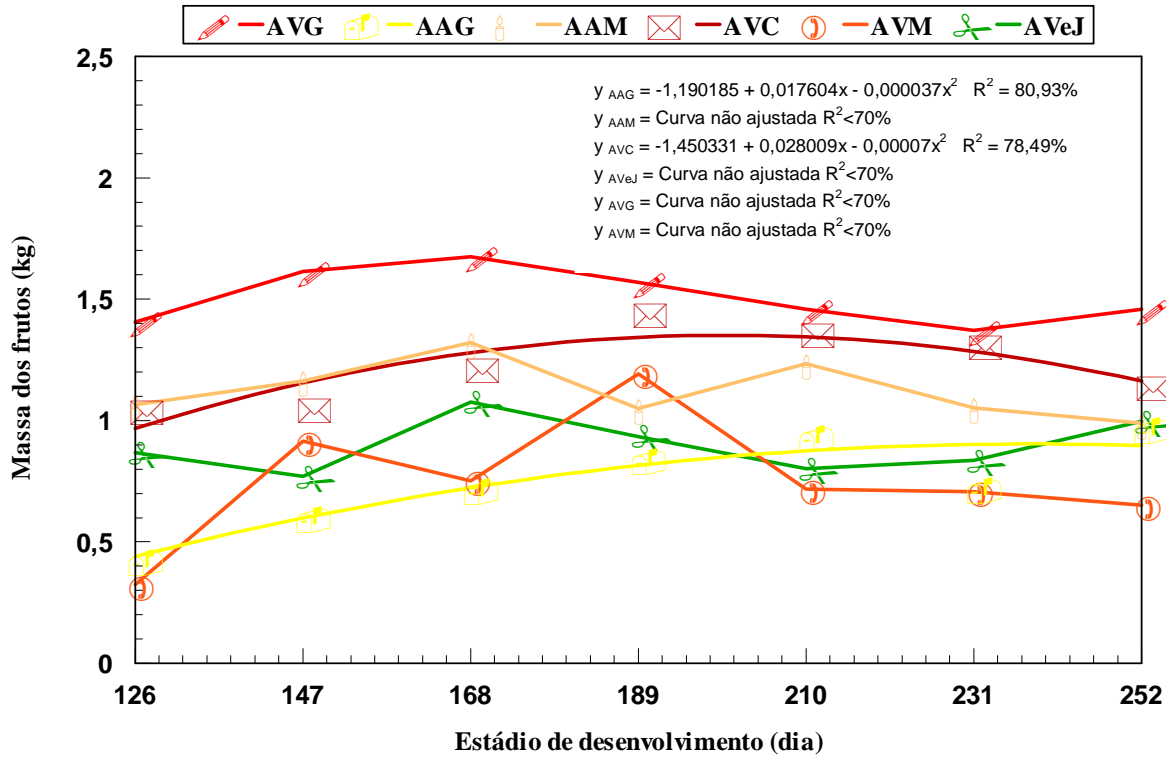


Figura 8 – Massa fresca dos frutos de seis cultivares de coqueiro Anão (AVG, AAG, AAM, AVC, AVM e,AVeJ) dos 126 aos 252 dias de desenvolvimento.

Tabela 1 – Valores médios da massa (kg) dos cocos de seis cultivares de coqueiro Anão em diferentes estádios de desenvolvimento.

Cultivares	Estádios de desenvolvimento (dias)						
	126	147	168	189	210	231	252
AAG	0,437	0,593	0,717	0,808	0,866	0,891	0,884
AAM	1,066	1,163	1,322	1,050	1,234	1,051	0,987
AVC	0,970	1,157	1,284	1,348	1,351	1,292	1,172
AVeJ	0,867	0,769	1,076	0,935	0,802	0,836	0,996
AVG	1,406	1,613	1,674	1,570	1,457	1,371	1,458
AVM	0,323	0,914	0,752	1,193	0,717	0,706	0,650

4.1.2. Volume

Com relação ao volume da água de coco, foi observada efeito estatístico significativo ($p \leq 0,01$) da interação entre as cultivares e os estádios de desenvolvimento dos frutos. Com o decorrer do desenvolvimento, as cultivares, em geral, mostraram uma tendência de queda na quantidade de água de coco (Figura 9). Isto aconteceu devido, principalmente, aos processos bioquímicos responsáveis pela transformação do endosperma líquido em endosperma sólido (ARAGÃO et al., 2001), o que ocorre principalmente após os 210 dias de desenvolvimento dos frutos. Segundo Jackson et al, (2004), a quantidade de água dos frutos de coqueiro sofre influência da cultivar e do estágio de maturação.

A cultivar AVC foi a que mais se destacou, apresentado uma maior quantidade de água durante quase todo o decorrer do desenvolvimento dos frutos, sendo que aos 189 dias esta cultivar apresentou o volume máximo de 384,0 mL, seguido da cultivar AVG, que neste mesmo estágio de desenvolvimento a quantidade de água foi em torno de 288,8 mL (Tabela 2). Esses valores foram bastante semelhantes aos encontrados por Silva (2006). Segundo Aragão et al. (2001), a colheita destas cultivares deve ser feita aproximadamente aos 180 dias após a polinização, pois é nesse período que os frutos de coqueiros apresentam a maior quantidade de água. Já as cultivares AVeJ, AAM e AAG foram as que apresentaram frutos com menores quantidades de água. Após os 189 dias, essas cultivares apresentaram

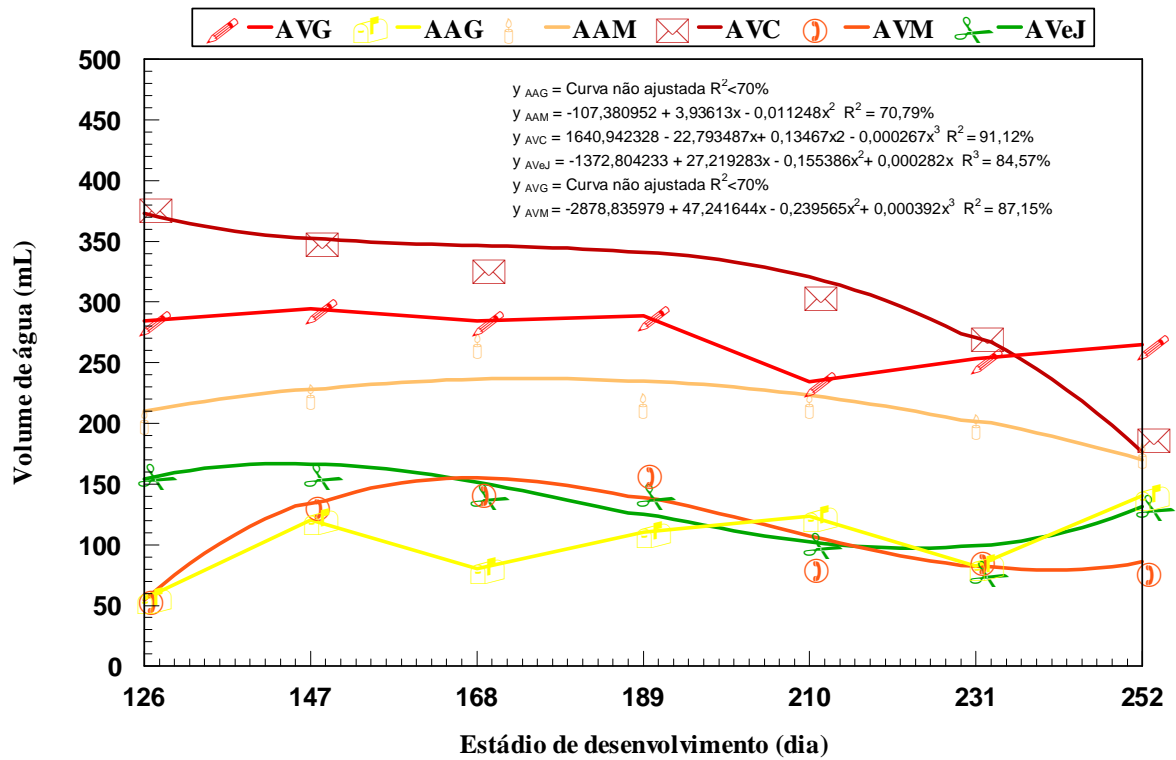


Figura 9 - Volume de água no fruto de seis cultivares de coqueiro Anão (AVG, AAG, AAM, AVC, AVM e AVeJ) dos 126 aos 252 dias de desenvolvimento.

comportamentos semelhantes. Verificou-se também uma desuniformidade no tamanho dos frutos podendo este fato ter influenciado na quantidade de água, sendo isto mais facilmente visível na cultivar AVC, pois a quantidade de água aos 126 dias mostrou-se bastante semelhante àquela aos 189 dias de desenvolvimento. (Tabela 2).

Tabela 2 – Valores médios de volume (mL) da água de coco de seis cultivares de coqueiro Anão em diferentes estádios de desenvolvimento.

Cultivares	Estádios de desenvolvimento (dias)						
	126	147	168	189	210	231	252
AAG	55,5	120,55	80,55	110,55	123,33	82,22	140,55
AAM	204,44	224,44	266,66	216,66	215,92	200,00	175,00
AVC	377,77	350,00	327,77	384,00	305,55	271,11	187,00
AVeJ	157,7	158,96	141,12	143,23	101,11	79,93	132,00
AVG	284,44	294,44	284,45	288,88	234,44	253,33	264,66
AVM	54,44	132,77	143,33	158,88	81,66	85,6	122,00

4.1.3. Comprimento e diâmetro

Com relação ao comprimento, foi observada interação estatística ($p \leq 0,01$) entre as cultivares de coqueiro Anão e os estádios de desenvolvimento dos frutos. Os comprimentos dos frutos, exceto aqueles da cultivar AVG aumentaram com o desenvolvimento dos mesmos como visto na Figura 10, destacando-se a cultivar AVC, onde aos 210 dias apresentou o comprimento máximo dentre todas as cultivares, com valor igual a 199,27 mm (Tabela 3). No entanto, foi a cultivar AVM a que obteve o maior comprimento no último estágio de desenvolvimento estudado, sendo observado o valor de 198,97 mm. Deve-se também ressaltar que a cultivar mais difundida comercialmente, a AVeJ, apresentou frutos com baixos valores de comprimentos quando comparado àqueles das demais cultivares e mostrou uma tendência de permanecer constante após os 189 dias, sendo isso também observado por (ARAÚJO, 2003).

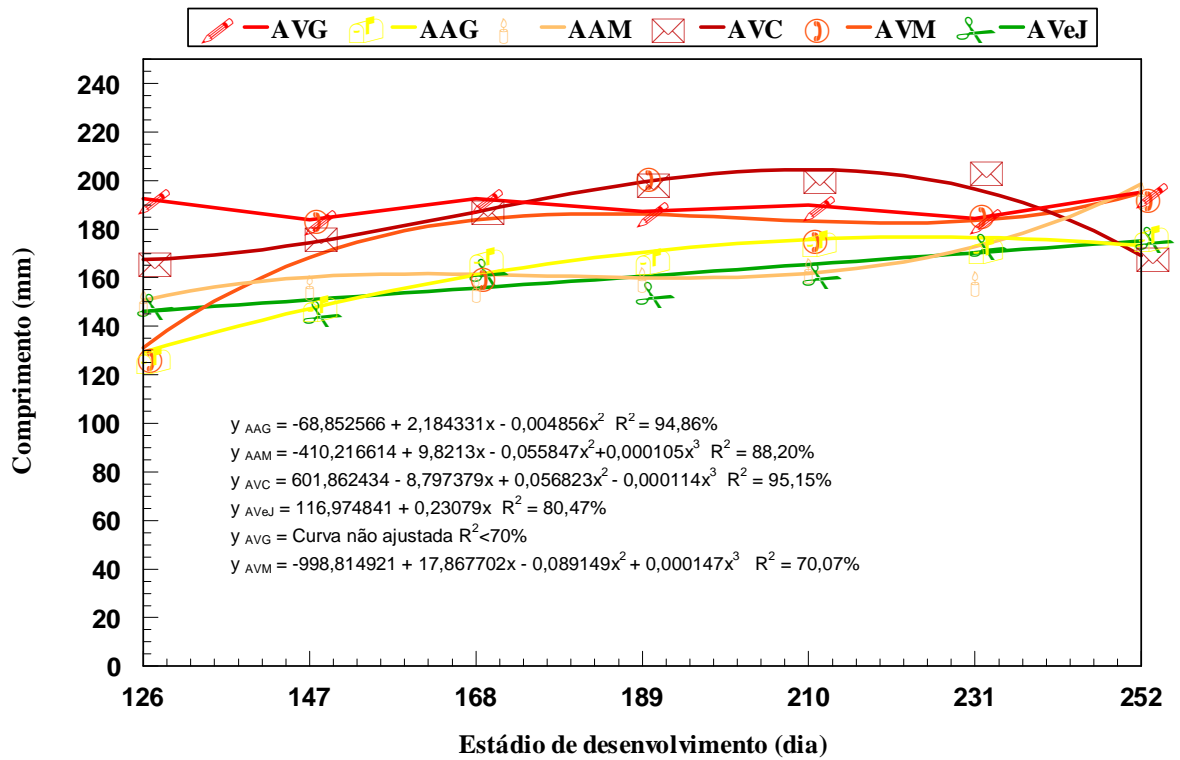


Figura 10 - Comprimento dos frutos de seis cultivares de coqueiro Anão (AVG, AAG, AAM, AVC, AVM e AVeJ) dos 126 aos 252 dias de desenvolvimento.

Tabela 3 – Valores médios de comprimento dos frutos (mm) de seis cultivares de coqueiro Anão em diferentes estádios de desenvolvimento.

Cultivares	Estádios de desenvolvimento (dias)						
	126	147	168	189	210	231	252
AAG	139,98	147,31	154,64	161,96	169,29	176,61	183,94
AAM	148,06	153,17	158,29	163,41	168,52	173,64	178,75
AVC	161,37	181,10	193,99	200,05	199,27	191,66	177,20
AVeJ	146,05	150,90	155,74	160,59	165,44	170,28	175,13
AVG	191,18	188,88	187,60	187,34	188,09	189,86	192,65
AVM	152,16	159,96	167,76	175,56	183,36	196,16	198,97

Em relação ao diâmetro dos frutos, não foi observada interação estatística significativa entre as cultivares e os estádios de desenvolvimento dos frutos. Em função disso, foi feita uma comparação de média, sendo utilizado o teste de Tukey a 5% de significância como observado na (Figura 11). As cultivares AVM e AAG não diferiram estatisticamente entre si, foram as que apresentaram os menores valores de diâmetro (média de 102,06 mm) dentre todas as cultivares estudadas. Apesar de não haver diferença estatística entre as demais cultivares, deve-se destacar que a AAM foi a cultivar que apresentou o maior diâmetro (151 mm). O interessante é que esta mesma cultivar não teve destaque quando avaliada com relação ao comprimento, mostrando assim a tendência de uma forma ovóide. Foi observado que todas as cultivares apresentaram o comprimento de frutos sempre maior que o diâmetro, fato esse também observado por Silva, (2006).

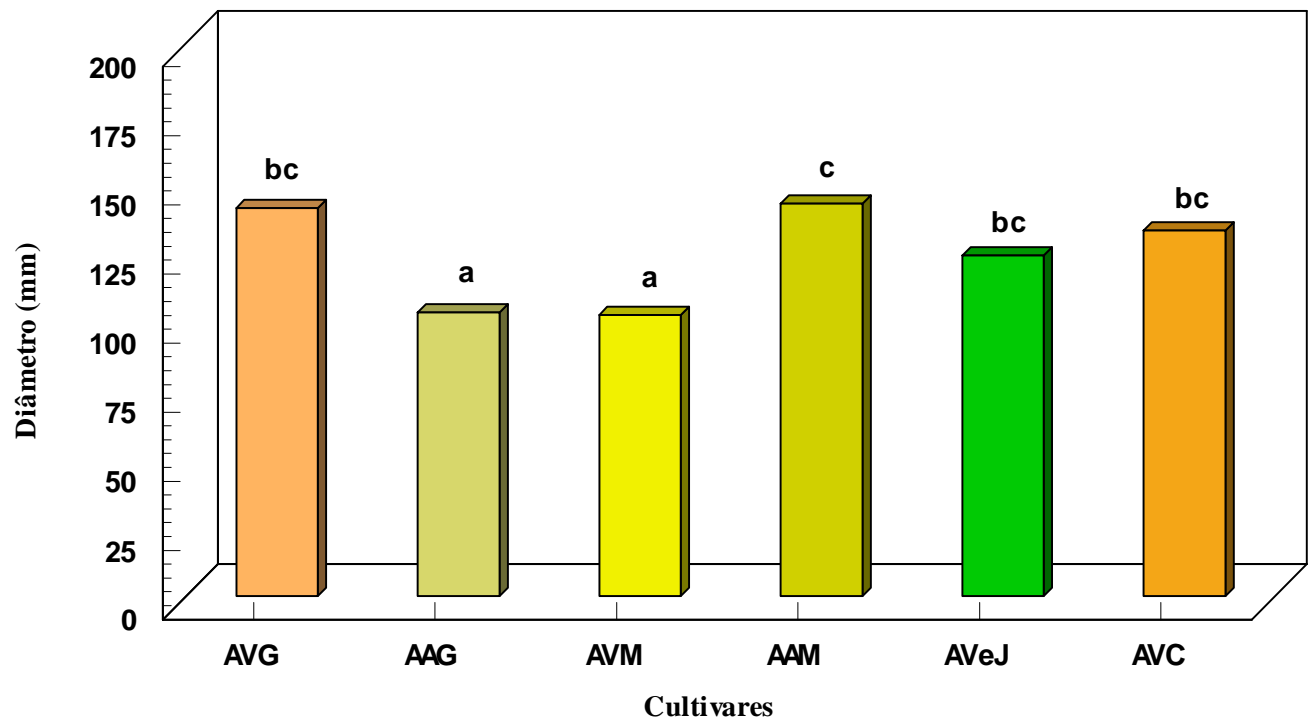


Figura 11 - Diâmetro dos frutos de seis cultivares de coqueiro Anão (AVG, AAG, AAM, AVC, AVM e AVeJ). Valores seguidos pelas mesmas letras não diferem entre si pelo teste de Tukey a nível de 5% de probabilidade.

4.1.4. Cor da casca

Quanto à coloração da casca dos frutos, foi observada interação estatística significativa ($p \leq 0,01$) entre as cultivares e os estádios de desenvolvimentos dos frutos para os parâmetros L^* e b^* , enquanto que para o parâmetro a^* só foi observada diferença estatística com relação as cultivares. Os resultados das medidas de cor (L^* , a^* e b^*) estão mostradas na Figura 12. Com relação ao parâmetro L^* , o qual define a luminosidade, todas as cultivares apresentaram um comportamento estável (valores constantes) durante o decorrer do desenvolvimento dos frutos (Figura 12 A). No entanto, a cultivar AVeJ foi a que apresentou os frutos com os menores valores devido a cor verde ter uma baixa luminosidade quando comparadas às cores amarela e vermelha dos frutos das outras cultivares, isto aconteceu devido a cor verde possuir menor comprimento de onda quando comparado com as cores amarelas e vermelhas das demais cultivares estudadas, pois sabe-se que quanto menor o comprimento de onda mais baixo será a reflectância, tendo influência direta na luminosidade. A estabilidade na luminosidade dos frutos pode estar relacionada ao fato que esses não foram armazenados, ou seja, não houve tempo suficiente para a perda de sua luminosidade. De acordo com Santos Filha (2006), a intensidade de luminosidade pode ser alterada com o armazenamento, fato esse verificado na cultivar AVeJ. Resultados semelhantes também foram relatados em coco verde por Araújo, (2003).

O parâmetro a^* está associado à intensidade da cor verde e vermelha dos frutos das cultivares. Quanto mais baixos os valores desse parâmetro mais verde é o fruto. Neste trabalho a cultivar AVeJ apresentou frutos com valores de a^* abaixo de 0 (zero), bem inferiores aos frutos das demais cultivares (Figura 12 B), indicando assim a predominância da sua cor verde. Os frutos das cultivares vermelhas, AVG, AVM e AVC, apresentaram-se com os maiores valores do parâmetro a^* , enquanto as cultivares amarelas (AAG e AAM) obtiveram valores intermediários. Também, como mostrado na Figura 12B, os frutos das cultivares vermelhas não diferiram estatisticamente entre si, fato também observado com relação às cultivares amarelas, demonstrando assim a definição da cor de cada cultivar.

Com relação ao parâmetro b^* (intensidade da cor azul ou amarela), também foi constatada uma estabilidade (manutenção da cor) com o desenvolvimento dos frutos (Figura 12 C), com exceção da cultivar AVC que apresentou aumento no valor desse parâmetro após os 189 dias. Como b^* é mais influenciado pela cor amarela, a cultivar AVeJ foi a que obteve frutos com menores valores desse parâmetro. Os resultados com relação à cor da casca dos frutos, aqui observados, estão de acordo aos encontrados por Santos Filha (2006).

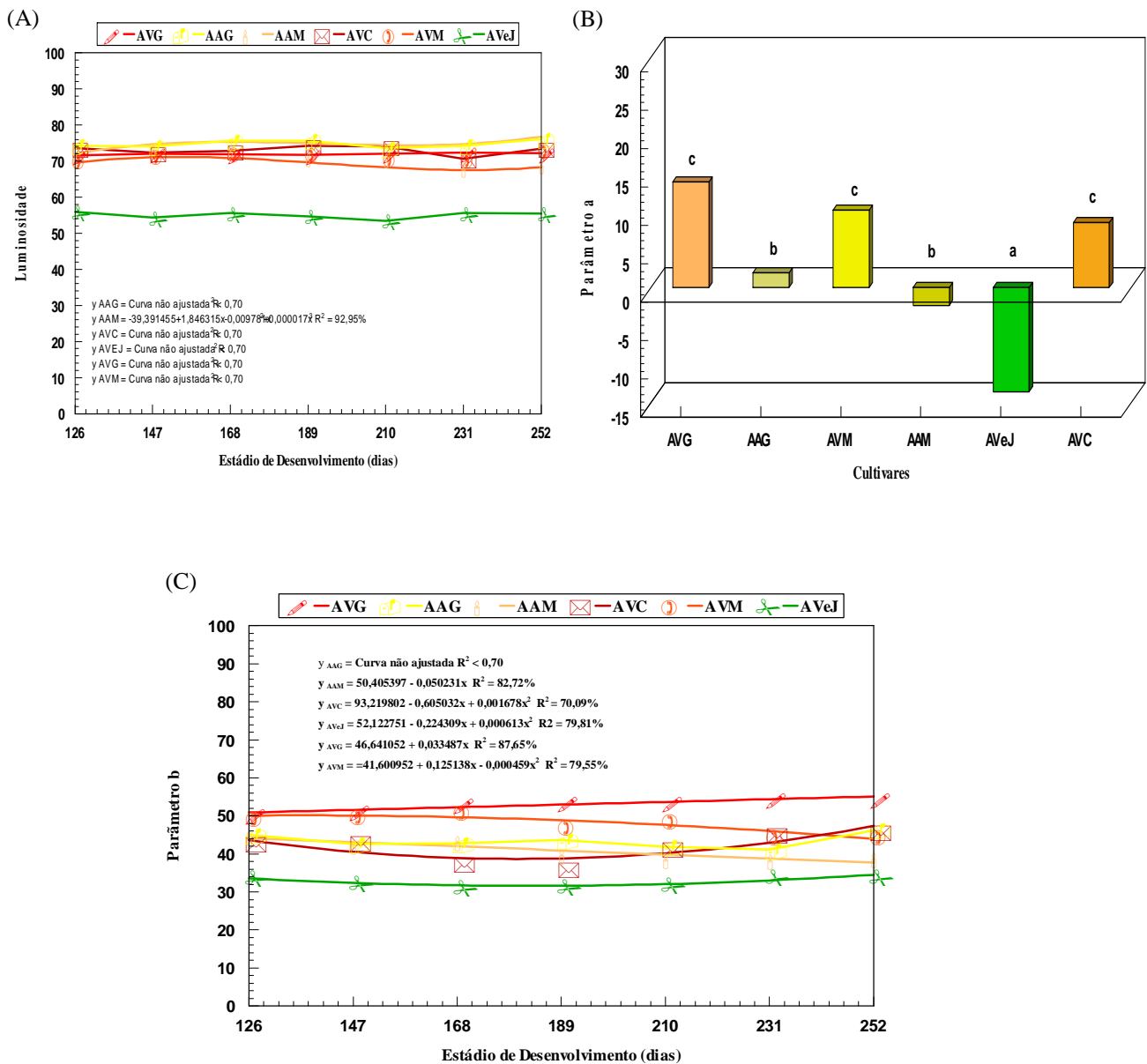


Figura 12 – Luminosidade (A), parâmetro a (B) e parâmetro b (C) da cor da casca dos frutos de seis cultivares de coqueiro Anão (AVG, AAG, AAM, AVC, AVM. Em (B), valores seguidos pelas mesmas letras não diferem entre si pelo teste de Tukey a nível de 5% de probabilidade.

4.2. Análises físico-químicas da água de coco

4.2.1. Turbidez

Analisando-se estatisticamente a turbidez da água de coco, observou-se que houve interação significativa ($p \leq 0,01$) entre as cultivares e o estágio de desenvolvimento dos frutos. Para todas as cultivares, foi observado um aumento progressivo na turbidez da água de coco com o decorrer do desenvolvimento (Figura 13). Esse aumento deve-se ao avanço no estado de maturação dos cocos, pois neste período há maior concentração de sólidos em suspensão na água de coco, como resultado da transformação do albúmem líquido em sólido. A cultivar AVeJ foi a que apresentou água com maior valor de turbidez dentre todas as cultivares aqui estudadas, atingindo aos 252 dias após a abertura da inflorescência o valor de 85 NTU. É interessante ressaltar que o comportamento das demais cultivares foi muito semelhante ao observado para AVeJ.

De acordo com a Tabela 4, os valores de turbidez da água de coco variaram entre 16,23 e 93,27 NTU, sendo esse valores mais elevados que os obtidos por Silva (2006). Esse autor, utilizando as mesmas cultivares aqui empregadas, observou um valor médio de turbidez na faixa de 32 a 42 NTU no período de 90 a 210 dias de desenvolvimento dos frutos. A turbidez observada por Silva (2006), na água de coco da cultivar AVeJ, quando

Tabela 4 - Valores médios de turbidez (NTU) de seis cultivares de coqueiro Anão em diferentes estádios de desenvolvimento.

Cultivares	Estádios de desenvolvimento (dias)						
	126	147	168	189	210	231	252
AAG	23,95	29,71	35,07	44,60	40,03	48,76	52,53
AAM	20,49	22,72	27,29	34,21	43,47	55,07	69,02
AVC	18,04	24,11	31,34	39,71	49,25	59,93	71,76
AVeJ	16,23	18,73	25,36	36,13	51,04	70,08	93,27
AVG	20,10	25,02	30,10	35,32	40,70	46,23	51,91
AVM	20,10	25,25	26,46	27,50	32,11	44,05	67,08

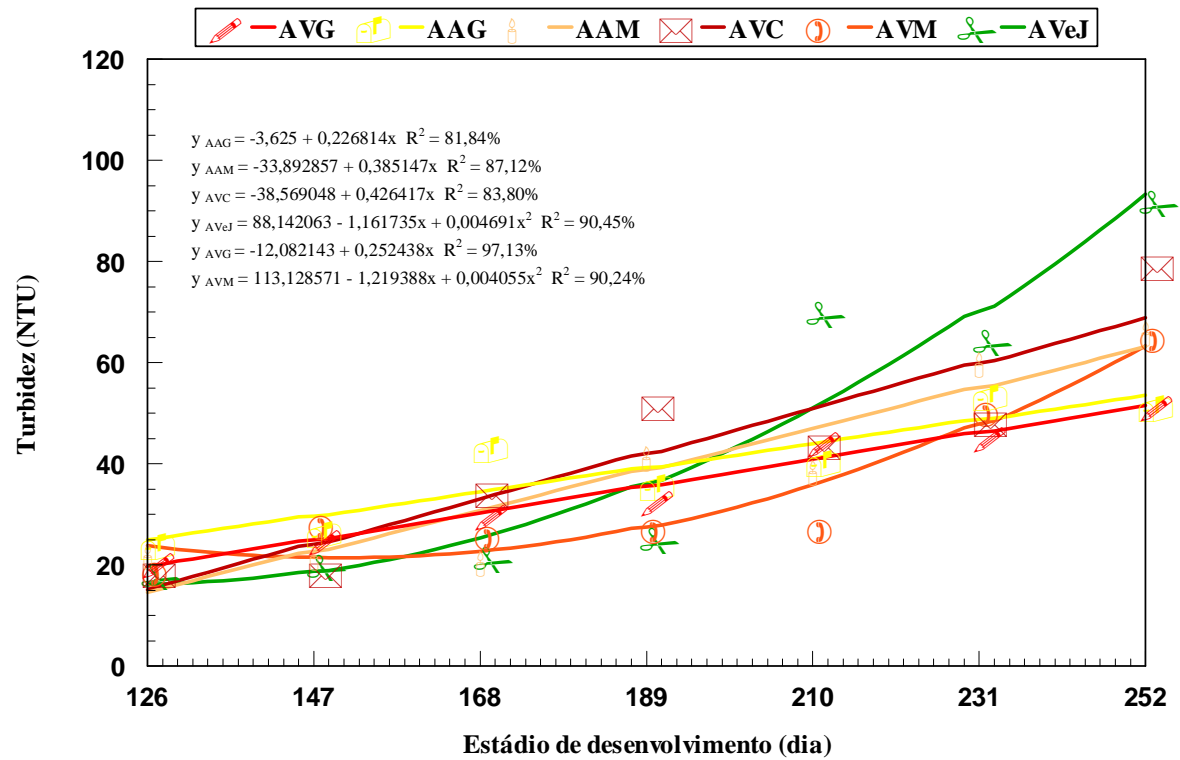


Figura 13 - Turbidez da água de coco de seis cultivares de coqueiro Anão (AVG, AAG, AAM, AVC, AVM e AVeJ) dos 126 aos 252 dias de desenvolvimento.

cultivada em sistema de produção orgânico e convencional, foi também inferior aos valores aqui observados no mesmo intervalo.

4.2.2. Sólidos solúveis

O conteúdo de sólidos solúveis (SS) na água de coco mostrou interação estatisticamente significativa ($p \leq 0,01$) entre os fatores cultivar e estádios de desenvolvimento dos frutos. Em geral, os teores de SS aumentaram com o período de maturação dos frutos, para em seguida caírem, o que ocorreu entre os 189 e 210 dias de desenvolvimento (Figura 14). Os resultados aqui observados foram semelhantes aos encontrados por Araújo (2003) e Tavares et al. (1998), trabalhando com essas mesmas cultivares.

Dois cultivares destacaram-se por apresentar água de coco com os maiores valores de SS: a AVeJ, com valor igual a 7,93% aos 189 dias de desenvolvimento, seguida pela cultivar AAG que, aos 210 dias, mostrou o valor máximo de SS de 7,10% (Tabela 5). Deve-se ressaltar que essas duas cultivares também foram as que atingiram os mais altos valores de SS no trabalho de Silva (2006), sendo a AVeJ com valor de 7,3% e a AAG com valor de 7,2%. As demais cultivares tiveram comportamento semelhante, com destaque apenas para as cultivares AVC e AVM que apresentaram os menores valores, observando-se aos 252 dias de desenvolvimento os valores de SS de 4,42 e 4,32%, respectivamente.

Tabela 5 – Valores médios de sólidos solúveis (%) de seis cultivares de coqueiro Anão em diferentes estádios de desenvolvimento.

Cultivares	Estádios de desenvolvimento (dias)						
	126	147	168	189	210	231	252
AAG	4,48	5,57	6,37	6,88	7,10	7,04	6,68
AAM	6,11	6,30	6,33	6,22	5,95	5,54	4,98
AVC	5,55	5,81	5,89	5,79	5,51	5,05	4,42
AVeJ	6,40	6,10	7,80	7,93	6,20	5,80	5,13
AVG	6,01	6,53	6,73	6,62	6,20	5,47	4,43
AVM	4,27	5,53	6,29	6,55	6,31	5,56	4,32

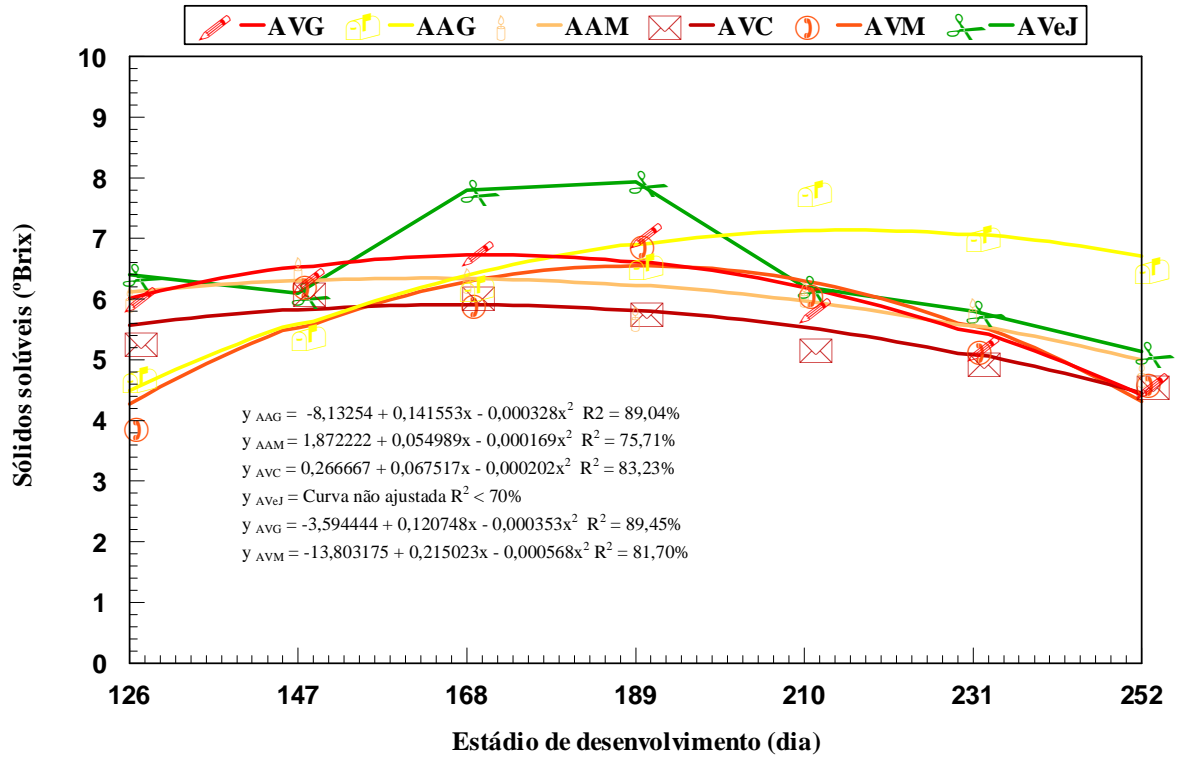


Figura 14 - Sólidos solúveis da água de coco de seis cultivares de coqueiro Anão (AVG, AAG, AAM, AVC, AVM e AVeJ) dos 126 aos 252 dias de desenvolvimento.

O valor de SS é um bom indicador da doçura e, conseqüentemente, do sabor da água de coco. Isso ocorre porque os açúcares representam grande parte dos SS (CHITARRA; CHITARRA, 2005). Portanto, esse parâmetro pode ser utilizado como característico do ponto ideal de colheita. Alguns autores apontam as faixas de 5,0 a 6,0% (JACKSON et al., 2004); de 6,0 a 7,0% (ARAÚJO, 2003); de 5,2 a 9,2% (ARAGÃO, 2002); como ideais para a colheita do coco, quando o interesse é a qualidade da água.

4.2.3. pH

De acordo com o modelo estatístico empregado, foi observada, interação significativa ($p \leq 0,01$) entre as cultivares e os estádios de desenvolvimento dos frutos com relação ao pH da água de coco. Em geral, as mesmas tiveram seu pH aumentado com o estágio de desenvolvimento dos frutos (Figura 15) e as cultivares apresentaram comportamento semelhantes entre si até os 168 dias. Após essa idade, a cultivar AAG teve um crescimento bastante significativo no pH da água de coco, apresentando uma variação de 5,20 a 6,91 durante o decorrer do desenvolvimento dos frutos (Tabela 6). Nas demais cultivares não foram observadas variações tão grandes no pH, destacando-se a cultivar AVM como a que obteve a menor variação dentre todas as cultivares (5,24 a 5,44).

Tabela 6 - Valores médios de pH de seis cultivares de coqueiro Anão em diferentes estádios de desenvolvimento.

Cultivares	Estádios de desenvolvimento (dias)						
	126	147	168	189	210	231	252
AAG	4,78	4,82	5,20	5,77	6,36	6,79	6,91
AAM	4,38	4,62	4,82	4,97	5,09	5,16	5,20
AVC	4,79	5,02	5,19	5,29	5,34	5,32	5,24
AVeJ	4,79	5,01	5,21	5,37	5,51	5,61	5,69
AVG	4,90	5,00	5,11	5,21	5,32	5,43	5,53
AVM	5,24	4,93	4,81	5,33	4,89	5,83	5,44

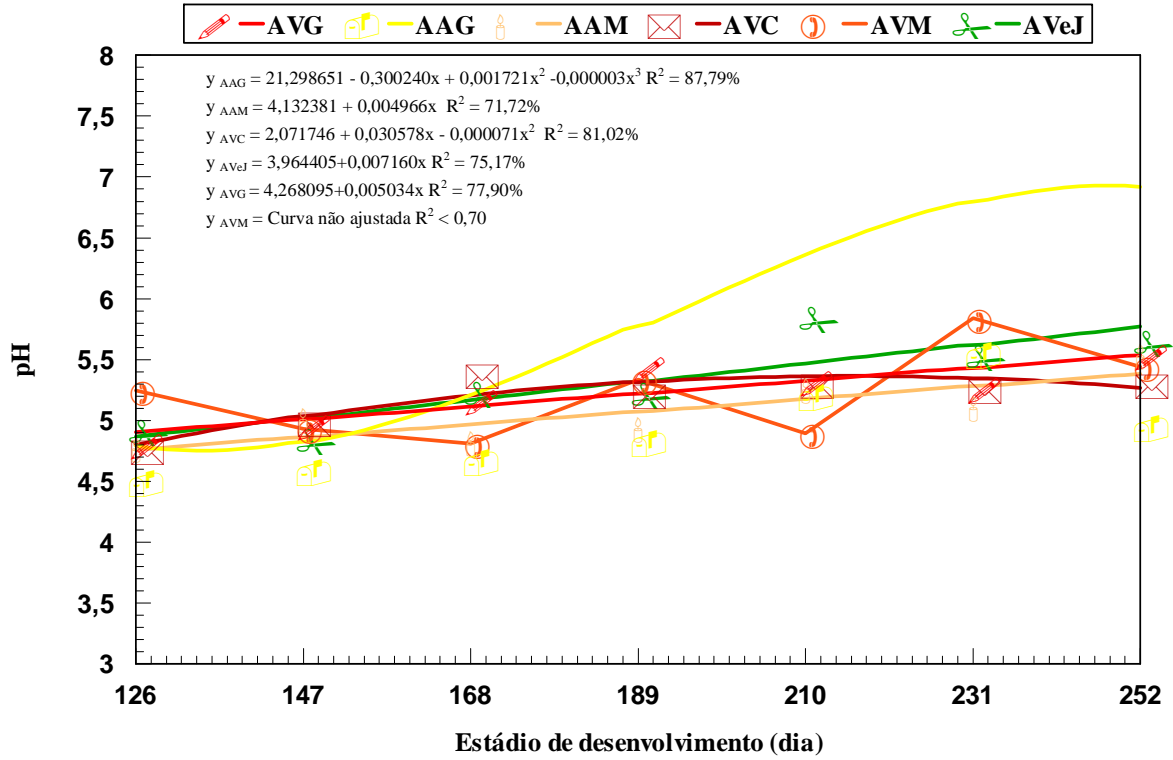


Figura 15 - Potencial hidrogeniônico (pH) da água de coco de seis cultivares de coqueiro Anão (AVG, AAG, AAM, AVC, AVM e AVeJ) dos 126 aos 252 dias de desenvolvimento.

De acordo com Ulrich (1970), o aumento no pH da água de coco, com o amadurecimento dos frutos, se deve a uma diminuição no teor de ácidos orgânicos na polpa por serem os mesmos utilizados no ciclo de Krebs. Silva (2006), também observou um aumento no pH da água de coco com a maturação do fruto. Esse autor observou que o pH aumentou de 5,27 para 5,55, o que ocorreu dos 180 aos 195 dias de desenvolvimento dos frutos, faixa próxima a encontrada por Araújo (2003). É nessa faixa onde normalmente o sabor doce e a adstringência para a água de coco são desejáveis. Também foram poucas as variações observadas no pH da água de coco no estudo realizado por Jackson et al. (2004).

4.2.4. Acidez total titulável

Como observado para o pH, também houve interação estatística significativa ($p \leq 0,01$) entre as cultivares e os estádios de desenvolvimento dos frutos com relação a acidez da água de coco. As cultivares mostraram comportamento semelhante durante o desenvolvimento dos frutos, tendo a acidez da água se mostrado decrescente (Figura 16). Esse decréscimo é, provavelmente, devido à utilização de ácidos orgânicos como substrato para a respiração (MORAES et al., 2000). O ácido málico é o ácido orgânico predominante na água de coco, o qual se encontra em proporção superior a 90% dos ácidos graxos presentes. Por isso, este é o ácido que melhor expressa a acidez da água de coco (SREBERNICH, 1998).

A cultivar AVeJ foi a que apresentou água de coco com maior valor de ATT, 0,1419% aos 126 dias de desenvolvimento, enquanto a cultivar AVM foi a que apresentou menor valor, 0,046%, aos 252 dias (Tabela 7). É interessante observar que a AVeJ apesar dos altos valores de ATT, na água, no início do desenvolvimento, teve uma queda bastante significativa após os 168 dias, chegando aos 252 dias do desenvolvimento com acidez de 0,049%. Em geral, não foram observadas grandes diferenças na acidez da água entre as cultivares estudadas. Os resultados aqui observados, em geral, foram semelhantes aos encontrados por Aragão et al. (2002) e Araújo (2003).

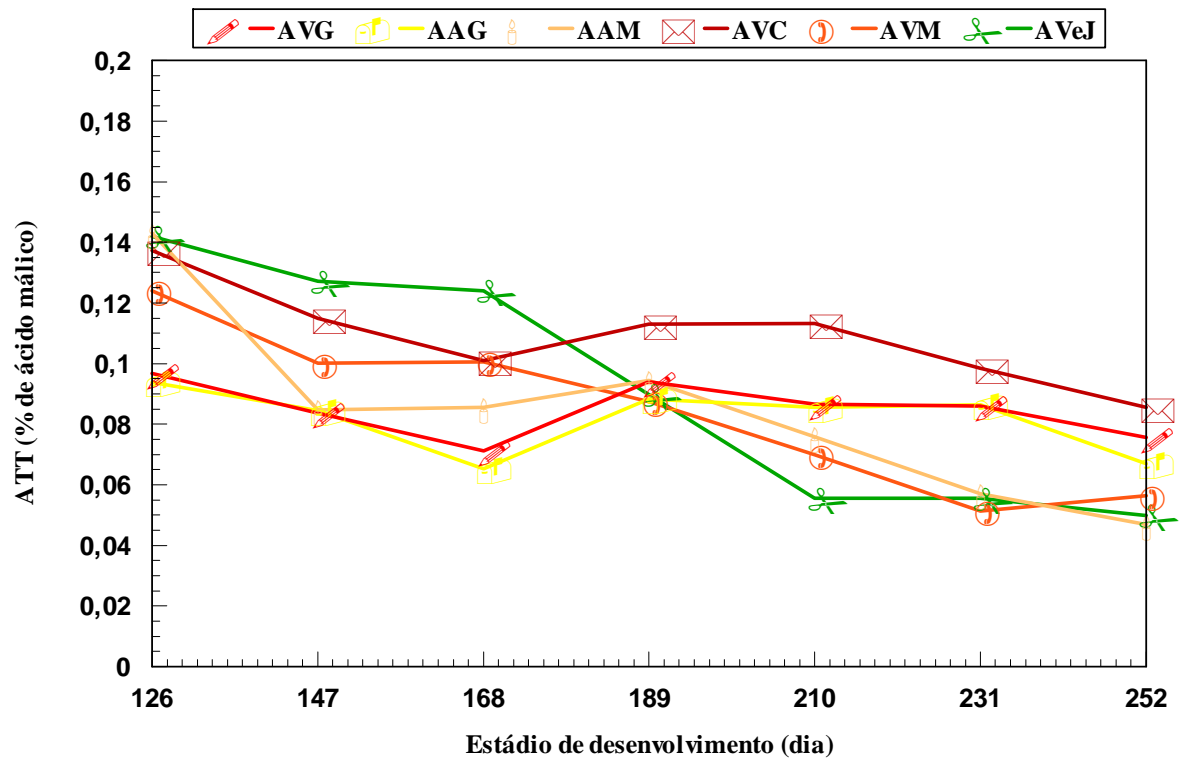


Figura 16 - Acidez total titulável da água de coco de seis cultivares de coqueiro Anão (AVG, AAG, AAM, AVC, AVM e AVeJ) dos 126 aos 252 dias de desenvolvimento.

Tabela 7 - Valores médios de acidez total titulável (% de ácido málico) de seis cultivares de coqueiro Anão em diferentes estádios de desenvolvimento.

Cultivares	Estádios de desenvolvimento (dia)						
	126	147	168	189	210	231	252
AAG	0,0939	0,0939	0,0653	0,0882	0,0855	0,0864	0,0670
AAM	0,143	0,084	0,085	0,094	0,075	0,057	0,046
AVC	0,137	0,114	0,100	0,112	0,113	0,098	0,085
AVeJ	0,1419	0,1270	0,1239	0,0898	0,0555	0,052	0,049
AVG	0,096	0,083	0,071	0,094	0,086	0,086	0,075
AVM	0,123	0,100	0,100	0,087	0,069	0,051	0,056

4.2.5. Relação SS/ATT

A relação SS/ATT é muito importante, pois é um excelente indicador de doçura e está diretamente relacionada com o aroma e o sabor da água de coco (CHITARRA; CHITARRA, 1990). Foi observada, neste trabalho interação estatística significativa ($p \leq 0,01$) entre as cultivares e os estádios de desenvolvimento dos frutos da relação SS/ATT. Houve um aumento na relação SS/ATT das cultivares AAG, AAM, AVM e AVeJ até aproximadamente os 231 dias de desenvolvimento, enquanto que para as cultivares AVG e AVC, esse aumento ocorreu até aproximadamente 168 dias (Figura 17). A cultivar mais difundida comercialmente, a AVeJ, foi a que obteve maior valor dessa relação (112,72) aos 231 dias de desenvolvimento dos frutos). Por outro lado, a cultivar AVM foi a que apresentou o menor valor (37,87), aos 126 dias de desenvolvimento dos frutos (Tabela 8). No entanto, foram os frutos da cultivar AVC que apresentaram, em média, os menores valores durante o período experimental estudado.

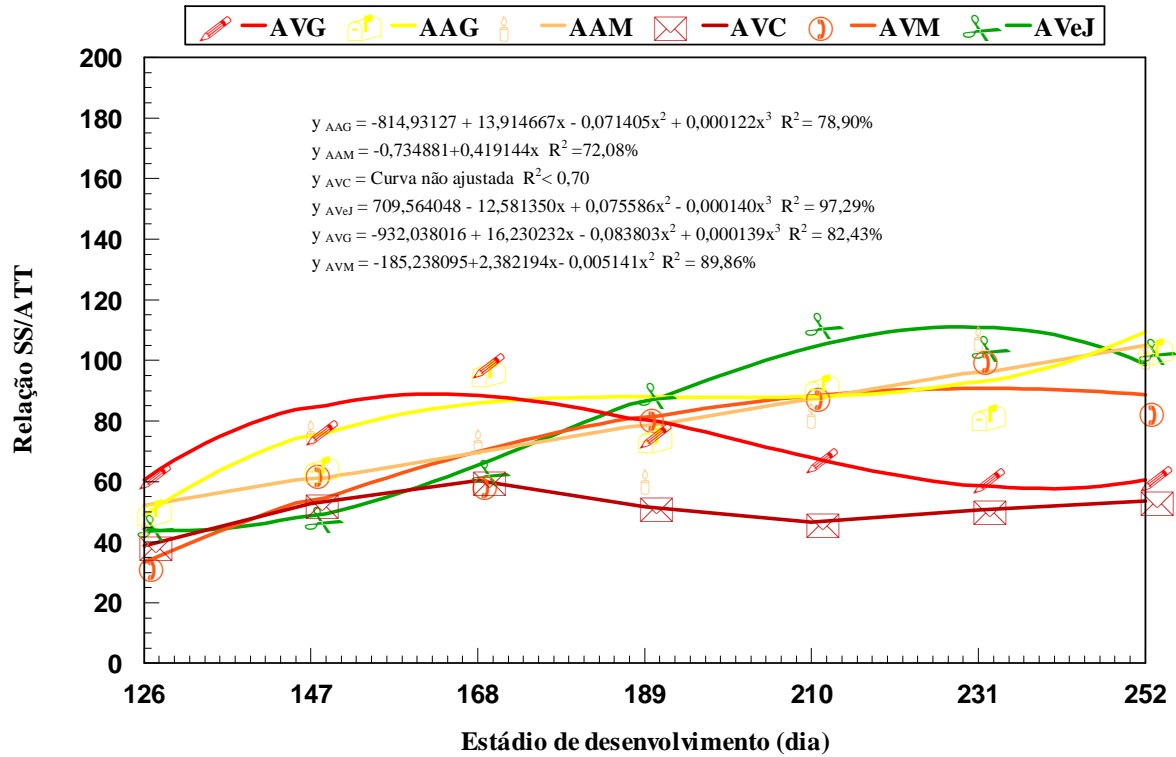


Figura 17 - Relação sólidos solúveis /acidez total titulável (SS/ATT) da água de coco de seis cultivares de coqueiro Anão (AVG, AAG, AAM, AVC, AVM e AVeJ) dos 126 aos 252 dias de desenvolvimento.

De acordo com CHITARRA e CHITARRA (2005), a relação SS/TT aumenta à medida que o estágio de maturação dos frutos avança. Isto ocorre em consequência, principalmente, do aumento nos teores de AST e diminuição nos teores de ácidos orgânicos, sendo que os últimos participam diretamente dos processos metabólicos dos frutos. Portanto a relação SS/ATT é um bom indicativo do ponto ideal de colheita, quando o interesse é o consumo de água de coco.

Tabela 8 - Valores médios da relação sólidos solúveis totais/acidez total titulável (SS/ATT) de seis cultivares de coqueiro Anão em diferentes estádios de desenvolvimento.

Cultivares	Estádios de desenvolvimento (dias)						
	126	147	168	189	210	231	252
AAG	48,11	63,50	73,36	83,68	88,46	89,69	87,39
AAM	59,46	66,30	73,13	79,97	86,90	93,64	100,48
AVC	50,15	50,07	49,98	49,90	49,81	49,72	49,64
AVeJ	44,55	49,19	60,00	87,50	105,64	112,72	101,00
AVG	81,61	80,38	79,14	77,90	76,66	75,43	74,19
AVM	37,87	43,92	58,89	76,79	91,62	97,37	80,05

4.2.6. Açúcares solúveis totais

Com relação ao teor de açúcares solúveis totais (AST), na água de coco, foi observada interação significativa ($p \leq 0,01$) entre os estádios de desenvolvimento dos frutos e as cultivares. Foram observados aumentos nos teores de AST nas cultivares estudadas entre os 126 e 189 dias de desenvolvimento dos frutos, com exceção da cultivar AAG, cujo aumento ocorreu até aproximadamente os 210 dias. Em seguida os teores de AST em todas as cultivares decresceram até o final do experimento (Figura 18). O aumento no teor de AST na água de coco com o estágio de maturação do fruto, também foi observado por Jackson et al. (2004).

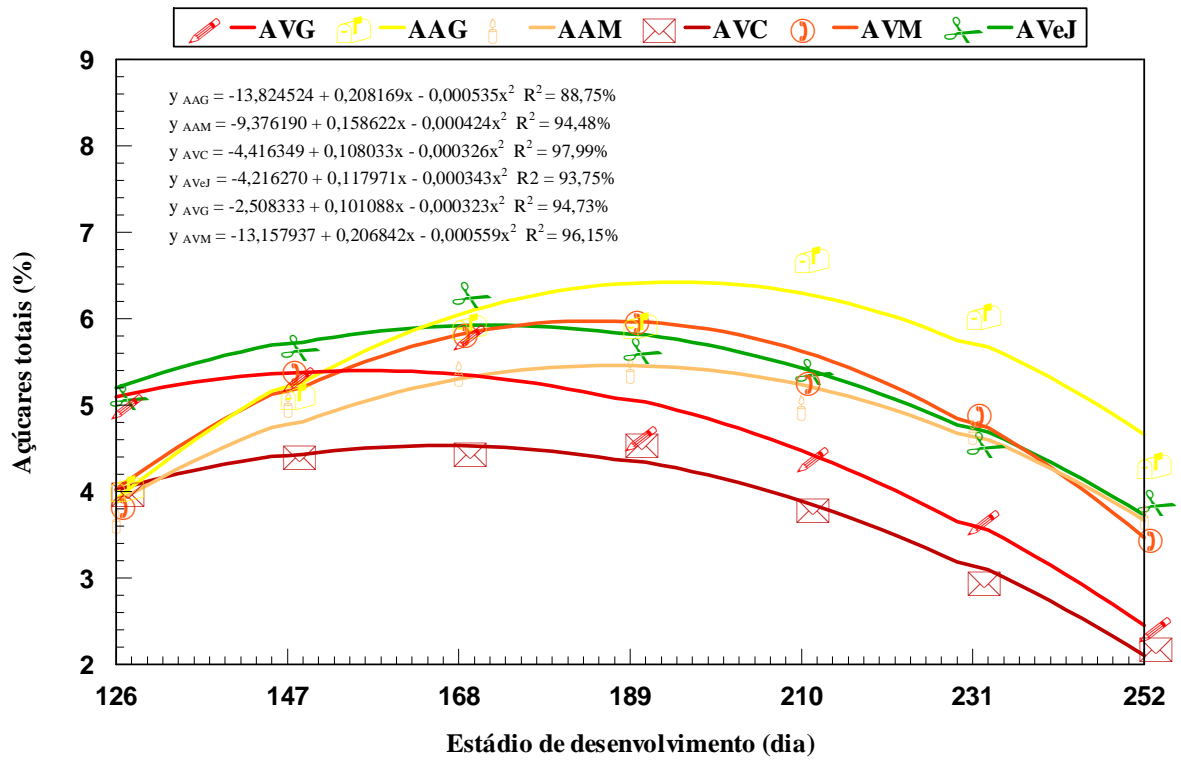


Figura 18 - Açúcares solúveis totais da água de coco de seis cultivares de coqueiro Anão (AVG, AAG, AAM, AVC, AVM e AVeJ) dos 126 aos 252 dias de desenvolvimento.

É interessante ressaltar que as cultivares AAM, AVC e AVeJ, atingiram os teores máximos de AST aos 168 dias de desenvolvimento, os quais foram de 4,75, 4,53 e 5,93%, respectivamente, diferente do que aconteceu com as cultivares AAG e AVM, cujos teores foram mais elevados no intervalo de 189 a 210 dias de desenvolvimento (Tabela 9). Os resultados para essas duas últimas duas cultivares foram bastante semelhantes aos encontrados por Silva (2006), o qual observou que máximos de AST ocorreram durante o período de 182 a 190 dias de desenvolvimento dos frutos. As diferenças encontradas entre as cultivares podem ser explicadas pelas diferenças dos metabolismos fisiológico e bioquímico das mesmas, o que faz com que respondam de maneira diferente às condições edafoclimáticas da região (Araujo, 2003).

As cultivares AVC e AVG foram as que apresentaram os maiores valores de volume de água de coco neste experimento (Figura 9) e (Tabela 2). Essas cultivares, foram também as que apresentaram os menores teores de AST nos estádio finais de desenvolvimento dos frutos. No entanto, a cultivar AAG que foi a que apresentou menor volume de água de coco também foi a que apresentou o maior teor de AST dentre todas as cultivares analisadas, com um valor de 6,39% aos 189 dias desenvolvimento (Tabela 9). Os resultados encontrados neste estudo estão de acordo com o observado por (ARAGÃO, et al.2001).

Tabela 9 - Valores médios de açúcares solúveis totais (%) de seis cultivares de coqueiro Anão em diferentes estádios de desenvolvimento.

Cultivares	Estádios de desenvolvimento (dias)						
	126	147	168	189	210	231	252
AAG	3,90	5,20	6,03	6,39	6,28	5,69	4,63
AAM	4,81	4,78	4,75	4,72	4,69	4,66	4,63
AVC	4,02	4,41	4,53	4,35	3,89	3,14	2,10
AVeJ	5,20	5,72	5,93	5,84	5,44	4,75	3,75
AVG	5,09	5,36	5,34	5,04	4,45	3,58	2,42
AVM	4,02	5,15	5,80	5,95	5,60	4,77	3,44

4.2.7. Açúcares redutores

Assim como aconteceu com a maioria dos parâmetros analisados houve interação estatística significativa ($p \leq 0,01$) entre as cultivares e os estádios de desenvolvimento dos frutos com relação ao teor de açúcares redutores (AR) na água de coco. Em geral, as cultivares apresentaram aumentos nos teores de AR até a faixa de 168 a 189 dias e, posteriormente, esses teores apresentaram uma queda significativa (Figura 19). A única exceção a esse comportamento foi com relação à cultivar AAG, cujo teor de AR na água de coco se mostrou crescente com o estádio de desenvolvimento até os 210 dias de desenvolvimento (Tabela 10). Os aumentos nos teores de AR nos estádios iniciais de desenvolvimento dos frutos devem-se aos aumentos progressivos nos teores de açúcares glicose e frutose (SREBERNICH, 1998), favorecendo a síntese de açúcares redutores. Por outro lado, a queda nos teores de glicose e frutose, nos estádios finais de desenvolvimento dos frutos, foi acompanhada de diminuição dos teores de AR na água de coco. De acordo com Jackson et al. (2004), nos estádios iniciais de maturação dos frutos, os AR representam quase a totalidade dos açúcares solúveis, ou seja, mais que 75%, para depois ocorrer a predominância de sacarose, um açúcar não redutor. As cultivares AAM, AVG e AVeJ se destacaram por terem permanecido com os teores de açúcares redutores na água de coco com valores maiores do que os observados nas demais cultivares durante quase todo o decorrer do desenvolvimento. Porém, foi a cultivar AVM que apresentou o maior teor de açúcar redutor (5,49%), o qual ocorreu aos 168 dias de desenvolvimento (Tabela 10). A cultivar AVeJ, a qual é a mais difundida comercialmente, atingiu o valor máximo nos teores de AR de 5,01% aos 189 dias de desenvolvimento, valores estes parecidos com os encontrados por Aragão et al. (2002). Apesar das variações entre todas as cultivares, o comportamento dos açúcares redutores foi semelhante ao encontrado por Silva (2006).

O conhecimento do comportamento desses açúcares na água de coco durante o desenvolvimento é de fundamental importância como método auxiliar para a determinação da melhor época em que o fruto deve ser colhido e, conseqüentemente, para a obtenção de frutos com alta qualidade, isto é quando se visa o mercado de água.

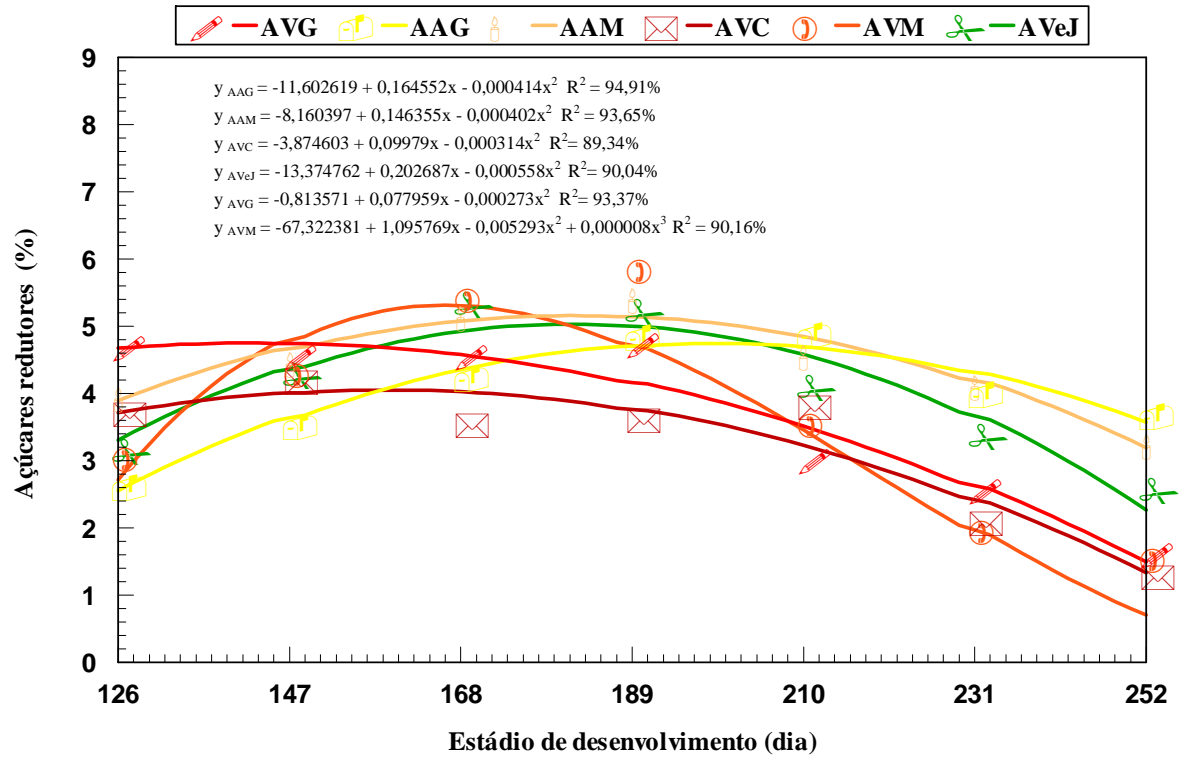


Figura 19 – Teores de açúcares redutores (%) da água de coco de seis cultivares de coqueiro Anão (AVG, AAG, AAM, AVC, AVM e AVeJ) dos 126 aos 252 dias de desenvolvimento.

Tabela 10 - Valores médios de açúcares redutores (%) de seis cultivares de coqueiro Anão em diferentes estádios de desenvolvimento.

Cultivares	Estádios de desenvolvimento (dias)						
	126	147	168	189	210	231	252
AAG	2,56	3,64	4,36	4,71	4,70	4,32	4,58
AAM	3,89	4,66	5,07	5,13	4,84	4,18	3,18
AVC	3,70	4,00	4,01	3,75	3,22	2,40	1,31
AVeJ	3,30	4,36	4,93	5,01	4,59	3,68	2,28
AVG	4,68	4,75	4,58	4,18	3,53	2,64	1,51
AVM	2,79	4,91	5,49	4,98	3,81	2,45	1,33

4.2.8. Proteína

Com relação à quantidade de proteína na água de coco, foi observada interação estatística significativa ($p \leq 0,01$) entre as cultivares e os estádios de desenvolvimento dos frutos. As cultivares AVG, AAG e AVC apresentaram aumentos nos teores de proteína dos 189 aos 210 dias de desenvolvimento dos frutos, sendo posteriormente observadas reduções (Figura 20). De todas as cultivares estudadas, a AVeJ foi a única cultivar que mostrou curva de tendência com aumento no teor de proteína da água de coco até os 252 dias de desenvolvimento dos frutos (Figura 20). Também, foi a cultivar que apresentou o maior teor de proteína em sua água, $63,6 \mu\text{g mL}^{-1}$ (Tabela 11), valor bem acima do valor médio de $10,58 \mu\text{g/mL}$ encontrado por Aragão et al.(2001) para essa cultivar. As cultivares AVG e AVM apresentaram valores nos teores de proteína na água de coco, ao longo do desenvolvimento dos frutos, com alterações relativamente pequenas alterações, 20,4 a $24,91 \mu\text{g mL}^{-1}$ e 13,46 e $16,06 \mu\text{g mL}^{-1}$, respectivamente (Tabela 11). Considerando todas as cultivares, o valor médio aqui encontrado para o teor de proteína foi de $27,69 \mu\text{g mL}^{-1}$, valor esse superior ao encontrado por Aragão et al.(2001) $19,88 \mu\text{g mL}^{-1}$ estudando essas mesmas cultivares.

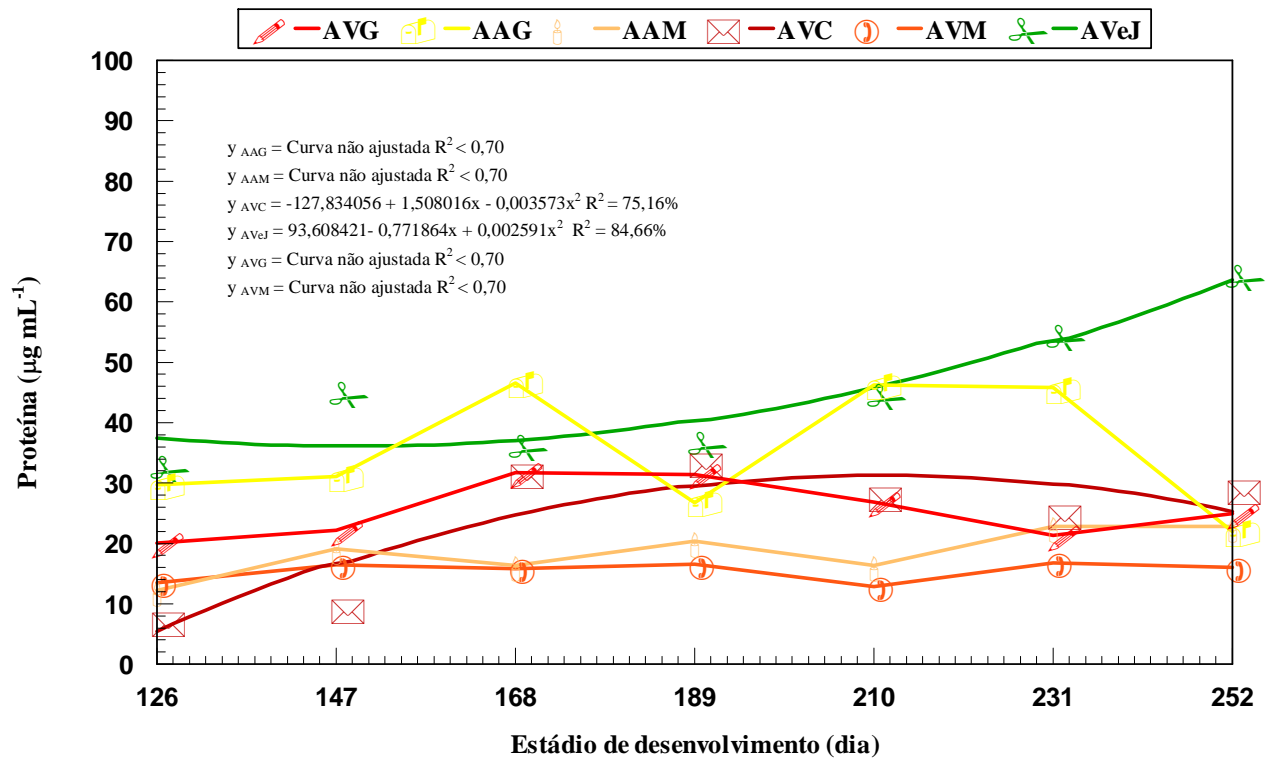


Figura 20 - Teores de proteína na água de coco de seis cultivares de coqueiro Anão (AVG, AAG, AAM, AVC, AVM e AVeJ) dos 126 aos 252 dias de desenvolvimento.

Tabela 11 – Valores médios de proteína ($\mu\text{g mL}^{-1}$) de seis cultivares de coqueiro Anão em diferentes estádios de desenvolvimento.

Cultivares	Estádios de desenvolvimento (dias)						
	126	147	168	189	210	231	252
AAG	26,95	31,06	46,53	26,79	46,19	45,76	21,92
AAM	12,17	19,05	16,32	20,38	16,32	22,77	22,77
AVC	5,45	16,63	24,67	29,55	31,28	29,86	25,29
AVeJ	37,49	36,14	37,07	40,29	45,79	53,86	63,66
AVG	20,04	22,13	31,75	31,45	26,88	21,28	24,91
AVM	13,46	16,45	5,85	16,53	18,86	16,79	16,06

4.3. Atividade enzimática da água de coco

4.3.1. Polifenoloxidase

A polifenoloxidase (PFO) está diretamente ligada aos processos de escurecimento dos frutos durante os estádios de maturação e o estudo de sua atividade na água de coco é um fator de grande relevância, devido às alterações indesejáveis, tais como o desenvolvimento da cor rósea (GALEAZZI, 1984).

Com relação à atividade dessa enzima na água de coco, observou-se interação estatística significativa ($p \leq 0,01$) entre as cultivares e os estádios de desenvolvimento dos frutos. Nas cultivares AAM, AVM e AVeJ, a atividade da PFO apresentou comportamento crescente e valores de atividade semelhantes entre si durante o desenvolvimento dos frutos, apresentando curvas de regressão lineares (Figura 21). Ao passo que nas cultivares AVG e AVC, foram observadas pequenas variações na atividade da PFO com os estádios de desenvolvimento dos frutos. De modo geral, a cultivar AAG foi a que apresentou maiores valores de atividade da PFO na água de coco, enquanto a AVC foi a que apresentou os menores valores de atividade dessa enzima. De acordo com a Tabela 12, o maior valor médio de atividade da PFO foi de $317,59 \text{ UA mL}^{-1} \text{ min}^{-1}$, observado aos 189 dias de desenvolvimento frutos da cultivar AAG, enquanto o menor valor foi de $4,81 \text{ UA mL}^{-1} \text{ min}^{-1}$, observado na cultivar AVC

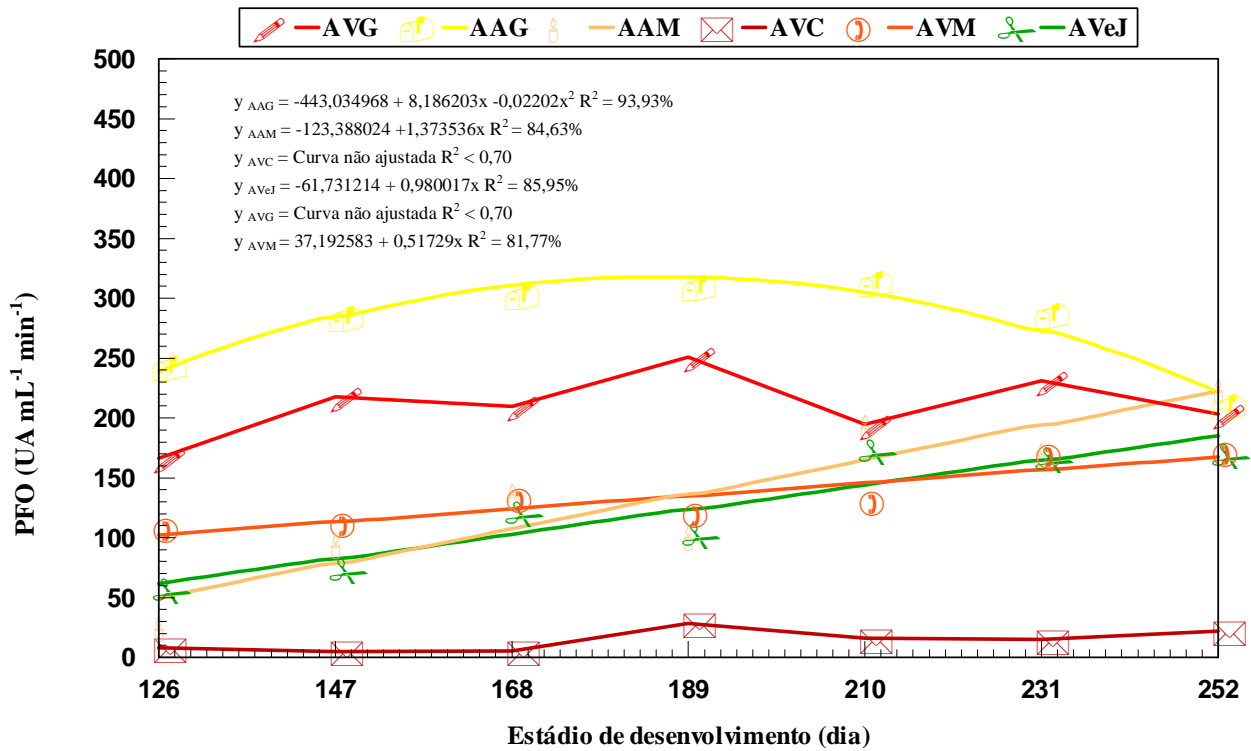


Figura 21 - Atividade da polifenoloxidase (PFO) na água de coco de seis cultivares de coqueiro Anão (AVG, AAG, AAM, AVC, AVM e AVeJ) dos 126 aos 252 dias de desenvolvimento.

Tabela 12 – Valores médios da atividade da PFO ($\text{UA mL}^{-1} \text{min}^{-1}$) na água coco de seis cultivares de coqueiro Anão em diferentes estádios de desenvolvimento.

Cultivares	Estádios de desenvolvimento (dias)						
	126	147	168	189	210	231	252
AAG	238,84	284,51	310,76	317,59	305,00	272,98	221,55
AAM	49,67	78,52	107,36	136,21	165,05	193,89	22,74
AVC	7,96	4,81	5,62	28,55	15,88	14,81	21,81
AVeJ	52,31	82,33	108,03	131,03	149,73	164,65	175,80
AVG	166,52	217,00	209,86	250,97	194,44	231,24	203,33
AVM	109,58	113,23	119,77	129,49	141,49	156,68	174,75

aos 147 dias. Abreu e Faria (2007), estudando os efeitos da temperatura na atividade dessa enzima em água de coco, in natura, encontraram valores de atividade da ordem de $2,3 \text{ UA mL}^{-1}$, enquanto Campos et al. (1996) observaram valores da ordem de $32,1 \text{ UA mL}^{-1} \text{min}^{-1}$. Portanto, com exceção da cultivar AVC, os valores de atividade da PFO na água de coco das demais cultivares foram superiores aos encontrados por esses autores.

4.3.2. Peroxidase do guaiacol

As peroxidases (POD) existem em diversas isoformas e oxidam fenóis utilizando o peróxido de hidrogênio. Essa enzima também está associada com mudanças na coloração e qualidade da água de coco (MATSUI, 2006). No presente trabalho foi estudada a atividade da peroxidase que usa o guaiacol (um fenol) como substrato, e que será aqui referida como peroxidase do guaiacol (G-POD).

A atividade da (G-POD) foi testada preliminarmente de acordo com o método de Kar e Mishara (1976) em várias das amostras da água de coco das diferentes cultivares. Como em todos esses testes os valores de atividade enzimática foram nulos ou desprezíveis, foram feitas

modificações no método de ensaio na tentativa de se detectar a atividade da G-POD. Nesse sentido, inicialmente foram aumentados os volumes de água de coco no ensaio de atividade, de 50 para até 500 μL , e em tempos de reação 15 vezes maiores que aquele especificado no método (1 min). Em função de respostas negativas na atividade enzimática a pH 7,0 (método de Kar e Mishara, 1976), e tendo em vista a existência de isoformas de G-POD com outros ótimos de pH (ABREU; FARIA, 2007), foram feitos ensaios de atividade em pH variando de 4,0 a 6,0. Como resultado, não foram detectadas atividades da enzima G-POD nas amostras de água de coco. Embora tenha autores que detectaram atividade dessa enzima na água de coco in natura (FARIA; ABREU, 2007), os valores encontrados foram relativamente baixos (na ordem de $12 \text{ UA mL}^{-1} \text{ min}^{-1}$) quando comparados com os da PFO aqui encontrados (Tabela 12).

É interessante ressaltar que a água de coco das cultivares estudadas não sofreu alterações na coloração mesmo quando armazenadas a -20°C por um ano. É possível supor-se que a ausência de atividade da G-POD possa, em parte, ser responsável por isso. Também se deve levar em conta à maneira cuidadosa com que a água foi retirada dos frutos, isto é, sem o contato com o mesocarpo, o qual tem grande quantidade de tanino (um fenol) (ROSA et al., 2002), o qual poderia sofrer oxidação pela PFO e provocar alterações na coloração da água de coco.

4.3.3. Dismutase do superóxido

A dismutase do superóxido (SOD) faz parte do sistema enzimático antioxidativo e é considerada a primeira linha de defesa contra o radical livre, o superóxido ($\bullet\text{O}_2^-$) (POLLE, 2001). A função dessa enzima é converter o radical $\bullet\text{O}_2^-$ em peróxido de hidrogênio, uma espécie reativa de oxigênio (ROS), a qual posteriormente é eliminada por outras enzimas.

Atividade da SOD na água de coco apresentou interação estatística significativa ($p \leq 0,01$) com relação aos fatores cultivares e estádios de desenvolvimento dos frutos, as curvas de regressão para as cultivares AVG, AVeJ e AVM indicam um máximo de atividade da SOD por volta dos 168 dias de desenvolvimento dos frutos (Figura 22). Tais resultados sugerem que, nessas cultivares, o mecanismo de proteção enzimática contra o radical superóxido foi intensificado à medida que o fruto evoluiu no estágio de desenvolvimento, pelo menos, até por volta dos 168 dias de desenvolvimento. Essa enzima, junto com outras do ciclo ascorbato-glutationa é apontada como uma das principais defesas da célula vegetal contra os danos provocados pelas (ROS) (ASADA, 1992; VAN BREUSEGEM et al., 2001).

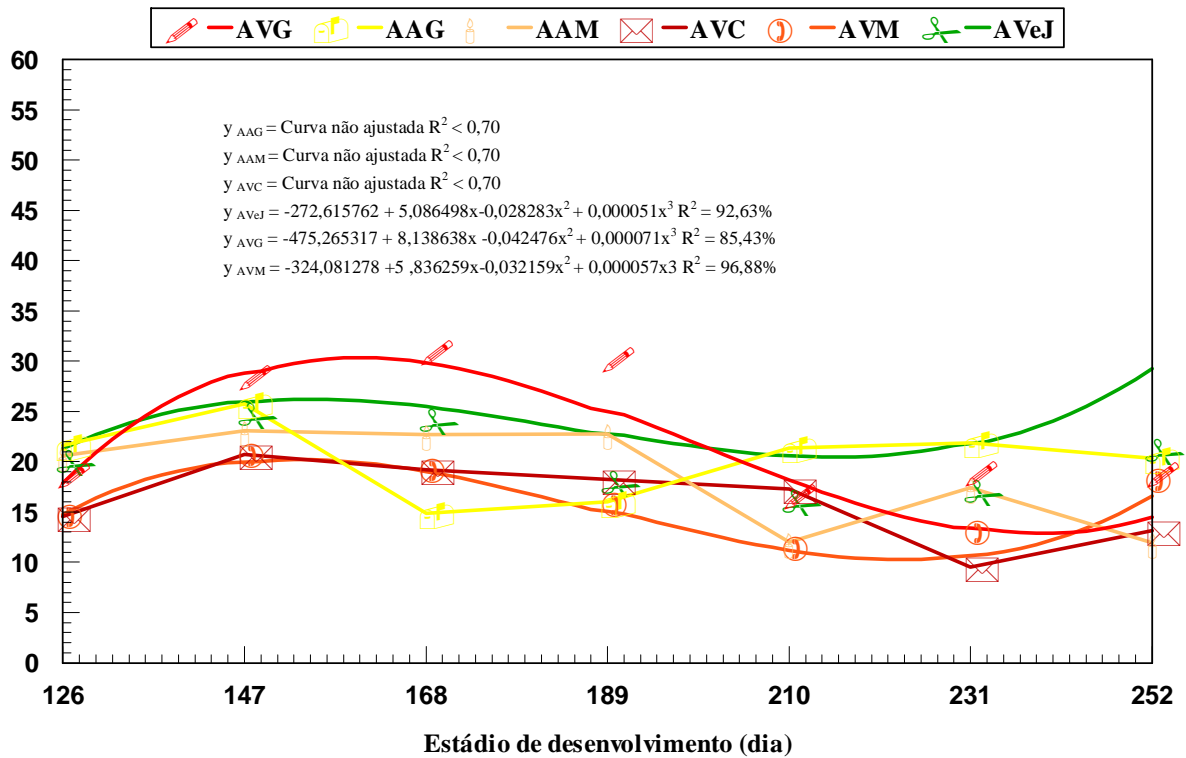


Figura 22 - Atividade da dismutase do superóxido (SOD) na água de coco de seis cultivares de coqueiro Anão (AVG, AAG, AAM, AVC, AVM e AVeJ) dos 126 aos 252 dias de desenvolvimento.

As cultivares AAG, AVC e AAM apresentaram variações em atividade da SOD no período estudado, porém, não foi possível ajustar-se nenhuma curva de tendência para as mesmas e as variações em atividade ao longo do desenvolvimento foram pequenas. No entanto, as médias dos valores de atividade da SOD dessas três últimas cultivares, nos diversos estádios de desenvolvimento, praticamente não diferiram dos valores médios de atividade observados para as outras três cultivares (Tabela 13). Portanto, é possível inferir-se que essas cultivares têm potencial de eliminação do superóxido semelhante aos das cultivares AVG, AVeJ e AVM.

Na literatura pesquisada não foram encontrados trabalhos com a SOD em água de coco, sendo, possivelmente, este o primeiro estudo com essa enzima. No entanto, comparando-se os valores de atividade aqui observados com os de Costa et al. (2005), em folhas e raízes de plantas de sorgo sob estresse salino, nota-se que eles foram cerca de 20 vezes maiores, fato que mostra o alto potencial da água de coco em eliminar o radical superóxido.

Tabela 13 – Valores médios da atividade da SOD (UA ug⁻¹ Prot) na água de coco de seis cultivares de coqueiro Anão em diferentes estádios de desenvolvimento.

Cultivares	Estádios de desenvolvimento (dias)						
	126	147	168	189	210	231	252
AAG	21,64	25,77	14,85	15,98	21,37	21,85	20,33
AAM	20,58	23,10	22,67	22,76	11,99	17,44	11,93
AVC	14,55	20,73	19,23	18,26	17,27	9,55	13,44
AVeJ	20,33	24,43	23,23	19,55	16,18	15,95	21,65
AVG	18,49	29,75	31,28	27,04	21,00	17,11	19,34
AVM	15,01	20,40	19,64	15,92	12,40	12,27	18,68

4.3.4. Catalase

Houve interação significativa ($p \leq 0,01$) entre as cultivares e os estádios de desenvolvimento dos frutos, com relação à atividade da CAT na água de coco. Na cultivar AAM, a atividade da CAT atingiu um máximo em torno de 231 dias, enquanto que na

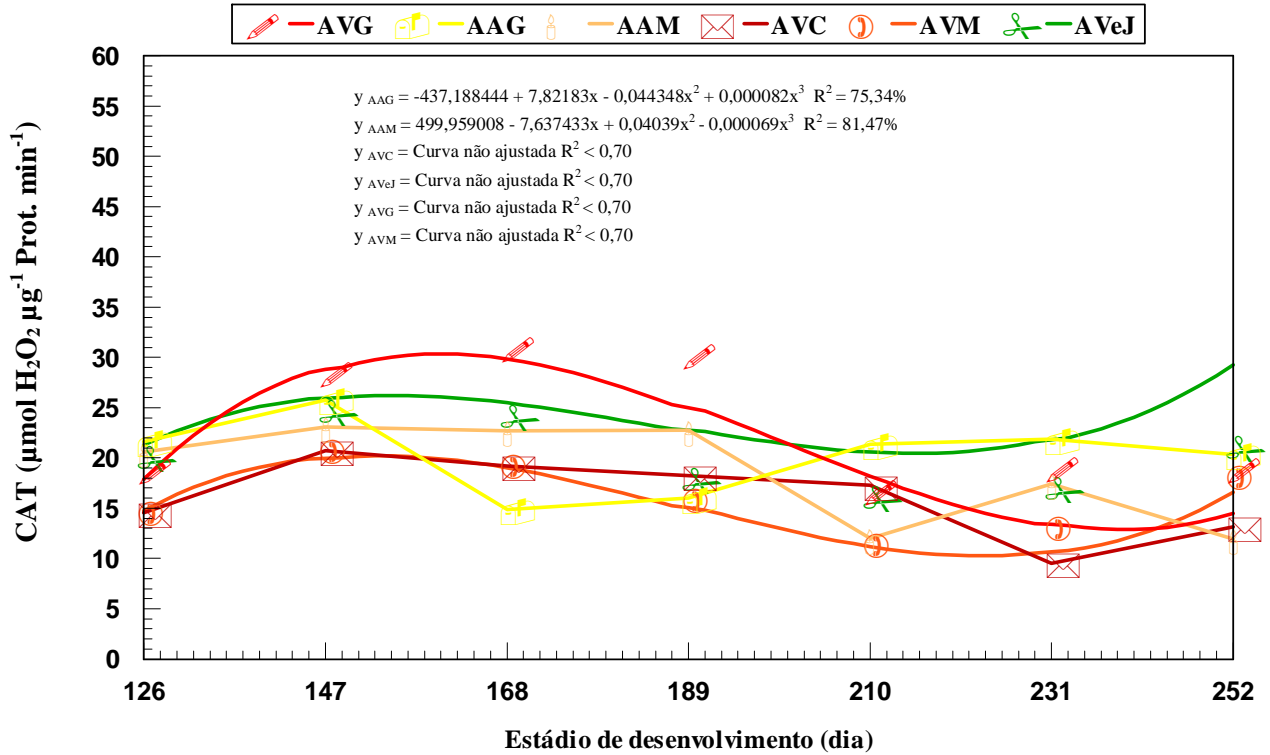


Figura 23 - Atividade da catalase (CAT) na água de coco de seis cultivares de coqueiro Anão (AVG, AAG, AAM, AVC, AVM e AVeJ) dos 126 aos 252 dias de desenvolvimento.

cultivar AAG houve uma tendência de crescimento dos 210 aos 252 dias (Figura 23). Considerando os diversos estádios de desenvolvimento, as cultivares AVM e AAM foram as que, em geral, apresentaram os maiores valores de atividade da CAT, enquanto as cultivares AAG e AVeJ foram as que apresentaram os menores valores (Tabela 14). Analisando-se a atividade da CAT aos 126 dias de desenvolvimento e aos 252 dias, nota-se que, com exceção da cultivar AAG, as demais apresentaram menores valores nesse último estádio.

Tabela 14 – Valores médios de atividade da CAT ($\mu\text{mol H}_2\text{O}_2 \mu\text{g}^{-1} \text{Prot. min}^{-1}$) na água de coco de seis cultivares de coqueiro Anão em diferentes estádios de desenvolvimento.

Cultivares	Estádios de desenvolvimento (dias)						
	126	147	168	189	210	231	252
AAG	8,46	15,00	14,35	11,07	9,72	14,86	31,05
AAM	40,31	30,01	28,40	31,61	35,82	37,15	31,78
AVC	34,74	41,80	18,12	24,88	29,99	24,09	22,44
AVeJ	19,29	17,51	11,71	13,34	17,96	13,71	10,50
AVG	20,12	26,36	21,58	23,89	18,35	25,40	13,85
AVM	32,14	33,55	32,88	38,37	44,45	33,78	30,81

A catalase (CAT) é uma importante enzima na proteção contra danos oxidativos (MITTLER, 2002) e, diferente da enzima G-POD, elimina o peróxido de hidrogênio sem, no entanto, provocar a oxidação de fenóis. Além disso, a G-POD necessita do peróxido de hidrogênio para oxidar fenóis, cujos produtos de oxidação são os responsáveis pela mudança na coloração da água de coco. Tendo em vista isto, a presença de atividade da CAT nas cultivares estudadas pode ser benéfica, não só do ponto de vista fisiológico, evitando possíveis estresses oxidativos causados por eventuais excessos de peróxido de hidrogênio, como na manutenção da qualidade da água ao eliminar um co-substrato da G-POD.

Também, da mesma forma que a SOD, não foram encontrados estudos com a CAT em água de coco, parecendo ser esse trabalho pioneiro nesse estudo. Essa enzima na água de coco, no entanto, apresentou valores de atividade cerca de 1000 vezes maior que os encontrados por Costa et al. (2005), em folhas e raízes de plantas de sorgo, sob estresse salino, fato que sugere elevada presença dessa enzima na água de coco.

4.3.5. Peroxidase do ascorbato

A peroxidase do ascorbato (APX) catalisa o primeiro passo do ciclo ascorbato-glutationa e atua reduzindo o H_2O_2 a água e oxigênio molecular (MITTLER, 2002).

Com relação à atividade dessa enzima na água de coco não foi observada interação significativa entre as cultivares e os estádios de desenvolvimento dos frutos. Dessa forma, a atividade da APX não variou ao longo do desenvolvimento dos frutos, embora a análise estatística tenha mostrado diferenças significativas ($p \leq 0,01$) entre as cultivares. Tendo em vista isso, fez-se uma comparação de médias pelo teste de Tukey entre os valores de atividade da APX das cultivares estudadas. Como pode ser observado na Figura 24, a cultivar AVeJ, que é a mais difundida comercialmente, bem como a AVG, foram as que apresentaram maiores valores de atividade da APX. A cultivar AAM foi a que apresentou o menor valor em atividade da APX, porém, a mesma não diferiu estatisticamente das cultivares AVM, AAG e AVC.

De acordo com Mehdy et al. (1996), o estresse oxidativo se caracteriza quando a geração de ROS é superior à capacidade protetora do sistema enzimático antioxidante (CAT, SOD, APX e outras enzimas do ciclo do ascorbato-glutationa) de eliminá-las. Embora a APX seja considerada a principal forma de proteção das células vegetais contra a ação do peróxido de hidrogênio (ASADA, 1992), os resultados aqui apresentados não mostraram isso. Como pode ser verificado, os valores de atividade da CAT (Figura 23) foram, de modo geral, superiores ao da APX (Figura 24), sendo possivelmente a principal eliminadora de H_2O_2 na água de coco.

A APX, ao contrário da G-POD e da mesma forma que a catalase não causa escurecimento dos frutos, pois reduzem o peróxido de hidrogênio sem oxidar fenóis. Essa enzima reduz uma molécula de H_2O_2 oxidando duas moléculas de ascorbato a duas de monodesidroascorbato (MDHA). A regeneração do ascorbato se dá porque as duas moléculas de MDHA se convertem não enzimaticamente em ascorbato e desidroascorbato (DHA), e este, por ação da desidrogenase do desidroascorbato (DHAR) se converte em ascorbato (SHIGEOKA et al., 2002).

Da mesma forma que para o caso da SOD e da CAT também não foram encontrados estudos com a APX em água de coco. É possível que o estudo aqui realizado com essa enzima, em água de coco, seja também pioneiro. Essa peroxidase, diferentemente da G-POD, provavelmente, não é responsável pelas alterações na cor da água de coco e, da mesma

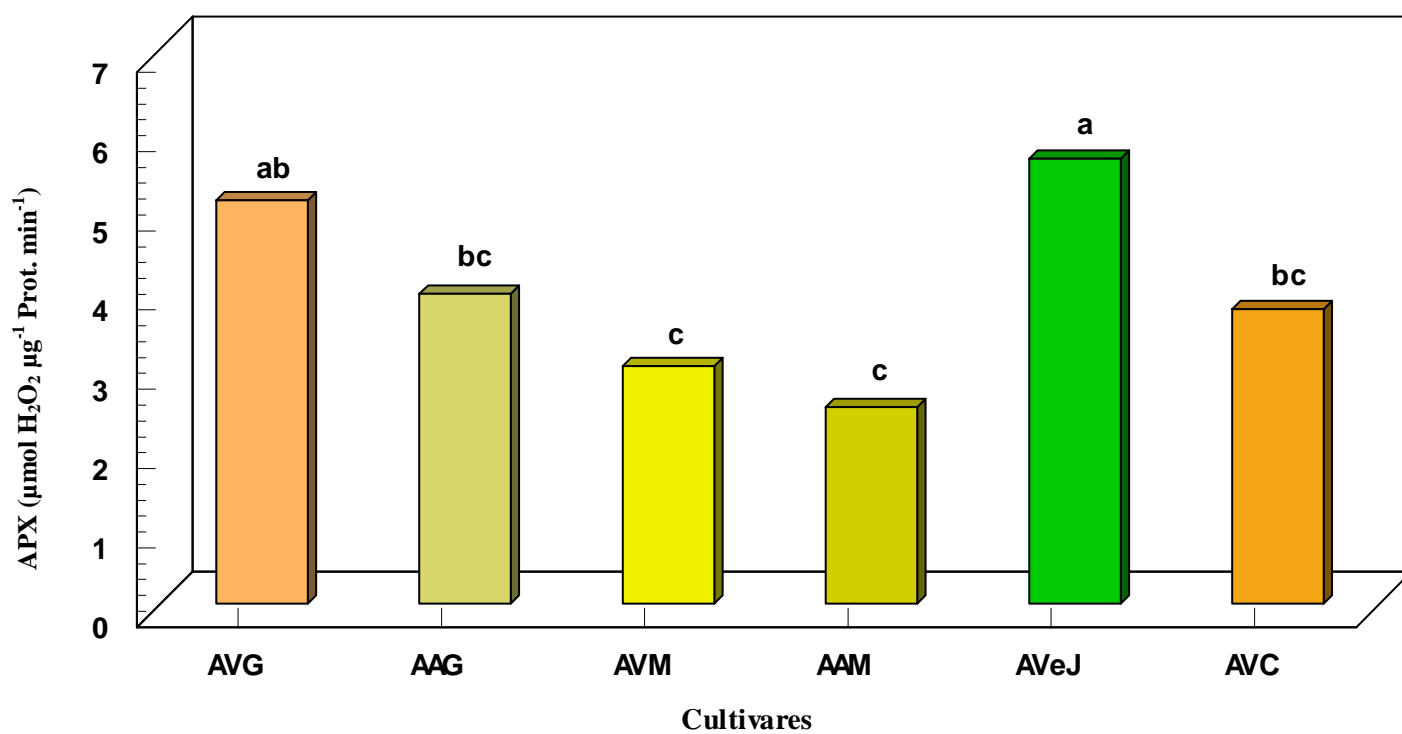


Figura 24 - Atividade da peroxidase do ascorbato (APX) na água de coco de seis cultivares de coqueiro Anão (AVG, AAG, AAM, AVC, AVM e AVeJ). Valores seguidos pelas mesmas letras não diferem entre si pelo teste de Tukey a nível de 5% de probabilidade.

forma que as outras enzimas do ciclo do ascorbato-glutationa, podem exercer proteção antioxidativa na água de coco.

A APX da água de coco, igualmente às outras enzimas antioxidativas aqui estudadas (SOD e CAT), apresentou valores de atividade muito superiores a essa mesma enzima de folhas e raízes de plantas de sorgo sob estresse salino (COSTA et. al., 2005).

4.4. Análise sensorial

Com relação ao parâmetro de aceitação global da água de coco foi observada interação estatística significativa ($p \leq 0,01$) entre as cultivares e os estádios de desenvolvimento dos frutos. Para a avaliação desse parâmetro, utilizou-se escala hedônica de nove pontos, variando de 1 (gostei muitíssimo) a 9 (desgostei muitíssimo) (MINIM, 2006). Com exceção das cultivares AAG e AVM, que receberam nota em torno de 7, todas as demais tiveram notas entre 3 e 4 com relação a esse parâmetro no início do desenvolvimento dos frutos (aos 126 dias). Todavia, com exceção da cultivar AAG, a partir dos 189 dias de desenvolvimento, todas as outras cultivares apresentaram notas crescentes na escala hedônica empregada (Figura 25). Analisando os resultados apresentados percebe-se que no geral, a água de coco teve melhor aceitação em sabor nos estádios finais de desenvolvimento, resultado também observado por Araújo (2003) e Silva (2006). No entanto, é importante ressaltar que, mesmo aos 252 dias de desenvolvimento, a nota no parâmetro de aceitação foi relativamente baixa, tendo somente as cultivares AVG e AAM atingido a nota mínima aceitável pelo consumidor para a água de coco, valor em torno de 6 (ARAÚJO, 2003). A aceitabilidade da água de coco está diretamente relacionada com os atributos de qualidade, tais como a doçura, a turbidez e, conseqüentemente, com o sabor agradável (MINIM, 2006). É interessante ressaltar que a cultivar AVeJ, que é a mais difundida comercialmente, não obteve destaque na aceitação global, apresentando nota abaixo de 6, fato este também observado por Araújo (2003) com as mesmas cultivares aqui estudadas. No trabalho realizado por esse autor as cultivares AVM e AAM foram as que apresentaram as maiores notas na escala hedônica. Por outro lado, Silva (2006), também trabalhando com essas mesmas cultivares, observou que as cultivares AAG e AVeJ foram as que receberam as melhores notas nesse parâmetro de aceitação global da água de coco (notas acima de 6).

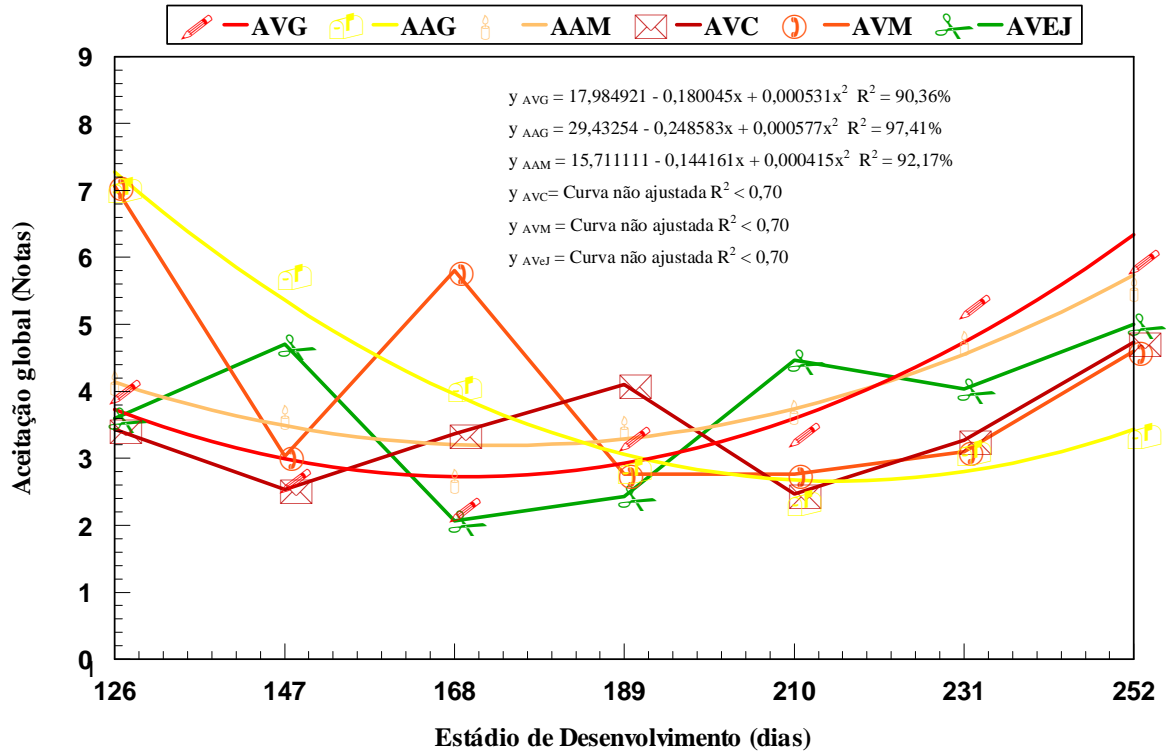


Figura 25 - Aceitação global da água de coco de seis cultivares de coqueiro Anão (AVG, AAG, AAM, AVC, AVM e AVEJ) dos 126 aos 252 dias de desenvolvimento.

Com relação à turbidez da água de coco, foi observada interação estatística ($p \leq 0,01$) entre as cultivares e os estádios de desenvolvimento dos frutos. Para avaliação da turbidez da água de coco das seis cultivares de coqueiro Anão, utilizou-se escala hedônica de notas variando de 0 (translúcido) a 8 (muito turvo) (MINIM, 2006). De acordo com a Figura 26, foi observado um aumento nas notas atribuídas pelos provadores na turbidez da água com o decorrer do desenvolvimento dos frutos. Esse aumento deveu-se ao avanço do estado de maturação dos cocos, pois neste período há maior concentração de sólidos em suspensão na água, como resultado da transformação do albúmen líquido em sólido, deixando a água turva (SANTOS FILHA, 2006). Os resultados mostram que a cultivar AVM foi que apresentou as menores notas entre todas as cultivares analisadas. É importante destacar que a AVeJ, que é a cultivar mais explorada comercialmente, obteve, junto com a AVG, a maior nota aos 252 dias de desenvolvimento dos frutos, sendo assim a menos apreciada pelos provadores com relação a esse parâmetro. Vale salientar que o consumidor relaciona bastante a turbidez da água de coco à qualidade, então fica evidente que os provadores deste experimento também fizeram esta mesma relação.

Com relação à doçura da água de coco, foi observada interação estatística significativa ($p \leq 0,01$) entre as cultivares e os estádios de desenvolvimento dos frutos. Para avaliação da doçura da água de coco das seis cultivares de coqueiro Anão, utilizou-se escala hedônica de notas variando de 0 (nenhuma) a 8 (muito forte) (MINIM, 2006). As cultivares AVG, AAM e AAG mostraram curvas de tendência com máximos entre 168 e 210 dias de desenvolvimento dos frutos (Figura 27). As cultivares AVM e AVeJ foram as que apresentaram as maiores notas no parâmetro doçura, o que ocorreu dos 168 aos 189 dias. A doçura é um dos parâmetros mais importantes para a aceitação da água de coco e varia de acordo com o estágio de desenvolvimento dos frutos e as condições de plantio. Segundo Chitarra e Chitarra (1990) a doçura dos frutos é resultante do balanceamento das concentrações de diversos açúcares e dos ácidos orgânicos presentes no caso específico da água de coco, o ácido málico. É interessante destacar, que a AVeJ apresentou máximos valores de SS entre os 168 e 210 dias de desenvolvimento (Figura 14), bem como maiores teores em AST (Figura 18), justamente no mesmo período em que apresentou maior doçura (Figura 27). Concordando com tais resultados, o parâmetro doçura mostrou-se decrescente após esse período, o mesmo ocorrendo com os teores de AST (Figura 18). Silva (2006), trabalhando com essas mesmas cultivares, constatou que a doçura da água de coco de todas elas aumentou com o decorrer do desenvolvimento dos frutos dos 189 aos 210 dias do desenvolvimento, período no qual as cultivares também apresentaram os maiores teores de SS e AST.

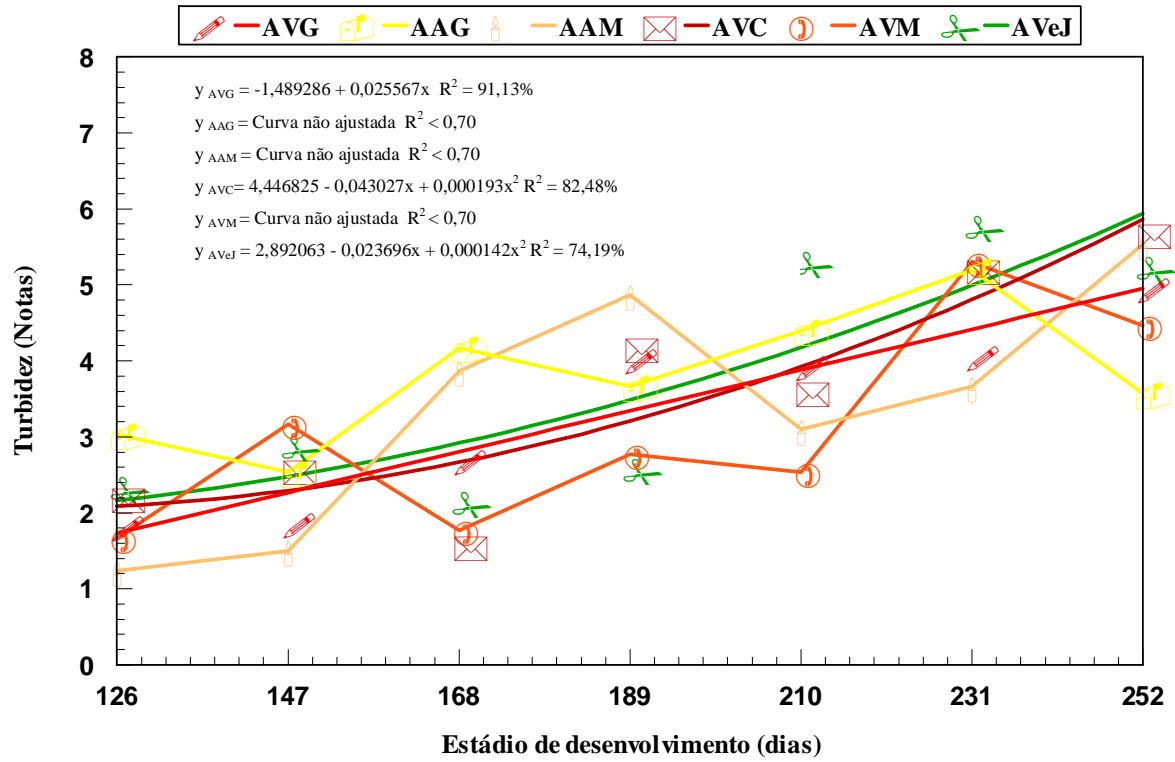


Figura 26 - Turbidez da água de coco de seis cultivares de coqueiro Anão (AVG, AAG, AAM, AVC, AVM e AVeJ) dos 126 aos 252 dias de desenvolvimento.

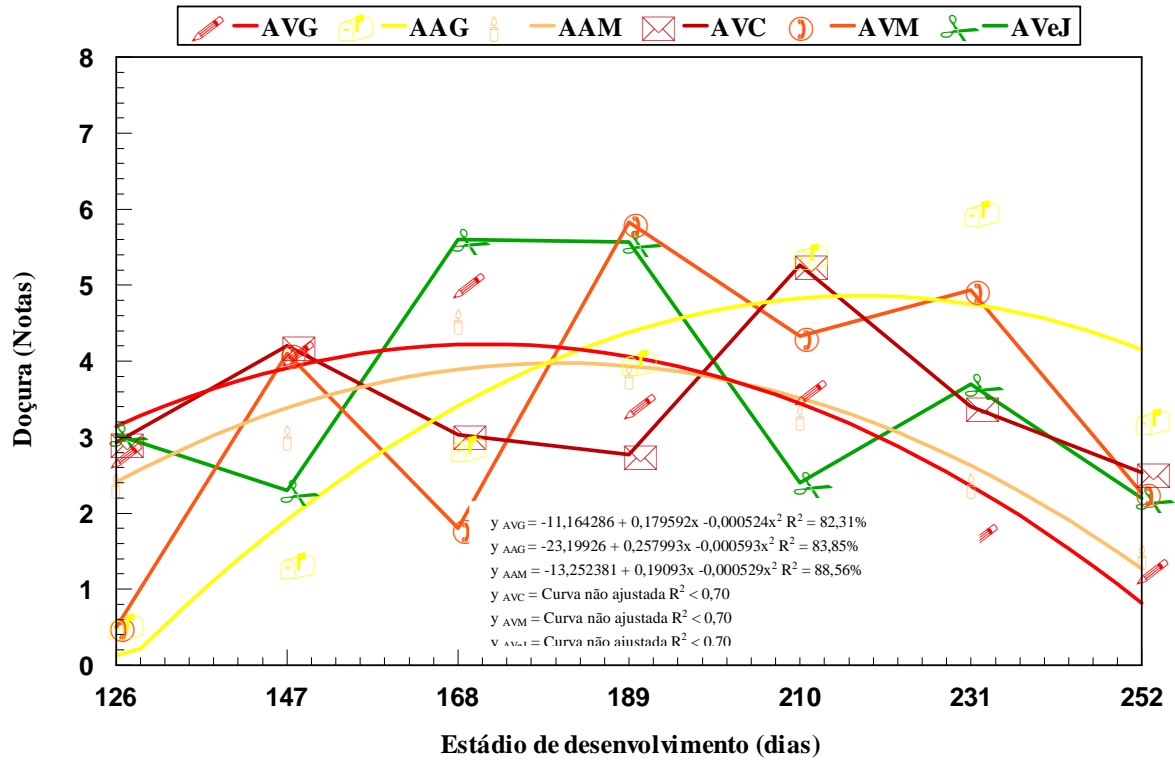


Figura 27 - Doçura da água de coco de seis cultivares de coqueiro Anão (AVG, AAG, AAM, AVC, AVM e AVeJ) dos 126 aos 252 dias de desenvolvimento.

Houve interação estatística significativa ($p \leq 0,01$) com relação ao parâmetro sabor da água de coco entre as cultivares e os estádios de desenvolvimento dos frutos. Para avaliação do sabor da água de coco das seis cultivares de coqueiro Anão, utilizou-se escala hedônica de notas variando de 0 (nenhum) a 8 (muito forte) (MINIM, 2006). As cultivares AVM e AAG foram as que apresentaram as menores notas nesse parâmetro, o que ocorreu aos 126 dias (Figura 28), porém foram as que apresentaram maiores aumentos no decorrer do desenvolvimento dos frutos. No entanto, de modo geral, dos 147 aos 231 dias do desenvolvimento as cultivares apresentaram notas semelhantes com apenas algumas variações. Contudo, com exceção da AAG, após esse período houve uma pequena queda nas notas com relação ao sabor. De acordo com Kays (1991) o sabor está diretamente ligado às mudanças na acidez. Essa afirmativa, em parte, foi confirmada em nossos experimentos, pois embora a acidez da água de coco tenha, de modo geral, se mostrado decrescente com o desenvolvimento (Figura 16), somente as cultivares AVM e AAG apresentaram aumentos relevantes em seu sabor ao longo do desenvolvimento (Figura 28). É interessante destacar que a AVeJ, que é a cultivar mais explorada comercialmente para consumo de água in natura, apresentou sabor semelhante aos das demais cultivares. Os resultados aqui apresentados, são em parte, condizentes com os de Silva (2006) que observou que as duas cultivares que apresentaram os maiores sabores foram a AVeJ e AAG. Os valores de sabor da água de coco detectados pelos provadores deste experimento foram inferiores aos reportados por Santos Filha (2006) com as mesmas cultivares aqui empregadas, porém com frutos com cerca de seis meses após a abertura da inflorescência.

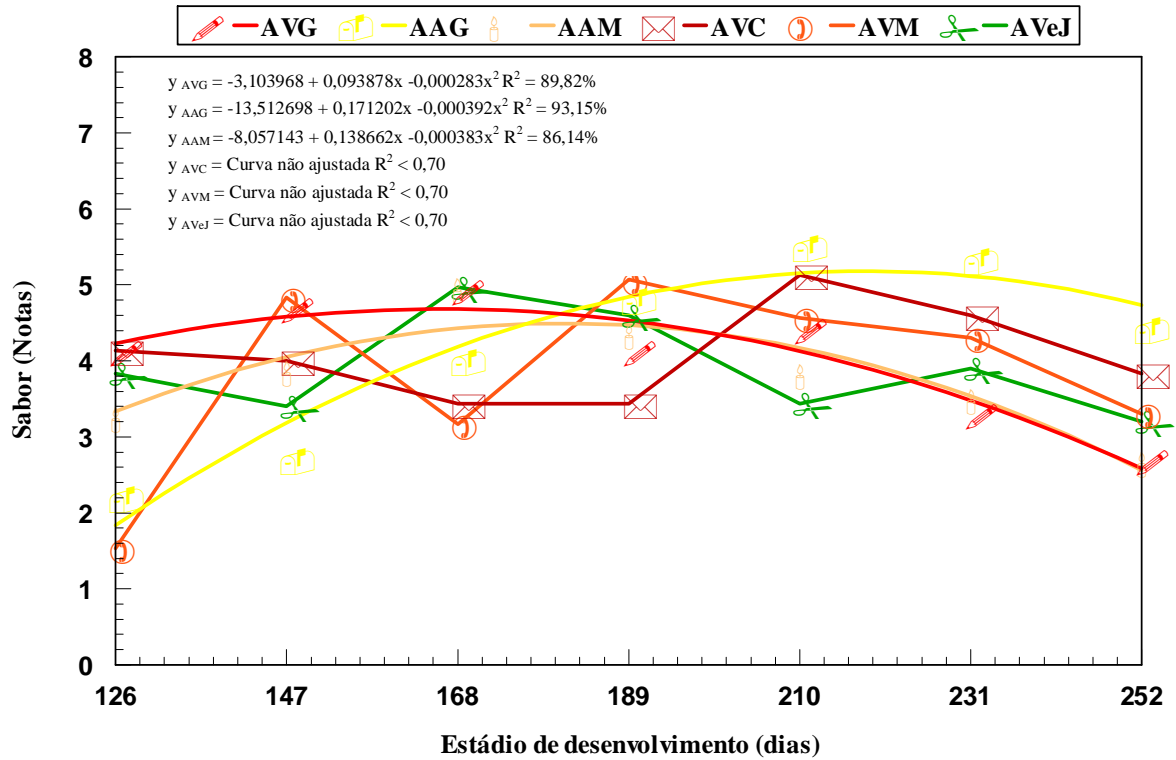


Figura 28 - Sabor da água de coco de seis cultivares de coqueiro Anão (AVG, AAG, AAM, AVC, AVM e AVeJ) dos 126 aos 252 dias de desenvolvimento.

5. CONCLUSÕES

- A melhor época para a colheita dos frutos foi dos 168 aos 189 dias após a abertura da inflorescência, período em que atingiram os melhores atributos físicos e a água de coco os melhores atributos físico-químicos e sensoriais;
- As cultivares AVC, AVG e AAM foram as que apresentaram frutos com maiores volumes de água, superando a cultivar mais difundida comercialmente, a AVeJ, com relação a esse atributo;
- Em geral as cultivares Anãs Amarelas e Vermelhas apresentaram água de coco com atributos físico-químicos e sensoriais semelhantes ao da AVeJ, sendo, portanto, cultivares alternativas para a exploração comercial de água de coco in natura, desmistificando então a rejeição que é atribuída à coloração de seus frutos pelos consumidores;
- Em nenhuma das amostras de água de coco das cultivares estudadas foi possível detectar-se atividade da peroxidase que utiliza o guaiacol como substrato (G-POD), possivelmente isso seja a explicação por não haver alteração na coloração da água de coco das cultivares estudadas
- O método de retirada da água dos frutos, provavelmente teve influência para que não houvesse mudanças na coloração na água dos cocos, pode-se afirmar então que o mesocarpo dos frutos em contato com água, deve ser o principal causador da ausência da atividade da (G-POD), pois essa utiliza como substrato composto fenólicos presentes no mesocarpo dos frutos.
- A cultivares AVC e AAG foram, respectivamente, as que apresentaram os menores e maiores valores na atividade da polifenoloxidase (PFO);
- As cultivares estudadas apresentaram capacidade de eliminação do radical livre superóxido, tendo a SOD apresentado comportamento de atividade ao longo do desenvolvimento do fruto igualmente semelhante entre elas;
- De modo geral, a catalase mostrou-se como a principal enzima eliminadora de peróxido de hidrogênio na água de coco das cultivares estudadas.
- A atividade da peroxidase do ascorbato (APX) não variou ao longo do desenvolvimento dos frutos e foi maior nas cultivares AVeJ e AVG.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABREU, L.F.; FARIA, J.A.F. Influência da temperatura e do ácido ascórbico sobre a estabilidade físico-química e atividade enzimática da água de coco (*Cocos nucifera* L.) acondicionada assepticamente. **Ciências e Tecnologia de Alimentos**, v.27, n.2, p.226-232, 2007.

ALEIXO, P.C.; NÓBREGA, J.A.; SANTOS-JÚNIOR, D.; MULLER, R.C.S. Determinação direta de selênio em água de coco e em leite de coco utilizando espectrometria de absorção atômica com atomização eletrotérmica em forno de grafite. **Química Nova**, v.23, n.3, p.310-312, 2000.

ALSCHER, R. G.; ERTURK, N.; HEATH, L. S. Role of superoxide dismutases (SODs) in controlling oxidative stress in plants. *Journal of Experimental Botany*, v. 53, p. 1331-1341, 2002.

ALVES, R.E. Características dos frutos para exportação. In: GORGATTI NETO. **Acerola para exportação: Procedimento de colheita e pós-colheita e pós-colheita**. Brasília: EMBRAPA-SPI, (Série publicações técnicas. FLUPEX. 21), 1996, p.09-12.

AOAC - ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTRY. **Official methods of analysis of the association of official chemistry**, Washington. p.1115, 1992.

APEL, K.; HIRT, H. Reactive oxygen species: metabolism, oxidative stress, and signaltransduction. **Annual Review of Plant Biology**, v.55, p.373-399, 2004.

APSE, M.P.; BLUMWALD, E. Engineering salt tolerance in plants. **Current Opinion in Biotechnology**, v.13, p.146-150, 2002.

ARAGÃO, W.E.; RIBEIRO, F.E.; TUPINAMBÁ, E.A.; SOUZA, V.A.B.; PAIVA, W.O.; REGO-FILHO, L.M.; JESUS, W.; PASSOS, E.E.M.; CUNHA, R.N.V.; SILVA, O.R.C.D.; SOUZA FILHO, B.F.; MADEIRA, M.C.B.; ROSA, M.F. **Melhoramento genético do coqueiro**, Aracaju:Embrapa-CPATC, p.17, 1997.

ARAGÃO, W.M.; RIBEIRO, F.E.; TUPINAMBÁ, E. A.; SIQUEIRA, E.R. Variedade e híbridos de coqueiro. In: ARAGÃO, W.M. (ed.) **Coco pós-colheita**, Brasília EMBRAPA – SPI, p.26-34 (Frutos do Brasil; 29), 2002.

ARAGÃO, W.M; RIBEIRO, F.E.; TUPINAMBÁ, E.A.; SIQUEIRA, E.R. Variedades e Híbridos de coqueiro. **Coqueiro pós-colheita**. Brasília:Embrapa Informação Tecnológica, p.21-26, 2003.

ARAGÃO,W.M; CRUZ, E.M.; HELVÉCIO, J.S. Caracterização morfológica do fruto e química da água de coco em cultivares de coqueiro Anão. **Agrotropica**, v.13, n.2, p.49-58, 2001.

ARAÚJO, M.V. **Ponto de colheita e armazenamento refrigerado de coco Anão verde (*Cocos nucifera* L.), sob atmosfera modificada**. Mossoró, RN: Escola Superior de

Agricultura de Mossoró (ESAM), 2003. Originalmente apresentada como dissertação de mestrado.

ARAÚJO, M.V.; ALVES, R.E.; PEREIRA, M.E.C.; MENEZES, J.B. Conservação Pós-Colheita de Coco Anão Verde (*Cocos nucifera* L.) In: *Natura sob Refrigeração e Atmosfera Modificada* In: **XVII Congresso Brasileiro de Fruticultura, Resumos** (CD-ROM), Belém, PA. 2002.

ASADA, K. Ascorbate peroxidase – a hydrogen peroxide-scavenging enzyme in plants. **Physiologia Plantarum**, v 85, p.235-241, 1992.

ASSIS, J.S.; RESENDE, J.M.; SILVA, F.O. E; SANTOS, C.R.; NUNES, F. Técnicas para colheita e pós-colheita de coco verde. **Comunicado técnico da Embrapa Semi-Árido**, n.45. p.1-6, 2000.

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

BARROSO, N. **Coco será tema de curso e simpósio em Sergipe**. 2001. Disponível em: <[http:// www.embrapa.br](http://www.embrapa.br)>, Acesso em: 15 out. 2006.

BASTOS, E.A.; NUNES, B.H.; ANDRADE JUNIOR, A.S. **Dados agrometeorológicas para o município de Parnaíba, PI**. Teresina: Embrapa, 2000. 27 p

BASTOS, P.A.; OLIVEIRA, J.G.; CAMPOSTRINI, E.; BRESSAN-SMITH, R.; SILVA, M.G. Aplicação do colorímetro de Hunter para estimar o conteúdo de pigmentos na casca de frutos de mamão (*Carica papaya* L.). In: **Congresso Brasileiro de Fisiologia Vegetal – anais**, Ilhéus, 2001.

BEAUCHAMP, C.; FRICOVICH, I. Superoxide dismutase: improved assays and an assay applicable to acrylamide gels. **Analytical Biochemistry**, v.44, p.276-287, 1971.

BOURDEIX, R. Etude du déternúnisme génétique de la couleur du germe chez le cocotier, **Naim Oleagineux**, v.43, n.10, p.371-374, 1998.

BRADFORD, M.A. Rapid and sensitive method for the quantitation of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding, **Annual of Biochemistry**, v.72, p.255-275, 1997.

BRUCKNER C.H.; CAMPBELLFALK, D.; THOMAS, T.; FALK, T.M.; TUTUO, N.; CLEM, K. The intravenous use of coconut water american journal of emergency medicine, **Melhoramento de Fruteiras Tropicais**, Ed. Viçosa, p.422, v.18, n.1, p.108- 111, 2000.

CAMPOS, C.F.; SOUZA, P.E.A.; COELHO, J.V.; GLÓRIA, M.B.A. Chemical composition, enzyme activity and effect of enzyme inactivation on flavor quality of green coconut water. **Journal of Food Processing and Preservation**, v.20, p.487-500, 1996.

CHITARRA, M.F.I.; CHITARRA, A.B. **Pós-colheita de frutos e hortaliças: fisiologia e manuseio**, Lavras: ESAL/FAEP, p.289, 1990.

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

COSTA, P.H.A.; AZEVEDO-NETO, A.D.; BEZERRA, M.A.; PRISCO, J.T.; GOMES-FILHO, E. Antioxidant-enzymatic system of two sorghum genotypes differing in salt tolerance. **Brazilian Journal of Plant Physiology**, v.17, n.4, p.353-361, 2005.

CTENAS, M.L.B.; CTENAS, A.C.; QUAST, D. Coco. In: **Frutas das Terras Brasileiras**. São Paulo: C2, p. 99-10, 2000.

CUENCA, M. A. G.; RESENDE, J. M.; SAGGIN-JÚNIOR, O. J.; REIS, C.S. Mercado Brasileiro do Coco: Situação Atual e Perspectivas. In: ARAGÃO, W. M. (Ed.). **Coco: pós-colheita**. Brasília:Embrapa-CPATC, 2002, p.11-18.

DEL-RIO, A.L.; PASTORI, M.G.; PALMA, J.M.; SANDALIO, L.M.; SEVILLA, F.A.; CORPAS, J.A.; HUERTAS-LOPES.; HERNANDS, A.J. The activated oxygen role peroxisomes in senescence. **Plant Physiology**, v.116, p.1195-1200, 1998.

DIAS, B.C. **Subsídios ao grupo de trabalho para elaboração de diretrizes da política nacional de coco (*Cocos nucifera L.*)**, Maceió, CEPLAC, p.16, 1980.

DUTCOSKY, S.D. **Análise sensorial de alimentos**, Curitiba: Champagnat, p.97-103, 1996.

FAGUNDES-NETO, U.; FRANCO, L.; TABACOW, K.M.B.D.; MACHDO, N.L. Água de coco – variações de sua composição durante o processo de maturação. **Jornal de Pediatria**, v.65, n.1/2, p.17-21, 1989.

FERREIRA, J.M.S.; WARWICK, D.R.N.; SIQUEIRA, L.A. **A cultura do coqueiro no Brasil**, Aracaju: Embrapa-CPATC, p.309, 1998.

FONTENELLE, A.C.F.; ARAGÃO, W.M. Caracterização morfológica e reprodutiva do coqueiro gigante (*Cocos nucifera L.* Var. *Typica*) em condições de sequeiro. Aracaju: **Embrapa- CPATC**, p.3, 1998.

GALEAZZI, M.A.M. Comportamento das polifenoloxidasas em alimentos. **Arch. Latinoam. Nut**, v.34, n.2, p.2609-289, 1984.

GÓMEZ, J.M.; JIMÉNEZ, A.; OLMOS, E.; SEVILLA, F. Location effects of long-term NaCl stresses on superoxide dismutase and ascorbate peroxidase isoenzymes of pea (*Pisum Sativum* cv. Puget) chloroplasts. **Journal Experimental Botany**, vol.55, n.394, p.119-130, 2004.

GUERRERO-BELTRÁN, J.A.; SWANSON, B.G.; BARBOSA-CÁNOVAS, G.V. Inhibition of polyphenoloxidase in mango puree with 4 hexylresorcinol, cysteine and ascorbic acid. *Lebensmittel - Wissenschaft Und – Technologie*. **Food Science and Technology**, v.38, n.6, p.625-630, 2005.

HALLIWELL, B.; GUTTERIDGE, J.M.C. **Free Radicals in Biology and Medicine**. Ed 2, Oxford:University Press, 1989.

HAVIR, E.E.A.; McHALE, W.A. Biochemical and developemetion characterization of multiple forms of catalases leaves. **Plant Physiology**, v.84, p.450-455, 1987.

HAWLLIEWELL, B.; GUTTERIDGE, J.M.C. **Free radicals in biology and medicine**. Oxford: Clarendon Press, 1985.

HULME, A.C. **The biochemistry of fruits and their products**, London: Academic Press, 1970. 301 p.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Levantamento sistemático da produção agrícola**. Disponível em: < [http://www. ibge.gov.br](http://www.ibge.gov.br)>, Acesso em: 27 Fev. 2008.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Levantamento Cartográfico**. 2007. Disponível em: < [http://www. ibge.gov.br](http://www.ibge.gov.br)>, Acesso em: 12 nov. 2007.

IFPA- International Fresh-Cut Produce Association. **Food safety guidelines for the fresh-cut produce industry**, 4nd edition, p.213, 2001.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Normas analíticas. métodos químicos e físicos para análises de alimentos. v. 1**. São Paulo: ITAL, 1985, 571 p.

JACKSON, J.C.; GORDON, A.; WIZZARD, G.; McCOOK, K.; ROLLE, R. Changes in chemical composition of coconut (*Cocos nucifera* L.) water during maturation of the fruit. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 84, p.1049 – 1052, 2004.

JAYALESKSHMY, A.; ARUMUGHAN, C.; NARAYANAN, C.S.; MATHEW, A.G. Changes in the chemical composition of coconut water during maturation. **J. of Food. Science and Technology**, v.23, p.203-207, 1986.

KAR, M.; MISHARA, D. Catalase peroxidase and polyphenoloxidase actives during rice leaf senescence. **Plant Physiolgy**, v.57, p.315-319, 1976.

KAYS, S.J. Postharvest physiology of perishable plant products. New York: **AVI Book**. Inc.,1991, p.532.

LAMB, C.; DIXON, R.A. The oxidative burst in plant disease resistance. **Annual Review of Plant Physiology and Molecular Biology**, v.48, p.251-275, 1997.

LIMA, M.A.C. **Desenvolvimento, maturação e armazenamento refrigerado de uva ‘Itália’ sob a influência do cálcio**. Fortaleza, CE: Universidade Federal do Ceará, 1998. Originalmente apresentado como dissertação de mestrado.

LOIOLA, C.M.; ARAGÃO, W.M.; ARAGÃO, F.B.; PEDROSO, G.T.; CAMBUI, E.V.F. **Produção de água de coco do Anão vermelho e de seus híbridos com coqueiro gigante**, Comunicado técnico 44, Aracaju-SE, 2005.

LUPETTI, K. O.; RAMOS. L.A.; FATIBELLO-FILHO, O. Determinação enzimática de dopamina em formulações farmacêuticas utilizando sistema de análise por injeção em fluxo com extrato bruto de abacate. **Química Nova**, v.26, n.2, p.197-201, 2003.

MARCIEL, M.I.; OLIVEIRA, S.L.; DA SILVA, I.P. Effects of different storage condition on preservation of coconut (*Cocos nucifera*) water. **Journal of food process and preservation**, v.16, p.13-22, 1992.

MATSUI, K.N. **Inativação de enzimas presentes na água de coco (*Cocos nucifera* L.) por processo térmico através de microondas.** São Paulo-SP: Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 2006. Originalmente apresentado como tese de doutorado.

MAZENOTTI, P. **Água de coco do Brasil começa a ganhar o mundo.** Agência Brasil Brasília, DF. Disponível em: <<http://www.radiobras.gov.br/>>. Acesso em: 18 de março 2006.

McKERSIE, B.D.; LESHEM, Y.Y. Oxidative stress. In: **Stress and stress coping in cultivated plants.** London: Kluwers Academic Publishers, 1994, p.15-54.

MEHDY, M.C.; SHARMA, Y.K.; SATHASIVAN, K.; BAYS, N.W. The role of activated oxygen species in plant diseases resistance. **Physiologia Plantarum**, v.98, p.365-374, 1996.

MILLER, G.L. Use of dinitrosalicylic acid reagent for determination of reducing sugars. **Analytical Chemistry**, v.31, p.426-8, 1959.

MIRANDA JUNIOR, J.P. Floração e frutificação do coqueiro da praia. **Boletim do IPEAL**. v.2, n.1, p.1-25, 1955.

MITTLER, R. Oxidative stress, antioxidants and stress tolerance. **Trends in Plant Science**, v.7, p.405-410, 2002.

MORAES, D.M.; PUSCHMANN, R.; LOPES, N.F. Respiração e desenvolvimento do fruto de mangueira cv. Ubá. **Revista Brasileira de Fusicultura**, v.22, p.37-41, 2000.

NAKANO, Y.; ASADA, K. Hydrogen peroxide is scavenged by ascorbate specific peroxidase in spinach chloroplast. **Plant and Cell Physiology**, v.22, p.867-880, 1987.

NARAYAN, K.K.; DEO, J.V.; ABANI, M.C. Natural tritium levels in tender and ripe coconut fruit (*Cocos nucifera* L.): a preliminary examination. **The Science of the Total Environment**, v.256, p.233-237, 2000.

NUCE DE LAMOTHE, M.; ROGNON, F. Les cocotiers nain à port – Bouer Nain Jaune Ghana, Nain Rouge Malais, Nain vert Guiné Equatoriale. **Oleagineux**, v.32, n.8/9, p.367-373, 1977.

NUNES, J.F.; COMBARNOUS. Y. Utilização da água de coco e suas frações ativas como diluidor de sêmen dos mamíferos domésticos. In: **Simpósio Nacional de Biotecnologia da Reprodução de Mamíferos Domésticos-Anais.** Fortaleza. 1995.

OHLEER, J.G. Coconut. tree of life. **FAO plant production and protection paper.** Rome. v.49. p.47 1984.

PASSOS, M.E.E. Ecofisiologia do coqueiro. IN: FERREIRA. J.M.S. **et al.** A cultura do coqueiro. 2º Ed. Brasília:EMBRAPA-SPI/ Aracaju. EMBRAPA-CPATC. p. 65-71, 1997.

PERSLEY, G.J. Replanting the tree of life: **Towards an international agenda for coconut palm research.** Wallingford, UK, CAB, p.156, 1992.

POLLE, A. Dissecting the superoxide dismutase-ascorbate-glutathione-pathway in chloroplast by metabolic modeling. Computer simulations as a step towards flux analysis. **Plant Physiology**, v.126, p.445-4623, 2001.

PURSEGLOVE, J.W. **Tropical Crops Monocotyledons**. London: Longman, 1972, 702 p.

RAMÍREZ, E.C.; WHITAKER, J.R.; VIRADOR, V.M. Polyphenol oxidase. In: WHITAKER, J.R.; VORAGEN, A.G.J.; WONG, D.W.S (Eds). **Handbook of Food Enzymology**. New York: Marcel Dekker, Inc. 2003, p.509-523.

RESENDE, J.M.; BOAS, E.V.; CHITARRA, M.I.F. Uso de atmosfera modificada na conservação pós-colheita de maracujá amarelo. **Ciência Agrotecnica**, v.25, n.1, p.159-198, 2001.

RESENDE, J.M.; BOAS, E.V.; CHITARRA, M.I.F.; Uso de atmosfera modificada na conservação pós-colheita de maracujá amarelo. **Ciência Agrotecnica**, v.25, n.1, p.159-198, 2002.

RIBEIRO, F.E. Divergência genética entre populações de coqueiro gigante do Brasil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.34, n.9, p.1615-1622, 1999a.

RIBEIRO, F.E.; SIQUEIRA, E.R. **Introdução, coleta e conservação de coqueiro no Brasil**. Aracaju-SE, EMBRAPA-CPATC, 1995, n.3, 14p.

RIBEIRO, F.E.; SIQUEIRA, E.R.; ARAGÃO, W.M. Coqueiro. In: BRUCKNER, C. H. (ed.) **Melhoramento de fruteiras tropicais**. Viçosa:UFV, 2002, p.225 – 266.

RIPARDO, S. **Coco muda a paisagem do interior paulista**. Folha de São Paulo, 18 jan., 2000.

ROSA, M.F.; ABREU, F.A.P. de. **Água de coco – Método de conservação**. Fortaleza: EMBRAPA/CNPAT – SEBRAE/CE, 2000. 40p.

ROSA, M.F.; BEZERRA, F.C.; BRIGIDA, A.I.S.; BRIGIDO, A.K.L.; CORREA-NETO, R.V.; MAIA, G.X. Aproveitamento de resíduos da indústria da água de coco verde como substrato agrícola:1-Processo de obtenção do substrato. **Seminário Nacional de Resíduos sólidos 6** (CD-ROM), 2002.

SALES, J.R.; TAVARES, J.C. Vida útil pós-colheita de manga (*Mangifera indica* L.) cv. Tommy Atkins: Influência da temperatura e do estágio de maturação. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.21, n.2, p.171-176, 1999.

SALUNKHE, D.K.; DASAI, B.B. **Postharvest biotechnology of fruit**. Boca Roton. FL:CRC, v.1, 1984. 168p.

SANTOS FILHA, M.E. **Qualidade e conservação pós-colheita de frutos de seis cultivares de coqueiro Anão**. Mossoró, RN: Universidade Federal Rural do Semi-árido, 2006. Originalmente apresentado como dissertação de mestrado.

SANTOS, G.A.; BATUGAL, P.A.; OTHAM, A.; BAUDOWIN, L.E.; LABOUISSSE, J.P. **Manual on standardized Research Techniques in coconut breeding**. IPGRI, 1996, 45p.

- SCANDALIOS, J.G. The rise of ROS. **Trends in Biochemical Sciences**, v.27, p.483-486, 2002.
- SCANDALIOS. J.G. Oxygen stress and superoxide dismutases. **Plant Physiology**, v.101. p.7-12, 1993.
- SHIGEOKA, S.; ISHIKAWA, T.; TAMOI, M.; MIYAGAWA, Y.; TAKEDA, T.; YABUTA, Y.; YOSHIMURA, Y. Regulation and function of ascorbate peroxidase isoenzymes. **Journal of Experimental Botany**, v. 53, p. 1305-1319, 2002.
- SIGRIST, J.M.M.; AARDITO, E.F.G.; CASTRO, J.; SPAGNOL, W.A.; NEVES-FILHO, L.C. **Tecnologia pós-colheita de frutos e hortaliças de frutos e hortaliças**. Campinas: ITAL. p.21-27, 1992.
- SILVA, G.G. **Desenvolvimento e qualidade da água de frutos de cultivares de coqueiro Anão**. Areia, PB: Universidade Federal da Paraíba, 2006. Originalmente apresentado como tese de doutorado.
- SOUZA, V.A.B.; NOGUEIRA, C.C.P.; SOUZA, H. V.; CARNEIRO, J.; VAL, A.D.B. Avaliação de cultivares de coqueiro Anão na micro região do Baixo Parnaíba Piauiense: Características de desenvolvimento vegetativo. **XVII Congresso Brasileiro de Fruticultura. Belém. 2002**. Resumos. Belém CBF. 2002 (CD ROM).
- SREBERNICH, M.S. **Caracterização física e química da água de frutos de coco (Cocos nucifera) variedade gigante e híbrido PB-121 visando o desenvolvimento de uma bebida com características próxima a água de coco**. Campinas, SP: Universidade de Campinas, 1998. Originalmente apresentado como tese de doutorado.
- TAVARES, M; NOGUEIRA, C.C.P.; SOUSA, H.U. de; CARNEIRO.. Estudo da composição química da água de coco anão verde em diferentes estágios de maturação. IN: **congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia de Alimentos**, 16.,1998, Rio de Janeiro. Alimento, População e Desenvolvimento:Anais... Rio de Janeiro: SBCTA, 1998, CD-ROM.
- THOMPSON, J.E.; LEDGE, R.L.; BARBER, R.F. The role of free radicals in senescence and wounding. **New Phytol**, v.105, p.317-344, 1987.
- TUCKER, G.A. Introduction. In: SEYMOUR. G.B.; TAYLOR. J.E (eds). **Biochemistry of fruit ripening**. London: Chapman e Hall. 1993. 454p.
- ULRICH, R. Organic acids. In: HULME, A.C. **Biochemistry of fruits and their products**. London: Academic Press, 1970. p.89-118.
- VÁMOS-VIGYÁZÓ, L. Polyphenol oxidase and peroxidase in fruits and vegetables. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, v.15, p.49-127, 1981.
- VAN BREUSEGEM, F.; VRANOVÁ, E.; DAT, J. F.; INZÉ, D. The role of active oxygen species in plant signal transduction. **Plant Science**, v. 161, p. 405-414, 2001.
- VITORIA, A.P.; LEA, P.J.; AZEVEDO, R.A. Antioxidant enzymes responses to cadmium in radish tissues. **Phytochemistry**, v.57, p.701-710, 2201.

WANG, C.Y. Effect of preharvest factors affecting on postharvest quality: Introduction of the colloquium. **Hort Science**, v.32, p.807-811, 1997.

WARWICK, D.R.N.; RIBEIRO, F.E.; BEZERRA, A.P.T. Identificação de germoplasma de coqueiro Anão (*Cocos nucifera* L.) resistente à queima das folhas (Lasiodiplodia theobromae). **Revista de Fitopatologia Brasileira**, v.15, n.4, p.294-296, 1990.

WESTON, L.A.; BARTH, M.M. Preharvest factors affecting postharvest quality vegetables. **Hort Science**, v.32, p.812 -815, 1997.

WHITAKER, J.R. **Principles of enzymology for the food sciences**. New York:Marcel Dekker, 1972, 636p.

WILSON, A.M.; EVANDRO, T.A.; PAULA, S.A.; ÂNGELO, R.F.E. Recursos Genéticos e Melhoramento de Plantas para o Nordeste Brasileiro. (on line). Versão 1.0. Petrolina-PE: Embrapa Semi-Árido/Brasília-DF: **Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia**. nov. 1999. Disponível: <http://www.cpatia.embrapa.br>.

WISSEMANN, K.W.; LEE, C.Y. Polyphenoloxidase activity during grape maturation and wine production. **American Journal of Enology and Viticulture**, v.31, n.3, p.206-211, 1980.

WOSIACKI, G.; DEVIATE, J.M.; MELLO, F. Nata de coco – O estado da arte. **Boletim da Sociedade Brasileiro de Tecnologia de alimentos**, v.30, n.2, p.142-155, 1996.

XIONG, L.; ZHU, J.K. Molecular and genetic aspects of plant responses to osmotic stress. **Plant Cell and Environment**, v.25, p.131-139, 2002.

YEMN, E.W.; WILLIS, A.J. The estimation of carbohydrate in plant extracts by anthrone. **The Biochemical Journal**, v.57, p.508-14, 1954.

MINIM, V.P.R. **Análise Sensorial estudos com consumidores**. Vicosa: Ed UFV, p.225, 2006.

CAMPBELL-FALCK, D. *et al.* The intravenous use of coconut water, **American Journal of Emergency Medicine**, v. 18, n. 1, p.108–111, 2000.

ROBINSON, D. S. Peroxidases and catalases in foods. In: ROBINSON, D. S.;ESKIN, N. A. M. Ed. **Oxidative enzymes in foods**, Elsevier Applied Science, 1-45, 1991.

A N E X O

Tabela 15 - Resumo das análises de variâncias com relação às análises físicas dos frutos das cultivares de coqueiro Anão em diferentes estádios de desenvolvimento.

Causas da Variação	QUADRADOS MÉDIOS							
	GL	Massa	Volume	Comprimento	Diâmetro	Cor (L*)	Cor (a*)	Cor (b*)
Cultivar (C)	5	5,698459**	2616690,728571**	10349,222**	20377.4798**	6633,009720**	12580,816868**	5952,636111**
Época (E)	6	0,569848**	29090,883175**	6422,93**	1696.1893 ns	31,735776**	329,361092 ns	69,623944**
C x E	30	0,190880**	10946,823492**	1562,03**	1776.6879 ns	22,259044**	275.011571 ns	107,429290**
Resíduo	336	0,051109	2989,2653	151,49	1221,5649	11,076673	240,302456	13,793026
CV (%)		21,70	28,80	7,12	28,27	4,79	505,45	8,58
Média geral		1,04161	189,82	172,88	123,66	69,5379894	3,0669048	43,29

ns = não significativo, *, ** = significativo a 1% ou 5% de probabilidade, respectivamente, pelo teste de F.

Tabela 16 - Resumo das análises de variâncias com relação às análises físico-químicas da água de coco das cultivares de coqueiro Anão em diferentes estádios de desenvolvimento dos frutos.

Causas da Variação	QUADRADOS MÉDIOS								
	GL	Turbidez	SS	pH	ATT	SS/ATT	AST	AR	Proteína
Cultivar (C)	5	288,2094**	4,680270**	0,454837**	0,002229**	2887,631538**	7,152396**	3,565243**	2568,155**
Época (E)	6	5266,444**	4,639788**	1,057836**	0,006787**	3147,478065**	1,162349**	15,635166**	320,209**
C x E	30	297,6364**	1,512455**	0,149067**	0,000835**	710,368986**	1,04508**	1,467475**	169,954**
Resíduo	336	94,9394	0,431984	0,044988	0,000137	114,806744	0,527903	0,663091	32,3880
CV (%)		24,89	11,16	4,12	13,12	14,75	15,20	22,89	20,95
Média geral		39,142	5,89	5,14	0,0892	72,66	4,78	3,77	27,69

ns = não significativo, *, ** = significativo a 1% ou 5% de probabilidade, respectivamente, pelo teste de F.

Tabela 17 - Resumo das análises de variâncias das atividades das enzimas polifenoloxidase (PFO), peroxidase do ascorbato (APX), da catalase (CAT) e da dismutase superóxido (SOD) na água de coco das cultivares de coqueiro Anão em diferentes estádios de desenvolvimento dos frutos.

Causas da Variação	QUADRADOS MÉDIOS				
	GL	PFO	APX	CAT	SOD
Cultivar (C)	5	167161,75400**	0,000003**	1689,351169**	160,0067**
Época (E)	6	11931,28701**	0,000002 ns	174,352360**	163,225**
C x E	30	3501,68634**	0,000004 ns	115,396578**	37,0029**
Resíduo	336	838,28243	0,000003	63,301954	21,4282
CV (%)		19,35	45,56	32,27	24,16
Média geral		149,696	0,000654	24,652	19,162

ns = não significativo, *, ** = significativo a 1% ou 5% de probabilidade, respectivamente pelo teste de F.

Tabela 18 – Resumo das análises de variâncias da análise sensorial quanto à aceitação, doçura, sabor e turbidez da água de coco das cultivares de coqueiro Anão em diferentes estádios de desenvolvimento dos frutos.

Causas da Variação	QUADRADOS MÉDIOS				
	GL	Aceitação	Doçura	Sabor	Turbidez
Cultivar (C)	5	15,39**	8,54**	4,52**	14,67**
Época (E)	6	97,77**	143,54**	46,71**	236,61**
C x E	30	43,12**	52,59**	21,57**	22,39**
Resíduo	336	3,30	2,44	3,03	2,783
CV (%)		46,85	47,18	43,95	47,81
Média geral		3,87	3,31	3,96	3,48

ns = não significativo, *, ** = significativo a 1% ou 5% de probabilidade, respectivamente, pelo teste de F.