

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ  
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS  
DEPARTAMENTO DE FITOTECNIA  
MESTRADO EM AGRONOMIA/FITOTECNIA**

**ALÊSSA MILENA PAIXÃO BANDEIRA**

**CARACTERIZAÇÃO DE GENÓTIPOS DE ACEROLEIRA POR  
VARIÁVEIS AGRONÔMICAS E DE  
PÓS-COLHEITA EM DIFERENTES ESTAÇÕES CLIMÁTICAS.**

**FORTALEZA**

**2012**

**ALÊSSA MILENA PAIXÃO BANDEIRA**

**CARACTERIZAÇÃO DE GENÓTIPOS DE ACEROLEIRA POR  
VARIÁVEIS AGRONÔMICAS E DE  
PÓS-COLHEITA EM DIFERENTES ESTAÇÕES CLIMÁTICAS.**

Dissertação submetida à coordenação do Curso de Pós-Graduação em Agronomia, área de concentração em Fitotecnia, da Universidade Federal do Ceará, como parte dos requisitos para obtenção do grau de Mestre em Agronomia/Fitotecnia.

**FORTALEZA**

**2012**

**ALÊSSA MILENA PAIXÃO BANDEIRA**

**CARACTERIZAÇÃO DE GENÓTIPOS DE ACEROLEIRA POR  
VARIÁVEIS AGRONÔMICAS E DE  
PÓS-COLHEITA EM DIFERENTES ESTAÇÕES CLIMÁTICAS.**

Dissertação submetida à coordenação do Curso de Pós-Graduação em Agronomia, área de concentração em Fitotecnia, da Universidade Federal do Ceará, como parte dos requisitos para obtenção do grau de Mestre em Agronomia/Fitotecnia.

**APROVADA EM:** \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_

**BANCA EXAMINADORA**

---

**Prof<sup>a</sup>. Dra. Cândida H. Campos de Magalhães Bertini**  
(Orientadora)

---

**Dr. Carlos Farley Herbster Moura**  
(Co-orientador)

---

**Prof<sup>a</sup> Dra. Maria Raquel Alcântara de Miranda**  
(Conselheira)

---

**Prof. Dr. Gleidson Vieira Marques**  
(Conselheiro)

À Deus por tudo que tem proporcionado em  
minha vida; a minha família e amigos que  
apesar de todas as dificuldades estiveram ao  
meu lado ajudando a superar todas as  
barreiras.

**DEDICO**

## **AGRADECIMENTOS**

À Deus, pela presença constante, guiando, fortalecendo-me e colocando sempre pessoas maravilhosas em minha vida.

Aos meus pais, Wilson e Rosália, por todo amor, ajuda e incentivo durante todos os momentos de minha vida.

A professora Dra Cândida Bertini e ao pesquisador Dr Carlos Farley, pela orientação, ensinamentos e disponibilidade a mim dedicados.

Ao Dão, por toda presteza e competência, disponibilizada a mim para execução deste trabalho.

A professora Dra Raquel e ao Dr Gleidson por terem aceitado o convite de participar desta banca de defesa de dissertação, contribuindo para o enriquecimento deste trabalho.

A Juliana, Wellinton e Delane, pelo acolhimento e ajuda no meu primeiro dia no Laboratório de Pós-colheita. A Maiara pela amizade e ajuda primordial nos momentos iniciais de execução deste trabalho.

As minhas amigas, Danielle, Tarliane, Selma, Winne e Samira e ao amigo Abel, pela amizade e ajuda constante na execução deste trabalho e pelas conversas, tornando todos os momentos divertidos. A minha amiga Ana Carolina, por ser uma luz em minha vida, pela amizade, pela ajuda, paciência e disponibilidade em todos os momentos que precisei.

A analista Márcia Régia, por toda presteza e atenção a mim dedicada e a toda a equipe do Laboratório de Pós-colheita, por tornar um ambiente tão agradável de trabalho.

A Universidade Federal do Ceará, pela minha formação em nível de graduação e mestrado, em especial ao corpo docente e todos aqueles que fazem parte do Programa de Pós-Graduação em Agronomia/Fitotecnia.

A Embrapa Agroindústria Tropical, a todos os pesquisadores que direta ou indiretamente ajudaram na realização desse trabalho.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq)/(INFT-FRUTOS TROPICAIS), pela concessão da bolsa de mestrado e apoio financeiro.

Enfim, a todos que contribuíram de alguma forma para a realização deste trabalho. Muito obrigada!

## RESUMO

Apesar de vários estudos já desenvolvidos com a cultura da acerola, ainda existe um grande número de genótipos a ser caracterizados sob vários aspectos, principalmente os genéticos. Adicionalmente, além dos fatores genéticos, a composição dos frutos da aceroleira pode ser afetada em função das condições ambientais durante seu desenvolvimento (estação seca / úmida). Diante da demanda por novos clones a Embrapa Agroindústria Tropical desenvolveu, nos anos de 1996 a 2007, um programa de melhoramento genético da aceroleira, lançando no ano de 2003 quatro clones recomendados para o Estado do Ceará: BRS 235(Apodi), BRS 236 (Cereja), BRS 237 (Roxinha) e BRS 238 (Frutacor), originando através de seleção o Jardim de Sementes. Assim, o objetivo deste trabalho consistiu na caracterização dos genótipos de aceroleira do Jardim de Sementes por meio de variáveis agronômicas e de pós-colheita e avaliação da existência de diversidade genética desse material. O experimento foi instalado no campo Experimental de Pacajus (CE), sob delineamento inteiramente casualizado, avaliou-se 36 genótipos para variáveis agronômicas (morfologia, fenologia e produção) e 25 genótipos para as variáveis de pós-colheita (peso, firmeza, sólidos solúveis, acidez titulável, relação SS/AT, pH da polpa, vitamina C, antocianina, flavonóides, atividade antioxidante e polifenóis), com três repetições e nas estações seca de 2009 e úmida e seca de 2010, foi realizada análise descritiva para as variáveis agronômicas, na qual verificou-se que os genótipos apresentam altura e diâmetro adequados para plantios comerciais. Observaram-se picos de floração nos meses de abril, outubro e dezembro e cinco picos de frutificação. Quanto à produtividade, destacaram-se os clones 9, 14, 28, 37 e 38. Foram realizadas análises univariada e conjunta onde foram observadas mudanças nas variáveis de pós-colheita durante as estações com relação a peso, sólidos solúveis, acidez titulável, vitamina C, antocianinas, atividade antioxidante e polifenóis; entretanto, as mudanças na firmeza, pH e flavonóides não foram significativas. Através da análise multivariada verificou-se a existência de diversidade entre os materiais, destacando-se os clones 13 e 37. Utilizou-se do índice de seleção de Mulamba e Mock para escolha dos materiais que apresentassem uma série de atributos favoráveis quanto as características de pós-colheita onde destacaram-se os clones 3, 13, 14, 27 e 38.

**Palavras-chave:** Melhoramento genético, aceroleira, pós-colheita.

## ABSTRACT

Although several studies have developed the culture of acerola, there is still a large number of genotypes to be characterized in many ways, mainly genetic. Additionally, from genetic factors, the composition of acerola fruit can be affected depending on environmental conditions during development (season dry/wet). Given the demand for new clones to postharvest developed in the years 1996 to 2007, a breeding program of acerola, launching in 2003, four clones recommended for the state of Ceará: BRS 235 (Apodi), BRS 236 (Cereja), BRS 237 (Roxinha) and BRS 238 (Frutacor), leading through the selection of garden seeds. The objective of this study was to characterize the genotypes of acerola garden seed through agronomic variables and post-harvest assessment of the existence of genetic diversity of this material. The experiment was installed in the field of experimental Pacajus (CE) under completely randomized design, 36 genotypes were evaluated for agronomic traits (morphology, phenology, and productivity) and 25 genotypes for post-harvest variables (weight, firmness, soluble solids, acidity, ratio ss/ta, pH of the pulp, vitamin C, anthocyanins, flavonoids, antioxidant activity and polyphenols) with three repetitions and the season dry of 2009 and wet and dry of 2010. Descriptive analysis was performed for agronomic traits in which it was found that the genotypes have height and diameter suitable for commercial plantation. Peaks were observed flowering in april, october and December and five fruiting peaks. As for productivity, the highlights were the clones 9, 14, 28, 37 and 38. We performed univariate and joint where we observed in variables during the post-harvest season with respect to weight, soluble solids, titratable acidity, vitamin C, anthocyanins, polyphenols and antioxidant activity, however, changes in texture, pH and flavonoids were significant. By multivariate analysis showed the existence of diversity among materials, especially clones 13 and 37. We used the selection index of Mulamba and Mock choice of materials to that presented a number of favorable attributes as the characteristics of post-harvest which highlights the clones 3, 13, 14, 27 and 38.

**Keywords:** Breeding, acerola, post-harvest.

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO GERAL .....</b>	<b>10</b>
<b>2. OBJETIVOS .....</b>	<b>12</b>
<b>3. REVISÃO DE LITERATURA.....</b>	<b>13</b>
<b>3.1. Importância socioeconômica da aceroleira .....</b>	<b>13</b>
<b>3.2. Caracterização morfológica, agrônômica e de pós-colheita. ....</b>	<b>14</b>
<b>3.3. Melhoramento genético da aceroleira.....</b>	<b>25</b>
<b>3.4. Diversidade Genética.....</b>	<b>28</b>
<b>3.5. Procedimentos usados na identificação e seleção de genótipos superiores. ....</b>	<b>30</b>
<b>4. REFERÊNCIAS .....</b>	<b>32</b>
<b>CAPÍTULO I. CARACTERIZAÇÃO MORFOLÓGICA, FENOLÓGICA E AGRONÔMICA DE DIFERENTES GENÓTIPOS DE ACEROLEIRA. ....</b>	<b>38</b>
<b>RESUMO.....</b>	<b>38</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>39</b>
<b>1. INTRODUÇÃO .....</b>	<b>40</b>
<b>2. MATERIAL E MÉTODOS .....</b>	<b>42</b>
<b>3. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>47</b>
<b>4. CONCLUSÃO.....</b>	<b>58</b>
<b>5. REFERÊNCIAS .....</b>	<b>59</b>
<b>CAPÍTULO II. CARACTERIZAÇÃO DE DIFERENTES GENÓTIPOS DE ACEROLEIRA POR MEIO DE VARIÁVEIS PÓS-COLHEITA.....</b>	<b>61</b>
<b>RESUMO.....</b>	<b>61</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>62</b>

<b>1. INTRODUÇÃO .....</b>	<b>63</b>
<b>2. MATERIAL E MÉTODOS .....</b>	<b>65</b>
<b>3. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>73</b>
<b>4. CONCLUSÃO.....</b>	<b>92</b>
<b>5. REFERÊNCIAS .....</b>	<b>93</b>
<b>CAPÍTULO III – ESTUDO DA DIVERSIDADE GENÉTICA DOS GENÓTIPOS DE ACEROLEIRAS DO JARDIM DE SEMENTES.....</b>	<b>96</b>
<b>RESUMO.....</b>	<b>96</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>97</b>
<b>1. INTRODUÇÃO .....</b>	<b>98</b>
<b>2. MATERIAL E MÉTODOS .....</b>	<b>99</b>
<b>3. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>100</b>
<b>4. CONCLUSÃO.....</b>	<b>109</b>
<b>5. REFERÊNCIAS .....</b>	<b>110</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>112</b>

## 1. INTRODUÇÃO GERAL

O Brasil produz 42 milhões de toneladas de frutas tropicais, subtropicais e de clima temperado, proporcionando ao país uma grande diversidade de frutas o ano inteiro. Devido a essas características naturais, o Brasil se destaca internacionalmente como grande supridor de frutas frescas e processadas, portanto, é hoje o terceiro maior produtor mundial, perdendo apenas para a China e Índia (IBRAF, 2010).

A qualidade nutricional é um dos principais fatores que motivam o interesse crescente no consumo de frutas, haja vista que, vários estudos propuseram evidências da função benéfica do consumo de frutas e hortaliças na manutenção da saúde e prevenção de doenças em humanos, devido a compostos bioativos nelas contidas (AMES *et al.*, 1993). Estudos mostram que esses compostos reduzem os riscos de doenças degenerativas cardiovasculares, neurológicas, pulmonares, além de artrite reumatóide e câncer (BIANCHI; ANTUNES, 1999; PRIOR, 2003; KALT *et al.*, 1999).

Com o aumento da procura por alimentos naturais, percebe-se que a acerola (*Malpighia emarginata* D.C) teve um grande impulso no seu consumo *in natura*, cujo fator principal é o elevado teor de vitamina C, sendo os países desenvolvidos o principal mercado consumidor no âmbito internacional (MOURA *et al.*, 2007).

Mais recentemente, vem aumentando a demanda pelo fruto no estágio imaturo com coloração totalmente verde, por empresas de processamento interessadas na purificação e encapsulamento de vitamina C (FREITAS *et al.*, 2006).

Apesar de vários estudos já desenvolvidos com essa cultura, ainda existe um grande número de genótipos a ser caracterizados sob vários aspectos, principalmente os genéticos. Adicionalmente, além dos fatores genéticos, a composição dos frutos da aceroleira pode ser afetada em função das condições ambientais durante seu desenvolvimento (estação seca / úmida) (KONRAD *et al.*, 2002). Essa questão refere-se ao fato de se fornecer subsídios aos produtores e industriais sobre os aspectos positivos / negativos da intensidade das chuvas na época de colheita sobre a produção e qualidade dos frutos, no que se refere ao teor de vitamina C, sólidos solúveis, etc. É sabido que uma quantidade excessiva de chuvas provoca uma redução na qualidade dos frutos em virtude da diluição dos constituintes celulares (principalmente açúcares). Por outro lado,

uma ausência de chuvas / irrigação acarretará uma redução significativa na produção, podendo culminar com a morte de alguns genótipos, menos tolerantes a essa condição ambiental, comum no nordeste brasileiro (ARAÚJO *et al.*, 2004). Além disso, os estudos de caracterização são limitados e restritos a poucos genótipos e ambientes.

Diante da demanda por novos clones, a Embrapa Agroindústria Tropical desenvolveu, nos anos de 1996 a 2007, um programa de melhoramento genético da aceroleira, com o propósito de obter e recomendar clones produtivos para o plantio comercial com frutos de excelente qualidade, como também de evitar a não homogeneização genética dos plantios comerciais. Visando o alcance destes objetivos, em 1996, selecionou-se 100 plantas matrizes por meio da seleção massal em um pomar da empresa Frutas do Ceará S/A (FRUCESA). A partir dessas matrizes foi iniciado o programa de melhoramento da aceroleira na Embrapa Agroindústria Tropical, o qual foi dividido em melhoramento populacional e clonal, sendo estas usadas para o primeiro ciclo de seleção, resultando em 2003 no lançamento de quatro clones recomendados para o Estado do Ceará, a seguir: BRS 235(Apodi), BRS 236 (Cereja), BRS 237 (Roxinha) e BRS238 (Frutacor). No segundo ciclo de seleção foram avaliadas 64 progênies, as quais foram obtidas a partir da seleção das melhores progênies do primeiro ciclo de seleção, destas originou-se o jardim de sementes que foi constituído por 38 genótipos (CUNHA NETO, 2009), cujas plantas foram avaliadas neste trabalho.

O jardim de sementes é uma alternativa para dar continuidade ao programa de melhoramento populacional da acerola, além de ser uma fonte de sementes melhoradas. Entretanto, para que esses genótipos sejam utilizados nesses programas, estes devem ser caracterizados quanto a diversas características, principalmente, aquelas de interesse para o produtor e para o consumidor, ou seja, características agronômicas e de pós-colheita.

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1. Objetivo Geral**

Caracterizar trinta e oito genótipos de aceroleira do jardim de sementes do campo experimental de Pacajus da Embrapa Agroindústria Tropical por meio de características agronômicas e de pós-colheita.

### **2.2. Objetivos Específicos**

1. Avaliar o desempenho fenotípico de crescimento e de produção dos genótipos de aceroleira.
2. Avaliar a diversidade genética entre os diferentes genótipos de aceroleira.
3. Fornecer subsídios aos produtores e industriais sobre os aspectos positivos/ negativos da integridade das chuvas na época de colheita sobre a produção e qualidade dos frutos, no que se refere ao teor de vitamina C, sólidos solúveis, etc.
4. Identificar dentre os genótipos caracterizados aqueles mais produtivos e com maior teor de vitamina C, antocianinas, sólidos solúveis, etc.

### 3. REVISÃO DE LITERATURA

#### 3.1. Importância socioeconômica da aceroleira

O Brasil destaca-se internacionalmente como grande supridor de frutas frescas e processadas, é o terceiro maior produtor mundial de frutas, depois da China e da Índia. Cerca de 53% da produção brasileira são destinadas ao mercado de frutas processadas e 47% ao mercado de frutas frescas. Existe atualmente um mercado externo potencial acessível à fruticultura brasileira de 28,3 milhões de toneladas (IBRAF, 2010).

Com a exportação de frutas o faturamento brasileiro aumentou 13,4 vezes nos últimos 15 anos chegando a US\$ 724,2 milhões em 2008 contra US\$ 54 milhões, em 1994. O Brasil é o 20º maior exportador e tem potencial para crescer num mercado que movimentava US\$ 60 bilhões por ano, considerando-se produtos processados e frutas secas. Banana, manga, uva, melancia, melão, maçã, limão, laranja e abacaxi estão entre as espécies mais vendidas (ANUÁRIO BRASILEIRO DA FRUTICULTURA, 2009).

A fruticultura tem grande importância social pelo fato de tanto em cultivos extensivos como em intensivos exigir a presença constante do agricultor nas áreas de cultivo, requerendo mão de obra em grande escala, além de se tratar de uma atividade agrícola que propicia a fixação do homem no campo. Em se tratando de culturas como a aceroleira, é de esperar que haja atividade o ano quase todo, pois esta espécie produz de quatro a seis safras anuais (SOUZA *et al*, 2006).

O Brasil está entre os principais produtores de polpa de acerola, concentrando a produção nos estados do Ceará, Bahia, Pernambuco e São Paulo. Cerca de 70% da produção nacional é exportada para o Japão, Estados Unidos e Países da Europa e América Central. Além de ser fonte potencial de vitamina C, a fruta também é rica em flavonóides e outras substâncias antioxidantes, sendo, atualmente, esses componentes de grande importância.

A cultura da acerola adaptou-se muito bem às condições de solo e clima do Ceará. A estimativa da produção de acerola em maio de 2010 no estado do Ceará foi de 11.930 toneladas para uma área de 1.666 ha (AGROPOLOS, 2011).

Uma corporação norte-americana instalada há 12 anos no Ceará, sendo a única unidade do Brasil, promove grande expansão da área cultivada com acerola, produzindo 17 produtos concentrados de vitamina C a partir desse fruto. A empresa utiliza matéria-prima de 1.682 hectares. Desse total, 215 hectares são da própria empresa e o restante é de responsabilidade de 12 projetos, distribuídos no Ceará, Piauí e Maranhão. Onde são comprados 15 milhões de quilos de acerola por ano. Tendo a capacidade de chegar a 30 milhões de quilos. Atualmente, na Serra da Ibiapaba, 53 produtores produzem em 169 hectares. Até 2013, esse número chegará a 250 hectares (AGROPOLOS, 2011).

### **3.2. Caracterização morfológica, agronômica e de pós-colheita.**

A variabilidade genética existente em acerola, por causa da sua propagação seminal, origina plantas com hábito de crescimento diferenciado e produção de frutos quantitativa e qualitativamente heterogêneos. Isto implica na necessidade da caracterização dos frutos nas regiões produtoras, objetivando a avaliação dos que apresentarem atributos superiores, com consequentes vantagens na comercialização *in natura* e na agroindústria (PÍPOLO *et al.*, 2002). Dessa forma, o conhecimento das características morfológicas, agronômicas e de pós-colheita é de grande importância para os estudos de caracterização de novos genótipos e a identificação daqueles com atributos superiores que atendam aos diferentes mercados. Assim como também é importante saber compreender as influências das diferentes condições ambientais sobre essas características.

#### **3.2.1. Características morfológicas e agronômicas**

##### **3.2.1.1. Taxonomia e Morfologia**

A aceroleira é uma dicotiledônea da família Malpighiaceae, gênero *Malpighia* que compreende cerca de 60 gêneros com mais de 1.100 espécies de árvores, arbustos e trepadeiras, sendo o único gênero dentro dessa família que produz frutos comestíveis (LOPE ; PAIVA., 2002). A acerola (*Malpighia emarginata* D.C) é

originária das Antilhas e foi introduzida no Brasil na década de 50 oriunda de Porto Rico, mas só a partir dos anos 80, com o aumento da demanda do produto tanto em nível nacional quanto internacional, depois de sua divulgação como fruta rica em vitamina C, foi que os plantios dessa cultura ganharam expressão econômica, fazendo com que seu cultivo se espalhasse de forma rápida e desordenada, o que resultou na produção de frutos com acentuada variabilidade em suas características (OLIVEIRA ; SOARES FILHO., 1998).

A aceroleira é um arbusto pequeno ou uma árvore pequena, com um único tronco frequentemente ramificado com pequeno ou médio porte; no caso do plantio em pomar comercial as plantas são mantidas com uma altura de 1,3 m a 3,2 m. Formam uma copa densa constituída de numerosos ramos lenhosos, espalhados e normalmente curvados para baixo; quando as plantas são cultivadas livremente podem alcançar até 9 metros (MANICA, 2003). Possui raiz pivotante, folhagem persistente com folhas opostas e de pecíolo curto; flores hermafroditas, de cor rosa a lilás; inflorescência apresentando de 2 a 4 flores em média; O fruto é do tipo drupa contendo três sementes e apresentando mesocarpo suculento, cuja coloração varia de amarelo-avermelhada a vermelho púrpura (CORDEIRO, 2000; LOPES ; PAIVA, 2002).

A flor é pequena, diclamídea, pedunculada, com 1 a 2 cm de diâmetro. Os verticilos florais são dispostos em círculos concêntricos. O cálice possui de 6 a 10 pétalas sésseis de coloração verde, persistente. A corola possui cinco pétalas livres dentadas ou franjadas, cuja cor evolui do rosa esbranquiçado ao vermelho. Na antese apresenta, em média, 13 a 17 mm de diâmetro, podendo variar de 10 a 20. O androceu apresenta 10 estames, todos encimados por anteras com duas tecas, filetes glabros, unidos na base. O gineceu apresenta ovário globular súpero, estilos truncados ou obtusos, no ápice ou unificado, estilos laterais grossos, levemente curvados, com 3 mm a 3,5 mm em média, podendo variar de 2,5 mm a 4 mm (MARINO NETO, 1986; GONZAGA NETO ; SOARES, 1994; SIMÃO, 1998).

O fruto é uma drupa trilobada, de forma bastante variável, geralmente ovóide achatada, com 1,0 a 3,0 cm de diâmetro, coloração variando de amarelo a vermelho escura; a polpa, de cor alaranjada, é macia e suculenta, epicarpo fino e delicado, mesocarpo com células grandes e suculentas; o endocarpo é constituído de três caroços duros, contendo ou não uma semente no seu interior, cada um é formado por

células alongadas e lignificadas de fibras vasculares adjacentes, com peso variando de 3g a 16g (MARINO NETO, 1986; GONZAGA NETO ; SOARES, 1994; SIMÃO, 1998).

### **3.2.1.2. Fenologia**

As inflorescências e as flores de aceroleira podem tanto se originar nas axilas das folhas dos ramos maduros em crescimento, como também nas axilas das folhas do ramo recém-brotado, onde crescem isoladas ou em cachos de dois ou mais frutos. As inflorescências se apresentam com colorações variando do rosa ao vermelho, as quais estão dispostas em cimeiras axilares (inflorescências com ramificação sempre terminal que acaba sempre em uma flor e com número definido de ramos); são pedunculadas com 2 a 5 flores em média. Os racimos (cachos) em forma de umbela (numerosas flores pedunculadas) se inserem na mesma altura do ramo principal. As flores da aceroleira são hermafroditas ou perfeitas e podem apresentar de 1,5 cm a 2,5 cm de comprimento.

As flores desenvolvem-se nos ramos vegetativos do ano anterior e nos ramos novos após um surto de crescimento vegetativo (GONZAGA NETO ; SOARES, 1994), nesta fase de desenvolvimento é produzida uma grande quantidade de flores. Esta característica pode ser potencializada com o uso da irrigação (MANICA, 2003). Observa-se que decorrem sete dias desde o aparecimento do botão floral à antese da flor, que está diretamente relacionada à temperatura, verificando-se frequentemente nas regiões tropicais de 6 a 8 períodos de floradas – frutificações por ano (ARAÚJO ; MINAME, 1994).

Apesar da floração em abundância, o índice de pegamento dos frutos é muito pequeno. Provavelmente em função de alguns fatores como a baixa eficiência da polinização aberta, baixa quantidade de pólen viável e a vários tipos de incompatibilidade (CORDEIRO, 2000).

Em relação ao período de frutificação, a formação do fruto é rápida, abrangendo desde o período da antese até o amadurecimento do fruto, com uma variação de 21 a 32 dias. Verifica-se ao longo do ano a existência de quatro a sete picos de frutificação, espaçados por pequenos períodos vegetativos (LOPES ; PAIVA, 2002).

Segundo Manica (2003), a planta tem a capacidade de formar de 2 a 4 safras em clima subtropical e 3 a 6, em clima tropical.

No que diz respeito à forma de reprodução da aceroleira, ainda não foi definido claramente se esta espécie é autógama, alógama, ou autógama com alta taxa de alogamia. Isso porque apesar da flor da aceroleira apresentar algumas características de espécies autógamas como, por exemplo: flor completa, amadurecimento simultâneo do androceu e gineceu, além de ser comum a produção de frutos em plantas isoladas, alguns fatores sugerem que ela não seja predominantemente autógama. Um desses fatores é a grande variabilidade fenotípica encontrada em pomares comerciais estabelecidos por mudas obtidas através de sementes, o que sugere a ocorrência de segregação e recombinação gênica (BOSCO *et al.* 1995). Outro fator é a baixa ou nula fixação de frutos observada em condições experimentais a partir da autopolinização manual de botões protegidos, sendo esta inferior à fixação de frutos observada a partir da polinização natural e da polinização cruzada manual (LOPES, 2000).

### **3.2.1.3. Propagação e Produção**

A acerola pode ser propagada por sementes (via sexuada) ou assexuadamente, através de métodos como estaquia, alporquia, mergulhia e enxertia. A propagação por semente apresenta muitas desvantagens, tais como: segregação hereditária, baixa taxa de germinação, entre outras. O processo de propagação assexuado é o mais eficiente por assegurar as características desejáveis da planta selecionada (SOBRINHO *et al.*, 2001).

A acerola desenvolve-se bem em clima tropical e subtropical, com temperaturas médias em torno de 26 °C e chuvas variando de 1.200 a 2.000 mm, bem distribuídas. O seu cultivo pode ser feito em quase todos os tipos de solo, devendo-se preferir, no entanto, os solos profundos, argilo-arenosos, de boa fertilidade e drenagem satisfatória COUCEIRO (1981, apud CECÍLIO *et al.*, 2009).

A frutificação da acerola inicia-se no 1º ano após o plantio, chegando a produzir de quatro a sete colheitas por ano. A média de produção varia de 2 kg no primeiro ano a 47 kg no sexto ano. Caso seja irrigada, produz o ano todo (SOBRINHO *et al.*, 2001).

### **3.2.2. Características de Pós-colheita**

A qualidade de produtos hortícolas é definida como o conjunto de muitas propriedades ou características peculiares inerentes aos mesmos. Englobam propriedades sensoriais (aparência, textura, sabor e aroma), valor nutritivo e multifuncional decorrentes dos compostos químicos, propriedades mecânicas, bem como a ausência ou presença de defeitos do fruto (CHITARRA ; CHITARRA, 2006).

Segundo Vendramini e Trugo (2000), a composição química do fruto da aceroleira é dependente de fatores como as condições ambientais e o estágio de maturação da fruta. O conteúdo de vitamina C e outras características atribuídas à qualidade do fruto, tais como coloração, peso e tamanho, sólidos solúveis e pH do suco, além de serem afetados pela desuniformidade genética dos pomares, sofrem influências de vários fatores, como precipitações pluviais, temperatura, altitude, adubação, irrigação e a ocorrência de pragas e doenças (NOGUEIRA *et al.*, 2002)

Diversos fatores de qualidade da acerola foram estudados como peso, firmeza, sólidos solúveis, acidez titulável, pH, vitamina C, antocianinas, flavonóides, atividade antioxidante e polifenóis.

#### **3.2.2.1. Peso**

O peso correlaciona-se bem com o tamanho do produto e constitui uma característica varietal. Ao atingirem o pleno desenvolvimento, as frutas devem apresentar peso variável dentro do limite da cultivar, os quais são bastante flexíveis (CHITARRA ; CHITARRA, 2006). A dimensão do fruto de acerola é uma característica física relevante na seleção de variedades comerciais. Quanto maior o fruto, mais fácil é sua colheita, demandando menos mão-de-obra e conseqüentemente reduzindo os custos de produção (MUSSE *et al.*, 2005). Segundo França e Naraim (2003), durante o processo de maturação ocorre aumento no peso, comprimento e diâmetro. Comumente, frutos de aceroleira apresentam comprimento de 1 a 3 cm, diâmetro de 1 a 4 cm e peso de 2 a 16g.

#### **3.2.2.2. Firmeza**

A textura é definida como o conjunto de propriedades do alimento, composto por características físicas perceptíveis pelo tato e que se relacionam com a deformação, desintegração e fluxo do alimento, sob a aplicação de uma força. Essas

características são avaliadas objetivamente por funções de força, tempo e distância. A firmeza ou dureza relaciona-se com a força necessária para que o produto atinja uma dada deformação (CHITARRA ; CHITARRA, 2006). A firmeza do fruto depende, entre outros, de seu estado de maturação. Batista *et al.*, (2000) estudando parâmetros físico-químicos da acerola em diferentes fases de maturação encontraram valores de firmeza de 1,76N para frutos maduros, 3,54N para frutos meio-maduros e 10,80N para frutos verdes.

### **3.2.2.3. Sólidos solúveis (SS)**

Os sólidos solúveis correspondem a todas as substâncias que se encontram dissolvidas em um solvente, no caso dos alimentos é a água. São constituídos principalmente por açúcares, sendo variáveis com as espécies, a cultivar, o estágio de maturação e o clima, com valores médios entre 8,0 e 14,0° Brix, onde a faixa é entre 2,0 e 25°Brix (CHITARRA ; CHITARRA, 2006).

Os teores de sólidos totais são mais elevados nas acerolas maduras, porém são reduzidos pela chuva ou irrigação excessiva, em virtude da diluição do suco celular e variarem também de acordo com o genótipo (NOGUEIRA *et al.*, 2002). Esses autores estudaram o efeito do estágio de maturação nas características físico-químicas da acerola e encontraram conteúdo de SS entre 7,07 a 7,8 °Brix nos frutos imaturos e 7,47 a 8,73 °Brix nos frutos maduros.

### **3.2.2.4. Acidez e pH**

De acordo com Figueiredo (2000), a acidez total e o potencial hidrogeniônico são os principais métodos usados para medir a acidez de frutos e hortaliças. Enquanto a acidez determina o percentual de ácidos orgânicos, o pH mede a concentração hidrogeniônica da solução. O pH quantifica os íons no suco, representando o inverso da concentração de íons hidrogênio ( $H^+$ ) em um dado material e sua determinação é realizada com o auxílio de papel indicador ou de potenciômetro (pHmetro).

Os ácidos são encontrados nos vacúolos das células, na forma livre e/ou combinados com sais, ésteres e glicosídeos, como importantes fontes de energia para os frutos, durante o processo de maturação; por conseguinte, é de se esperar que seu conteúdo diminua durante o período da atividade metabólica máxima dos vegetais.

Normalmente, durante a maturação e o armazenamento, as frutas perdem rapidamente a acidez, isto porque os ácidos sofrem oxidação no ciclo de Krebs, porém em alguns casos pode ocorrer um pequeno aumento nestes valores. Os ácidos predominantes encontrados nas frutas e hortaliças são cítrico, málico, tartárico, acético e oxálico (CECCHI, 2003; CHITARRA, 2006; JACOMINO *et al.*, 2008). Paiva *et al.*, (2003) avaliaram o desempenho de clones de aceroleira no Estado do Ceará e encontraram variação de 1,03% a 1,48% de ácido málico, sendo este o que se apresenta em maior concentração na acerola, sendo os resultados obtidos para esta variável expressos em função do mesmo.

O pH em acerola é um parâmetro que apresenta baixa variabilidade principalmente nos frutos maduros. Essa afirmação foi feita por Musser *et al* (2005), tendo em vista que dentre as características físico-químicas analisadas essa variável apresentam o menor coeficiente de variação com valores entre 3,11 a 3,41. O pH da acerola em completo estágio de maturação encontra-se na faixa de 2,58 a 3,91 (LIMA *et al.*, 2002).

#### **3.2.2.5. Vitamina C**

Durante o amadurecimento o teor de ácido ascórbico diminui em alguns frutos, já em outros, aumenta, reduzindo-se somente na fase de senescência. O aumento pode estar relacionado com a liberação de açúcares precursores da biossíntese do ácido ascórbico durante o processo de degradação da parede celular, ao passo que a redução está relacionada com a oxidação do ácido. Danos mecânicos e senescência promovem sua oxidação (JACOMINO *et al.*, 2008).

A diminuição do teor de vitamina C da acerola com o amadurecimento é evidenciado em diversos estudos. Nogueira *et al.* (2002) encontraram um decréscimo do teor de vitamina C durante o amadurecimento de 2.732,7 para 1.682,7 mg/100g na estação seca e de 1.753,2 até 865,8 mg/100g na estação chuvosa. Vendramini e Trugo (2000), ao analisaram frutos em três diferentes estádios de maturação observaram que a acerola apresentou uma média de 2.164,0 mg/100g quando imatura (verde), 1.065,0 mg/100g no estágio de maturação intermediário (amarela) e 1.074,0 mg/100g quando madura (vermelha). Musser *et al.*, (2004) caracterizaram acerolas do Banco ativo de Germoplasma de Pernambuco encontraram valores entre 824 e 2293 mg/100g.

### 3.2.2.6. Compostos Fenólicos

Os compostos fenólicos ou polifenóis são um grupo muito diversificado. Possuem considerável importância fisiológica e morfológica em plantas participando no crescimento e reprodução dos vegetais, promovendo proteção contra patógenos e predadores além de contribuírem para a qualidade sensorial de frutos e vegetais e seu equilíbrio oxidativo (BALASUNDRAM *et al.*, 2006; ANGELO e JORGE, 2007). Batista (2010), avaliando a qualidade, compostos bioativos e atividade antioxidante em frutas produzidas no Submédio do Vale do São Francisco encontrou teores médios de polifenóis totais em acerolas variando de 850,26 (cultivar costa rica), 949,25 (cultivar flor branca), 1.101,01 (cultivar sertaneja) a 1.345,21 mg/ 100g (cultivar Okinawa). Silva (2008) avaliando 19 clones de aceroleira mencionou valores entre 560,59 a 1.803,11 mg/ 100g.

Os flavonóis e antocianinas são compostos fenólicos largamente distribuídos no reino vegetal, influenciam fortemente a qualidade dos frutos, pois contribuem de forma sensorial e nutricional (BAHORUN *et al.*, 2004; SCALZO *et al.*, 2005). Os flavonóis possuem coloração branca ou amarela clara e geralmente acompanham as antocianinas em frutos, provavelmente porque apresentam rotas de biossíntese semelhantes, além de atuarem na copigmentação das antocianinas (MELO *et al.*, 2006). Valores de flavonóides variando de 7,00 a 18,48 mg de quercetina/ 100g foram encontrados por Lima *et al.* (2002), caracterizando acerolas maduras. Musser (2004), encontrou valores entre 5,9 a 22,3 mg de quercetina/100g de polpa ao caracterizar acerolas do banco de germoplasma em Pernambuco.

As antocianinas são pigmentos fenólicos solúveis em água, pertencentes à classe dos flavonóides, responsáveis pelas várias colorações, variando entre laranja, vermelho e azul, exibidas pelas frutas, hortaliças, flores, folhas e raízes (LIMA *et al.*, 2006). Moura *et al.* (2002) avaliando frutos em estágio maduro, provenientes de 45 clones de aceroleira encontraram valores de antocianinas totais de 1,52 a 28,47 mg/ 100g. Lima *et al.* (2003) encontraram valores variando de 3,79 a 59,74 mg/ 100 g. Musser *et al.* (2004) relataram valores de 3,8 a 74,40 mg/ 100 g.

Muitos estudos sugerem que flavonóides exibem várias atividades biológicas, incluindo antialérgica, antiviral, antitumoral, ações anti-inflamatórias e antioxidantes (HARBONE ; WILLIAMS, 2000). As antocianinas possuem diversos

efeitos *in vitro* que sugerem benefícios potenciais à saúde em geral e redução de doenças coronarianas, em particular (MAZZA, 2007). De acordo com Heim (2002), os compostos fenólicos são os maiores responsáveis pela atividade antioxidante em frutos fazendo destes uma fonte natural de antioxidantes.

#### **3.2.2.8. Atividade antioxidante**

Os antioxidantes compreendem um conjunto heterogêneo de substâncias formado por vitaminas, minerais, pigmentos naturais e outros compostos vegetais que em pequenas concentrações bloqueiam o efeito danoso dos radicais livres. Hoje são investigados por dois motivos principais: são ativos nos mecanismos de defesa das plantas contra estresse oxidativo e sua importância para a saúde humana. De modo que, as recomendações de dietas para uma vida saudável são unânimes quanto à inclusão ou aumento no consumo de frutas frescas e sucos de frutas, cujos benefícios são atribuídos principalmente à vitamina C, pela sua função antioxidante natural capaz de fortalecer o sistema imunológico e de combater os radicais livres envolvidos nos processos degenerativos celulares (PRIOR *et al.*, 1998).

Além da substituição dos antioxidantes sintéticos nos alimentos ditos convencionais, os antioxidantes naturais também podem vir a ser uma alternativa para a conservação de alimentos orgânicos. A tendência mundial está voltada para o consumo de alimentos naturais produzidos sem danos ao meio ambiente, denominados produtos orgânicos. A indústria alimentícia deverá acompanhar esta tendência de mercado, procurando estabelecer estratégias de reposicionamento dos produtos de acordo com as necessidades do público consumidor. No entanto, não se pode perder de vista que estes novos produtos devem ser competitivos, quando comparados aos produzidos pela agricultura convencional, processados e conservados com o auxílio tecnológico de aditivos alimentícios (DEGÁSPARI, 2004).

Batista (2010), obteve valores de atividade antioxidante em acerolas variando entre 78,27 a 144,77  $\mu\text{MTrolox/g}$  de polpa. Rufino *et al* (2008) avaliando compostos bioativos e a capacidade antioxidante em frutos tropicais não tradicionais brasileiros observaram 96,6  $\mu\text{MTrolox/g}$  de polpa para atividade antioxidante total, usando o método ABTS em acerola.

### **3.2.3. Influência das condições ambientais.**

Características atribuídas à qualidade do fruto da aceroleira, além de serem afetadas pela desuniformidade genética dos pomares, sofrem influência de vários outros fatores, como precipitações pluviais, temperatura, altitude, adubação, irrigação e a ocorrência de pragas e doenças (NOGUEIRA, 2002). Entre os vários fatores limitantes da produção vegetal, o déficit hídrico ocupa posição de destaque, pois além de afetar as relações hídricas nas plantas, altera seu metabolismo (NOGUEIRA, 2001).

A acerola prospera em locais onde ocorre precipitação anual na faixa de 1.200 a 2.000 mm com temperaturas médias anuais entre 25 e 27 °C e elevadas taxas de luminosidade. COUCEIRO (1981, apud CECÍLIO *et al.*, 2009).

Konrad *et al.* (2002a), avaliando a qualidade de frutos de aceroleira sob diferentes sistemas de irrigação (gotejamento, gotejamento em subsuperfície, microaspersão, mangueira perfurada a laser, produtor usando mangueira e sequeiro) na região da Nova Alta Paulista (SP), concluíram que o peso do fruto difere entre os tratamentos. O sistema de irrigação por gotejamento proporcionou um maior peso médio aos frutos, enquanto, a mangueira perfurada a laser e gotejamento subsuperfície não diferiram. Os tratamentos microaspersão e mangueira usada por produtor também não diferiram entre si e, o em sequeiro, produziu frutos com menor peso. Esses resultados mostram que o peso dos frutos é influenciado pela irrigação. A aceroleira é considerada para muitos uma planta resistente à seca, porém uma precipitação anual inferior a 1.000 mm promovem a ocorrência de frutos pequenos e enrugados (VIANA *et al.*, 2002).

Com relação à vitamina C, períodos onde ocorrem grandes volumes de precipitação (ou irrigações intensas), elevando o volume de água no solo podem provocar uma diluição dessa vitamina na polpa do fruto; apresentando também frutos com menos açúcares (KONRAD, 2002a).

Pezzopane *et al.* (2009) elaboraram um zoneamento agroclimático da região do nordeste brasileiro para a cultura da acerola (Figura 1), percebendo pela referida figura que a maior parte da região nordeste (45,2% da área total) apresentou-se apta ao cultivo da aceroleira. As áreas enquadradas na classe A1 são aquelas mais recomendadas para o cultivo por apresentar faixa térmica ótima para o desenvolvimento

da aceroleira (entre 25 e 27 °C). Com relação ao Estado do Ceará, enquadram-se na classe A1 os municípios de Tianguá, onde uma corporação norte-americana promoveu grande expansão da área cultivada com acerola. Em Paraipaba, onde os perímetros irrigados Barreiras-SuL e Curu-Paraipaba têm a acerola como um de seus principais produtos.



Figura 1 – Zoneamento agroclimático da aceroleira na Região Nordeste do Brasil (Pezzopane *et al*, 2009).

### 3.3. Melhoramento genético da aceroleira

Inicialmente os programas de melhoramento da aceroleira eram realizados com base na seleção de variedades destinadas para porta-enxerto e outras para copa (LOPES ; PAIVA, 2002). No entanto, esses programas estavam fora do foco que realmente interessavam aos produtores, ou seja, seleção de variedades altamente produtivas, resistentes a pragas e doenças, com conformação de copa adequada ao pomar doméstico ou industrial, com frutos de ótima qualidade, de sabor doce, suave e agradável, quando destinadas para o consumo “*in natura*” e, quando destinados à indústria, frutos com maior conteúdo de ácido ascórbico e conseqüentemente, mais ácido (CUNHA NETO, 2009).

As variedades destinadas à mesa são caracterizadas por produzirem frutos com valores de sólidos solúveis iguais ou superiores a 11 °Brix e valores de acidez titulável iguais ou inferiores a 1% de ácido málico (LASKOSWSKI ; BAUTISTA, 1998). As variedades ácidas produzem frutos com valores baixos de SS, elevada AT e um elevadíssimo conteúdo de vitamina C. Por esses motivos apresentam um sabor azedo, sendo destinadas às indústrias. Existem também as variedades semi-doces com valores intermediários de AT e SS, sendo, portanto, destinadas para ambas as finalidades (MELO, 2004).

Para atender o real interesse do mercado os programas de melhoramento da aceroleira passaram a se dividir em melhoramento populacional e clonal. Ou seja, buscam a obtenção, tanto de variedades como de clones, apresentando em cada seguimento, objetivos distintos (PAIVA, 2003). Assim passou-se a selecionar variedades destinadas para produção de frutos de mesa e para a indústria.

No Brasil, os primeiros trabalhos de melhoramento buscaram materiais promissores a partir da seleção em plantios comerciais, pois se observa grande variabilidade genética, devido ao fato desses pomares terem sido formados através de mudas oriundas de propagação sexuada (PAIVA, 2003).

A aceroleira por se propagar via vegetativa ou sexuada permite ao melhoramento genético explorar dois caminhos: a seleção com teste de progênies e seleção de plantas com propagação vegetativa. Então, para atender uma demanda por

aceroleiras que apresentassem alta produtividade como também frutos com boa qualidade, principalmente em relação ao conteúdo de vitamina C, a Embrapa Agroindústria Tropical, iniciou em 1996, o programa de melhoramento da aceroleira no Estado do Ceará, seguindo duas linhas: o melhoramento populacional e o melhoramento clonal (PAIVA, 2003).

O melhoramento populacional seria utilizado como antecipação a problemas futuros como a maior vulnerabilidade desses materiais às pragas e doenças e/ou mudanças no ambiente que poderiam ocorrer em função da massificação do plantio de clones, pois a uniformidade dos cultivos pode ter consequências desastrosas (PAIVA, 2003). Ou seja, ao mesmo tempo em que o melhorista tem que se preocupar com a geração de clones ou populações com uma maior uniformidade genética no intuito de conseguir maior produtividade e qualidade dos frutos, ele também deve estar consciente e, portanto, preocupado, em produzir materiais genéticos que possam sanar problemas futuros relacionados à maior vulnerabilidade dos materiais que são muito uniformes.

Essa estratégia de melhoramento resultaria na obtenção a médio e longo prazo de novas combinações genéticas favoráveis de sementes melhoradas de aceroleira para o plantio comercial (PAIVA *et al.*, 1999a).

O melhoramento clonal, por sua vez, apresenta a vantagem de dar resultados rápidos, sendo dessa maneira, uma boa alternativa para atender as demandas imediatas do setor produtivo. Diferentemente da estratégia do melhoramento populacional, onde a obtenção de resultados ocorre de médio a longo prazo.

Seguindo-se a estratégia do melhoramento populacional, os pesquisadores da Embrapa Agroindústria Tropical realizaram seleção em progênies de primeiro e segundo ciclo as quais foram obtidas a partir de uma seleção de 100 plantas de um pomar comercial (CUNHA NETO, 2009). A seleção priorizou as plantas que apresentavam frutos com coloração vermelho de tamanho médio com peso variando entre 6 e 9 g e com sabor semi-ácido, com consistência média, copa tipo guarda-chuva e baixa pilosidade nas folhas (PAIVA *et al.*, 1999b).

As progênies de primeiro ciclo de seleção foram avaliadas quanto à características agronômicas e de pós-colheita, as primeiras consistiram na mensuração anual da altura da planta, diâmetro de caule, diâmetro da copa e produção, (CORDEIRO, 2000). As características físico-químicas avaliadas dos frutos foram peso

médio, pH, AT, SS e vitamina C. O autor observou que mais de 50% das progênies apresentaram conteúdo de vitamina C entre 1.500 a 2.718 mg/ 100g de polpa. No que diz respeito à morfologia as progênies apresentaram uma grande amplitude tanto em altura (0,35 a 3,50 m) como em diâmetro de copa (0,80 a 5,80 m). Nessas avaliações constatou-se, no terceiro ano de idade das progênies, uma grande frequência de plantas com altura igual ou inferior ao ano anterior. Com relação à produtividade, Cordeiro (2000) estimou uma produção de 61,2 kg/planta/ano. Com base nessas avaliações foram identificados e selecionados 76 genótipos superiores (CUNHA NETO, 2009).

Nas progênies de segundo ciclo de seleção procederam-se as avaliações agronômicas das plantas e de pós-colheita dos seus frutos. Cordeiro (2005) constatou valores satisfatórios de vitamina C que variaram de 2.084,6 a 3.421,1 mg/ 100g de polpa. No que diz respeito à morfologia, as progênies, em comparação com as plantas do primeiro ciclo, apresentaram tendência para um menor porte com amplitude de variação de 0,40 a 3,00 e 0,70 a 5,40 m, para altura e diâmetro de copa respectivamente. No que se refere a produção, Cordeiro (2005) observou uma variação de 0,00 a 12,43 kg/planta/ano.

A seleção das melhores progênies em cada ciclo de seleção resultou na utilização desses melhores genótipos nos experimentos de competição de clones. Como resultados das avaliações dos clones de primeira geração, foram selecionados e recomendados para o plantio comercial os clones: BRS 235 (Apodi), BRS 236 (Cereja), BRS 237 (Roxinha) e BRS 238 (Frutacor), pois apresentaram bom potencial de uso visto que possuíam elevados valores de vitamina C (1.193,9 a 1.854,9 mg/ 100g de polpa), porte baixo, com médias de altura de planta e diâmetro de copa variando de 1,61 a 1,91 m e 2,19 a 4,14 m, respectivamente, e produção variando de 1,98 a 2,53 kg/planta/colheita (CUNHA NETO, 2009).

Além do lançamento dos clones comerciais foi possível selecionar, a partir das melhores progênies, 38 genótipos que deram origem ao jardim de sementes no campo experimental de Pacajus – CE. O objetivo principal do jardim de sementes é garantir a conservação de sementes melhoradas para programas de melhoramento.

### 3.4. Diversidade Genética

A diversidade genética diz respeito ao grau em que o material genético difere em uma população e sua importância reside no fato de que ela é a ferramenta do melhoramento genético. Deste modo, o esclarecimento de sua estrutura é vital para o uso eficiente do germoplasma avaliado (MOREIRA *et al.*, 1994), seja este nos programas de melhoramento ou para recomendação direta dos melhores genótipos aos produtores.

Os procedimentos mais comuns adotados no melhoramento de plantas de reprodução assexuada ou vegetativa são a introdução de germoplasma, a seleção clonal e a hibridação, seguida de seleção. Alguns autores comprovam que a introdução de plantas no melhoramento da aceroleira tem sido a principal fonte de obtenção de materiais mais adequados à exploração comercial. O sucesso com essa metodologia depende da presença de indivíduos portadores de características favoráveis à seleção de clones que entrarão no processo de avaliação. Assim, o êxito do processo de seleção de clones depende da variabilidade genética existente na população, germoplasma ou genótipos avaliados (BEZERRA *et al.*, 1994; BOSCO *et al.*, 1994; GONZAGA NETO e MATIUZ, 1998; OLIVEIRA *et al.*, 1998; PAIVA *et al.*, 2003; PÍPOLO *et al.*, 1998,).

Muitos clones lançados por empresas de pesquisa foram identificados e selecionados a partir da avaliação preliminar ou caracterização por meio de características agrônomicas e de pós-colheita de alguma fonte de germoplasma. A Empresa Pernambucana de Pesquisa Agropecuária (IPA), por exemplo, iniciou em 1991 um trabalho de coleta de germoplasma de acerola no Estado de Pernambuco, obtendo 14 clones (BEZERRA *et al.*, 1994), dentre os quais destacaram-se IPA-2 e IPA-3, por apresentar boa produção de frutos, alto conteúdo de ácido ascórbico e razoável peso médio de frutos (PAIVA, 2003).

Em Cruz das Almas – BA, a Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical desenvolveu um trabalho de avaliação de 154 acessos que constavam no seu banco de germoplasma. Foram caracterizados 20 acessos de forma mais ampla, sendo sete destacados: CMF005; CMF008; CMF010; CMF012; CMF017; CMF019 e CMF024 (OLIVEIRA *et al.*, 2005)

Musser *et al.* (2004; 2005) avaliaram as características físicas dos frutos e a produção de doze genótipos de aceroleiras do Banco Ativo de Germoplasma da Universidade Federal Rural de Pernambuco visando selecionar plantas de interesse agrônomo para a Zona da Mata de Pernambuco. Os genótipos 012-CPA, 013-CPA e 014-CPA destacaram-se como potencialmente promissores por terem sido os mais produtivos além de terem apresentado características físicas, referentes à massa e do diâmetro dos frutos, exigidas pelas indústrias de transformação. Com a finalidade de dar continuidade ao trabalho de caracterização desses genótipos Maciel *et al.* (2010) avaliaram mais 18 acessos do Banco Ativo de Germoplasma da Universidade Federal Rural de Pernambuco. O rendimento em polpa variou de 41,06% (PL 40) a 72,54% (PL 43) e, com exceção do genótipo PL 37, os demais apresentaram frutos com conteúdos de ácido ascórbico superiores a 1000 mg/100 g. O genótipo PL 39 destacou-se por apresentar o maior conteúdo de ácido ascórbico (1667 mg/100 g), SS e flavonóides (15,04 mg/100 g), além de elevado conteúdo de antocianinas, sendo, portanto, o mais promissor. Os frutos do genótipo PL 34 revelaram o maior valor de SS/AT, indicando ser o mais doce.

A caracterização dos genótipos de um determinado germoplasma é importante não somente para o conhecimento da variabilidade genética existente, como também para a avaliação da divergência genética entre esses genótipos. A divergência genética está relacionada ao grau de diversidade dos genótipos e pode ser avaliada em termos de distância entre genótipos que estão sendo comparados. Desta forma, a divergência genética é um importante fator que pode contribuir para a obtenção de heterose de alto rendimento ou para a segregação transgressiva, essencial na identificação de genótipos melhorados.

Há duas maneiras básicas de inferir a diversidade genética, sendo a primeira de natureza quantitativa e a outra de natureza preditiva. Entre os métodos de natureza quantitativa, citam-se as análises dialélicas, onde é necessária a avaliação dos genitores e todas as combinações híbridas. Para o método preditivo, citam-se aqueles que tomam por base as diferenças morfológicas, fisiológicas ou moleculares, quantificando-as em algumas medidas de dissimilaridades, identificando, portanto, os genótipos mais divergentes (CRUZ *et al.*, 2004).

Em estudos de divergência genética, vários métodos multivariados podem ser aplicados. Dentre eles, citam-se a análise por componentes principais ou variáveis canônicas e os métodos aglomerativos. A escolha do método mais adequado tem sido determinada pela precisão desejada pelo pesquisador, pela facilidade da análise e pela forma como os dados foram obtidos (CRUZ ; REGAZZI, 1997).

### **3.5. Procedimentos usados na identificação e seleção de genótipos superiores.**

Em qualquer programa de melhoramento genético, a análise de variância simples faz-se presente como ferramenta inicial, uma vez que permite avaliar a existência de variabilidade genética entre diferentes indivíduos (CRUZ *et al.*, 2004). Estuda-se ainda a variância subdividida no tempo, por permitir verificar a existência ou não da interação genótipo x ambiente. Esse tipo de interação tem influência sobre o ganho de seleção, dificultando a recomendação de cultivares com ampla adaptação a diferentes ambientes. Assim, utiliza-se essa análise para avaliar a magnitude e a significância da interação, quantificando seu efeito sobre as técnicas de melhoramento, fornecendo suporte para seu aproveitamento e /ou maximização (CRUZ *et al.*, 2004).

Em programas de melhoramento, a seleção univariada é a maneira mais fácil e prática de obter ganhos para uma característica. Porém, segundo Resende (2000), a avaliação de um único caráter pode não ser adequada para representar o mérito econômico da planta, seja pela não consideração de outros caracteres de importância econômica ou pelas correlações negativas entre eles.

Segundo Paiva *et al* (2007), a utilização de metodologias que permitem selecionar plantas, considerando vários caracteres simultaneamente, deve ser analisada visando o seu emprego como ferramenta auxiliar no melhoramento. O índice de seleção consiste de uma técnica biométrica que permite efetuar com eficiência, a seleção simultânea de múltiplos caracteres (CRUZ *et al.*, 2004). Permite, portanto, combinar as múltiplas informações contidas nas unidades experimentais, de modo a selecionar com base em um grupo de características (MARTINS *et al.*, 2006).

As inferências sobre os materiais genéticos em experimentos de campo, a fim de se classificar aqueles candidatos a serem lançados como cultivares, não é tarefa

fácil, pois essas inferências devem ser baseadas nos verdadeiros valores genotípicos. Ou seja, inferência de genótipos, em qualquer fase de um programa de melhoramento, deve ser baseada em médias genéticas e não fenotípicas, pois as médias genotípicas são as médias futuras quando os cultivares forem plantados em cultivos comerciais (BORGES *et al.*, 2010).

Sendo o problema central do melhoramento de plantas a predição dos valores genéticos dos materiais superiores, já que a mesma necessita dos verdadeiros valores dos componentes de variância, torna-se imprescindível a aplicação de procedimentos genético-estatísticos mais refinados como é a análise padrão de estimação de componentes de variância e predição de componentes de média via REML/BLUP individuais (MAIA *et al.*, 2011).

Para Maia *et al.* (2009), a estrutura genética de uma população de plantas pode ser bem particionada, através de predições de componentes de médias e estimativas de componentes de variância. Tais informações são importantes no direcionamento dos programas de melhoramento genético e funcionam como facilitadoras do processo seletivo, servindo, em última análise, como referencial teórico que dá suporte às recomendações dos materiais comerciais.

#### 4. REFERÊNCIAS

AMES, B.M.; SHIGENA, M.K.; HAGEN, T.M. Oxidants, antioxidants and the degenerative diseases of aging. **Proceedings of the National Academy Sciences**. v. 90, p. 7915-7922. 1993.

ANGELO, P. M.; JORGE, N. Compostos fenólicos em alimentos – Uma breve revisão. **Rervista Instituto Adolfo Lutz**. v. 66, n. 1, p. 1-9, 2007.

**ANUÁRIO BRASILEIRO DA FRUTICULTURA**. Santa Cruz do Sul: Gazeta Santa Cruz, p. 128, 2009.

ARAÚJO, P. S. R.; MINAMI, K. **Acerola**. Campinas: Fundação Cargill, 1994. 8p.

ARAÚJO, P. G. L.; FIGUEIREDO, R. W.; ALVES, R.E. *et al.* Qualidade de frutos de aceroleira colhidos em diferentes épocas do ano. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS, 19., 2004, Recife, **Anais...** Recife: SBCTA, 2004. CD-ROM.

BAHORUN, T.; SOBRATTEE, M. A.; NEERGHEEN, V. S.; LUXIMON-AMMA, A.; ARUOMA, O. I. Phenolics as potential antioxidant therapeutic agents: mechanism and actions. **Mutation Research**, Amsterdam, v. 579, p. 200-213, 2005.

BALASUNDRAM, N.; SUNDRAM, K.; SAMMAN, S. Phenolic compounds in plants and agroindustrial by products: Antioxidants activity, occurrence and potential uses. **Food Chemistry**, v. 99, p. 191-203, 2006.

BATISTA, M. S.; FIGUEIREDO, R. M. F.; QUEIROZ, A. J. M. Parâmetros físicos e químicos da acerola (*Malpighia punicifolia*, L.) em diferentes fases de maturação. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, Campina Grande, v. 2, n. 2, p. 19-24, 2000.

BATISTA, P. F. **Qualidade, compostos bioativos e atividade antioxidante em frutas produzidas no Submédio do Vale do São Francisco**. Dissertação (Mestrado/Fitotecnia). Universidade Federal Rural do Semiárido. 162p. Mossoró- RN, 2010.

BEZERRA, J. E. F.; LEDERMAN, I. E.; CARVALHO, P. S.; MELO NETO, M. L. **Avaliação de clones de aceroleira na região do Vale do Rio Moxotó – PE. I. plantas juvenis**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 13, 1994, Salvador. **Anais...** Salvador: SBF, 1994, P. 85-86.

BIANCHI, M.L.P.; ANTUNES, L.M.G. Radicais livres e os principais antioxidantes da dieta. **Revista de Nutrição**, Campinas, v. 12, n. 2, p. 123-130, 1999.

BOSCO, J.; BARREIRA NETO, M.; AGUIAR FILHO, S. P.; MELO, A. S.; BAROS, R. V.; NETO, J. S. M.; SILVA, J. E.; NASCIMENTO.; R. G. Pesquisa e extensão com acerola na Paraíba. In: SÃO JOSÉ, A. R.; ALVES, R. E. (Ed). **Acerola no Brasil: produção e mercado**. Vitória da Conquista, BA: DFZ/UESB, 1995. 160p.

CECCHI, H. M. **Fundamentos teóricos e práticos em análise de alimentos**. Ed. 2, Campinas, SP; Editora da Unicamp, 2003. 207p.

CECÍLIO, R. A., MEDEIROS, S. S., PEZZOPANE, J. E. M., GARCIA, G. O. **Elaboração de zoneamento agroclimático da região nordeste para a cultura de acerola**. Revista Verde. Mossoró. V.4, n. 3, p. 26-32. 2009.

CORDEIRO, E. R. Parâmetro genético e seleção de progênies de aceroleira em segundo ciclo. Fortaleza, UFC, 2005. 102p. **Tese** (Doutorado em Fitotecnia) – Universidade Federal do Ceará, 2005.

CORDEIRO, E. R. **Seleção de progênies de polinização livre e estimativa de parâmetros genéticos em acerola (*Malpighia emarginata* D. C.)**. Fortaleza, UFC, 2000. 63p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Universidade Federal do Ceará, 2000.

CUNHA NETO, J. **Seleção de clones de aceroleira, repetibilidade, correlações e uso de técnicas multivariadas entre caracteres agronômicos e de pós-colheita**. 2009. 131p. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Fitotecnia) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza.

CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. **Pós-colheita de frutas e hortaliças: fisiologia e manuseio**. 2. ed. Lavras: UFLA, 2006. 785p.

CRUZ, C. D.; REGAZZI, A. J.; CARNEIRO, P. C. S. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. v.1, 3 ed. UFV, Viçosa, 2004. 480 p.

CRUZ, C. D.; REGAZZI, A. J. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. 2 ed. Viçosa, MG: UFV, 1997. 390p.

DEGÁSPARI, C.H. **Propriedades antioxidantes e antimicrobianas dos frutos de aroeira (*Schinus terebinthifolius* Raddi)**. 2004. 104f. Tese (Doutorado em Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba.

FRANÇA, V. C.; NARAIN, N. Caracterização química dos frutos de três matrizes de acerola (*Malpighia emarginata* D. C.). **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 23, p. 157-160, 2003.

FIGUEIREDO, R. W. **Qualidade e bioquímica de parede celular durante o desenvolvimento, maturação e armazenamento de pedúnculo de cajueiro anão precoce CCP 76 submetidos a aplicação pós-colheita de cálcio**. 2000. 154f. Tese (Doutorado em Ciências dos Alimentos) – Faculdade de Ciências Farmacêuticas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2000.

FREITAS, C. A. S., MAIA, G. A.; COSTA, J. M. C.; FIGUEIREDO, R. W.; SOUSA, P. H. M. Acerola: produção, composição, aspectos nutricionais e produtos. **Revisão Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v. 12, n. 4, p. 395-400, 2006.

GONZAGA NETO, L.; SOARES, J. M. **Acerola para exportação, aspectos técnicos da produção**. Brasília: EMBRAPA-SPI, 1994. 43p. (Série Publicações Técnicas FRUPEX, 10).

GONZAGA NETO, L.; MATTUZ, B. Caracterização agrônômica de clones de aceroleira ( *Malpighia* spp.) na região do submédio São Francisco. **Revista Brasileira de Fruticultura**, 21: 110-5, 1998.

HARBONE, J. B.; WILLIAMS, C. A. Advances in flavonoids researches since 1992. **Phytochemistry**, v. 55, p. 481-504, 2000.

HEIM, K. E.; TAGLIAFERRO, A. R.; BOBOLYA, D. J. Flavonoid antioxidants: chemistry, metabolism and structure – activity relationships. **Journal Nutritional Biochemistry**, v. 53, p. 1984 – 1989, 2002.

**IBRAF** – Instituto Brasileiro de Frutas. Fruticultura, 2010. Disponível em: <[http://www.ibraf.org.br/imprensa/0901\\_FrutasBrasileirasAscensão.asp](http://www.ibraf.org.br/imprensa/0901_FrutasBrasileirasAscensão.asp)> Acesso em 30 de junho de 2010.

**INSTITUTO AGROPOLOS DO CEARÁ**. Boletim Informativo 2011. Disponível em: <<http://www.institutoagropolos.org.br/.../sda-intermedia-visita>> Acesso em 1 de Julho de 2011.

JACOMINO, A.; ARRUDA, M. C.; BRON, I. U.; KLUGE, R.A. Transformações bioquímicas em produtos hortícolas após a colheita. In: **Bioquímica de alimentos: teoria e aplicações práticas**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2008.

KALT, W.; FORNEY, C.F.; MARTIN, A.; PRIOR, R.L. Antioxidant capacity, vitamin C, phenolics and anthocyanins after fresh storage of small fruits. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 47, p. 4638-4644, 1999.

KONRAD, M.; HERNANDEZ, F. B. T.; GENEROSO, E. C. S. **Qualidade de frutos de aceroleira sob diferentes sistemas de irrigação na região da nova alta paulista, SP**. In: XXXI CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 2002, Salvador. Anais... Salvador: 2002a, CD Rom.

LASKOWSKI, L. E.; BAUTISTA, D. Evaluacion de características vegetativas productivas y de cualidad de la fruta de plantas de semeruco cultivadas em zonas áridas. **Agronomía Tropical**, v. 48, n. 3, p. 239-249, 1998.

LIMA, V. L. A.G.; MELO, E. A.; LIMA, L. S.; LIMA, D. E. S. Polpa congelada de acerola: efeito da temperatura sobre os teores de antocianinas e flavonóides totais. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 24, p. 669-670, 2002.

LIMA, V. L. A. G.; PINHEIRO, I. O.; NASCIMENTO, M. S.; GOMES, P. B.; GUERRA, N. B. Identificação de antocianidinas em acerolas de banco ativo de germoplasma da Universidade Federal Rural de Pernambuco. **Ciências e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 26, n. 4, p. 927-935, 2003.

LOPES, R.; BRUCKNER, C. H.; LOPES, M. T. G. Polinização e vingamento de frutos em aceroleira (*Malpighia puniceifolia* L.) **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 22, n. 3, p. 314 – 317, 2000.

LOPES, R.; PAIVA, J. R. Aceroleira. In: BRUCKNER, C.H. (Ed.). **Melhoramento de fruteiras tropicais**. Viçosa: UFV, 2002. p. 63-99.

MACIEL, M. I. S.; MELO, E.; LIMA, V.; SOUZA, K. A.; SILVA, W. Caracterização físico-química de frutos de genótipos de aceroleira (*Malpighia emarginata* D.C.). **Ciências e Tecnologia de Alimentos**. Campinas, v. 30, n. 4, p. 865-869, 2010.

MANICA, I.; Taxionomia e Morfologia. In: MANICA, I; ICUMA, I. M.; FIORAVANÇO, J. C.; PAIVA, J. R.; PAIVA, M. C.; JUNQUEIRA, N. T. V. **Acerola: tecnologia de produção, pós-colheita, congelamento, exportação, mercados**. Porto Alegre: Cinco Continentes, p 31-45, 2003.

MARINO NETO, L. **Acerola, a cereja tropical**. São Paulo: Nobel, 1986. 94p.

MARTINS, I. S.; MARTINS, R. C. C.; PINHO, D. S. Alternativas de Índices de seleção em uma população de *Eucalyptus grandis* Hill ex. Maiden. **Cerne**, lavras, v. 12, n. 3, p. 287 - 291, 2006.

MAZZA. G. Bioactivity, absorption and metabolism of anthocyanins. **Anais do Proc. 1<sup>st</sup> IS on Hum. Health Effects of F & V**. Ed.: Y. Desjardins, Acta Horticultural, 2007, 744p.

MELO, D. S. Obtenção e avaliação de clones de aceroleira originados de progênes de segundo ciclo de seleção. **Monografia** (Graduação em Agronomia) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 44p, 2004.

MELO, E. A.; MACIEL, M. I. S.; LIMA, V. L. A. G.; LEAL, F. L. L.; CAETANO, A. C. S.; NASCIMENTO, R. J. Capacidade antioxidante de hortaliças usualmente consumidas. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 26, n. 3, p. 639-644, 2006.

MOURA, C. F. H.; ALVES, R. E.; PAIVA, J. R. et al. Avaliação de clones de aceroleira (*Malpighia emarginata* D.C.) na região da Chapada do Apodi – CE. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 17., 2002, Belém, **Anais...**Belém: SBF, 2002. CD-ROM.

MOURA, C. F. H.; ALVES, R. E.; FIGUEIREDO, R. W.; PAIVA, J. R. Avaliações físicas e físico-química de frutos de clones de aceroleira (*Malpighia emarginata* D. C.). **Revista Ciência Agrônômica**, Fortaleza, v. 38, n. 1, p. 52-57, 2007.

MUSSER, R. S. *et al.* Características físico-químicas de acerola do banco ativo de germoplasma em Pernambuco. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 24, n. 4, p. 556-561, 2004.

MUSSER, R.S.; LEMOS, M. A.; LIMA, V. L. A.G.; MELO, E. A.; LEDERMAN, I. E.; SANTOS, V. F. Caracterização física e produção de acerola do banco de germoplasma em Pernambuco. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 27, p. 320-323, 2005.

NOGUEIRA, R. J. M. C.; MORAES, J. A. P. V.; BURITY, H. A.; BEZERRA NETO, E. Alterações na resistência á difusão de vapor das folhas e relações hídricas em aceroleiras submetidas a déficit de água. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, Lavras – MG, v. 13, n. 1, p. 75-87, 2001.

NOGUEIRA, R. J. M. C.; J. A. P. V.; BURITY, H. A.; JÚNIOR, J. F. S. Efeitos do estágio de maturação dos frutos nas características físico-químicas de acerola. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.37, n.4, p.463-470, 2002.

OLIVEIRA, J. R. P.; SOARES FILHO, W. S. **Acerola: conservação, caracterização, e seleção de germosplasma pelo CNPMF-EMBRAPA**. In: ACEROLA NO BRASIL PRODUÇÃO E MERCADO. Vitória da Conquista, Bahia: UESB, p. 4-6, 1998.

PAIVA, J. R.; ALVES, R. E.; CORREA, M. P. F.; FREIRE, F. C. O.; BRAGA SOBRINHO, R.; JUCÁ, W. Seleção massal de acerola em plantio comercial. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. Brasília, v. 34, n. 3, p. 505-511, 1999a.

PAIVA, J. R.; ALVES, R. E.; CORREA, M. P. F.; FREIRE, F. C. O.; BRAGA SOBRINHO, R.; JUCÁ, W. Seleção massal de acerola em plantio comercial. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. Brasília, v. 34, n. 3, p. 505-511, 1999b.

PAIVA, J. R. Cultivares e melhoramento genético. IN: MANICA, I.; ICUMA, I. M.; FIORAVANÇO, J. C.; PAIVA, J. R.; PAIVA, M. C.; JUNQUEIRA, N. T. V. **Acerola: tecnologia de produção, pós-colheita, congelamento, exportação, mercados**. Porto Alegre: Cinco Continentes, p. 69-88, 2003.

PAIVA, J. R.; CAVALCANTE, J. V.; BARROS, L. B.; CORREA, M. C. M.; MAIA, M. C. C.; COSTA FILHO, A. **Seleção de clones de cajueiro comum pelo método em tandem e índice de classificação**. Ciência Agrotec., Lavras, v. 31, n. 3, p. 765-772, mai/jun., 2007.

PEZZOPANE, J. E. M.; MEDEIROS, S. S.; CECÍLIO, R. A.; GARCIA, G. O.; Elaboração de zoneamento agroclimático da região nordeste para a cultura de acerola. **Revista Verde**. Mossoró, RN, v. 4, n. 3, p. 26 - 32, jul/set 2009.

PÍPOLO, V. C.; PRETE, C. E. C., GONZALEZ, M.G.N., POPPER, I.O., BUREL,D.C., DIAS, A. M. Novos cultivares de acerola: UEL – 3 Dominga, UEL – 4 Lígia, UEL – 5 Natália. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 15, 1998. **Anais...** Poços de Caldas: S.B.F. 1998. P.52.

PÍPOLO,V. C.; PRETE, C. E. C.; GONZALEZ, M. G. N.;POPPER, I. O. **Novas cultivares de acerola (Malpighia emarginata D. C.): UEL 3- Dominga, UEL 4-Ligia e UEL 5-Natália**. Pesquisa Agropecuária Brasileira. Brasília, v. 24, n.1, p.124-126, 2002.

PRIOR, R. L.; CAO, G.; MARTIN, A.; SOFIC, E.; MCEWEN, J. O'BRIEN, C. LISCHNER, N.; EHLENFELDT, M.; KALT, W.; KREWER, G.; MAINLAND, C. M. Antioxidant capacity as influenced by total phenolics and anthocyanin content, maturity and variety of Vaccinum species. **Journal Agriculture Food chemistry**, v. 46, p. 2686-2693, 1998.

PRIOR, R. L. Fruits and vegetables in the prevention of cellular oxidative damage. **American Journal of Clinical Nutrition**, v. 78, p. 570-578, 2003.

RESENDE, M. D. V.; DIAS, L. A. S. Aplicação da metodologia de modelos mistos (REML/BLUP) na estimação de parâmetros genéticos e predições de valores genéticos em espécies frutíferas. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 22, n. 1, p.44-52, 2000.

RUFINO, M. S. M. **Propriedades funcionais de frutas tropicais brasileiras não tradicionais**. Tese (Doutorado/Fitotecnia). Universidade Federal Rural do Semiárido. 264p. Mossoró- RN, 2008.

SCALZO, J.; POLITI, A.; PELEGRINI, N.; MEZZETI, B.; BATTINO, M. Plant genotype affects total antioxidant capacity and phenolic contents in fruit. **Nutrition**, v. 21, n. 2, p. 207-213, 2005.

SIMÃO, S. **Tratado de fruticultura**. Piracicaba, SP: FEALQ, 1998. 760 p.

SOBRINHO, R. B.; BANDEIRA, C. T.; ALVES, R. E. **Acerola, a cereja tropical**. Artigo 2847. Fortaleza: EMBRAPA-CNPAT, 2001.

SOUZA, M. J. H.; GUIMARÃES, M. C. A.; GUIMARÃES, C. D. L.; FREITAS, W. S.; OLIVEIRA, A. M. S. Potencial agroclimático para a cultura da acerola no Estado de Minas Gerais. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. Campina Grande, v. 10, n. 2, p. 390-396, 2006.

VENDRAMINI, A. L.; TRUGO, L. C. Chemical composition of acerola fruit (*Malpighia glabra* L.) at three stages of maturity. **Food Chemistry**, London, v.71, n. 2, p.195-198, 2000.

VIANA, T. V. A.; VASCONCELOS, D. V.; AZEVEDO, B. M.; SOUZA, V. F. Estudo da aptidão agroclimática do Estado do Piauí para o cultivo da aceroleira. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, UFC, v. 33, n. 2, p.5-12, 2002.

## **CAPÍTULO I. CARACTERIZAÇÃO MORFOLÓGICA, FENOLÓGICA E AGRONÔMICA DE DIFERENTES GENÓTIPOS DE ACEROLEIRA.**

### **RESUMO**

A variabilidade genética existente em aceroleira, por causa da sua propagação por semente, origina plantas com hábito de crescimento diferenciado e produção de frutos quantitativa e qualitativamente heterogêneos. Assim, o conhecimento das características morfológicas, fenológicas e agronômicas são de grande importância para os estudos de caracterização de novos genótipos. Esse trabalho objetivou caracterizar os genótipos do jardim de sementes de Pacajus. As medidas referentes às características morfológicas das plantas foram a altura (m) e o diâmetro da copa (m). Com relação à fenologia, determinou-se a percentagem de florescimento e frutificação, utilizando-se uma escala de notas com variação de 0 a 4. Para a produção de frutos consistiu na colheita feita separadamente por planta. Assim, foi verificado que os genótipos de aceroleira do Jardim de Sementes apresentaram conformação de copa e altura de planta adequada para plantios com finalidade comercial por apresentarem características que facilitam os tratamentos culturais e a colheita dos frutos. Com relação à fenologia, esses genótipos apresentaram picos de floração nos meses de abril, outubro e dezembro. Para a frutificação observou-se cinco picos, ocorrendo nos meses de abril, julho, setembro, dezembro e fevereiro. Quanto à produtividade destacaram-se como genótipos mais produtivos 9,14, 28, 37 e 38.

**Palavras-chave:** caracterização, acerola, jardim de sementes.

## ABSTRACT

The genetic variability acerola, because of its propagation by seed, originates plants with different growth habits and fruit production quantitatively and qualitatively heterogeneous. Thus, knowledge for the characterization studies of new genotypes. This study aimed to characterize the genotypes of the garden seed Pacajus. The measures concerning the morphological characteristics of plants were the height (m) and crown diameter (m). Regarding phenology, we determined the percentage of flowering and fruiting, using a scale ranging from 0 to 4. For the production of fruits consisted at harvest done separately per plant. Thus, it was found that the genotypes of acerola Garden Seed showed conformation canopy height and plant crops suitable for commercial purposes because they have characteristics that facilitate the cultivation and harvesting of fruits. With respect to phenology these genotypes flowering peaks in april, October and December. For fruiting showed five peaks occurring in april, july, september, December and February. Regarding productivity stood out as more productive genotypes 9, 14, 28 37 e 38.

**Keywords:** characterization, acerola, garden seeds.

## 1. INTRODUÇÃO

A aceroleira desenvolve-se bem em clima tropical e subtropical, com temperaturas médias em torno de 26 °C e chuvas variando de 1.200 a 2.000 mm, bem distribuídas. O seu cultivo pode ser feito em quase todos os tipos de solo, devendo-se preferir, no entanto, os solos profundos, argilo-arenosos, de boa fertilidade e drenagem satisfatória. COUCEIRO, 1981(apud CECÍLIO *et al.*, 2009). A frutificação da acerola inicia-se no 1º ano após o plantio, chegando a produzir de quatro a sete colheitas por ano. A média de produção varia de 2 kg no primeiro ano a 47 kg no sexto ano. Caso seja irrigada, produz o ano todo (SOBRINHO *et al.*, 2001).

O mercado consumidor da acerola no Brasil é predominante nas regiões quentes, em virtude do hábito de ingestão de sucos. A demanda ocorre no mercado interno sob as formas de frutos in natura ou congelados como polpa (GOMES *et al.*, 2000). Entretanto, com o aumento da procura por alimentos naturais, percebe-se que a acerola *in natura* teve um grande impulso no seu consumo, cujo fator principal é o elevado teor de vitamina C, sendo os países desenvolvidos o principal mercado consumidor no âmbito internacional (MOURA *et al.*, 2007).

A variabilidade existente nos pomares brasileiros é acentuada, notavelmente em regiões onde o plantio estabeleceu-se através de pés francos (GOMES *et al.*, 2000). Ou seja, por causa da sua propagação seminal a aceroleira origina plantas com hábito de crescimento diferenciado e produção de frutos quantitativa e qualitativamente heterogêneos, o que acarreta em uma grande variabilidade para todas as características da planta e do fruto, influenciando, dentre outros fatores, na desuniformidade de produção. A fim de contornar esses problemas e obter variedades mais uniformes, principalmente quanto à produção e teor de vitamina C, algumas instituições desenvolveram pesquisas no sentido de selecionar plantas e caracterizar seus frutos (BRUNINI *et al.*, 2004). Algumas dessas pesquisas resultaram no desenvolvimento de cultivares e clones que seriam recomendadas para o plantio comercial em diferentes regiões do país (BEZERRA *et al.*, 1994; OLIVEIRA *et al.*, 1995; PAIVA *et al.*, 2003., PÍPOLO *et al.*, 2002;).

Apesar de existir cultivares e clones recomendados para as principais regiões produtoras de acerola do país, a busca constante por novas variedades de

aceroleira, mais produtivas e com melhor qualidade nutricional requer uma caracterização preliminar de novos genótipos para a identificação de plantas com os melhores atributos agronômicos e que atendam às exigências dos diferentes mercados. Dessa forma, o conhecimento das características morfológicas, fenológicas e agronômicas podem facilitar a identificação de novos genótipos que poderão ser usados em programas de melhoramento ou no desenvolvimento de novos clones.

Portanto, o objetivo geral desse trabalho foi caracterizar diferentes genótipos de aceroleira por meio de características morfológicas, fenológicas e agronômicas e identificar aqueles mais promissores.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1. Origem dos genótipos

Os clones utilizados são oriundos de 38 genótipos selecionados no segundo ciclo de seleção de um teste de progênies de meios-irmãos do programa de melhoramento da acerola da Embrapa Agroindústria Tropical (Quadro 1).

Quadro 1. Identificação dos genótipos pertencentes ao Jardim de Sementes.

Identificação da progênie /planta selecionada	Numeração da planta selecionada	Número das plantas no jardim de semente*
8/4/1	1	25, 68, 107, 184, 192
8/4/8	2	15, 33, 122, 132, 171
12/7/3	3	8, 13, 72, 137, 173
20/4/5	4	58, 62, 124, 131, 155
20/6/1	5	34, 38, 117, 142, 162
23/7/9	6	4, 36, 52, 98, 170
26/6/3	7	64, 92, 77, 104, 118
26/6/5	8	19, 22, 23, 78, 160
26/8/7	9	42, 93, 100, 144, 174
38/6/1	10	14, 31, 59, 75, 161
38/7/6	11	11, 30, 123, 128, 188
91/7/9	12	40, 94, 114, 152, 165
47/5/2	13	43, 53, 103, 127, 138
51/3/4	14	9, 10, 26, 46, 71, 177
56/3/4	15	21, 37, 102, 151, 168
56/6/5	16	49, 91, 99, 148, 176
56/7/7	17	1, 18, 44, 83, 95
72/3/3	18	12, 27, 39, 47, 106
72/3/8	19	24, 121, 146, 169, 191
72/7/4	20	69, 89, 110, 135, 139
72/7/8	21	16, 29, 32, 86, 183
79/10/5	22	3, 35, 126, 172, 178, 185
79/10/9	23	2, 17, 74, 87, 112
23/7/16	24	56, 76, 101, 159, 164
26/2/12	25	5, 6, 81, 113, 140
26/2/16	26	65, 105, 116, 149, 175
51/7/16	27	28, 55, 90, 154, 189
87/11/15	28	20, 41, 45, 57, 130
66/7/14	29	61, 88, 115, 133, 150
66/7/15	30	7, 48, 125, 136, 157
68/1/14	31	51, 63, 109, 158, 190
68/1/15	32	60, 67, 85, 167, 186
26/5/13	33	70, 80, 96, 153, 163
51/3/17	34	111, 119, 147, 179, 187
26/8/14	35	73, 134, 141, 145, 181
12/7/15	36	66, 82, 97, 143, 166
20/4/17	37	54, 79, 129, 156, 182
56/7/10	38	50, 84, 108, 120, 180

\* Cada clone apresenta no jardim de sementes cinco repetições.

## **2.2. Delineamento da área experimental**

O plantio dos 38 genótipos foi realizado em novembro de 2004, no Campo Experimental de Pacajus - CE, da Embrapa Agroindústria Tropical, localizado a 4° 10' S e 38° 27' W, com altitude de 60 m, destacando-se o clima da região predominantemente sub-úmido (AW de Köppen), com pluviosidade média de 933,3 mm/ano e temperatura média de 26,3° C.

Os genótipos selecionados foram multiplicados assexuadamente, preservando-se cinco mudas de cada genótipo. Os genótipos, representados por cinco plantas, foram plantados de forma aleatória, sendo o principal objetivo manter um jardim de sementes para estudos em programas de melhoramento. Devido à área já ter sido implantada dessa forma, procurou-se fazer a avaliação desses genótipos seguindo-se o delineamento inteiramente casualizado. Portanto, a área desse experimento é composta por 190 plantas (38 genótipos e 5 repetições) oriundas de mudas enxertadas, as quais foram transplantadas em um espaçamento de 4 m entre linhas e 4 m entre plantas.

## **2.3. Manejo e condução do experimento**

Com exceção da estação chuvosa, as plantas foram irrigadas diariamente, por microaspersão com vazão de 60 L/h em período de uma hora. A adubação foi realizada segundo a análise de fertilidade do solo, com a aplicação de 100g de calcário dolomítico/ planta (anual), 50 g de FTE/ planta (anual), 400 g de KCl (anual), 900 g de super fosfato simples, 400 g de ureia (anual) e 20 L/ planta de esterco bovino (anual).

## **2.4. Coleta de dados**

### ***2.4.1. Dados pluviométricos***

A coleta dos dados para a caracterização dos 38 genótipos foi iniciada no mês de setembro de 2009 sendo finalizada em julho de 2011.

A Embrapa Agroindústria Tropical (Campo Experimental de Pacajus) forneceu os dados pluviométricos (anexo A) do município de Pacajus, os quais foram coletados nos períodos de janeiro de 2009 a julho de 2011.

### 2.4.2. Características morfológicas, fenológicas e agronômicas

Para as características morfológicas e fenológicas foram avaliados 36 genótipos com três repetições. Os clones 16 e 34, por apresentar apenas duas repetições, foram descartados.

#### 2.4.2.1. Morfologia

As medidas referentes às características morfológicas das plantas foram a altura (m) e o diâmetro da copa (m). A forma da copa também foi observada como uma característica morfológica. Essas medições foram realizadas no ano de 2010, utilizando-se como instrumento uma trena métrica para a avaliação da altura de planta e do diâmetro de copa e, para a forma da copa, realizou-se uma análise visual onde se atribuiu as seguintes notas: 1 – aberta, 2 – semiaberta e 3 – guarda-chuva, de acordo com a característica de cada genótipo (PAIVA *et al.*, 1999b). Após a realização da coleta desses dados, foi estimada a altura média, o diâmetro médio da copa e a forma média da copa dos clones avaliados.

#### 2.4.2.2. Fenologia

Consistiu na determinação da porcentagem de florescimento e frutificação, onde utilizou uma escala de notas com variação de 0 a 4 (Quadro 2) para o percentual de flores e frutos em cada planta. As avaliações foram realizadas a cada 28 dias, durante o período úmido de 2010 (março a julho), período seco de 2010 (agosto a dezembro) e período úmido de 2011 (janeiro a março).

Quadro 2. Escala de notas atribuídas a ocorrência de flores e frutos em genótipos de aceroleira. Pacajus, CE.

Nota	% de ocorrência	Aspecto visual
0	Ausência	Ausência
1	De 1 a 10	Presença Leve
2	De 11 a 25	Presença Moderada
3	De 26 a 50	Presença Severa
4	Mais de 50	Alta Concentração

### **2.4.2.3. Produção**

As avaliações de produção de frutos de cada clone foram realizadas nas seguintes estações: úmida de 2010 (abril a julho), seca de 2010 (setembro a dezembro) e úmida de 2011 (janeiro a maio). A colheita foi feita separadamente por planta, possibilitando a obtenção da produção por planta por colheita em todos os genótipos avaliados.

## **2.4. 3. Análises estatísticas**

### **2.4.3.1. Estatística descritiva**

Pelo fato da caracterização ter sido realizada com as plantas já estando instaladas no campo, alguns clones apresentaram falhas, devido à morte de algumas plantas. Dessa forma, para a realização da caracterização de todos os clones existentes na área quanto aos aspectos morfológicos (altura de planta, diâmetro de copa e forma de copa), fenológicos (florescimento e frutificação) e agrônômico (produção), procedeu-se apenas uma análise estatística descritiva dos clones.

### **2.4.3.2. Estatística usando Modelos Lineares Mistos via REML/BLUP**

Essa análise foi realizada para a variável produção por considerar o número de plantas por repetição ter sido diferenciado devido a perda de algumas plantas ao longo da condução do experimento. O procedimento ótimo de avaliação genotípica para a variável produção foi o procedimento padrão de estimação/predição, REML/BLUP (máxima verossimilhança restrita/melhor predição linear não viciada) (RESENDE, 2000a, b), que permite, simultaneamente, estimar os parâmetros genéticos e predizer os valores genotípicos (ou valores fenotípicos futuros). Permite também a estimação e predição com dados desbalanceados e considera simultaneamente todas as informações experimentais disponíveis, sem a necessidade de se balancear artificialmente as informações via descarte de alguns dados e/ou tomada de médias oriundas de diferentes números de informações (fatos esses que tornam a avaliação genética imprecisa).

Considerando-se o delineamento experimental inteiramente casualizado com varias repetições e várias plantas por parcela adotou-se o seguinte modelo estatístico proposto por Resende (2006):

$$\mathbf{y} = \mathbf{X}\mathbf{u} + \mathbf{Z}\mathbf{g} + \mathbf{W}\mathbf{p} + \mathbf{e}, \text{ em que:}$$

$\mathbf{y}$  é o vetor de dados;

$\mathbf{u}$  é o efeito da média geral (fixo);

$\mathbf{g}$  é o vetor dos efeitos genotípicos (assumidos como aleatórios);

$\mathbf{p}$  é o vetor dos efeitos de parcela, e;

$\mathbf{e}$  é o vetor de erros ou resíduos (aleatórios).

As letras maiúsculas representam as matrizes de incidência para os referidos efeitos.

Para a indicação dos melhores clones, utilizou-se os componentes de médias considerando-se o procedimento de melhor predição linear não viciada (*BLUP individual*), cuja finalidade foi classificar e selecionar os melhores clones.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 3.1. Características morfológicas, fenológicas e agronômicas

##### 3.1.1 Características morfológicas

Na tabela 1, estão apresentadas as médias do diâmetro de copa, altura de planta e forma de copa.

Tabela 1. Médias dos diâmetros de copa, altura de planta e forma de copa de 36 plantas de aceroleira. Pacajus, CE.

Clones	Diâmetro	Altura	Forma de copa*	Clones	Diâmetro	Altura	Forma de copa
8/4/1 (1)	3,70	2,33	1	72/7/4 (20)	3,87	2,47	2
8/4/8 (2)	3,85	2,40	3	72/7/8 (21)	3,47	2,23	2
12/7/3 (3)	3,88	2,23	2	79/10/5 (22)	3,52	2,50	2
20/4/5 (4)	3,50	2,20	2	79/10/9 (23)	4,28	2,73	2
20/6/1 (5)	3,52	2,33	3	23/7/16 (24)	3,77	2,67	1
23/7/9 (6)	3,62	2,57	2	26/2/12 (25)	3,07	2,10	2
26/6/3 (7)	4,17	2,37	1	26/2/16 (26)	3,60	2,60	2
26/6/5 (8)	3,63	2,40	2	51/7/16 (27)	3,95	2,83	2
26/8/7 (9)	3,65	2,60	2	87/11/15 (28)	3,48	2,33	3
38/6/1 (10)	3,92	2,33	3	66/7/14 (29)	3,63	2,20	2
38/7/6 (11)	3,68	2,63	2	66/7/15 (30)	4,20	2,40	3
91/7/9 (12)	3,53	2,38	1	68/1/14 (31)	3,25	2,37	2
47/5/2 (13)	3,25	2,17	1	68/1/15 (32)	3,38	2,03	1
51/3/4 (14)	3,52	2,23	2	26/5/13 (33)	3,50	2,40	1
56/3/4 (15)	3,85	2,27	2	26/8/14 (35)	3,97	2,63	3
56/7/7 (17)	3,57	2,57	2	12/7/15 (36)	4,12	3,00	1
72/3/3 (18)	4,08	2,47	2	20/4/17 (37)	4,08	2,77	2
72/3/8 (19)	2,62	2,05	2	56/7/10 (38)	3,98	2,73	3

\* Forma de copa: 1- Aberta; 2- semiaberta; 3- Guarda-chuva.

Para diâmetro de copa, observa-se o predomínio de plantas com aproximadamente 3,40 m de diâmetro, verificando o maior diâmetro (4,28m) no clone 23 (79/10/9) e o menor diâmetro (2,62m) no clone 19 (72/3/8).

Com relação à altura de planta, observa-se o predomínio de plantas com aproximadamente 2,53 m, sendo a maior altura (3,00 m) observada no clone 36 (12/7/15) e a menor altura (2,03 m) no clone 32 (68/1/15). Segundo Manica (2003), a acerola em plantio de pomar comercial é mantida com altura de 1,3 a 3,2 metros,

quando as mesmas são cultivadas livremente podem alcançar altura de 6 a 9 metros. Plantas com características de menor porte são mais adequadas para o plantio comercial por ter a vantagem de facilitar os tratos culturais e a colheita dos frutos.

Para forma da copa, prevaleceu com 58,33% a conformação do tipo semiaberta (2), 19,44% clones que apresentaram o tipo guarda-chuva (3) e 22,22% o tipo aberta (1). Observa-se, portanto, que os diâmetros se apresentaram maiores que altura, as mesmas apresentaram características que facilitam os tratos culturais e a colheita de frutos. Estes fatores diminuem os custos de produção da cultura, principalmente em relação ao processo de colheita, sendo esta quase totalmente realizada de forma manual.

Cunha Neto (2009), avaliando altura de planta e diâmetro de copa em aceroleira durante o período de três anos (2003 e 2005) observou que a altura de planta foram menores aos observados na avaliação do diâmetro de copa. No terceiro ano de idade das plantas, os clones apresentam uma variação em altura de 1,28 m a 2,10 m. Os valores de diâmetro da copa mostraram uma amplitude de variação de 1,33 m a 3,28 m. Freire *et al.* (2008) avaliando biometricamente aceroleiras da região paraibana encontraram alturas médias das plantas variando de 1,48 m a 2,21 m, valores inferiores a outras regiões.

### **3.1.2 Características fenológicas**

Na figura 1, encontra-se a representação do comportamento quanto à floração dos 36 clones de aceroleira observada entre março/ 2010 a março/ 2011. Ao analisar o gráfico, observa-se que nesse período os clones apresentam o mesmo comportamento, caracterizado pela elevação na porcentagem de flores até um ponto máximo no mês de abril, com exceção do clone 20/6/1 (5), que já apresentava uma alta floração. Verifica-se que até o mês de maio todos os clones diminuíram o percentual de flores, porém continuaram apresentando alguma floração. Em meados de setembro e outubro, voltaram a apresentar nova elevação na produção de flores, com destaque para os clones 26/8/7 (9), 20/4/5 (4) e 26/2/12 (25) que no mês de setembro mostraram os maiores percentuais de flores. Em novembro verificou-se uma nova queda na floração, justificado pelo início de frutificação. No mês de dezembro todos os clones

apresentaram um novo pico de floração, diminuindo no mês de janeiro de 2011. Entre os meses de fevereiro e março alguns clones continuaram a apresentar floração, destacando o clone 20/4/5 (4), 26/2/12 (25) e 56/7/10 (38).

De acordo com dados de precipitação de Pacajus, verifica-se que em março de 2010 a precipitação foi de 116,4 mm e em abril foi de 93,8 mm. Para o mesmo período do ano de 2011, onde as precipitações foram mais intensas nos mesmos meses (março- 225 mm e abril- 327 mm), ocorreu uma diminuição na floração. Contudo, os clones 20/4/5 (4) e 56/7/10 (38), quando estiveram sob condição de alta precipitação, mantiveram uma elevada produção de flores, quase que repetindo a floração do ano anterior (2010). Este fato pode mostrar a superioridade destes clones em relação aos demais; pois mesmo sob um período de elevada precipitação foram capazes de fixar uma alta percentagem de flores.

Na figura 2, encontra-se a representação do comportamento quanto à frutificação dos 36 clones de aceroleira observada entre março/ 2010 a março/ 2011. Observa-se nos meses de março e abril a ocorrência de um pico de frutificação entre os clones, com exceção do clone 26/8/7 (9), que apresentou uma queda na frutificação. Em julho ocorreu um novo pico, onde a menor produção ocorreu no mesmo clone 26/8/7 (9). No período de setembro e outubro foi observada frutificação em todos os clones. Observou-se outros dois picos, em dezembro e fevereiro, porém com certa irregularidade em fevereiro.

Apesar da irregularidade na frutificação nos período de setembro a outubro, pôde-se observar a ocorrência de uma elevada produção de frutos. As irregularidades nos picos de frutificação para os meses posteriores podem ter sido ocasionadas em função da elevada precipitação ocorrida nos meses de produção. Nota-se que as plantas produziram o ano todo com cinco picos principais de frutificação.

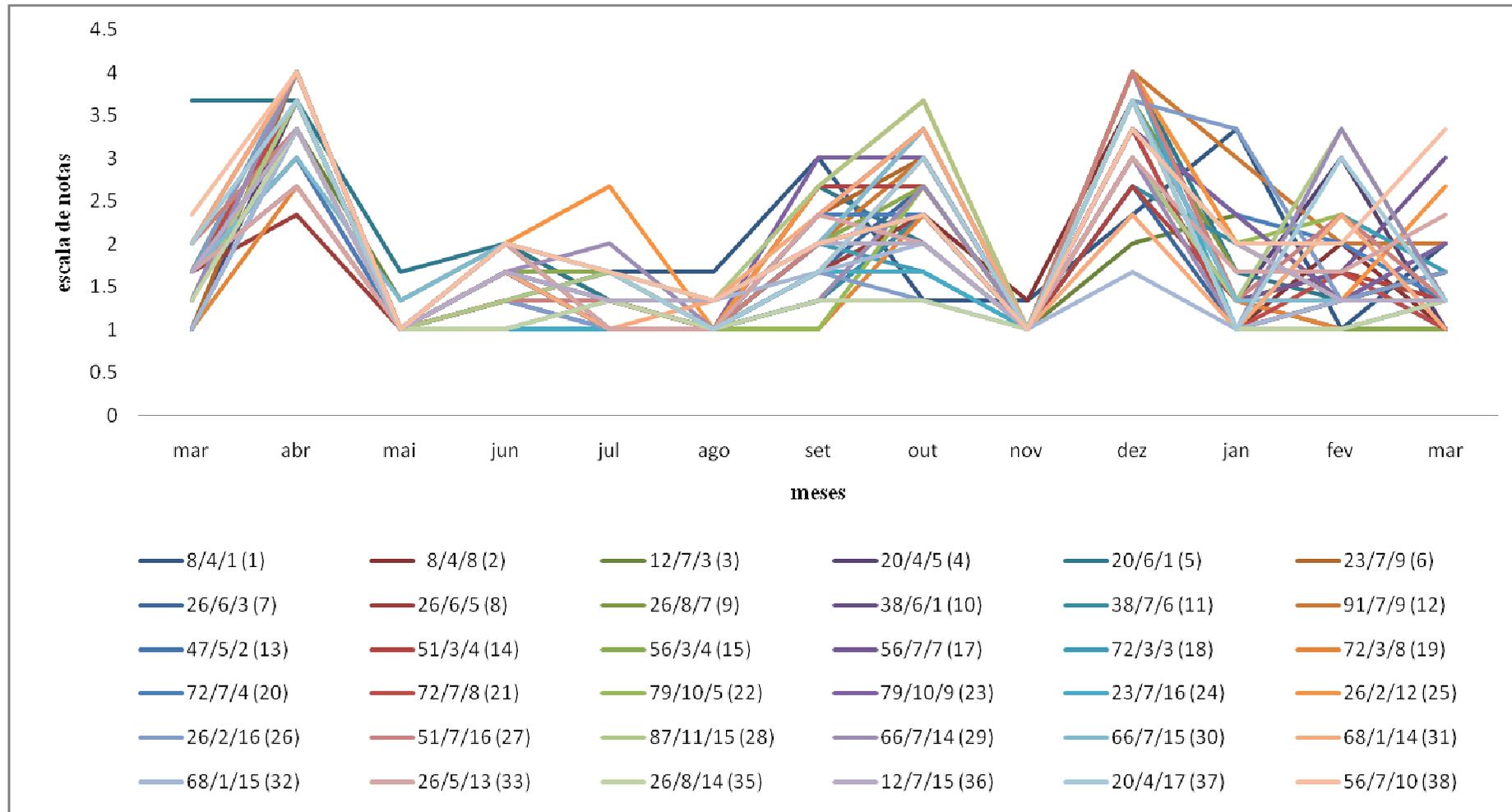


Figura 1. Floração das plantas de 36 clones de aceroleira durante o período de março/ 2010 a março/ 2011. Pacajus, CE.

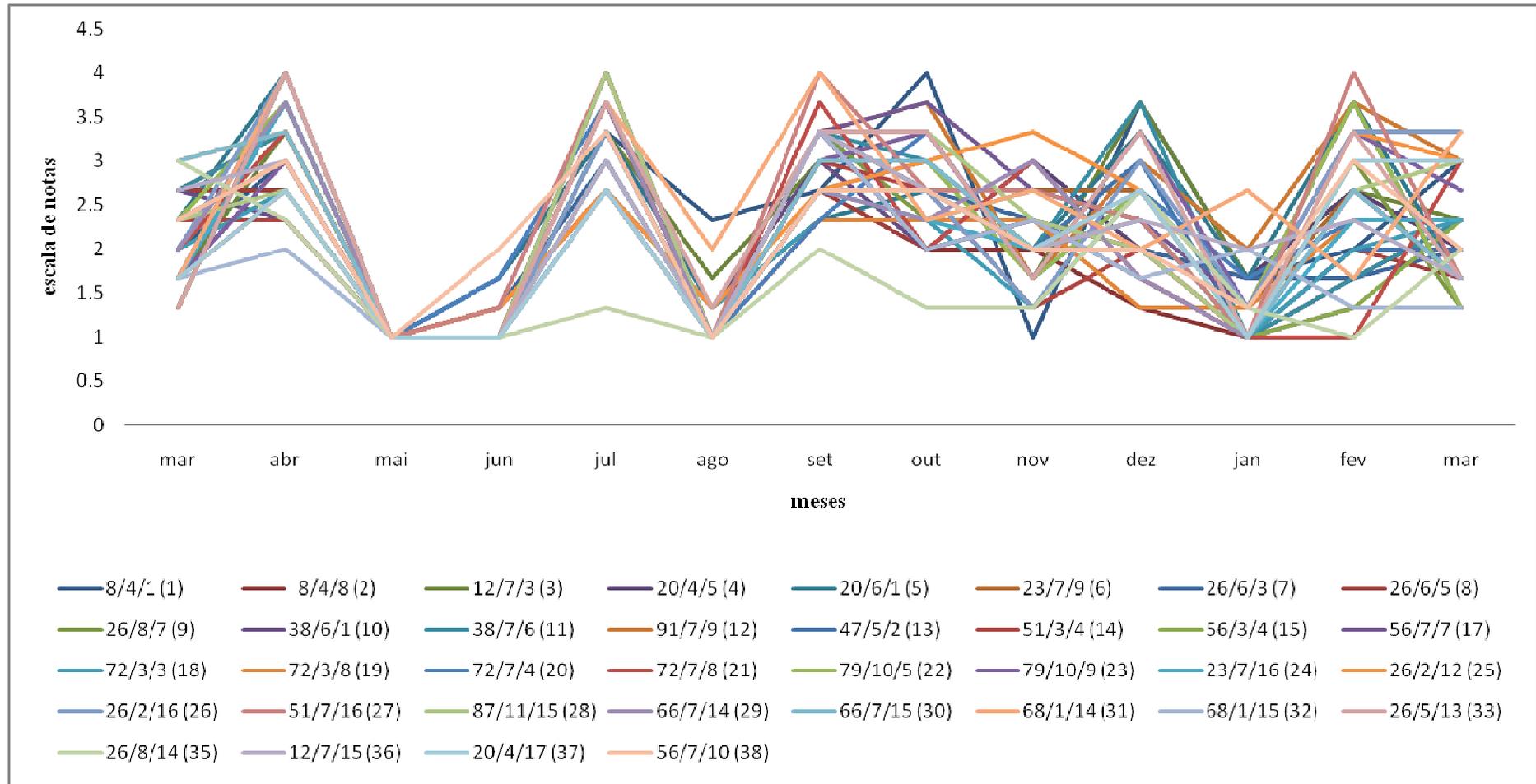


Figura 2. Frutificação das plantas dos 36 clones de aceroleira durante o período de março/2010 a março/2011. Pacajus, CE.

### 3.1.3. Produção

Na figura 3 são apresentadas as médias das produções dos períodos úmidos de 2010 e 2011 e seco de 2010.

Observa-se que a maior e menor produção da estação úmida de 2010, foram 7,19 kg para o clone 87/11/15 (28) e 1,02 kg para o clone 26/2/12 (25), respectivamente, com média para a estação de 4,11 kg. Com relação a estação seca 2010 a maior e menor produção foram de 8,58 kg e 2,14 kg, verificadas nos clones 20/4/17 (37) e o clone 72/3/8 (19), respectivamente, com média para a estação de 5,36 kg, sendo superior a estação anterior. Para a estação úmido de 2011, a maior produção foi de 12,18 kg verificada no clone 51/7/16 (27) e a menor produção foi de 1,57 kg verificada no clone 26/2/12 (25), com média para este período de 6,88 kg sendo superior as estações anteriores, úmida de 2010 e seca de 2010. Observa-se, que o clone 26/2/12 (25) apresentou a menor produção nas duas estações úmidas avaliadas.

Konrad *et al.* (2002b), avaliando a produção de acerola sob diferentes sistemas de irrigação na região da Nova Alta Paulista, conseguiram produção mensal de 7,44 kg por planta utilizando sistema de irrigação (mangueira perfurada a laser) e de 3,81 kg por planta em sistema de sequeiro, demonstrando que a irrigação proporciona um aumento da produção.

Konrad *et al.* (2002a) citam outro fato importante quanto à composição dos frutos da aceroleira ser afetada em função das condições ambientais durante seu desenvolvimento (estação seca / úmida). Essa questão refere-se ao fato de se fornecer subsídios aos produtores e industriais sobre os aspectos positivos/ negativos da intensidade das chuvas/ irrigação na época de colheita não só sobre a produção, mas também na qualidade dos frutos, no que se refere ao teor de vitamina C, sólidos solúveis, etc. É sabido que uma quantidade excessiva de chuvas provoca uma redução na qualidade dos frutos em virtude da diluição dos constituintes celulares (principalmente açúcares). Por outro lado, uma ausência de chuvas/ irrigação acarretará uma redução significativa na produção, podendo culminar com a morte de alguns genótipos, menos tolerantes a essa condição ambiental, comum no nordeste brasileiro (ARAÚJO *et al.*, 2004).

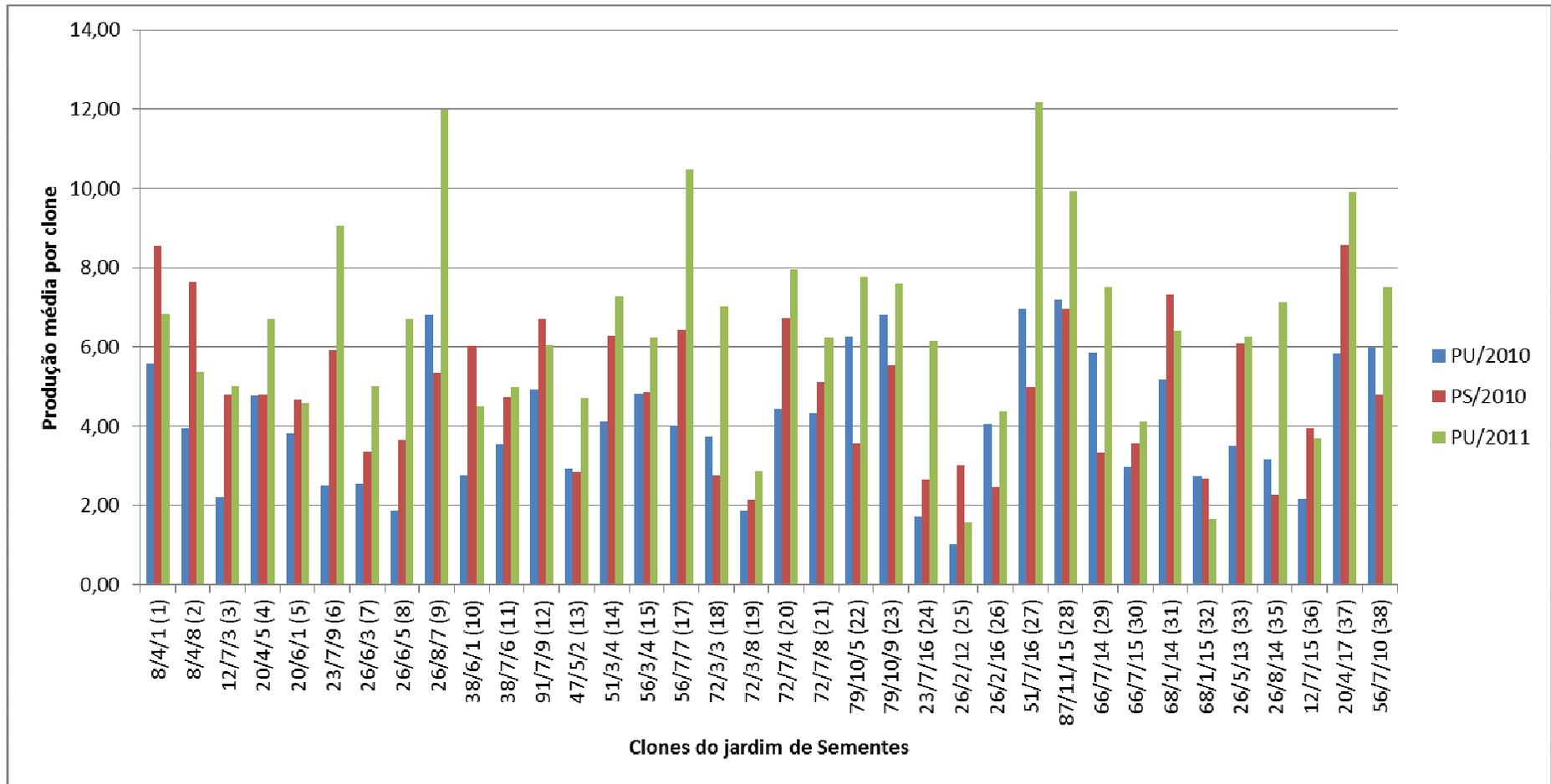


Figura 3. Produção média das plantas de 36 clones de aceroleira durante a estação úmida de 2010 (abril a julho), seca de 2010 (setembro a dezembro) e úmida de 2011 (janeiro a maio). Pacajus, CE.

Nas tabelas 2, 3 e 4 está disposta a ordem, os clones, o efeito genotípico, valor genotípico, ganho e nova média para a variável produção (kg/ planta) ao longo das três estações avaliadas, úmida e seca de 2010 e úmida de 2011. Na estação úmida de 2010 (Tabela 2) o clone 28 foi o primeiro no ordenamento e, dos 38 clones, 19 apresentaram valores genotípicos acima da média geral (12,95). Na estação seca de 2010 (Tabela 3) o clone 20 foi o primeiro no ordenamento e 20 clones apresentaram valores genotípicos acima da média geral (15,82). Na estação úmida de 2011 (Tabela 4) mais uma vez o clone 28 foi o primeiro no ordenamento e 19 clones apresentaram valores genotípicos acima da média geral (14,98).

Apesar do ordenamento dos clones serem diferentes para as três estações avaliadas, observa-se que os clones 9, 14, 20, 28, 29, 37 e 38 estão classificados entre os primeiros 10 clones mais produtivos. Mesmo em anos diferentes, como em 2010 e 2011, pôde-se observar que alguns clones apresentaram comportamentos parecidos quanto à produção, como os clones 28, 29 e 37.

De acordo com Borges *et al.* (2010) valores genotípicos devem ser os preferidos pelos pesquisadores de melhoramento, pois são estes os verdadeiros valores a serem preditos. Fato observado no clone 27, o qual apresentou a maior produção (12,18 kg/planta), no entanto esse clone foi selecionado pelo Selegem em 5 Colocação. Valores de nova média são as predições feitas pelo BLUP para os cultivos comerciais, ou seja, nos cultivos comerciais os clones deverão produzir, em média, tais valores. Pela metodologia REML/BLUP o que realmente se estima e, ou se prediz são estes valores. Neste trabalho, pode ser verificado que os valores genotípicos ( $u+g$ ) são bem próximos da nova média e vice-versa.

Tabela 2. Ordenamento (ORD), clones (CL), efeito genotípico (g), valor genotípico (u+g), ganho e nova média da variável produção avaliada em 38 clones de aceroleira na estação úmida de 2010.

ORD	CL	g	u +g	Ganho	Nova média
<b>1</b>	<b><u>28</u></b>	<b>4.3601</b>	<b>17.3082</b>	<b>4.3601</b>	<b>17.3082</b>
<b>2</b>	<b><u>37</u></b>	<b>2.7297</b>	<b>15.6777</b>	<b>3.5449</b>	<b>16.4929</b>
<b>3</b>	<b><u>38</u></b>	<b>2.1703</b>	<b>15.1183</b>	<b>3.0867</b>	<b>16.0347</b>
<b>4</b>	<b>4</b>	<b>2.1507</b>	<b>15.0987</b>	<b>2.8527</b>	<b>15.8007</b>
<b>5</b>	<b><u>29</u></b>	<b>2.0489</b>	<b>14.9970</b>	<b>2.6919</b>	<b>15.6400</b>
<b>6</b>	<b>23</b>	<b>2.0299</b>	<b>14.9780</b>	<b>2.5816</b>	<b>15.5296</b>
<b>7</b>	<b>22</b>	<b>1.8798</b>	<b>14.8279</b>	<b>2.4814</b>	<b>15.4294</b>
<b>8</b>	<b><u>14</u></b>	<b>1.7420</b>	<b>14.6900</b>	<b>2.3889</b>	<b>15.3370</b>
<b>9</b>	<b><u>9</u></b>	<b>1.6605</b>	<b>14.6085</b>	<b>2.3080</b>	<b>15.2560</b>
<b>10</b>	<b><u>20</u></b>	<b>1.5508</b>	<b>14.4988</b>	<b>2.2323</b>	<b>15.1803</b>
11	27	1.5483	14.4964	2.1701	15.1181
12	12	1.2708	14.2188	2.0952	15.0432
13	21	1.2316	14.1796	2.0287	14.9767
14	11	0.7990	13.7470	1.9409	14.8889
15	1	0.7030	13.6511	1.8584	14.8064
16	5	0.3186	13.2666	1.7621	14.7102
17	15	0.3076	13.2556	1.6766	14.6246
18	31	0.3064	13.2544	1.6004	14.5485
19	2	0.2984	13.2464	1.5319	14.4799
20	26	-0.0919	12.8561	1.4507	14.3987
21	6	-0.1507	12.7973	1.3745	14.3225
22	13	-0.2966	12.6515	1.2985	14.2465
23	33	-0.3143	12.6337	1.2284	14.1764
24	17	-0.5080	12.4401	1.1560	14.1041
25	30	-1.0980	11.8500	1.0659	14.0139
26	7	-1.1029	11.8451	0.9825	13.9305
27	3	-1.1060	11.8420	0.9051	13.8531
28	35	-1.1758	11.7722	0.8308	13.7788
29	18	-1.2175	11.7305	0.7602	13.7082
30	10	-1.3431	11.6049	0.6901	13.6381
31	36	-1.5245	11.4236	0.6186	13.5666
32	32	-1.9491	10.9989	0.5384	13.4864
33	24	-2.5575	10.3905	0.4446	13.3926
34	8	-2.5802	10.3678	0.3556	13.3036
35	19	-2.5808	10.3672	0.2717	13.2197
36	16	-2.8878	10.0602	0.1839	13.1320
37	25	-3.0765	9.8715	0.0958	13.0438
38	34	-3.5452	9.4028	0.0000	12.9480
<b>MÉDIA GERAL</b>			<b>12,95</b>		

Tabela 3. Ordenamento (ORD), clones (CL), efeito genotípico (g), valor genotípico (u+g), ganho e nova média da variável produção avaliada em 38 clones de aceroleira na estação seca de 2010.

ORD	CL	g	u +g	Ganho	Nova média
<b>1</b>	<b><u>20</u></b>	<b>3.7219</b>	<b>19.5448</b>	<b>3.7219</b>	<b>19.5448</b>
<b>2</b>	<b><u>14</u></b>	<b>3.7180</b>	<b>19.5410</b>	<b>3.7199</b>	<b>19.5429</b>
<b>3</b>	<b><u>37</u></b>	<b>3.6251</b>	<b>19.4480</b>	<b>3.6883</b>	<b>19.5113</b>
<b>4</b>	<b><u>28</u></b>	<b>3.1115</b>	<b>18.9345</b>	<b>3.5441</b>	<b>19.3671</b>
<b>5</b>	<b>2</b>	<b>2.9833</b>	<b>18.8063</b>	<b>3.4320</b>	<b>19.2549</b>
<b>6</b>	<b>1</b>	<b>2.8450</b>	<b>18.6680</b>	<b>3.3341</b>	<b>19.1571</b>
<b>7</b>	<b>12</b>	<b>2.4096</b>	<b>18.2325</b>	<b>3.2021</b>	<b>19.0250</b>
<b>8</b>	<b>6</b>	<b>2.1640</b>	<b>17.9870</b>	<b>3.0723</b>	<b>18.8953</b>
<b>9</b>	<b>33</b>	<b>1.6467</b>	<b>17.4696</b>	<b>2.9139</b>	<b>18.7369</b>
<b>10</b>	<b>31</b>	<b>1.4127</b>	<b>17.2356</b>	<b>2.7638</b>	<b>18.5867</b>
11	5	1.3017	17.1247	2.6309	18.4538
12	23	1.1120	16.9349	2.5043	18.3273
13	4	1.0152	16.8381	2.3897	18.2127
14	3	0.9613	16.7843	2.2877	18.1107
15	21	0.7959	16.6189	2.1883	18.0112
16	10	0.6780	16.5009	2.0939	17.9168
17	17	0.6748	16.4977	2.0104	17.8334
18	11	0.5049	16.3278	1.9268	17.7497
19	38	0.4555	16.2785	1.8493	17.6723
20	9	0.4305	16.2535	1.7784	17.6013
21	15	-0.2478	15.5752	1.6819	17.5049
22	36	-0.6831	15.1399	1.5744	17.3974
23	13	-0.7760	15.0469	1.4722	17.2952
24	27	-0.8850	14.9379	1.3740	17.1969
25	7	-1.1883	14.6347	1.2715	17.0945
26	30	-1.2133	14.6097	1.1759	16.9989
27	29	-1.2376	14.5853	1.0865	16.9095
28	22	-1.6652	14.1577	0.9883	16.8112
29	26	-1.9249	13.8981	0.8878	16.7108
30	24	-2.0871	13.7359	0.7886	16.6116
31	25	-2.1133	13.7096	0.6950	16.5180
32	8	-2.2595	13.5634	0.6027	16.4257
33	35	-2.5519	13.2711	0.5071	16.3301
34	18	-2.9545	12.8685	0.4053	16.2283
35	16	-2.9929	12.8300	0.3082	16.1312
36	32	-3.0128	12.8102	0.2160	16.0389
37	19	-3.4269	12.3960	0.1175	15.9405
38	34	-4.3475	11.4754	0.0000	15.8230
<b>MEDIA GERAL</b>			<b>15,82</b>		

Tabela 4. Ordenamento (ORD), clones (CL), efeito genotípico (g), valor genotípico (u+g), ganho e nova média da variável produção avaliada em 38 clones de aceroleira na estação úmida de 2011.

ORD	CL	g	u +g	Ganho	Nova média
<b>1</b>	<b><u>28</u></b>	<b>5.3276</b>	<b>20.3045</b>	<b>5.3276</b>	<b>20.3045</b>
<b>2</b>	<b><u>9</u></b>	<b>4.8686</b>	<b>19.8455</b>	<b>5.0981</b>	<b>20.0750</b>
<b>3</b>	<b><u>20</u></b>	<b>3.8458</b>	<b>18.8227</b>	<b>4.6807</b>	<b>19.6575</b>
<b>4</b>	<b><u>37</u></b>	<b>3.7436</b>	<b>18.7205</b>	<b>4.4464</b>	<b>19.4233</b>
<b>5</b>	<b><u>27</u></b>	<b>3.6311</b>	<b>18.6080</b>	<b>4.2834</b>	<b>19.2602</b>
<b>6</b>	<b><u>17</u></b>	<b>3.1734</b>	<b>18.1503</b>	<b>4.0984</b>	<b>19.0752</b>
<b>7</b>	<b><u>38</u></b>	<b>2.7684</b>	<b>17.7453</b>	<b>3.9084</b>	<b>18.8852</b>
<b>8</b>	<b><u>3</u></b>	<b>2.2824</b>	<b>17.2593</b>	<b>3.7051</b>	<b>18.6820</b>
<b>9</b>	<b><u>23</u></b>	<b>2.2053</b>	<b>17.1822</b>	<b>3.5385</b>	<b>18.5154</b>
<b>10</b>	<b><u>29</u></b>	<b>2.0703</b>	<b>17.0472</b>	<b>3.3917</b>	<b>18.3685</b>
11	14	1.9964	16.9733	3.2648	18.2417
12	4	1.5856	16.5625	3.1249	18.1018
13	6	1.1465	16.1234	2.9727	17.9496
14	12	1.1157	16.0926	2.8401	17.8169
15	13	0.9614	15.9383	2.7148	17.6917
16	22	0.4934	15.4703	2.5760	17.5529
17	21	0.2659	15.2427	2.4401	17.4170
18	33	0.1489	15.1257	2.3128	17.2897
19	1	0.0747	15.0516	2.1950	17.1719
20	7	-0.3963	14.5806	2.0654	17.0423
21	35	-0.8951	14.0818	1.9245	16.9013
22	24	-1.0173	13.9596	1.7908	16.7676
23	5	-1.0661	13.9108	1.6665	16.6434
24	18	-1.1439	13.8330	1.5494	16.5263
25	26	-1.2011	13.7758	1.4394	16.4163
26	8	-1.2377	13.7391	1.3364	16.3133
27	11	-1.3785	13.5983	1.2359	16.2128
28	31	-1.6505	13.3264	1.1328	16.1097
29	30	-2.0117	12.9651	1.0244	16.0013
30	2	-2.2097	12.7671	0.9166	15.8934
31	10	-2.5157	12.4612	0.8059	15.7827
32	16	-2.7208	12.2561	0.6956	15.6725
33	36	-2.9901	11.9867	0.5840	15.5608
34	19	-3.1868	11.7900	0.4731	15.4499
35	15	-3.4575	11.5194	0.3607	15.3376
36	25	-3.7410	11.2359	0.2468	15.2237
37	34	-4.2057	10.7711	0.1265	15.1033
38	32	-4.6795	10.2974	0.0000	14.9769
<b>MEDIA GERAL</b>			<b>14,98</b>		

#### 4. CONCLUSÃO

- 1) Os genótipos de aceroleira do Jardim de Sementes apresentam altura de planta com média de 2,53 m e diâmetro de copa de 3,40 m, ou seja, conformação adequada para plantios com finalidade comercial facilitando os tratos culturais e a colheita dos frutos.
- 2) Com relação a fenologia, os genótipos apresentam comportamento semelhante quanto a floração nas estações avaliadas, sendo observado floração principalmente nos meses de abril, outubro e dezembro. Para a frutificação observou-se cinco picos, ocorrendo nos meses de abril, julho, setembro, dezembro e fevereiro.
- 3) Com relação a produtividade, ao analisar as três colheitas, a maior produção média ficou em 6,88 kg/planta por mês nos genótipos avaliados na estação úmida de 2011. Destacando-se como genótipos mais produtivos os clones 9,14, 28, 37 e 38.

## 5. REFERÊNCIAS

- ARAÚJO, P. G. L.; FIGUEIREDO, R. W.; ALVES, R.E. *et al.* Qualidade de frutos de aceroleira colhidos em diferentes épocas do ano. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS, 19., 2004, Recife, **Anais...** Recife: SBCTA, 2004. CD-ROM.
- BEZERRA, J. E. F.; LEDERMAN, I. E.; CARVALHO, P. S.; MELO NETO, M. L. **Avaliação de clones de aceroleira na região do Vale do Rio Moxotó – PE. I. plantas juvenis.** In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 13, 1994, Salvador. Anais... Salvador: SBF, 1994, P. 85-86.
- BRUNINI, M. A., MACEDO, N. B.; COELHO, C. V.; SIQUEIRA, G. F. Caracterização física e química de acerolas provenientes de diferentes regiões de cultivo. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 26, n. 3, p. 486-489, 2004.
- CECÍLIO, R. A., MEDEIROS, S. S., PEZZOPANE, J. E. M., GARCIA, G. O. **Elaboração de zoneamento agroclimático da região nordeste para a cultura de acerola.** Revista Verde. Mossoró. v.4, n. 3, p. 26-32. 2009.
- CUNHA NETO, J. **Seleção de clones de aceroleira, repetibilidade, correlações e uso de técnicas multivariadas entre caracteres agronômicos e de pós-colheita.** 2009. 131p. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Fitotecnia) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza.
- FREIRE, J. L. O.; LIMA, A. N.; FREIRE A. L. O.; MARINUS, J. V. M. L.; DIAS, T. J.; SILVA, J. P.; **Avaliações biométricas de aceroleiras (*Malpighia emarginata* D. C.) e características dos atributos externos e internos dos frutos.** Engenharia Ambiental. Espírito Santo do Pinhal, v. 5, n-2, p041-052, 2008.
- GOMES, J. E.; PERECIN, D.; MARTINS, A. B. G.; FOENTES, S. Variações físico-químicas em suco de acerola armazenado. **Revista Brasileira de Fruticultura.** v. 22, n. 3, p. 377-381, 2000.
- KONRAD, M.; HERNANDEZ, F. B. T.; GENEROSO, E. C. S. **Qualidade de frutos de aceroleira sob diferentes sistemas de irrigação na região da nova alta paulista, SP.** In: XXXI CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 2002, Salvador. Anais... Salvador: 2002a, CD Rom.
- KONRAD, M.; HERNANDEZ, F. B. T.; BARTTOLOTO, M. S.; **Produção de acerola sob diferentes sistemas de irrigação na região da nova alta paulista, SP.** In: XXXI CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 2002, Salvador. Anais... Salvador: 2002b, CD Rom.
- MANICA, I.; Taxionomia e Morfologia. In: MANICA, I; ICUMA, I. M.; FIORAVANÇO, J. C.; PAIVA, J. R.; PAIVA, M. C.; JUNQUEIRA, N. T. V. **Acerola: tecnologia de produção, pós-colheita, congelamento, exportação, mercados.** Porto Alegre: Cinco Continentes, p 31-45, 2003.
- MOURA, C. F. H.; ALVES, R. E.; FIGUEIREDO, R. W.; PAIVA, J. R. Avaliações físicas e físico-química de frutos de clones de aceroleira (*Malpighia emarginata* D. C.). **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 38, n. 1, p. 52-57, 2007.

OLIVEIRA, J. R. P.; SOARES FILHO, W. S. **Acerola: conservação, caracterização, e seleção de germoplasma pelo CNPMF-EMBRAPA**. In: ACEROLA NO BRASIL PRODUÇÃO E MERCADO. Vitória da Conquista, Bahia: UESB, p. 4-6, 1995.

PAIVA, J. R. Cultivares e melhoramento genético. IN: MANICA, I.; ICUMA, I. M.; FIORAVANÇO, J. C.; PAIVA, J. R.; PAIVA, M. C.; JUNQUEIRA, N. T. V. **Acerola: tecnologia de produção, pós-colheita, congelamento, exportação, mercados**. Porto Alegre: Cinco Continentes, p. 69-88, 2003.

PAIVA, J. R.; ALVES, R. E.; CORREA, M. P. F.; FREIRE, F. C. O.; BRAGA SOBRINHO, R.; JUCÁ, W. Seleção massal de acerola em plantio comercial. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. Brasília, v. 34, n. 3, p. 505-511, 1999b.

PÍPOLO, V. C.; PRETE, C. E. C.; GONZALEZ, M. G. N.; POPPER, I. O. Novas cultivares de acerola (*Malpighia emarginata* D. C.): UEL 3- Dominga, UEL 4-Ligia e UEL 5-Natália. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. Brasília, v. 24, n.1, p.124-126, 2002.

RESENDE, M. D. V.; DIAS, L. A. S. Aplicação da metodologia de modelos mistos (REML/BLUP) na estimação de parâmetros genéticos e predições de valores genéticos em espécies frutíferas. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 22, n. 1, p.44-52, 2000.

RESENDE, M. D. V.; THOMPSON, R; WELHAM, S. Multivariate spatial statistical analysis of longitudinal data in perennial crops. **Brazilian Journal of mathematics and Statistics**, v. 24, n. 1, p.147-169, 2006.

SOBRINHO, R. B.; BANDEIRA, C. T.; ALVES, R. E. **Acerola, a cereja tropical**. Artigo 2847. Fortaleza: EMBRAPA-CNPAT, 2001.

## **CAPÍTULO II. CARACTERIZAÇÃO DE DIFERENTES GENÓTIPOS DE ACEROLEIRA POR MEIO DE VARIÁVEIS PÓS-COLHEITA.**

### **RESUMO**

A caracterização de genótipos quanto aos seus atributos agronômicos e de qualidade nutricional auxilia na identificação dos melhores genótipos que serão recomendados para o cultivo comercial e também para o uso em programas de melhoramento. Nesse sentido, a avaliação pós-colheita é importante para a identificação daqueles mais promissores e sua, conseqüente, utilização nestes programas. O presente trabalho teve como objetivo caracterizar os genótipos de aceroleira do jardim de sementes de Pacajus, quanto as suas características pós-colheita, identificando os melhores materiais para dar continuidade em programa de melhoramento. Foram avaliados 25 genótipos nas estações, seca de 2009, úmida de 2010 e seca de 2010. Sendo realizadas avaliações de peso, firmeza, sólidos solúveis, acidez titulável, relação ss/at, pH, vitamina C, antocianinas, flavonóides, polifenóis e atividade antioxidante. A partir das análises de variância univariada, foram observadas diferença significativa a 5% de probabilidade durante a estação seca de 2009, estação úmida de 2010 e na estação seca de 2010. A partir da análise de variância conjunta, observou-se diferença significativa a 5% de probabilidade para todas as características de pós-colheita com relação aos clones e as estações; com relação à interação dos clones com as estações, verificou-se diferença significativa para todas as características, com exceção das variáveis firmeza, pH e flavonóides.

**Palavras-chave:** caracterização pós-colheita, diversidade, acerola

## ABSTRACT

The characterization of genotypes for their traits and nutritional quality helps in identifying the best genotypes that are recommended for commercial cultivation and also for use in breeding programs. In this sense, post-harvest assessment is important to identify those most promising and his, consequently, use these programs. This study aimed to characterize the genotypes of acerola Pacajus garden seeds, and their post-harvest characteristics, identifying the best materials to provide continuity in program improvement. 25 genotypes were evaluated in seasons, dry 2009, wet 2010 and dry 2010. Being evaluated for weight, firmness, soluble solids, titratable acidity, ratio ss/ta, vitamin C, anthocyanins, flavonoids, polyphenols and antioxidant activity. From the analysis of variance, significant differences were observed at 5% probability during the dry season of 2009, wet season of 2010 and dry season of 2010. From the analysis of variance, there was a significant difference at 5% probability for all the characteristics of post-harvest compared with the clones and the seasons, with respect to interaction of clones with the seasons, there was a significant difference all characteristics, except for variable firmness, pH and flavonoids.

**Keywords:** characterization of post-harvest, diversity, acerola.

## 1. INTRODUÇÃO

A qualidade de produtos hortícolas é definida como o conjunto de muitas propriedades ou características peculiares inerentes aos mesmos. Englobam propriedades sensoriais (aparência, textura, sabor e aroma), valor nutritivo e multifuncional decorrentes dos compostos químicos, propriedades mecânicas, bem como a ausência ou presença de defeitos do fruto (CHITARRA ; CHITARRA, 2006).

Com o aumento da procura por alimentos naturais, percebe-se que a acerola (*Malpighia emarginata* D.C.) *in natura* teve um grande impulso no seu consumo, sendo os países desenvolvidos o principal mercado consumidor no âmbito internacional (MOURA *et al.*, 2007).

Segundo Vendramini e Trugo (2000), a composição química da acerola é dependente de fatores como as condições ambientais e o estágio de maturação da fruta. O conteúdo de vitamina C e outras características atribuídas à qualidade da acerola, tais como coloração, peso e tamanho dos frutos, sólidos solúveis e pH do suco, podem ser afetados pela desuniformidade genética dos pomares sofrem influências de fatores, como precipitações, temperatura, altitude, adubação, irrigação e a ocorrência de pragas e doenças (NOGUEIRA *et al.*, 2002).

É sabido que uma quantidade excessiva de chuvas provoca uma redução na qualidade dos frutos em virtude da diluição dos constituintes celulares (principalmente açúcares). Um exemplo dessa afirmativa é dada nos resultados de Araújo *et al.* (2004) , que ao analisarem acerolas maduras, em diferentes épocas do ano, constataram valores médios de antocianinas de 3,62 mg 100 g<sup>-1</sup> no período chuvoso e de 8,29 mg 100 g<sup>-1</sup> no período seco. Por outro lado, uma ausência de chuvas/irrigação acarretará uma redução significativa na produção, podendo culminar com a morte de alguns genótipos, menos tolerantes a essa condição ambiental, comum no nordeste brasileiro. Assim, discutir essas questões é importante para se fornecer subsídios aos produtores e industriais sobre os aspectos positivos/ negativos da intensidade das chuvas na época de colheita sobre a produção e qualidade dos frutos, no que se refere ao conteúdo de vitamina C, sólidos solúveis, etc.

A caracterização de genótipos quanto aos seus atributos agronômicos e de qualidade nutricional auxilia na identificação dos melhores genótipos que serão recomendados para o cultivo comercial e também para o uso em programas de melhoramento. Apesar de vários estudos já desenvolvidos com essa cultura, ainda existe um grande número de genótipos a ser caracterizados e avaliados quanto à relação da qualidade nutricional dos frutos e os períodos de cultivo, sendo os estudos de caracterização limitados e restritos a poucos genótipos e ambientes. Dessa forma, os principais objetivos desse trabalho foram caracterizar e avaliar a relação das estações úmida/ secas com os aspectos nutricionais dos frutos.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1. Origem dos genótipos

Os clones utilizados são oriundos de 38 genótipos selecionados no segundo ciclo de seleção de um teste de progênies de meios-irmãos do programa de melhoramento da acerola da Embrapa Agroindústria Tropical (Quadro 1).

Quadro 1. Identificação dos genótipos pertencentes ao Jardim de Sementes.

Identificação da progênie /planta selecionada	Numeração da planta selecionada	Número das plantas no jardim de semente*
8/4/1	1	25, 68, 107, 184, 192
8/4/8	2	15, 33, 122, 132, 171
12/7/3	3	8, 13, 72, 137, 173
20/4/5	4	58, 62, 124, 131, 155
20/6/1	5	34, 38, 117, 142, 162
23/7/9	6	4, 36, 52, 98, 170
26/6/3	7	64, 92, 77, 104, 118
26/6/5	8	19, 22, 23, 78, 160
26/8/7	9	42, 93, 100, 144, 174
38/6/1	10	14, 31, 59, 75, 161
38/7/6	11	11, 30, 123, 128, 188
91/7/9	12	40, 94, 114, 152, 165
47/5/2	13	43, 53, 103, 127, 138
51/3/4	14	9, 10, 26, 46, 71, 177
56/3/4	15	21, 37, 102, 151, 168
56/6/5	16	49, 91, 99, 148, 176
56/7/7	17	1, 18, 44, 83, 95
72/3/3	18	12, 27, 39, 47, 106
72/3/8	19	24, 121, 146, 169, 191
72/7/4	20	69, 89, 110, 135, 139
72/7/8	21	16, 29, 32, 86, 183
79/10/5	22	3, 35, 126, 172, 178, 185
79/10/9	23	2, 17, 74, 87, 112
23/7/16	24	56, 76, 101, 159, 164
26/2/12	25	5, 6, 81, 113, 140
26/2/16	26	65, 105, 116, 149, 175
51/7/16	27	28, 55, 90, 154, 189
87/11/15	28	20, 41, 45, 57, 130
66/7/14	29	61, 88, 115, 133, 150
66/7/15	30	7, 48, 125, 136, 157
68/1/14	31	51, 63, 109, 158, 190
68/1/15	32	60, 67, 85, 167, 186
26/5/13	33	70, 80, 96, 153, 163
51/3/17	34	111, 119, 147, 179, 187
26/8/14	35	73, 134, 141, 145, 181
12/7/15	36	66, 82, 97, 143, 166
20/4/17	37	54, 79, 129, 156, 182
56/7/10	38	50, 84, 108, 120, 180

\* Cada clone apresenta no jardim de sementes cinco repetições.

Para as características de pós-colheita foram avaliados 25 genótipos (clones 1, 2, 3, 4, 5, 7, 8, 9, 12, 13, 14, 15, 18, 20, 23, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 33, 36, 37 e 38) e três repetições.

## **2.2. Coleta de dados das características de pós-colheita**

A análise dos frutos foi feita nas estações, seca de 2009, úmida de 2010 e seca de 2010. Todas as análises foram realizadas no Laboratório de Fisiologia e Tecnologia Pós-colheita da Embrapa Agroindústria Tropical. As análises foram realizadas a partir de uma amostra de aproximadamente 500 g de cada planta no estágio de maturação comercial (vermelho), totalizando 1,5 kg por cada genótipo proveniente de três repetições. Ao chegar ao Laboratório, os frutos foram submetidos às análises físicas e logo após, foram congelados para posterior processamento. Após o processamento, obteve-se uma polpa mediante o auxílio de centrífuga doméstica, viabilizando a realização das avaliações físico-químicas.

A seguir são apresentadas as características físico-químicas que foram usadas na coleta de dados e como estas foram obtidas:

### **2.2.1. Peso do fruto**

Utilizando-se balança analítica, o peso médio foi determinado através da pesagem de 25 frutos de cada planta, sendo os resultados expressos em gramas.

### **2.2.2. Firmeza da Polpa**

Realizada em uma amostra de 20 frutos íntegros de cada planta com penetrômetro manual FT 02. A punção foi feita de modo que não atingisse o caroço do fruto. Os valores de firmeza fornecidos pelo penetrômetro foram convertidos em unidades de Newton (Sistema Internacional), através da equação 1, uma vez que o aparelho fornece dados em unidades de libra.

Equação 1:  $N = lb \times K$

Onde:  $N$ - valores em unidades de Newton;

$lb$ - valores em unidades de libra;

$K$ - fator de conversão ( $K = 4,482$ ).

### **2.2.3. Sólidos Solúveis (SS)**

De acordo com a metodologia recomendada pela AOAC (1995), após filtração da polpa em papel de filtro, a leitura foi feita °Brix em um refratômetro digital de marca ATAGO com escala variando de 0 – 45 °Brix.

### **2.2.4. Acidez Titulável (AT)**

Foi obtida diluindo-se 1 g de polpa em 50 mL de água destilada titulando com solução de NaOH (0,1 N), até coloração levemente rósea. Sendo os resultados expressos em percentagem de ácido málico, segundo metodologia do IAL (1985).

### **2.2.5. Relação SS/AT**

Obtida através da divisão entre as duas análises.

### **2.2.6. pH da polpa**

O potencial hidrogeniônico (pH) foi medido diretamente na polpa, logo após processamento, utilizando-se um potenciômetro (Mettler DL 12) com membrana de vidro, conforme AOAC (1995).

### **2.2.7. Vitamina C total**

O conteúdo de vitamina C foi analisado titulometricamente com solução de DFI (2,6-dicloro-fenol-indofenol 0,02%) até coloração levemente rósea, utilizando-se uma alíquota de 2,0 mL proveniente de 0,1 g de polpa diluída em 25 mL de ácido oxálico 0,5% de acordo com Strohecker e Henning (1967). Resultados expressos em mg/100g.

### **2.2.8. Flavonóides Amarelos e Antocianinas Totais**

Foram pesados 0,5 g de polpa em um copo de alumínio, usando balança analítica. Em seguida foi adicionado 20 ml da solução extratora etanol 95% - HCl 1,5 N na proporção 85:15. As amostras foram homogeneizadas em “Turrax” por 2 min na velocidade “5”. Logo após, o conteúdo foi transferido para um balão volumétrico de 25 ml, envolto em folha de alumínio e colocado por uma 16h na geladeira. O material foi filtrado para um béquer de 50 ml sempre envolto com folha de alumínio de acordo com Francis (1982). As leituras foram feitas a 374 e 535 nm e os resultados em mg/100 g calculados por meio das seguintes fórmulas:

- Para Flavonóides Amarelos:

Absorbância x fator de diluição/76,6

- Para Antocianinas Totais:

Absorbância x fator de diluição/ 98,2

### **2.2.9. Atividade Antioxidante Total (AAT) e Polifenóis Solúveis Totais**

#### **2.2.9.1. Obtenção do extrato**

O extrato para a determinação da atividade antioxidante total foi obtido segundo Larrauri *et al.* (1997). Em um becker, foram pesados 0,5 g da polpa e adicionados 4 mL de metanol 50%, a amostra foi homogeneizada e deixada em repouso por 1 hora à temperatura ambiente. Em seguida, o material foi centrifugado a 15.000 rpm por 15 minutos a 6 °C e o sobrenadante recolhido em um balão volumétrico de 10 mL. O precipitado dessa extração foi ressuspensão em 4 mL de acetona 70%, homogeneizado e deixado em repouso por mais 1 hora em temperatura ambiente e depois, centrifugado a 15.000 rpm por 15 minutos a 6 °C. O sobrenadante foi recolhido e adicionado ao primeiro sendo aferido o volume até 10 ml, com água destilada.

#### **2.2.9.2. Determinação da Atividade Antioxidante Total (AAT)**

A determinação da atividade antioxidante total foi realizada conforme metodologia descrita por Re *et al.* (1999) baseada na produção direta do radical cromóforo ABTS<sup>+</sup> através da reação entre ABTS e persulfato de potássio. Inicialmente, foram preparadas quatro diferentes concentrações de substrato: 5.000, 10.000, 15.000 e 30.000 mg/L e as análises foram realizadas em triplicata para cada concentração. A cada amostra foram adicionados, em ambiente escuro, 30 µL do extrato e 3 mL da solução do radical ABTS<sup>+</sup> preparada a partir da solução estoque (ABTS 7 mM e persulfato de potássio 140 mM). As leituras foram realizadas em espectrofotômetro a 734 nm após 6 minutos da adição da solução do radical, utilizando uma solução de Trolox 2000 µM em álcool etílico, como antioxidante padrão. Os resultados foram expressos em µM Trolox/ g de polpa.

### **2.2.9.3. Determinação de Polifenóis Solúveis Totais**

Os polifenóis solúveis totais foram determinados conforme método descrito por Obanda e Owuor (1997). Em ambiente escuro, foram adicionados 15 µL do extrato, 235 µL de água destilada, 250 µL da Solução de Folin Ciocalteau (1:3), 500 µL da solução de carbonato de sódio anidro (NA<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>) a 20% e 500 µL de água destilada, totalizando 1,5 mL correspondente ao volume do Eppendorf. A mistura da reação foi homogeneizada e após 30 minutos retirou-se 300 µL para a microplaca. As leituras das absorvâncias foram realizadas em espectrofotômetro a 700 nm. Uma solução de ácido gálico (Acros Organics) foi utilizada como referência. As concentrações de polifenóis solúveis totais foram calculadas com base em uma curva padrão de doses crescentes de ácido gálico 98% (0 – 50mg). As análises foram realizadas em triplicata e os resultados foram expressos em mg de ácido gálico equivalente/100g de polpa.

## **2.3. Análises estatísticas**

### **2.3.1. Análise univariada e conjunta**

A análise univariada foi realizada por meio de análise de variância considerando o delineamento inteiramente casualizado com três repetições. Os dados referentes às características de pós-colheita foram submetidos a duas análises de variância: análise simples e análise conjunta, e também ao teste de médias. A análise de variância simples (por ano) permite identificar qual o comportamento dos clones em cada ano. A análise conjunta por sua vez, mostra o comportamento geral dos clones durante todo o período do experimento.

O modelo estatístico utilizado foi o seguinte:

$$Y_{ij} = u + t_i + e_{ij}$$

Onde:

Y<sub>ij</sub>: valor observado do i-ésimo tratamento na j-ésima repetição.

u: média geral do ensaio.

t<sub>i</sub>: efeito do tratamento i.

$e_{ij}$ : erro experimental associado à observação  $Y_{ij}$ .

O esquema da análise de variância foi o seguinte:

Tabela 1: Esquema da análise de variância univariada segundo o delineamento inteiramente casualizado.

FV	GL	SQ	QM	F
Tratamento	I - 1	SQt	QMt/(I-1)	QMt/QMr
Resíduo	I(J-1)	SQr	QMr/(I(J-1))	
Total	IJ-1	SQtotal		

Onde:

FV - fonte de variação; GL - graus de liberdade; SQ – soma dos quadrados; SQt – soma dos quadrados de tratamento; SQr – soma dos quadrados do resíduo; SQtotal – soma de quadrados totais; QM – quadrados médios; QMt – quadrados médios dos tratamentos; QMr – quadrados médios do resíduo; F – teste F; I – nº de tratamentos; J-repetição. Obs.: o efeito devido a repetição foi considerado aleatório e o efeito de tratamento fixo. Por se tratarem de clones, todas as conclusões tiradas neste trabalho só dizem respeito aos genótipos avaliados (Modelo Fixo).

Em seguida, realizou-se a comparação de médias de cada variável observada utilizando-se o teste de Scott- Knott e nível de significância de 5%. A partir das análises de variância foram obtidos também os parâmetros genéticos os quais foram utilizados para avaliar o potencial de cada genótipo em relação às características observadas.

Os parâmetros genéticos foram estimados a partir das seguintes equações:

$$\sigma_f^2 = \text{QMt} / r$$

$$\sigma_g^2 = (\text{QMr} - \text{QMt}) / r$$

$$\sigma_e^2 = \text{QMt} - \text{QMr}$$

$$h^2 = \sigma_g^2 / \sigma_f^2$$

$$\text{CV}_g \% = (100 \sqrt{\sigma_g^2}) / m$$

$$\text{CV}_e \% = (100 \sqrt{\sigma_e^2}) / m$$

$$b = CV_g / CV_e$$

Onde:

$\sigma^2_f$  – variância fenotípica entre clones; QMt – quadrado médio do tratamento; r – repetições;  $\sigma^2_g$  – variância genética entre clones; QMr – quadrado médio do resíduo;  $\sigma^2_e$  – variância ambiental;  $h^2$  – herdabilidade no sentido amplo;  $CV_g$  – coeficiente de variação genética;  $CV_e$  – coeficiente de variação ambiental; m – média; b – relação entre o  $CV_g$  e o  $CV_e$ .

Com o objetivo de avaliar a influência da estação seca e úmida em relação às características de pós-colheita nos diferentes genótipos foi realizada uma análise de variância conjunta. Na análise de variância conjunta, utilizou-se o esquema de parcelas subdivididas no tempo, no delineamento inteiramente casualizado.

O modelo estatístico utilizado foi o seguinte:

$$Y_{ijk} = u + \alpha_i + \delta_{ij} + \beta_k + (\alpha\beta)_{ik} + \xi_{ijk}$$

Onde:

$Y_{ijk}$ : valor observado na subparcela que recebeu os níveis i e k dos fatores A e B na repetição j;

u: média geral

$\alpha_i$ : efeito do nível i do fator A que está na parcela;

$\delta_{ij}$ : erro da parcela que recebeu o nível i de A na repetição j, definido como resíduo (a)

$\beta_k$ : efeito do nível k do fator B que está na subparcela;

$(\alpha\beta)_{ik}$ : efeito de interação dos fatores A e B;

$\xi_{ijk}$ : o erro experimental associado a  $Y_{ijk}$ , é usado como resíduo em nível de subparcelas, definido como resíduo (b), tal que  $\xi_{ijk} \sim N(0, \sigma^2)$

A seguir, é apresentado o esquema do resultado da análise de variância conjunta:

Tabela 2: Esquema da análise de variância segundo delineamento inteiramente casualizado, utilizando o esquema de parcelas subdividida no tempo.

FV	GL	SQ	QM	F
Fator A	a - 1	$SQ_A$	$SQ_A/(a-1)$	$QM_A/QM_{Res(a)}$
Resíduo (a)	a(a-1)	$SQ_{Res(a)}$	$SQ_{Res(a)}/a(r-1)$	
Fator B	b-1	$SQ_B$	$SQ_B/(b-1)$	$QM_B/QM_{Res(b)}$
Interação	(a-1)(b-1)	$SQ_{AxB}$	$SQ_{AxB}/(a-1)(b-1)$	$QM_{AxB}/QM_{Res(b)}$
Resíduo (b)	a(b-1)(r-1)	$SQ_{Res(b)}$	$SQ_{Res(b)}/a(b-1)(r-1)$	
Total	abr-1	$SQ_{Total}$		

Onde:

FV – fonte de variação; GL – graus de liberdade; a – número de tratamentos; b – número de períodos; r – repetições; SQ – soma dos quadrados. Obs.: o efeito devido à repetição foi considerado aleatório e os efeitos de parcelas e subparcelas, fixos.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 3.1. Características de pós-colheita

##### 3.1.1. Peso do fruto

Na figura 1 podem ser observadas as médias referentes ao peso dos frutos colhidos na estação seca de 2009, úmida de 2010 e seca de 2010. A maior média observada foi de 9,78 g do clone 38 durante a estação úmida.

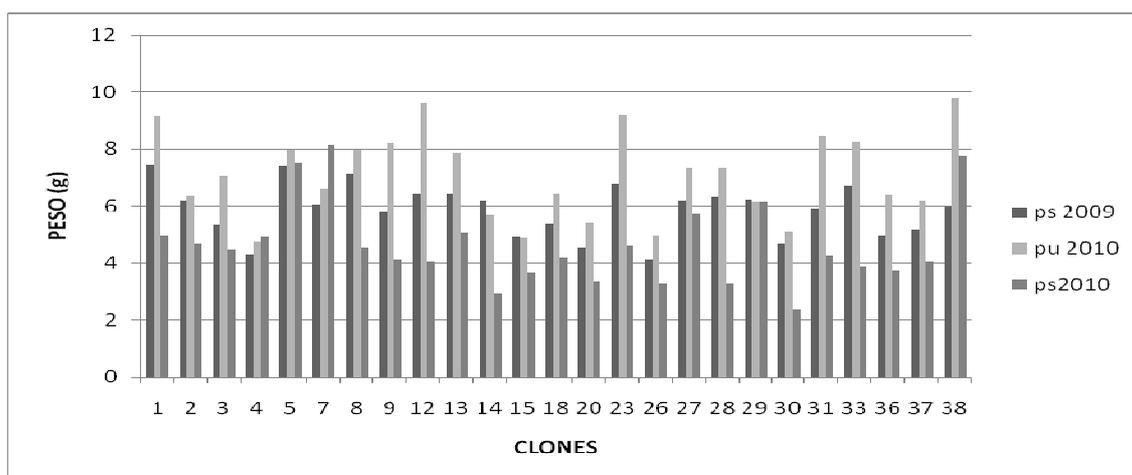


Figura 1. Peso médio (g) dos frutos de aceroleira colhidos na estação seca de 2009, úmida de 2010 e seca de 2010. Pacajus - CE.

Na tabela 3, encontram-se os valores de todas as estações; observou-se durante a estação seca de 2009, o maior peso de fruto no clone 1 (7,42 g) e o menor peso de 4,14 g para o clone 26. A média para esta estação foi de 5,86 g. Durante a estação úmida de 2010, observou-se maiores pesos médios nos frutos, sendo a média para a estação de 7,08 g. A amplitude dos pesos variou entre 4,75 g (clone 4) a 9,78 g (clone 38). Para a estação seca de 2010, verificou-se uma amplitude de 2,34 g (clone 30) a 8,14 g (clone 7), sendo a média da estação de 4,63 g. Houve diferença significativa quanto a análise univariada e conjunta com relação ao peso em todas as estações avaliadas. Konrad *et al.* (2002a), avaliando a qualidade de frutos de aceroleira sob diferentes sistemas de irrigação na região da Nova Alta Paulista (SP), concluíram que o peso do fruto difere entre os tratamentos, onde o sistema de irrigação por gotejamento proporcionou maior peso médio de frutos. Na sequência, os tratamentos usando mangueira perfurada a laser; e o sequeiro, produziu frutos de menor peso. Esses

resultados indicam que a característica peso de fruto é influenciada pelo ambiente, assim, sob boas condições de umidade de solo a aceroleira provavelmente produzirá frutos de maior peso.

Tabela 3. Peso (g) dos frutos de aceroleira colhidos na estação seca de 2009, úmida de 2010 e seca de 2010. Pacajus-CE

CLONE	ES* 2009	EU* 2010	ES 2010	CLONE	ES 2009	EU 2010	ES 2010
1	7,42a*	9,15a	4,99c	20	4,54b	5,41b	3,36c
2	6,18a	6,36b	4,67c	23	6,78a	9,21a	4,59c
3	5,33b	7,05b	4,47c	26	4,14b	4,97b	3,31c
4	4,31b	4,75b	4,90c	27	6,19a	7,34a	5,72b
5	7,38a	7,98a	7,54a	28	6,31a	7,33b	3,31c
7	6,05a	6,59b	8,14a	29	6,23a	6,14b	6,14b
8	7,12a	7,95a	4,53c	30	4,67b	5,12b	2,34c
9	5,79a	8,21a	4,15c	31	5,90a	8,46a	4,26c
12	6,43a	9,61a	4,05c	33	6,73a	8,24a	3,88c
13	6,41a	7,87a	5,08c	36	4,94b	6,40b	3,73c
14	6,20a	5,69b	2,92c	37	5,16b	6,19b	4,03c
15	4,92b	4,87b	3,67c	38	5,99a	9,78a	7,78a
18	5,39b	6,43b	4,20c				
	ES 2009	EU 2010	ES 2010		ES 2009	EU 2010	ES 2010
Média	5,86	7,08	4,63	QMC	2,56*	7,01*	6,71*
DMS	3,71	5,28	2,88	QMR	1,38	2,79	0,83
CV(%)	20,02	23,60	19,67				

\*Valores seguidos da mesma letra não foram significativos a 5% de probabilidade pelo teste F. ES - estação seca; EU - estação úmida.

Avaliando 18 genótipos de acerola provenientes de Petrolina – PE, Gonzaga Neto *et al.* (1999) obtiveram pesos médios nos frutos variando de 2,85 g a 6,90 g. Bezerra *et al.* (1994), avaliando acerolas em geral, encontraram valores variando de 2,7 g a 5,1 g. Enquanto, Brunini *et al.* (2004) encontraram valores variando de 6,92 g a 9,60 g ao avaliarem os pesos médios de frutos de acerola provenientes de oito regiões do Estado de São Paulo. Musser *et al.* (2005) avaliaram 12 genótipos de aceroleira do Banco Ativo de Germoplasma da Universidade Federal Rural de Pernambuco e encontraram valores para o peso médio dos frutos iguais a 4,74 g no período de inverno de 1999, 4,49 g no período de verão de 2000 e 8,19 g no período de verão de 2001. Os valores obtidos no presente trabalho estão próximos aos observados pelos autores citados anteriormente. As divergências encontradas, provavelmente, são devidas às

diferenças edafoclimáticas entre os diferentes locais de cultivo, além das diferenças genotípicas das plantas avaliadas.

### 3.1.2. Firmeza da polpa

As médias referentes a firmeza da polpa dos frutos de acerola das estações seca de 2009, úmida de 2010 e seca de 2010, podem ser observadas na figura 2.

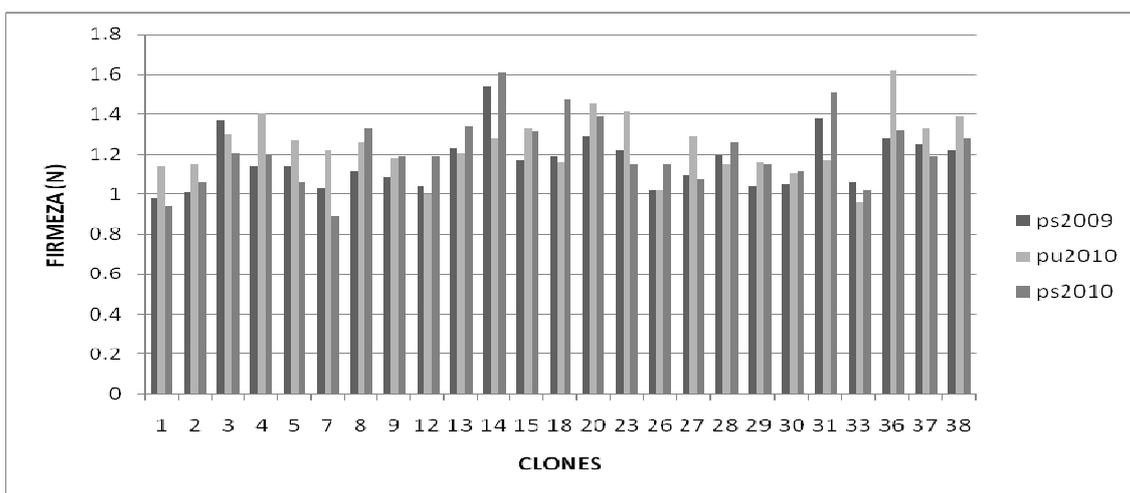


Figura 2. Média das firmezas (N) de polpa dos frutos de aceroleira colhidos na estação seca de 2009, úmida de 2010 e seca de 2010. Pacajus - CE.

Na tabela 4, encontram-se os valores de todas as estações; observou-se durante a estação seca de 2009, amplitude de 0,98N (clone 1) a 1,54N (clone 14), com média para a estação de 1,17N. Para a estação úmida de 2010, a firmeza variou de 0,96N (clone 33) a 1,62N (clone 36), com média de 1,24N para a estação. Foi observado para a estação seca de 2010 amplitude de 0,89N (clone 7) a 1,61N (clone 14), sendo a média para a estação de 1,22N. Houve diferença significativa dentro das estações, porém, na análise conjunta verificou-se que não houve diferenças significativas. Segundo Chitarra (2006) a firmeza ou dureza relaciona-se com a força necessária para que o produto atinja uma dada deformação. Sendo um atributo importante para a análise da vida útil pós colheita de um produto. Assim, mesmo nos períodos mais úmidos onde os frutos se tornam mais túrgidos, a manutenção da firmeza permite uma maior capacidade de conservação da forma do mesmo. A firmeza do fruto dependerá, entre outros, de seu estado de maturação. Batista *et al* (2000), avaliando acerolas em diferentes fases de maturação, encontraram valores de 1,76 a 10,80N, sendo a ordem de maduros a verdes. Cunha Neto (2009) observou variação de 2,41 a

4,21N nos frutos avaliados, sendo valores superiores aos encontrados no presente trabalho.

Tabela 4. Firmeza (N) dos frutos de aceroleira colhidos na estação seca de 2009, úmida de 2010 e seca de 2010. Pacajus-CE.

CLONE	ES* 2009	EU* 2010	ES 2010	CLONE	ES 2009	EU 2010	ES 2010
1	0,98c*	1,14b	0,94b	20	1,29b	1,46a	1,39a
2	1,01c	1,15b	1,06b	23	1,22b	1,41a	1,15b
3	1,37a	1,30a	1,21b	26	1,02c	1,02b	1,15b
4	1,14c	1,40a	1,20b	27	1,10c	1,29a	1,08b
5	1,14c	1,27a	1,06b	28	1,20b	1,15b	1,26a
7	1,03c	1,22b	0,89b	29	1,04c	1,16b	1,15b
8	1,12c	1,26a	1,33a	30	1,05c	1,11b	1,12b
9	1,09c	1,18b	1,19b	31	1,38a	1,17b	1,51a
12	1,04c	1,00b	1,19b	33	1,06c	0,96b	1,02b
13	1,23b	1,21b	1,34a	36	1,28b	1,62a	1,32a
14	1,54a	1,28a	1,61a	37	1,25b	1,33a	1,19b
15	1,17c	1,33a	1,31a	38	1,22b	1,39a	1,28a
18	1,19b	1,16b	1,48a				
	ES 2009	EU 2010	ES 2010		ES 2009	EU 2010	ES 2010
Média	1,17	1,24	1,22	QMC	0,05*	0,06*	0,09*
DMS	0,37	0,54	0,54	QMR	0,01	0,03	0,03
CV(%)	9,99	13,83	13,93				

\*Valores seguidos da mesma letra não foram significativos a 5% de probabilidade pelo teste F. ES - estação seca; EU - estação úmida.

### 3.1.3. Sólidos Solúveis (SS)

Na figura 3 podem ser observadas as médias referentes aos valores de sólidos solúveis dos frutos.

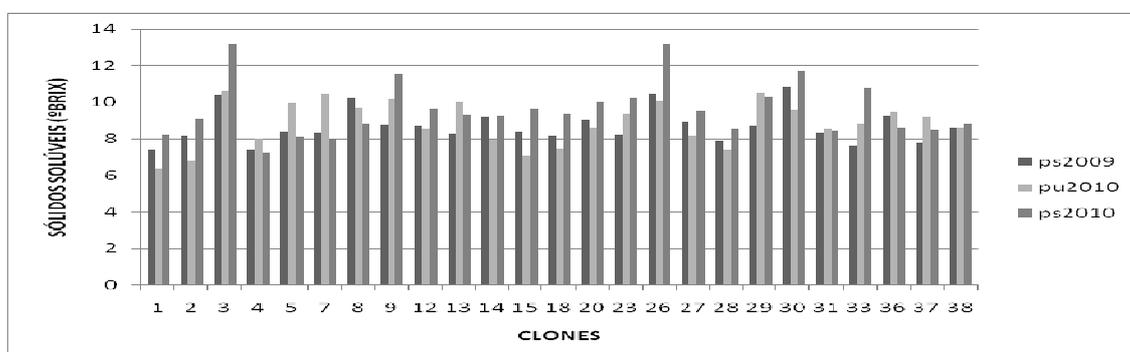


Figura 3. Média dos valores de sólidos solúveis (°Brix) dos frutos de aceroleira colhidos na estação seca de 2009, úmida de 2010 e seca de 2010. Pacajus CE.

Na tabela 5, encontram-se os valores de todas as estações. Durante a estação seca de 2009, a média foi de 8,69 °Brix, sendo do clone 30 o maior valor apresentado (10,87 °Brix) e do clone 1 o menor valor (7,40 °Brix). Para a estação úmida de 2010, houve uma amplitude de 6,35 a 10,63 °Brix, sendo valores respectivos ao clone 1 e clone 3, e a média para a estação, de 8,86 °Brix. Na estação seca de 2010, verificou-se média de 9,61 °Brix, sendo o menor e maior valor de 7,26 e 13,23 °Brix para o clone 4 e clone 3, respectivamente. Houve, portanto, diferenças significativas em SS com relação a análise univariada e conjunta para todas as estações.

Tabela 5. Sólidos solúveis (SS) dos frutos de aceroleira colhidos na estação seca de 2009, úmida de 2010 e seca de 2010. Pacajus-CE.

CLONE	ES* 2009	EU* 2010	ES 2010	CLONE	ES 2009	EU 2010	ES 2010
1	7,40c*	6,35b	8,20b	20	9,06b	8,60b	10,03b
2	8,17c	6,83b	9,13b	23	8,20c	9,37a	10,23b
3	10,40a	10,63a	13,23a	26	10,43a	10,06a	13,17a
4	7,40c	8,00b	7,26b	27	8,90b	8,15b	9,53b
5	8,40c	10,00a	8,13b	28	7,90c	7,40b	8,56b
7	8,30c	10,45a	8,00b	29	8,70b	10,53a	10,30b
8	10,23a	9,68a	8,80b	30	10,87a	9,58a	11,73a
9	8,77b	10,17a	11,57a	31	8,33c	8,52b	8,46b
12	8,70b	8,58b	9,66b	33	7,63c	8,85b	10,73a
13	8,27c	10,03a	9,33b	36	9,23b	9,48a	8,63b
14	9,17b	7,97b	9,23b	37	7,80c	9,17a	8,50b
15	8,37c	7,08b	9,66b	38	8,63b	8,65b	8,83b
18	8,17c	7,47b	9,35b				
	ES 2009	EU 2010	ES 2010		ES 2009	EU 2010	ES 2010
Média	8,69	8,86	9,61	QMC	2,63*	4,53*	6,88*
DMS	1,89	3,66	5,73	QMR	0,36	1,34	3,29
CV(%)	6,91	13,05	18,87				

\*Valores seguidos da mesma letra não foram significativos a 5% de probabilidade pelo teste F. ES - estação seca; EU - estação úmida.

Vários trabalhos têm apresentado valores para o teor de SS para acerolas maduras, variando de 4,7 a 9,2 °Brix (GONZAGA NETO *et al.*, 1999); 7,0 a 7,5 °Brix (NOGUEIRA *et al.*, 2002); 7,47 a 8,73 °Brix (MUSSER *et al.*, 2005); 5,7 a 6,5 °Brix (BRUNINI *et al.*, 2004); 6,33 a 11,46 °Brix (MACIEL *et al.*, 2010). Comparando esses valores com aqueles obtidos no presente trabalho, percebe-se que em todas as estações os valores de SS são semelhantes aos obtidos por esses autores, com exceção do valor de 13,23 °Brix do clone 3 observado na estação seca de 2010 que foi bem superior aos encontrados nesses trabalhos.

Os teores de sólidos solúveis são mais elevados nas acerolas maduras, porém, são reduzidos pela chuva ou irrigação excessiva, em virtude da diluição do suco celular, variando também de acordo com o genótipo (NOGUEIRA *et al.* 2002). Segundo Vilas Boas *et al.* (2007), o teor de sólidos solúveis é usado como indicador de maturidade e também determina a qualidade da fruta, exercendo importante papel no sabor.

### 3.1.4. Acidez Titulável (AT)

A acidez titulável encontrada para as estações avaliadas podem ser observadas na figura 4.

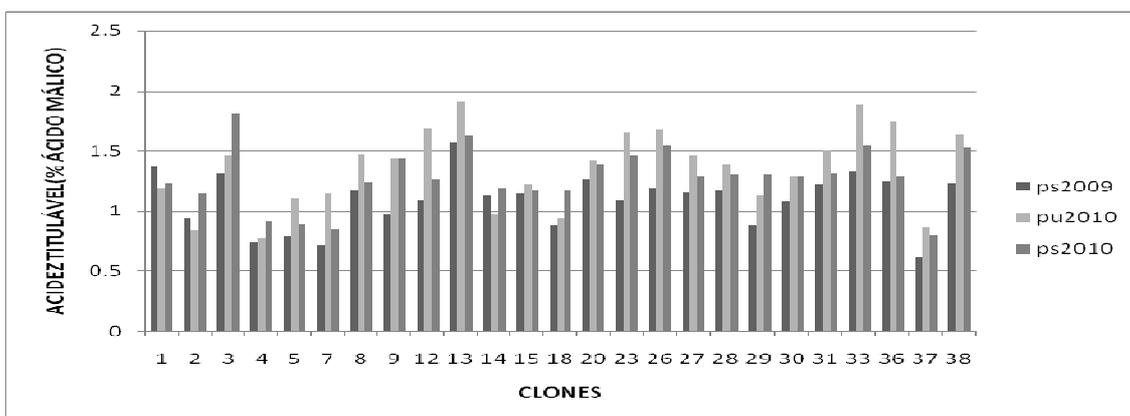


Figura 4. Média dos valores de acidez titulável (% ácido málico) dos frutos de aceroleira colhidos na estação seca de 2009, úmida de 2010 e seca de 2010. Pacajus CE.

Na tabela 6, podem ser verificadas as médias de todas as estações. Para a estação seca de 2009, observou-se amplitude de 0,61% (clone 37) a 1,57% (clone 13), sendo a média da estação de 1,09% de ácido málico. Durante a estação úmida observou-se amplitude de 0,77% (clone 4) a 1,91% (clone 13), com média para a estação de 1,36% de ácido málico. Para a estação seca de 2010, observou-se média de 1,28% de ácido málico, com amplitude de 0,80% (clone 37) a 1,81% (clone 3). Observaram-se diferenças significativas na análise univariada e conjunta para todas as estações com relação a acidez titulável dos frutos avaliados. Sendo observado o maior teor de acidez no clone 13 (1,91%) durante a estação úmida. Verificou-se que acidez é maior em estações onde a disponibilidade de água para a planta é maior, aumentando sua acidez,

sendo esta relacionada diretamente ao aumento da vitamina C, influenciando consequentemente na atividade antioxidante total.

Tabela 6. Acidez titulável (AT) dos frutos de aceroleira colhidos na estação seca de 2009, úmida de 2010 e seca de 2010. Pacajus-CE.

CLONE	ES* 2009	EU* 2010	ES 2010	CLONE	ES 2009	EU 2010	ES 2010
1	1,37b*	1,19c	1,23b	20	1,26c	1,42b	1,39b
2	0,94d	0,84d	1,14b	23	1,09c	1,65a	1,46a
3	1,31b	1,46b	1,81a	26	1,19c	1,68a	1,54a
4	0,74e	0,77d	0,91c	27	1,15c	1,46b	1,29b
5	0,79e	1,10c	0,89c	28	1,17c	1,39b	1,30b
7	0,71e	1,14c	0,85c	29	0,88d	1,13c	1,30b
8	1,17c	1,47b	1,24b	30	1,08c	1,29c	1,29b
9	0,97d	1,44b	1,44a	31	1,22c	1,50b	1,31b
12	1,09c	1,69a	1,26b	33	1,32b	1,89a	1,54a
13	1,57a	1,91a	1,63a	36	1,25c	1,74a	1,29b
14	1,13c	0,98d	1,19b	37	0,61e	0,87d	0,80c
15	1,14c	1,22c	1,17b	38	1,23c	1,64a	1,52a
18	0,88d	0,94d	1,17b				
	ES 2009	EU 2010	ES 2010		ES 2009	EU 2010	ES 2010
Média	1,09	1,36	1,28	QMC	0,15*	0,32*	0,18*
DMS	0,25	0,66	0,55	QMR	0,01	0,04	0,03
CV(%)	7,27	15,38	13,59				

\*Valores seguidos da mesma letra não foram significativos a 5% de probabilidade pelo teste F. ES - estação seca; EU - estação úmida.

Na revisão realizada por Freitas *et al.* (2006), encontram-se valores de AT obtidos em diferentes trabalhos realizados com acerola que variam de 0,79 a 1,90% (GONZAGA NETO *et al.*, 1999); 0,89 a 2,10% (AGUIAR, 2001); 1,04 a 1,87% (LIMA *et al.*, 2002); 0,53 a 1,52% (MOURA *et al.*, 2002); 1,33 a 2,27% (NUNES *et al.*, 2002); 1,07 a 1,88% (SANTOS *et al.*, 2002). Moura *et al.* (2007) avaliando a acidez titulável em 45 clones de aceroleira provenientes de Limoeiro do Norte - CE, encontraram média de 1,04% de ácido málico. Valores semelhantes aos encontrados pelos autores foram observados no presente trabalho.

### 3.1.5. pH da polpa

O pH encontrado para os frutos avaliados nas estações podem ser verificados na figura 5.

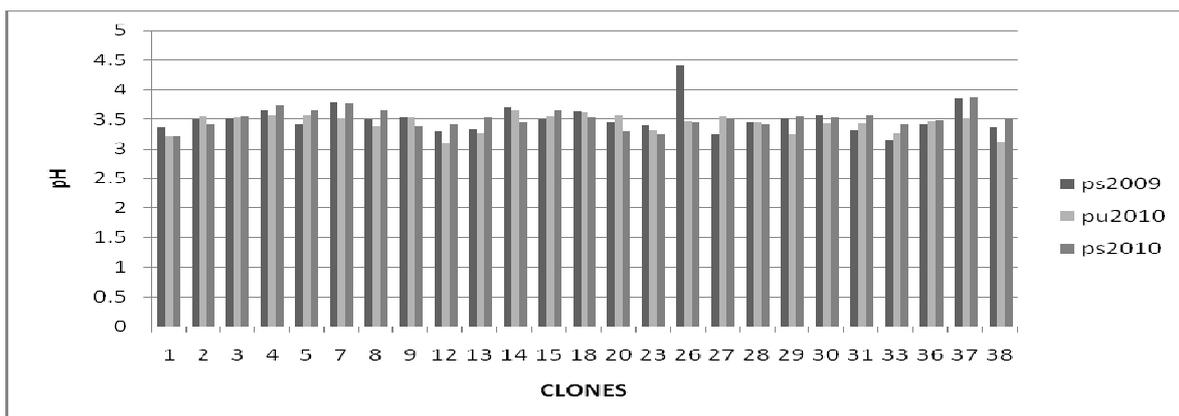


Figura 5. Média dos valores de pH dos frutos de aceroleira colhidos na estação seca de 2009, úmida de 2010 e seca de 2010. Pacajus CE.

Observa-se na tabela 7, a média de todas as estações. Durante a estação seca de 2009, foi obtida média de 3,47; sendo observada variação entre 3,14 (clone 33) a 3,85 (clone 37). Para a estação úmida de 2010, obteve média de 3,43; onde se observou variação de 3,09 (clone 12) a 3,64 (clone 14). Durante a estação seca de 2010, verificou-se média de 3,51, variando de 3,20 (clone 1) a 3,86 (clone 37). Houve diferença significativa dentro das estações, porém na análise conjunta não foram significativos.

Tabela 7. Acidez titulável (AT) dos frutos de aceroleira colhidos na estação seca de 2009, úmida de 2010 e seca de 2010. Pacajus-CE

CLONE	ES* 2009	EU* 2010	ES 2010	CLONE	ES 2009	EU 2010	ES 2010
1	3,36b*	3,20b	3,20b	20	3,45b	3,56a	3,30b
2	3,49b	3,55a	3,42b	23	3,40b	3,32b	3,26b
3	3,50b	3,52a	3,55b	26	4,41b	3,46a	3,44b
4	3,65a	3,56a	3,73a	27	3,24b	3,55a	3,49b
5	3,42b	3,56a	3,67a	28	3,45b	3,44a	3,41b
7	3,78a	3,50a	3,77a	29	3,51b	3,23b	3,54b
8	3,49b	3,39a	3,65a	30	3,56a	3,43a	3,52b
9	3,52b	3,53a	3,37b	31	3,32b	3,43a	3,56b
12	3,30b	3,09b	3,42b	33	3,14b	3,27b	3,42b
13	3,33b	3,27b	3,53b	36	3,42b	3,46a	3,48b
14	3,70a	3,64a	3,44b	37	3,85a	3,51a	3,86a
15	3,49b	3,55a	3,65a	38	3,36b	3,11b	3,51b
18	3,62a	3,60a	3,53b				
	ES 2009	EU 2010	ES 2010		ES 2009	EU 2010	ES 2010
Média	3,47	3,43	3,51	QMC	0,07*	0,07*	0,07*
DMS	0,50	0,61	0,51	QMR	0,03	0,04	0,02
CV(%)	4,56	5,63	4,63				

\*Valores seguidos da mesma letra não foram significativos a 5% de probabilidade pelo teste F. ES - estação seca; EU - estação úmida.

Esses resultados estão dentro da faixa de valores de pH encontrados por outros autores como Nogueira *et al.* (2002) que relataram pH de 3,36 a 3,80; França e Narain (2003), cuja variação foi de pH 3,18 a 3,53; Musser *et al.* (2004), pH de 3,10 a 3,46; e Maciel *et al.* (2010), cujos valores médios de pH se encontraram entre 2,9 e 3,5. O pH é uma variável de baixa variabilidade em acerolas, mesmo nas maduras, o que explica os valores obtidos pelos autores citados anteriormente. O pH da acerola em completo estágio de maturação encontra-se na faixa de 2,58 a 3,91 (LIMA *et al.*, 2002). De acordo com Nogueira *et al.* (2002), com o avanço da maturação, a acerola fica menos ácida, aumentando assim seu pH.

### 3.1.6. Relação SS/AT

Na figura 6 encontram-se os valores de SS/AT para as estações seca de 2009 e, úmida e seca de 2010.

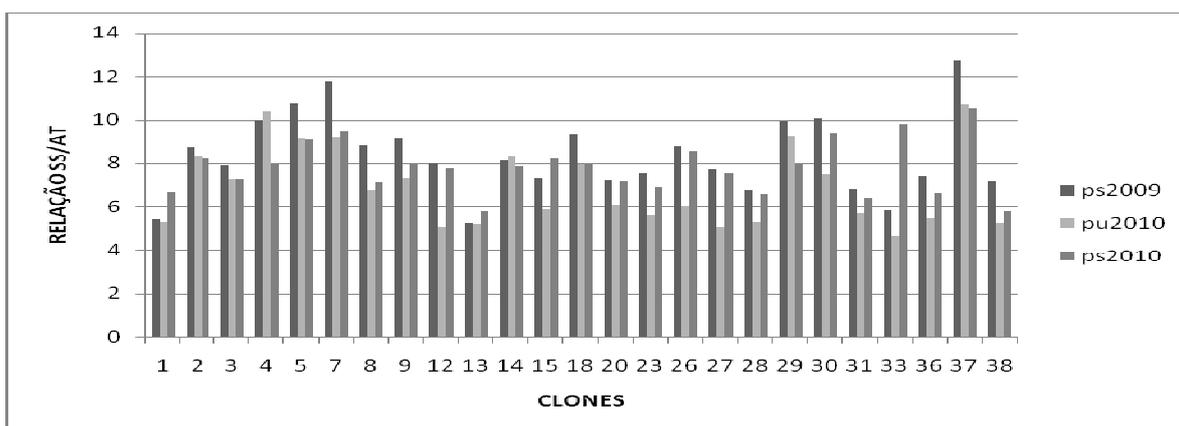


Figura 6. Média dos valores da relação SS/AT dos frutos de aceroleira colhidos na estação seca de 2009, úmida de 2010 e seca de 2010. Pacajus CE.

Na tabela 8, encontram-se todas as médias referentes a todas as estações. Onde se observa para a estação seca de 2009, variação de 5,27 (clone 13) a 12,75 (clone 37), com média de 8,35. Durante a estação úmida de 2010, observou-se média de 6,94, sendo a amplitude de 4,64 (clone 33) a 10,72 (clone 37). Para a estação seca de 2010, a média foi de 7,67, com amplitude de 5,78 (13) a 10,50 (clone 37). Verificou-se diferença significativa para todas as estações avaliadas.

Tabela 8. Acidez titulável (AT) dos frutos de aceroleira colhidos na estação seca de 2009, úmida de 2010 e seca de 2010. Pacajus-CE.

CLONE	ES* 2009	EU* 2010	ES 2010	CLONE	ES 2009	EU 2010	ES 2010
1	5,42e*	5,33c	6,67b	20	7,25d	6,05c	7,22b
2	8,75c	8,31b	8,20a	23	7,54d	5,65c	6,92b
3	7,90d	7,28b	7,29b	26	8,80c	6,02c	8,58a
4	9,99c	10,39a	7,93a	27	7,73d	5,07c	7,53b
5	10,77b	9,13a	9,10a	28	6,76d	5,30c	6,57b
7	11,76b	9,22a	9,49a	29	9,91c	9,24a	7,96a
8	8,84c	6,76c	7,10b	30	10,07c	7,48b	9,37a
9	9,15c	7,35b	7,97a	31	6,82d	5,70c	6,42b
12	8,00d	5,06c	7,79a	33	5,84e	4,64c	9,79b
13	5,27e	5,24c	5,78b	36	7,41d	5,48c	6,63b
14	8,14d	8,28b	7,84a	37	12,75a	10,72a	10,50a
15	7,34d	5,87c	8,20a	38	7,13d	5,29c	5,79b
18	9,32c	7,92b	7,99a				
	ES 2009	EU 2010	ES 2010		ES 2009	EU 2010	ES 2010
Média	8,35	6,94	7,67	QMC	10,30*	9,51*	4,00*
DMS	2,45	3,11	4,23	QMR	0,60	0,96	1,79
CV(%)	9,33	14,17	17,46				

\*Valores seguidos da mesma letra não foram significativos a 5% de probabilidade pelo teste F. ES - estação seca; EU - estação úmida.

França e Narain (2003) relataram valores de SS/AT para três matrizes de acerola de 4,73 a 9,42, enquanto Musser *et al.* (2004), em sua pesquisa de caracterização dos primeiros 12 genótipos de aceroleiras cultivadas no BAG da UFRPE, constataram valores de SS/AT variando entre 4,27 e 7,31. Maciel *et al.* (2010) avaliando mais 18 acessos do BAG da UFRPE encontraram valores da relação SS/AT entre 3,79 e 7,06. O maior valor encontrado por esses autores é menor que o maior valor encontrado no presente trabalho (clone 37), mesmo avaliando-se todas as estações.

Segundo Souza (2004), a contribuição dos ácidos orgânicos para a qualidade sensorial dos frutos deve-se, principalmente ao balanço entre seus conteúdos e os de açúcares, relação SS/AT. Esta relação alta contribui com um gosto doce na fruta. De acordo com Chitarra (2006), essa relação é mais representativa que a medição isolada de açúcares ou da acidez, pois a relação além de dar uma boa ideia do equilíbrio entre esses dois componentes indica o sabor dos frutos.

### 3.1.7. Vitamina C total

As médias referentes aos valores de vitamina C total dos frutos de aceroleira da estação seca de 2009, úmida de 2010 e seca de 2010, podem ser observadas na figura 7.

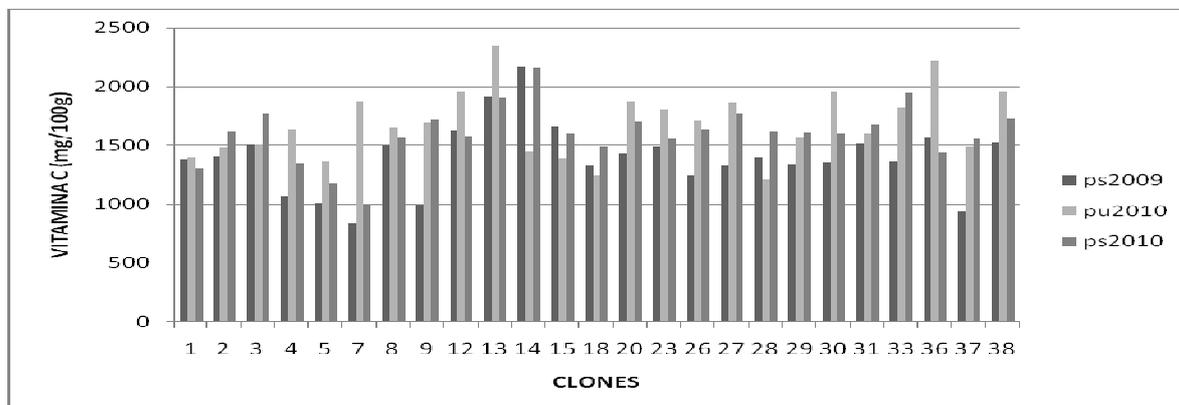


Figura 7. Média dos valores de vitamina C (mg/100g) dos frutos de aceroleira colhidos na estação seca de 2009, úmida de 2010 e seca de 2010. Pacajus CE.

Na tabela 9 encontram-se todas as médias das estações. Durante a estação seca de 2009, observou-se amplitude de 836 mg/ 100g (clone 7) a 2.167,89 mg/ 100g (clone 14), com média para a estação de 1.392,84 mg/ 100g de vitamina C. Para a estação úmida de 2010, foi obtido média de 1.679,98 mg/ 100g; sendo a variação de 1.207,01 mg/ 100g (clone 28) a 2.349,43 mg/ 100g (clone 13). Durante a estação seca de 2010 houve amplitude de 988,64 mg/ 100g (clone 7) a 2.155,59 mg/ 100g (clone 14), com média de 1.600,01 mg/ 100g. O maior conteúdo de vitamina C, foi encontrado no clone 13 (2.349,43 mg/100g) durante a estação úmida, confirmando sua relação com a acidez, como dito anteriormente na discussão da acidez titulável. Foram por tanto encontradas diferenças significativas para todas as estações segundo a análise univariada e conjunta com relação ao conteúdo de vitamina C.

Segundo Konrad (2002a), com relação à vitamina C, estações onde ocorrem grandes volumes de precipitação (ou irrigações intensas), elevando o volume de água no solo podem provocar uma diluição dessa vitamina na polpa do fruto; apresentando também frutos com menos açúcares. Nogueira *et al.* (2002) encontraram um decréscimo do teor de vitamina C durante o amadurecimento de 2.732,7 para 1.682,7 mg/ 100g na estação seca e de 1.753,2 até 865,8 mg/ 100g na estação chuvosa. Batista *et al* (2000), encontraram conteúdo de vitamina C em frutos maduros de acerola de 887,13 mg/100g

de polpa. Cunha Neto (2009), obteve média variando de 744,51 a 1434,86 mg/100g de polpa.

Tabela 9. Vitamina C total dos frutos de aceroleira colhidos na estação seca de 2009, úmida de 2010 e seca de 2010. Pacajus-CE.

CLONE	ES* 2009	EU* 2010	ES 2010	CLONE	ES 2009	EU 2010	ES 2010
1	1380,64b*	1397,01b	1295,62b	20	1433,55b	1868,87a	1696,07a
2	1403,54b	1482,25b	1623,56a	23	1484,35b	1804,44a	1550,82a
3	1498,70b	1501,72b	1764,97a	26	1242,41c	1701,96b	1634,28a
4	1058,62c	1631,95b	1341,29b	27	1324,35b	1867,77a	1774,21a
5	1008,31c	1353,73b	1173,36b	28	1397,17b	1207,01b	1618,96a
7	836,00c	1874,44a	988,64b	29	1334,84b	1566,00b	1605,19a
8	1495,59b	1649,12b	1559,36a	30	1345,97b	1950,55a	1598,17a
9	991,65c	1687,03b	1721,27a	31	1512,21b	1600,73b	1673,38a
12	1623,66b	1948,84a	1581,67a	33	1354,32b	1825,55a	1938,61a
13	1913,73a	2349,43a	1905,33a	36	1570,58b	2217,86a	1436,87b
14	2167,89a	1444,65b	2155,59a	37	935,74c	1490,29b	1548,33a
15	1659,92b	1388,52b	1598,16a	38	1520,78b	1958,07a	1726,37a
18	1326,38b	1241,69b	1490,08a				
	PS 2009	PU 2010	PS 2010		PS 2009	PU 2010	PS 2010
Média	1392,84	1679,98	1600,01	QMC	258654,26*	246830,18*	172833,23*
DMS	492,35	1082,21	725,04	QMR	24293,76	117372,76	52683,17
CV(%)	11,19	20,39	14,35				

\*Valores seguidos da mesma letra não foram significativos a 5% de probabilidade pelo teste F. ES - estação seca; EU - estação úmida.

### 3.1.8. Antocianinas Totais

As médias referentes aos valores de antocianinas dos frutos de aceroleira da estação seca de 2009, úmida de 2010 e seca de 2010 são observadas na figura 8.

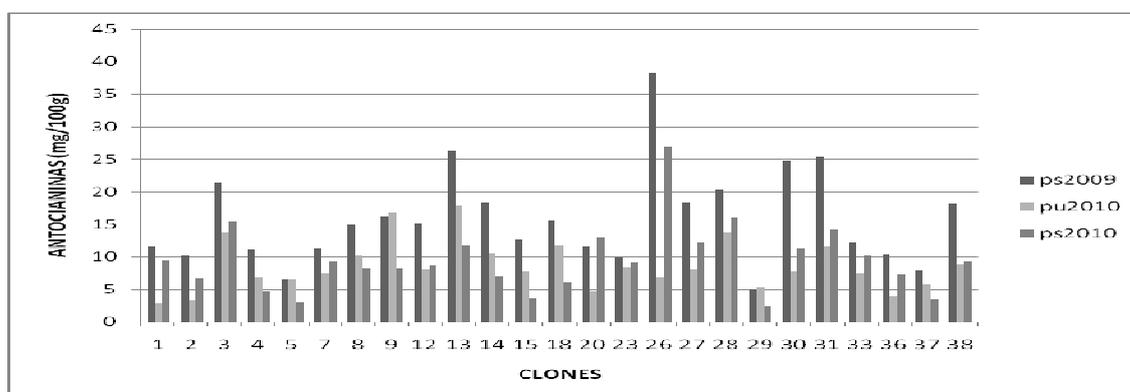


Figura 8. Média dos valores de antocianinas (mg/100g) dos frutos de aceroleira colhidos na estação seca de 2009, úmida de 2010 e seca de 2010. Pacajus CE.

Observa-se na tabela 10, a média de todas as estações. Durante a estação seca de 2009, houve amplitude de 5,06 mg/ 100g (clone 29) a 38,23 mg/ 100g (clone 26), com média para a estação de 15,75 mg/ 100g. Verificou-se para a estação úmida de 2010, amplitude de 2,83 (clone 1) a 17,89 (clone 13), com média de 8,61 mg/ 100g. Para a estação seca de 2010, amplitude de 2,24 (clone 29) a 27,04 (clone 26), com média de 9,49 mg/ 100g. Sendo encontradas diferenças significativas para todas as estações segundo a análise univariada e conjunta com relação ao conteúdo de antocianinas.

Tabela 10. Antocianinas totais dos frutos de aceroleira colhidos na estação seca de 2009, úmida de 2010 e seca de 2010. Pacajus-CE

CLONE	ES* 2009	EU* 2010	ES 2010	CLONE	ES 2009	EU 2010	ES 2010
1	11,47d*	2,83b	9,47c	20	11,44d	4,69b	13,00b
2	10,31d	3,26b	6,67c	23	9,90d	8,36b	9,06c
3	21,48b	13,61a	15,49b	26	38,23a	6,87b	27,04a
4	11,05d	6,83b	4,62c	27	18,34c	7,98b	12,24b
5	6,50d	6,46b	2,99c	28	20,37b	13,77a	15,93a
7	11,34d	7,37b	9,32c	29	5,06d	5,26b	2,24c
8	14,94c	10,34a	8,26c	30	24,78b	7,72b	11,42b
9	16,20c	16,78a	8,19c	31	25,40b	11,51a	14,25b
12	15,07c	8,17b	8,71c	33	12,28d	7,34b	10,18c
13	26,26b	17,89a	11,73b	36	10,38d	3,94b	7,25c
14	18,34c	10,47a	7,02c	37	7,90d	5,71b	3,38c
15	12,73d	7,65b	3,60c	38	18,17c	8,76b	9,29c
18	15,65c	11,67a	6,05c				
	PS 2009	PU 2010	PS 2010		PS 2009	PU 2010	PS 2010
Média	15,75	8,61	9,49	QMC	164,81*	45,50*	82,83*
DMS	13,98	12,54	14,81	QMR	19,60	15,75	21,99
CV(%)	28,11	46,09	49,39				

\*Valores seguidos da mesma letra não foram significativos a 5% de probabilidade pelo teste F. ES - estação seca; EU - estação úmida.

Caracterizando acerolas maduras de 12 acessos, Lima *et al.* (2002) observaram teores de antocianinas totais variando de 3,81 a 47,36 mg/ 100g. Moura *et al.* (2002) avaliando frutos em estágio maduro, provenientes de 45 clones de aceroleira encontraram valores de antocianinas totais de 1,52 a 28,47 mg/ 100g. Lima *et al.* (2003) observaram conteúdos variando de 3,79 a 59,74 mg/ 100 g. Musser *et al.* (2004) relataram valores de 3,8 a 74,40 mg/ 100 g. Araújo *et al.* (2004) analisando acerolas maduras em diferentes épocas do ano, encontraram teores médios de antocianinas de 3,62 mg/ 100g no período chuvoso e de 8,29 mg /100g no período seco. Mezdri *et al.*

(2008) encontraram valores que ficaram entre 27,2 e 28,2 mg/ 100 g, enquanto Maciel et al. (2010) encontram valores entre 4,35 e 14,93 mg/ 100 g. Os maiores valores de antocianinas do presente trabalho foram encontradas durante os períodos secos avaliados, porém, os resultados obtidos no presente trabalho encontram-se dentro dos valores obtidos por esses autores.

A cor vermelha da acerola, no estágio maduro, decorre da presença de antocianinas. Em acerola, há uma grande variação no teor de antocianinas influenciando a cor dos frutos (LIMA *et al.*, 2002). Quanto maior o teor de antocianinas, melhor a aceitação do produto por parte do consumidor (MOURA *et al.*, 2002).

### 3.1.9. Flavonóides Amarelos

As médias referentes aos valores de flavonóides amarelos dos frutos de aceroleira da estação seca de 2009, úmida de 2010 e seca de 2010, podem ser observadas na figura 9.

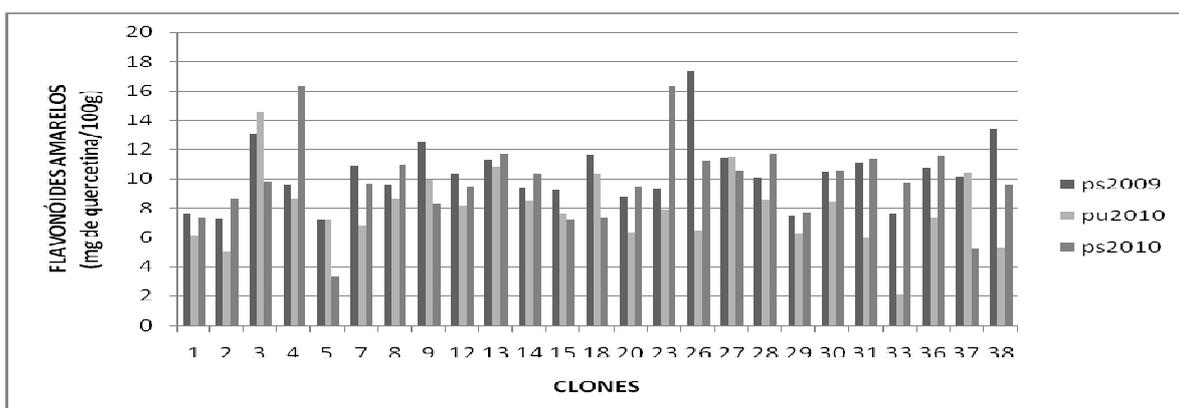


Figura 9. Média dos valores de flavonóides (mg de quercetina/100g) dos frutos de aceroleira colhidos na estação seca de 2009, úmida de 2010 e seca de 2010. Pacajus CE.

Na tabela 11 encontram-se todas as médias das estações. Observou-se na estação seca de 2009, variação de 7,20 mg de quercetina/ 100g (clone 5) a 17,31 mg de quercetina/ 100g (clone 26), com média de 10,30 mg de quercetina/ 100g. Durante a estação úmida de 2010, houve um amplitude de 2,17 (clone 33) a 14,57 (clone 3), com média de 7,95 mg de quercetina/ 100g. Para a estação seca de 2010, foi obtido média de 9,82 mg de quercetina/ 100g, variando entre 3,34 (clone 5) a 16,33 mg de quercetina/ 100g (clone 23). Houve diferença significativa dentro das estações, porém na análise conjunta não foi observadas diferenças significativas.

Tabela 11. Flavonóides amarelos dos frutos de aceroleira colhidos na estação seca de 2009, úmida de 2010 e seca de 2010. Pacajus-CE

CLONE	ES* 2009	EU* 2010	ES 2010	CLONE	ES 2009	EU 2010	ES 2010
1	7,58c*	6,15a	7,37a	20	8,77c	6,36a	9,51a
2	7,25c	5,06a	8,65a	23	9,30c	7,95a	16,33a
3	13,10b	14,57a	9,79a	26	17,31a	6,48a	11,28a
4	9,63c	8,69a	16,32a	27	11,47b	11,51a	10,54a
5	7,20c	7,19a	3,34a	28	10,11c	8,56a	11,72a
7	10,89b	6,80a	9,69a	29	7,47c	6,31a	7,68a
8	9,63c	8,60a	10,92a	30	10,50c	8,43a	10,51a
9	12,47b	9,93a	8,31a	31	11,10b	5,93a	11,36a
12	10,33c	8,15a	9,47a	33	7,58c	2,17a	9,76a
13	11,31b	10,78a	11,71a	36	10,68c	7,37a	11,54a
14	9,38c	8,49a	10,39a	37	10,13c	10,44a	5,26a
15	9,26c	7,59a	7,18a	38	13,41b	5,33a	9,66a
18	11,69b	10,32a	7,29a				
	ES 2009	EU 2010	ES 2010		ES 2009	EU 2010	ES 2010
Média	10,30	7,95	9,82	QMC	15,59*	18,32*	24,03*
DMS	5,56	9,30	17,74	QMR	3,10	8,68	31,55
CV(%)	17,09	37,02	57,17				

\*Valores seguidos da mesma letra não foram significativos a 5% de probabilidade pelo teste F. ES - estação seca; EU - estação úmida.

Os maiores valores encontrados para os flavonóides foram durante as estações secas, comportamento semelhante à antocianina. Segundo Harbone (2000), os flavonóides sempre acompanham as antocianinas em frutos, provavelmente porque apresentam caminhos de biossíntese semelhantes. Valores de flavonóides variando de 7,00 a 18,48 mg de quercetina/ 100g foram encontrados por Lima *et al.* (2002), caracterizando acerolas maduras. Musser (2004), encontrou valores entre 5,9 a 22,3 mg de quercetina/100g de polpa ao caracterizar acerolas do banco de germoplasma em Pernambuco. Valores semelhantes foram encontrados no presente trabalho.

### 3.1.10. Polifenóis Solúveis Totais

As médias referentes aos valores dos polifenóis solúveis totais dos frutos de aceroleira da estação seca de 2009, úmida de 2010 e seca de 2010, podem ser observadas na figura 10.

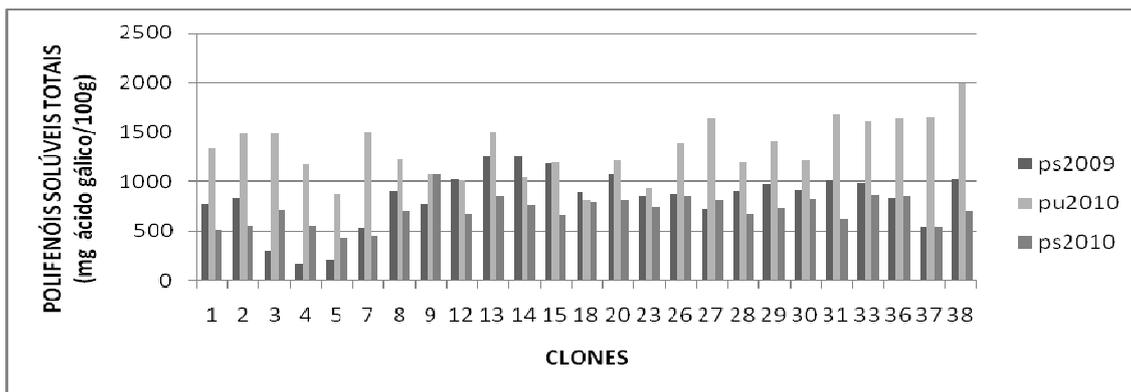


Figura 10. Média dos valores dos polifenóis solúveis totais (mg de ácido gálico/100g de polpa) dos frutos de aceroleira colhidos na estação seca de 2009, úmida de 2010 e seca de 2010. Pacajus CE.

Na tabela 12 encontram-se todas as médias das estações. Durante a estação seca de 2009, foi obtido variação de 176,62 (clone 4) a 1.260,08 mg de ácido gálico/ 100g de polpa (clone 14), com média de 837,55 mg de ácido gálico/ 100g de polpa para a estação. Para a estação úmida de 2010, foi encontrado variação de 821,68 (clone 18) a 1.980,16 (clone 38), com média de 1332,00 mg de ácido gálico/ 100g de polpa. Durante a estação seca de 2010, obteve-se média de 715,23 mg de ácido gálico/ 100g de polpa, com amplitude de 428,03 (clone 5) a 1.079,08 mg de ácido gálico/ 100g de polpa (clone 9). Sendo encontradas diferenças significativas para todas as estações segundo a análise univariada e conjunta com relação ao conteúdo de polifenóis solúveis totais.

Observou-se que durante a estação úmida, foram encontrados os maiores valores para polifenóis totais. Batista (2010), avaliando a qualidade, compostos bioativos e atividade antioxidante em frutas produzidas no Submédio do Vale do Rio São Francisco encontrou teores médios de polifenóis totais em acerolas variando de 850,26 (cultivar costa rica), 949,25 (cultivar flor branca), 1.101,01 (cultivar sertaneja) a 1.345,21 mg/ 100g (cultivar Okinawa). Silva (2008) avaliando 19 clones de aceroleira mencionou valores entre 560,59 a 1.803,11 mg/ 100g. Sendo encontrados valores semelhantes no presente trabalho.

Tabela 12. Polifenóis solúveis totais dos frutos de aceroleira colhidos na estação seca de 2009, úmida de 2010 e seca de 2010. Pacajus-CE.

CLONE	ES* 2009	EU* 2010	ES 2010	CLONE	ES 2009	EU 2010	ES 2010
1	779,89c*	1342,16b	519,70b	20	1087,11b	1220,25b	822,79a
2	843,33c	1480,17a	559,98b	23	866,35c	939,58b	750,33a
3	301,87e	1478,48a	717,33a	26	882,96c	1383,58a	865,14a
4	176,62e	1178,21b	551,84b	27	728,78c	1641,01a	820,94a
5	205,18e	881,01b	428,03b	28	903,68c	1192,51b	674,77b
7	537,68d	1487,65a	454,48b	29	977,85b	1409,02a	736,01a
8	902,30c	1226,09b	700,47a	30	910,68c	1213,92b	833,30a
9	782,53c	1086,42b	1079,08a	31	1018,88b	1681,47a	633,73b
12	1034,07b	1017,11b	667,89b	33	992,25b	1604,04a	875,36a
13	1252,79a	1501,48a	857,82a	36	840,92c	1643,15a	863,34a
14	1260,08a	1054,22b	764,57a	37	545,12d	1644,17a	543,89b
15	1184,51a	1192,60b	663,00b	38	1028,6b	1980,16a	702,34a
18	895,39c	821,68b	796,49a				
	ES 2009	EU 2010	ES 2010		ES 2009	EU 2010	ES 2010
Média	837,55	1332,00	715,23	QMC	252830,49*	245711,40*	69103,57*
DMS	302,23	1126,32	380,81	QMR	9154,19	127134,37	14533,50
CV(%)	11,42	26,76	16,86				

\*Valores seguidos da mesma letra não foram significativos a 5% de probabilidade pelo teste F. ES - estação seca; EU - estação úmida.

### 3.1.11. Atividade Antioxidante Total

As médias referentes aos valores das atividades antioxidantes totais utilizando o método ABTS dos frutos de aceroleira da estação seca de 2009, úmida de 2010 e seca de 2010, podem ser observadas na figura 11.

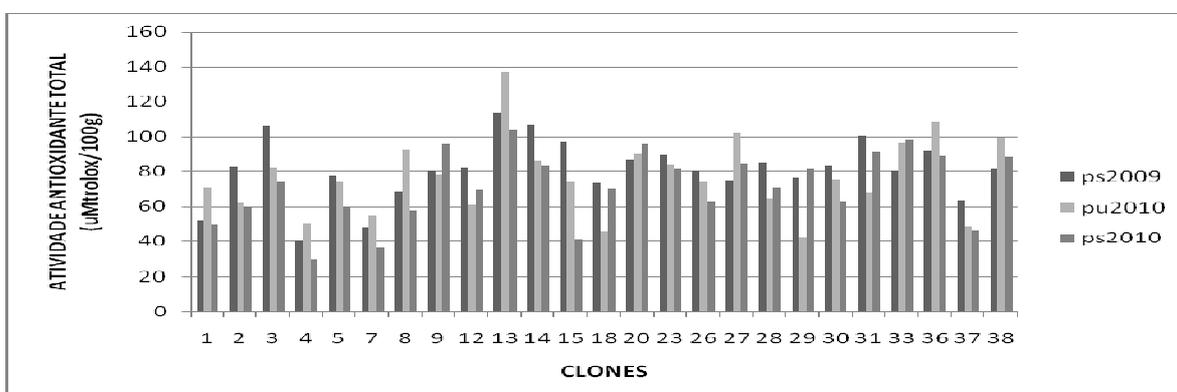


Figura 11. Média dos valores da atividade antioxidante ( $\mu\text{Mtrolox/g}$  de polpa) dos frutos de aceroleira colhidos na estação seca de 2009, úmida de 2010 e seca de 2010. Pacajus CE.

Na tabela 13 encontram-se todas as médias das estações. Durante a estação seca de 2009, verificou-se amplitude de 41,09 (clone 4) a 113,49  $\mu\text{Mtrolox/g}$  de polpa (clone 13), com média de 80,88  $\mu\text{Mtrolox/g}$  de polpa. Observou para a estação úmida de 2010, variação de 42,43 (clone 29) a 136,68  $\mu\text{Mtrolox/g}$  de polpa (clone 13), com média de 76,88  $\mu\text{Mtrolox/g}$  de polpa. Para a estação seca de 2010, verificou média de 71,46  $\mu\text{Mtrolox/g}$  de polpa, com amplitude de 29,93 (clone 4) a 103,49 (clone 13). Observou-se diferença significativa para todas as estações segundo a análise univariada e conjunta com relação à atividade antioxidante total. Apesar dessa diferença estatística, observa-se média semelhante nas estações, isso se deve ao fato da atividade antioxidante ser influenciada por vários compostos como vitamina C e compostos fenólicos, os quais se apresentaram em maiores quantidades em estações diferentes.

Tabela 13. Atividade antioxidante total dos frutos de aceroleira colhidos na estação seca de 2009, úmida de 2010 e seca de 2010. Pacajus-CE

CLONE	ES* 2009	EU* 2010	ES 2010	CLONE	ES 2009	EU 2010	ES 2010
1	51,65d	70,76b	49,50c	20	86,89b	90,24a	95,49a
2	82,99b	62,33b	60,15c	23	89,38b	84,01a	81,98b
3	105,88a	82,34a	74,36b	26	80,04b	74,42b	62,88c
4	41,09d	49,92b	29,93c	27	74,80b	102,47a	84,69b
5	77,83b	74,03b	60,01c	28	85,22b	63,97b	71,39b
7	48,06d	54,88b	36,26c	29	76,08b	42,43b	81,63b
8	68,76c	92,02a	57,76c	30	83,46b	75,47b	62,88c
9	80,01b	78,18b	96,44a	31	100,39a	67,23b	91,28a
12	82,49b	61,03b	69,91b	33	79,77b	96,73a	98,28a
13	113,49a	136,68a	103,49a	36	91,69b	108,36a	88,73a
14	106,36a	86,21a	83,63b	37	63,11c	48,50b	46,11c
15	97,38a	74,63b	41,39c	38	81,77b	99,52a	88,30a
18	73,45b	45,65b	70,34b				
	ES 2009	EU 2010	ES 2010		ES 2009	EU 2010	PE 2010
Média	80,88	76,88	71,46	QMC	919,36*	1458,23*	1257,97*
DMS	39,28	74,86	41,43	QMR	154,65	561,63	171,91
CV(%)	15,37	30,82	18,86				

\*Valores seguidos da mesma letra não foram significativos a 5% de probabilidade pelo teste F. ES - estação seca; EU - estação úmida.

Batista (2010), obteve valores de atividade antioxidante em acerolas variando entre 78,27 a 144,77  $\mu\text{MTrolox/g}$  de polpa. Rufino *et al* (2008) avaliando compostos bioativos e a capacidade antioxidante em frutos tropicais não tradicionais brasileiros observaram 96,6  $\mu\text{MTrolox/g}$  de polpa para atividade antioxidante total,

usando o método ABTS em acerola. No presente trabalho foram encontrados valores inferiores aos obtidos por Batista e semelhantes aos encontrados por Rufino.

De acordo com a análise conjunta (anexo B e C), houve diferenças significativas durante as estações seca e úmida com relação a peso, sólidos solúveis, acidez titulável, vitamina C, antocianinas, atividade antioxidante e polifenóis; verificando que essas variáveis sofrem influência ambiental.

Com relação à firmeza, pH e flavonóides, houve diferença significativa dentro das estações avaliadas, porém essas diferenças quando realizada a análise conjunta não foram significativas. Fato interessante para a firmeza, por ser um atributo importante para a análise da vida útil pós-colheita; assim, mesmo nas estações mais úmidas, onde os frutos se tornam mais túrgidos, sua capacidade de conservação da forma do mesmo é mantida por mais tempo. Com relação ao pH, vários estudos observaram a baixa variabilidade principalmente nos frutos maduros de aceroleira. Fato verificado no presente trabalho. Os flavonóides classificados como compostos fenólicos, de acordo com Heim (2002), estes são os maiores responsáveis pela atividade antioxidante, influenciando, portanto, durante todas as estações no poder antioxidante em frutos de aceroleira.

#### 4. CONCLUSÃO

- 1) Há mudanças significativas nas características de pós-colheita influenciadas pelas mudanças climáticas (estação seca e úmida).
- 2) Verificou-se aumento nas variáveis peso, acidez titulável, polifenóis totais e vitamina C durante a estação úmida. Sendo verificado aumento nos sólidos solúveis, relação SS/AT, flavonóides, antocianinas e atividade antioxidante durante as estações secas.
- 3) Houve diferenças significativas durante as estações seca e úmida com relação a peso, sólidos solúveis, acidez titulável, vitamina C, antocianinas, atividade antioxidante e polifenóis; Com relação à firmeza, pH e flavonóides, houve diferença significativa dentro das estações avaliadas, porém essas diferenças quando realizada a análise conjunta não foram significativa.

## 5. REFERÊNCIAS

ARAÚJO, P. G. L.; FIGUEIREDO, R. W.; ALVES, R.E. *et al.* Qualidade de frutos de aceroleira colhidos em diferentes épocas do ano. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS, 19., 2004, Recife, **Anais...** Recife: SBCTA, 2004. CD-ROM.

BATISTA, M. S.; FIGUEIREDO, R. M. F.; QUEIROZ, A. J. M. Parâmetros físicos e químicos da acerola (*Malpighia punicifolia*, L.) em diferentes fases de maturação. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, Campina Grande, v. 2, n. 2, p. 19-24, 2000.

BATISTA, P. F. **Qualidade, compostos bioativos e atividade antioxidante em frutas produzidas no Submédio do Vale do São Francisco**. Dissertação (Mestrado/Fitotecnia). Universidade Federal Rural do Semiárido. 162p. Mossoró- RN, 2010.

BEZERRA, J. E. F.; LEDERMAN, I. E.; CARVALHO, P. S.; MELO NETO, M. L. **Avaliação de clones de aceroleira na região do Vale do Rio Moxotó – PE. I. plantas juvenis**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 13, 1994, Salvador. **Anais...** Salvador: SBF, 1994, P. 85-86.

BRUNINI, M. A., MACEDO, N. B.; COELHO, C. V.; SIQUEIRA, G. F. Caracterização física e química de acerolas provenientes de diferentes regiões de cultivo. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 26, n. 3, p. 486-489, 2004.

CUNHA NETO, J. **Seleção de clones de aceroleira, repetibilidade, correlações e uso de técnicas multivariadas entre caracteres agronômicos e de pós-colheita**. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Fitotecnia) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza. 131p. 2009

CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. **Pós-colheita de frutas e hortaliças: fisiologia e manuseio**. 2. ed. Lavras: UFLA, 2006. 785p.

FRANÇA, V. C.; NARAIN, N. Caracterização química dos frutos de três matrizes de acerola (*Malpighia emarginata* D. C.). **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 23, p. 157-160, 2003.

GONZAGA NETO, L.; MATTUZ, B. Caracterização agrônômica de clones de aceroleira (*Malpighia* spp.) na região do submédio São Francisco. **Revista Brasileira de Fruticultura**, 21: 110-5, 1998.

HARBONE, J. B.; WILLIAMS, C. A. Advances in flavonoids researches since 1992. **Phytochemistry**, v. 55, p. 481-504, 2000.

KONRAD, M.; HERNANDEZ, F. B. T.; GENEROSO, E. C. S. **Qualidade de frutos de aceroleira sob diferentes sistemas de irrigação na região da nova alta paulista, SP**. In: XXXI CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 2002, Salvador. **Anais...** Salvador: 2002a, CD Rom.

LIMA, V. L. A.G.; MELO, E. A.; LIMA, L. S.; LIMA, D. E. S. Polpa congelada de acerola: efeito da temperatura sobre os teores de antocianinas e flavonóides totais. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 24, p. 669-670, 2002.

LIMA, V. L. A. G.; PINHEIRO, I. O.; NASCIMENTO, M. S.; GOMES, P. B.; GUERRA, N. B. Identificação de antocianidinas em acerolas de banco ativo de germoplasma da Universidade Federal Rural de Pernambuco. **Ciências e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 26, n. 4, p. 927-935, 2003.

MACIEL, M. I. S.; MELO, E.; LIMA, V.; SOUZA, K. A.; SILVA, W. Caracterização físico-química de frutos de genótipos de aceroleira (*Malpighia emarginata* D.C.). **Ciências e Tecnologia de Alimentos**. Campinas, v. 30, n. 4, p. 865-869, 2010.

MOURA, C. F. H.; ALVES, R. E.; PAIVA, J. R. et al. Avaliação de clones de aceroleira (*Malpighia emarginata* D.C.) na região da Chapada do Apodi – CE. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, **Anais...**Belém: SBF, 2002. CD-ROM.

MOURA, C. F. H.; ALVES, R. E.; FIGUEIREDO, R. W.; PAIVA, J. R. Avaliações físicas e físico-química de frutos de clones de aceroleira (*Malpighia emarginata* D. C.). **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 38, n. 1, p. 52-57, 2007.

MUSSER, R. S. *et al.* Características físico-químicas de acerola do banco ativo de germoplasma em Pernambuco. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 24, n. 4, p. 556-561, 2004.

MUSSER, R.S.; LEMOS, M. A.; LIMA, V. L. A.G.; MELO, E. A.; LEDERMAN, I. E.; SANTOS, V. F. Caracterização física e produção de acerola do banco de germoplasma em Pernambuco. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 27, p. 320-323, 2005.

NOGUEIRA, R. J. M. C.; J. A. P. V.; BURITY, H. A.; JÚNIOR, J. F. S. Efeitos do estágio de maturação dos frutos nas características físico-químicas de acerola. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.37, n.4, p.463-470, 2002.

RUFINO, M. S. M. **Propriedades funcionais de frutas tropicais brasileiras não tradicionais**. Tese (Doutorado/Fitotecnia). Universidade Federal Rural do Semiárido. 264p. Mossoró- RN, 2008.

SILVA, W. S. **Qualidade e atividade antioxidante em frutos de variedades de aceroleira**. Dissertação (Mestrado/Tecnologia de Alimentos). Universidade Federal do Ceará. 134p. Fortaleza, 2008.

SOUZA, L. M. **Algumas características físicas e químicas de mamões (*Carica papaya*) dos grupos “Formosa” e “Solo”, com e sem mancha fisiológica, colhidos em diferentes estádios de maturação**. Dissertação (Mestrado/Produção Vegetal). Universidade Estadual Norte Fluminense – UENF. Campos dos Goytacazes, 103p, 2004.

VENDRAMINI, A. L.; TRUGO, L. C. Chemical composition of acerola fruit (*Malpighia glabra* L.) at three stages of maturity. **Food Chemistry**, London, v.71, n. 2, p.195-198, 2000.

VILA M. T. R.; LIMA, L. C. O.; VILAS BOAS, E. V. B *et al.* Caracterização química e bioquímica de goiabas armazenadas sob refrigeração e atmosfera modificada. **Ciências e Agrotecnologia**, Lavras, v. 31, n. 5, p. 1435-1442, 2007.

### **CAPÍTULO III – ESTUDO DA DIVERSIDADE GENÉTICA DOS GENÓTIPOS DE ACEROLEIRAS DO JARDIM DE SEMENTES.**

#### **RESUMO**

Para o melhoramento de plantas é de fundamental importância o conhecimento da diversidade, pois podem identificar combinações que expressam heterose, aumentando a variabilidade nos cruzamentos entre genótipos divergentes. No presente trabalho realizou-se o estudo da diversidade genética em vinte e cinco genótipos do jardim de sementes de Pacajus, os quais foram avaliados quanto às características de pós-colheita. A análise multivariada foi utilizada para avaliar a existência de diversidade entre esses genótipos e a distância generalizada de Mahalanobis como medida de dissimilaridade genética. Todas as análises estatísticas foram realizadas utilizando-se o aplicativo computacional. Utilizou-se o índice de Mulamba e Mock, para a classificação dos genótipos com melhores características favoráveis ao melhoramento. Com relação a existência de diversidade entre os materiais, os resultados indicaram a presença de variabilidade genética destacando-se os clones 13 e 37 como os mais divergentes. Observou-se formação de treze grupos distintos. A maior correlação positiva foi verificada entre vitamina C e atividade antioxidante total. Entre os 25 clones de aceroleira do jardim de semente de Pacajus avaliados neste trabalho, destacaram-se os clones 3, 13, 14, 27 e 38 por apresentarem uma série de atributos favoráveis quanto às características de pós-colheita.

**Palavras-chave:** acerola, diversidade genética, jardim de sementes.

## ABSTRACT

For plant breeding is fundamental knowledge of diversity because they can identify combinations that express heterosis, increasing variability in crosses between different genotypes. In the present work is the study of genetic diversity in twenty-five genotypes of garden seeds Pacajus, which were evaluated for post-harvest characteristics. Multivariate analysis was used to evaluate the existence of diversity among these genotypes and the Mahalanobis distance as a measure of genetic dissimilarity. All statistical analysis were performed using the computer application. We used the index Mulamba e Mock, for the classification of genotypes with better features conducive to breeding. Regarding the existence of diversity among the materials, the results indicated the presence of genetic variability standing out the clones 13 and 37 as the most divergent. It was observed the formation thirteen groups. The highest positive correlation was found between vitamin C and total antioxidant activity. Among the 25 clones of acerola garden seed pacajus evaluated in this study, the standing out were the clones 3, 13, 14, 27 and 38 present a series of favorable attributes and characteristics of post-harvest.

**Keywords:** acerola, genetic diversity, garden seeds.

## 1. INTRODUÇÃO

O conhecimento da diversidade é de fundamental importância para o melhoramento de plantas, pois além de identificar combinações que possam expressar elevada heterose, aumenta a perspectiva de seleção de segregantes superiores, com a potencialização da variabilidade no cruzamento entre genótipos divergentes.

Alguns estudos de avaliação da diversidade genética em diferentes acessos de acerola foram realizados utilizando-se diferentes características. Souza (1996) utilizou dados enzimáticos e agronômicos para a caracterização de 16 acessos de acerola. Lopes *et al.* (2000) a partir de características físico-químicas avaliaram 112 acessos de acerola da Universidade Federal de Viçosa. Pípolo *et al.* (2000) identificaram e selecionaram genótipos parentais de acerola com base em nove características quantitativas de importância agronômica. Salla *et al.* (2002) e Oliveira *et al.* (2009) avaliaram a diversidade genética de acessos de acerola por meio de marcadores moleculares. Além do uso dos marcadores moleculares os últimos autores também avaliaram características morfoagronômicas. Em todos esses trabalhos, os resultados obtidos permitem além do conhecimento da variabilidade genética existente entre os genótipos avaliados, a identificação dos genótipos mais promissores e aqueles mais divergentes que podem ser utilizados em cruzamentos nos programas de melhoramento.

Muitos clones lançados por empresas de pesquisa foram identificados e selecionados a partir da avaliação preliminar ou caracterização por meio de características agronômicas e de pós-colheita de alguma fonte de germoplasma (BEZERRA *et al.*, 1994; PAIVA *et al.*, 2003; OLIVEIRA *et al.*, 2004). Nesse sentido, a avaliação da diversidade genética de diferentes genótipos é importante para a identificação daqueles mais promissores e sua, conseqüente, utilização nos programas de melhoramento.

Objetivou-se com esse trabalho realizar o estudo da diversidade genética dos 25 genótipos avaliados quanto às características de pós-colheita do jardim de sementes de Pacajus.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

O estudo da diversidade genética foi realizado para os 25 genótipos avaliados quanto às características de pós-colheita. A análise multivariada foi utilizada para avaliar a existência de diversidade entre esses genótipos (clones) e a distância generalizada de Mahalanobis ( $D^2$ ) como medida de dissimilaridade genética.

Para estimar a distância generalizada de Mahalanobis, inicialmente foram computadas as médias de todas as variáveis de cada genótipo e, em seguida, estabelecida a matriz de covariância residual, a matriz de transformação de dados, a variância das variáveis transformadas e as médias das variáveis não correlacionadas.

Para o estabelecimento de grupos similares, aplicou-se o método hierárquico aglomerativo de otimização, proposto por Tocher (Rao, 1952), cujos cálculos foram igualmente baseados na distância generalizada de Mahalanobis ( $D^2$ ), admitindo-se que a média das distâncias intragrupo deve ser menor que as distâncias intergrupo (CRUZ ; REGAZZI, 2001).

Todas as análises estatísticas foram realizadas utilizando-se o aplicativo computacional GENES. Utilizou-se o índice de Mulamba e Mock (RANKS), para a classificação dos genótipos em relação a cada um dos caracteres, em ordem favorável ao melhoramento. Uma vez classificados, foram somadas as ordens de cada material genético referente a cada caráter, resultando uma medida adicional tomada como índice de seleção (CRUZ ; REGAZZI, 1997).

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 3.1. Estudo da diversidade genética.

No anexo D foram apresentadas as medidas de dissimilaridade obtidas pela distância de Mahalanobis dos vinte e cinco genótipos de aceroleira calculada com bases nas características de pós-colheita avaliadas.

Observa-se que a maior distância ocorre entre os genótipos 13 e 37 ( $D^2 = 95,16$ ), ou seja, são os mais divergentes; e a menor distância entre os genótipos 8 e 9 ( $D^2 = 2,01$ ), menos divergentes. Esses mesmos resultados podem ser observados na tabela 21, onde são apresentadas as distâncias  $D^2$  mínimas e máximas entre os genótipos estudados. Verificam-se nas distâncias máximas que 64% e 36% dos genótipos avaliados apresentaram suas distâncias  $D^2$  máximas quando combinadas com os genótipos 37 e 13, respectivamente, sendo os maiores valores de divergência genética obtidos entre os genótipos 13 e 37 ( $D^2 = 95,16$ ), 7 e 13 ( $D^2 = 78,44$ ), 26 e 37 ( $D^2 = 75,25$ ), 5 e 13 ( $D^2 = 73,75$ ), 4 e 13 ( $D^2 = 73,49$ ), 3 e 13 ( $D^2 = 70,68$ ), indicando esses genótipos como o mais divergente entre todos. Estas combinações devem receber uma atenção especial por parte dos programas de melhoramento de acerola, sendo estes genótipos os mais indicados para a utilização em combinações híbridas, devido à alta divergência genética encontrada e a maior probabilidade de encontrar combinações gênicas favoráveis permitindo a seleção de genótipos transgressivos.

Os resultados observados indicam a presença de variabilidade genética entre os diferentes clones para as características de pós-colheita avaliadas. Tais resultados estão de acordo com os observados na análise de variância e comparação de médias entre os clones para a maioria das características.

Tabela 1. Distâncias  $D^2$  de Mahalanobis máximas e mínimas entre os 25 genótipos de aceroleira obtidas por meio de características de pós-colheita.

Genótipos	Distância $D^2$ entre genótipos			
	Mínimas		Máximas	
1	5,2029	4	55,0896	37
2	4,3838	29	53,8086	13
3	7,5402	9	70,6796	37
4	7,8452	18	73,4935	13
5	10,0036	2	73,7500	13
7	9,6313	2	78,4418	13
8	2,0148	9	38,5684	37
9	2,0148	8	41,5006	37
12	3,8379	23	47,7975	37
13	12,7180	31	95,1577	37
14	12,2912	20	46,3012	37
15	3,1060	18	36,4169	13
18	3,1060	15	44,9013	13
20	2,3628	36	49,2995	37
23	3,8379	12	55,4628	37
26	9,4662	3	75,2535	37
27	2,9956	8	47,4571	37
28	3,1082	31	56,6530	37
29	4,3838	2	62,6532	13
30	3,9408	9	38,2478	13
31	3,1082	28	60,6232	37
33	5,4548	12	61,3896	37
36	2,3628	20	49,9884	37
37	10,5429	7	95,1577	13
38	4,9278	27	59,0636	37
Do conjunto de mínimas	2,0148	8 e 9		
Do conjunto de máximas			95,1577	13 e 37

A utilização do método de otimização de Tocher, fundamentado na dissimilaridade, expressa pelas distâncias de Mahalanobis ( $D^2$ ), possibilitou a distribuição dos genótipos estudados em 13 grupos distintos (Tabela 2). Verifica-se uma grande distribuição dos genótipos em grupos diferentes, indicando uma ampla diversidade entre os genótipos avaliados. Pípolo *et al.* (2000) avaliando 14 genótipos de aceroleira pertencentes à coleção da Fazenda-Escola da Universidade Estadual de Londrina, e procedentes de pomares comerciais do Norte do Paraná, formaram três

grupos utilizando o método de Tocher. Nesse trabalho o valor máximo de  $D^2$  foi de 698,86, bem acima do encontrado no presente trabalho, o que pode ser justificado pelo fato destes autores terem avaliado além de características de pós-colheita, características agronômicas que apresentam maior variação. Por outro lado, Oliveira *et al.* (2009) utilizando o método de agrupamento de Tocher separaram 48 acessos de aceroleira em 13 grupos distintos, observando-se a presença de 35 no primeiro grupo.

Tabela 2. Agrupamento dos 25 genótipos de aceroleira avaliados pelo método de Otimização de Tocher, baseado na dissimilaridade expressa pela distância de Mahalanobis.

Grupo	Genótipos	Distâncias médias	Distâncias (%)
I	18, 26 e 28	15,666	21,32
II	23, 38, 36 e 3	11,193	15,23
III	27 e 30	9,349	12,72
IV	4 e 13	73,494	100,00
V	5, 15 e 37	25,144	34,21
VI	8 e 31	7,513	10,22
VII	7 e 14	40,202	54,70
VIII	2 e 12	11,411	15,53
IX	20	-	-
X	33	-	-
XI	1	-	-
XII	29	-	-
XIII	9	-	-

Na tabela 3, encontram-se as distâncias médias dentro e entre grupos correspondentes aos treze grupos formados pelos 25 genótipos de aceroleira. As maiores distâncias foram obtidas entre os grupos V e IV (40,7), grupos VII e X (38,2), grupos IV e XII (38,1), grupos IV e XI (37,9), grupos V e X (37,7), grupos IV e VII (36,7), evidenciando a importância dos grupos V e IV como fonte de parentais. De acordo com Pípolo *et al.* (2000) diversos autores recomendam a utilização de genótipos parentais com a maior divergência possível para maximizar a heterose manifestada nos híbridos, aumentar a probabilidade de ocorrência de segregantes superiores em gerações avançadas e ampliar a base genética. Portanto, essas informações devem ser utilizadas para recomendação de cruzamentos. Entretanto, é importante ressaltar que a identificação de genótipos com base apenas na divergência genética não é uma boa

estratégia para um programa de melhoramento, ou seja, associar essas informações às obtidas sobre o desempenho desses genótipos quanto às suas principais características de importância agrônômica e de qualidade nutricional seria a melhor estratégia.

Tabela 3. Distâncias médias dentro e entre grupos correspondentes aos treze grupos formados pelos 25 genótipos de aceroleira.

Grupos	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	XIII
I	<b>15,6<sup>(1)</sup></b>	17,1	9,1	30,9	31,9	9,8	26,4	16,8	13,1	19,4	22,2	24,3	8,4
II		<b>11,2</b>	12,7	28,7	35,4	9,0	31,7	16,9	7,4	11,3	19,9	23,8	9,9
III			<b>9,4</b>	26,7	24,9	7,4	20,0	10,1	8,8	14,4	19,2	14,4	3,7
IV				<b>73,5</b>	40,7	24,7	36,7	28,4	24,7	30,7	37,9	38,1	27,0
V					<b>25,1</b>	28,7	22,9	19,6	27,6	37,7	31,7	14,9	22,5
VI						<b>7,5</b>	22,2	12,4	6,9	12,8	17,7	20,4	5,4
VII							<b>40,2</b>	20,5	25,2	38,2	36,3	21,0	19,4
VIII								<b>11,4</b>	13,4	13,9	10,0	8,9	9,7
IX									-	11,3	20,4	19,6	7,6
X										-	10,9	22,6	12,3
XI											-	15,6	17,0
XII												-	11,5
XIII													-

<sup>(1)</sup> As distâncias médias dentro dos grupos estão dispostas na diagonal principal e as distâncias médias entre grupos estão dispostas fora da diagonal principal (negrito).

Levando-se em consideração o desempenho dos clones avaliados quanto às principais características de pós-colheita e de produção, os seguintes cruzamentos são indicados: 13 (grupo IV) e 37 (grupo V) e 13 (grupo IV) e 14 (grupo VII). O clone 37 apresentou boa produção com um valor médio nos três períodos avaliados igual a 8,10 kg/ planta, além de ter uma relação SS/AT alta (11,32). O clone 13 apresentou alto teor de vitamina C (2.349,43 mg/ 100g), antocianinas (17,89 mg/ 100g) e atividade antioxidante (117,89 µMtrolox/ g) e o clone 14 alto teor de vitamina C (2.167,89 mg/ 100g) e polifenóis (1.260,08 mg de ácido gálico/ 100g de polpa).

Na tabela 4, encontram-se os dados referentes à importância relativa dos caracteres para a divergência genética com base no método proposto por SINGH (1981). Observa-se que os caracteres SS/AT e antocianina foram os que mais contribuíram para a divergência genética com valores de 23,79% e 18,30%, respectivamente.

Tabela 4. Contribuição relativa dos caracteres para divergência pelo método proposto por Singh (1981) para as características de pós-colheita dos 25 genótipos de aceroleira.

Variável	Sj	Valor (%)
Peso	316,261	4,998
Firmeza	437,630	6,916
Vitamina C	376,380	5,948
pH	430,573	6,805
SS	732,140	11,571
AT	491,080	7,761
SS/AT	1505,490	<b>23,794</b>
Antocianina	1157,803	<b>18,299</b>
Flavonóides	52,810	0,834
AAT	633,922	10,019
Polifenóis	193,049	3,051

Na tabela 5, observa-se que nas quatro primeiras variáveis canônicas os caracteres SS/AT e antocianina tiveram os maiores valores em termos absolutos(-0,974; 0,699; 1,251; 1,887) e, portanto, são os que mais contribuíram para a diversidade genética por explicar mais de 80% da variação disponível nos dados como pode ser observada esta porcentagem na tabela 6. Por outro lado, caracteres com pequena variabilidade ou que estão correlacionadas com outras consideradas no estudo apresentaram coeficientes de grande magnitude nos últimos autovetores. Assim, considerando as sete últimas variáveis canônicas, que representam menos de 17% da variação total, constata-se que as características em que se recomendaria para descarte (Tabela 5), em estudos futuros de avaliação da diversidade genética, seriam pH, flavonóides, SS, peso e AT. Porém, como a relação SS/AT é uma das que mais contribuíram para a análise da diversidade genética não poderão ser descartadas.

Tabela 5. Estimativa dos coeficientes que expressam a importância relativa das 11 variáveis avaliadas em 25 genótipos de aceroleira.

Variáveis – Caracteres de Pós-colheita										
PESO	FIRM	VIT. C	pH	SS	AT	SS/AT	Ant.	Flav.	AAT	Polif.
-0,028	0,229	0,200	-0,201	0,477	0,068	<b>-0,974</b>	0,556	0,079	0,333	-0,096
-0,292	0,331	0,436	0,670	0,395	-0,503	0,006	<b>0,699</b>	-0,288	0,248	-0,026
0,029	0,557	0,553	-0,077	-1,843	0,843	<b>1,251</b>	-0,341	0,202	0,282	0,063
0,314	-0,263	0,033	0,180	-2,010	1,479	<b>1,887</b>	0,377	-0,002	-0,324	0,676
-0,379	0,026	-0,547	0,085	-0,542	<b>1,365</b>	1,256	-0,620	0,254	0,120	0,194
<b>0,665</b>	-0,025	-0,057	0,313	0,136	-0,047	0,117	0,175	-0,283	0,528	-0,438
0,366	-0,340	0,260	-0,028	<b>1,679</b>	-1,602	-1,299	-0,094	0,170	0,288	0,697
-0,461	-0,478	0,446	-0,085	-0,661	0,259	0,486	0,149	<b>-0,670</b>	0,396	-0,547
0,064	-0,169	0,533	-0,283	0,065	-0,142	0,078	-0,101	<b>0,700</b>	-0,081	-0,231
0,197	0,100	0,558	0,458	0,236	0,164	-0,190	0,043	<b>-0,578</b>	-0,527	-0,163
0,018	-0,400	-0,003	<b>0,629</b>	0,193	-0,181	-0,516	-0,181	0,311	0,159	0,013

Tabela 6. Estimativas dos autovalores associados às variáveis canônicas, juntamente com sua importância relativa (Raiz %) e acumulada, referente as 11 variáveis avaliadas em 25 genótipos de aceroleira do Jardim de Sementes da Embrapa Agroindústria Tropical.

Variáveis canônicas	Raiz	Raiz (%)	Acumulativa (%)
VC1	5,286	50,126	50,126
VC2	1,571	14,901	65,027
VC3	1,237	11,727	76,754
<b>VC4</b>	0,730	6,669	<b>83,423</b>
VC5	0,521	4,937	88,360
VC6	0,411	3,899	92,260
VC7	0,327	3,107	95,367
VC8	0,253	2,398	97,766
VC9	0,135	1,287	99,053
VC10	0,057	0,542	99,595
VC11	0,043	0,404	100,000

### 3.2. Correlação

Na tabela 7 estão apresentados os valores das correlações simples entre os caracteres de pós-colheita. A maior correlação (positiva e significativa) observada ocorreu entre Vitamina C x AAT (0,834). Correlações positivas e significativas também

foram observadas entre pH e SS/AT (0,814); AAT e AT (0,807); vitamina C e polifenóis (0,740); vitamina C e AT (0,708); antocianinas e flavonoides (0,649); AAT e polifenóis (0,654); AT e polifenóis (0,641) e AT e antocianinas (0,593).

Correlações negativas e significativas foram observadas entre SS/AT e AT (-0,848), AAT (-0,679), VIT. C (-0,616) e polifenóis (-0,578); pH e AT (-0,745), AAT (-0,488), VIT. C (-0,450), e polifenóis (-0,443).

Muitos estudos têm verificado uma correlação direta entre a atividade antioxidante total e os compostos fenólicos, sendo estes considerados os mais representativos entre as substâncias bioativas com a atividade antioxidante. Heim *et al.*, (2002), afirma que os compostos fenólicos são os maiores responsáveis pela atividade antioxidante em frutos. Rufino (2008) ao analisar a correlação entre os compostos bioativos e atividade antioxidante total pelo método ABTS de dezoito frutos tropicais, obteve correlações positivas e significativas para vitamina C (0,700\*\*) e para compostos fenólicos (0,920\*\*). Entretanto, outros autores como Hassimoto *et al.*, (2005), Garcia-Alonso *et al.*, (2004), não verificaram correlação entre compostos bioativos e a atividade antioxidante total, justificando que a atividade antioxidante não é fundamentada na ação de uma ou duas substâncias isoladas, mas do sinergismo entre elas, originando assim a atividade antioxidante total.

De acordo com Pípolo *et al.* (2000) para fins de melhoramento, as estimativas de correlações podem ser úteis quando determinado caráter de interesse é de difícil avaliação, pois se esse caráter apresenta correlações significativas com outro de mais fácil acesso, pode-se fazer a seleção indireta com base no caráter de fácil acesso. Quando dois caracteres apresentam correlação positiva e significativa, a seleção em um resulta na melhoria do outro. Por outro lado, dificuldades surgem quando dois caracteres apresentam correlação positiva e significativa e um deles é indesejável, ou quando os dois caracteres são desejáveis, mas a correlação é negativa e significativa.



### 3.3. Seleção dos genótipos com melhores características de pós-colheita

Encontra-se na tabela 8 os resultados do índice de seleção dos 25 clones avaliados quanto às médias das características de pós-colheita das estações seca de 2009, úmida de 2010 e seca de 2010. Pela avaliação das características de pós-colheita, elegeram-se os clones 3 e 13, destacando-se em todas as estações entre as primeiras três colocações e os demais clones (14, 27 e 38) por se manterem entre os cinco primeiros.

Tabela 8. Médias dos caracteres peso, firmeza (F), sólidos solúveis (SS), acidez titulável (AT), relação SS/AT, pH da polpa, vitamina C, antocianina (A), flavonóides (Fla), atividade antioxidante (AAT) e polifenóis (P), estimados em 25 clones de aceroleira do Jardim de Sementes na estação seca de 2009, úmida de 2010 e seca de 2010.

CLONES	Peso	F	SS	AT	SS/AT	pH	Vita. C	A	Fla	AAT	P	RANK
1	7,19	1,02	7,32	1,26	5,81	3,26	1357,76	7,92	7,04	57,31	880,58	25
2	5,74	1,08	8,04	0,98	8,42	3,49	1503,12	6,75	6,99	68,49	961,16	24
<b>3*</b>	5,62	1,30	11,42	1,53	7,49	3,53	1588,46	16,86	12,49	87,53	832,56	2
4	4,66	1,25	7,56	0,81	9,44	3,65	1343,95	7,50	11,55	40,31	635,55	23
5	7,63	1,16	8,84	0,93	9,67	3,55	1178,47	5,32	5,91	70,62	504,74	22
7	6,93	1,05	8,92	0,90	10,16	3,69	1233,03	9,34	9,13	46,40	826,60	20
8	6,53	1,24	9,57	1,29	7,57	3,51	1568,03	1118	9,72	72,85	942,96	9
9	6,05	1,16	10,17	1,29	8,16	3,48	1466,65	13,72	10,14	84,88	982,68	7
12	6,70	1,08	8,98	1,35	6,95	3,27	1718,06	10,65	9,32	71,14	906,36	15
<b>13*</b>	6,45	1,26	9,21	1,70	5,43	3,38	2056,16	18,63	11,27	117,89	1204,03	1
<b>14*</b>	4,94	1,48	8,79	1,10	8,09	3,60	1922,71	11,94	9,42	92,07	1026,29	4
15	4,49	1,27	8,37	1,18	7,14	3,57	1548,87	7,99	8,01	71,13	1013,37	18
18	5,34	1,28	8,33	1,00	8,41	3,59	1352,72	11,12	9,77	63,15	837,84	17
20	4,44	1,38	9,23	1,36	6,84	3,44	1666,16	9,73	8,21	90,87	1043,38	10
23	6,86	1,26	9,27	1,40	6,70	3,33	1613,20	9,11	11,19	85,13	852,09	13
26	4,14	1,06	11,22	1,47	7,80	3,44	1526,22	24,05	11,69	72,34	1043,89	11
<b>27*</b>	6,42	1,15	8,86	1,30	6,98	3,43	1652,11	12,85	11,18	87,32	1063,58	5
28	5,65	1,20	7,96	1,29	6,21	3,43	1407,71	16,69	10,13	73,53	922,79	16
29	6,17	1,12	9,84	1,11	9,04	3,43	1502,01	4,19	7,16	66,72	1040,96	19
30	4,04	1,09	10,73	1,22	8,97	3,50	1631,56	14,64	9,82	73,94	985,97	12
31	6,21	1,36	8,44	1,35	6,32	3,44	1595,44	17,06	9,46	86,30	1111,36	6
33	6,28	1,02	9,07	1,58	5,76	3,28	1706,16	9,93	6,50	91,59	1157,22	14
36	5,03	1,41	9,12	1,43	6,51	3,45	1741,77	7,19	9,86	96,26	1115,80	8
37	5,13	1,26	8,49	0,76	11,32	3,74	1324,79	5,66	8,61	52,57	911,06	21
<b>38*</b>	7,85	1,30	8,71	1,46	6,07	3,33	1735,08	12,07	9,47	89,87	1237,03	3

\*Clones selecionados por apresentarem melhores características de pós-colheita.

#### 4. CONCLUSÃO

1) Com relação a existência de diversidade entre os materiais, os resultados indicaram a presença de variabilidade genética destacando-se os clones 13 e 37 como os mais divergentes. Sendo as combinações 13 e 37 ( $D^2 = 95,16$ ), 7 e 13 ( $D^2 = 78,44$ ), 26 e 37 ( $D^2 = 75,25$ ), 5 e 13 ( $D^2 = 73,75$ ), 4 e 13 ( $D^2 = 73,49$ ), 3 e 13 ( $D^2 = 70,68$ ), as mais indicadas para a utilização em combinações híbridas, devido à alta divergência genética.

2) Correlações positivas e significativas foram observadas entre pH e relação SS/AT; AAT e AT; vitamina C e polifenóis; vitamina C e AT; antocianinas e flavonóides; AAT e polifenóis; AT e polifenóis, AT e antocianinas. Correlações negativas e significativas foram observadas entre relação SS/AT e AT, AAT, VIT. C e polifenóis; pH e AT, AAT, VIT. C e polifenóis.

3) Entre os 25 clones de aceroleira do Jardim de Semente de Pacajus (CE) avaliados neste trabalho, destacam-se os clones 3, 13, 14, 27 e 38 por apresentarem uma série de atributos favoráveis quanto as características de pós-colheita.

## 5. REFERÊNCIAS

- BEZERRA, J. E. F.; LEDERMAN, I. E.; CARVALHO, P. S.; MELO NETO, M. L. **Avaliação de clones de aceroleira na região do Vale do Rio Moxotó – PE. I. plantas juvenis.** In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 13, 1994, Salvador. Anais... Salvador: SBF, 1994, P. 85-86.
- CRUZ, C. D.; REGAZZI, A. J. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético. 2 ed. Viçosa, MG: UFV, 1997. 390p.**
- CRUZ, C. D. **Programa Genes:** versão Windows. Aplicativo computacional em genética e estatística. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2001.
- GARCIA-ALONSO, M. *et al.* Evolution of antioxidant properties of fruits. **Food Chemistry**, v. 84, n. 1, p. 13-18, 2004.
- HASSIMOTO, N. M. A.; GENOVESE, M. I.; LAJOLO, F. M. Antioxidant activity of dietary fruits, vegetables and commercial frozen fruits pulps. **Journal Agriculture Food Chemistry**, v. 53, p. 2928-2935, 2005.
- HEIM, K. E.; TAGLIAFERRO, A. R.; BOBOLYA, D. J. Flavonoid antioxidants: chemistry, metabolism and structure – activity relationships. **Journal Nutritional Biochemistry**, v. 53, p. 1984 – 1989, 2002.
- LOPES, R.; BRUCKNER, C. H.; LOPES, M. T. G. Polinização e vingamento de frutos em aceroleira (*Malpighia puniceifolia* L.) **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 22, n. 3, p. 314-317, 2000.
- OLIVEIRA, A. C. D.; SEDIYAMA, M. P. N.; PEDROSA, M. W. *et al.* Diversidade genética e descarte de variáveis em alface cultivada sob sistema hidropônico. **Acta Scientiarum Agronomy**.v. 26, n.2, p. 211-217, 2004.
- OLIVEIRA, M. G.; OLIVEIRA, J.G.; FILHO, A. G *et al.* Diversidade genética de aceroleira (*Malpighia emarginata* D. C.) utilizando marcadores moleculares RAPD e características morfoagronômicas. **Revista Brasileira de Fruticultura**. Jaboticabal-SP, v. 31, n. 1, p. 162-170, 2009.
- PAIVA, J. R. Cultivares e melhoramento genético. IN: MANICA, I.; ICUMA, I. M.; FIORAVANÇO, J. C.; PAIVA, J. R.; PAIVA, M. C.; JUNQUEIRA, N. T. V. **Acerola: tecnologia de produção, pós-colheita, congelamento, exportação, mercados.** Porto Alegre: Cinco Continentes, p. 69-88, 2003.
- PÍPOLO, V. C.; DESTRO, D.; PRETE, C.E.C.; GONZALES, M.G.N.; POPPER, I.; ZANATTA, S.; SILVA, F.A.M. Seleção de genótipos parentais de acerola com base na divergência genética multivariada. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 35, n.8, p.1613-1619, 2000.
- RUFINO, M. S. M. **Propriedades funcionais de frutas tropicais brasileiras não tradicionais.** Tese (Doutorado/Fitotecnia). Universidade Federal Rural do Semiárido. 264p. Mossoró- RN, 2008.
- SALLA, M.F.S.; RUAS,C.F.; RUAS,P. M.; PÍPOLO, V.C. Uso de marcadores moleculares na análise da variabilidade genética em acerola (*Malpighia emarginata* D.C.). **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 24, n.1, p.115-22,2002.

SINGH, D. The relative importance of characters affecting genetic divergence. *Indian J. Genet. Plant Breed.*, New Delhi, v. 41, p. 237-245, 1981.

SOUZA, J.C. **Diversidade genética entre acessos de acerola (*Malpighia* sp.) com base em dados isozimáticos e agronômicos.** Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Viçosa, 67p. Viçosa,1996.

**ANEXOS**

## ANEXO A- Dados Pluviométricos de Pacajus, CE.

Meses	Precip. Ano 2009	Precip. Ano 2010	Precip. Ano 2011
Janeiro	154,0	28,6	376,8
Fevereiro	170,4	25,2	159,0
Março	379,5	116,4	225,0
Abril	517,0	93,8	327,0
Maiο	312,0	55,8	176,0
Junho	132,0	6,4	55,0
Julho	150,6	-	60,0
Agosto	43,8	-	
Setembro	-	-	
Outubro	-	6,0	
Novembro	-	-	
Dezembro	-	64,6	

ANEXO B. Resumo da análise de variância conjunta segundo o delineamento inteiramente ao acaso, utilizando o esquema de parcelas subdivididas no tempo, referente aos caracteres de pós-colheita, peso, firmeza, sólidos solúveis (SS), acidez titulável (AT), relação SS e AT, pH e vitamina C.

FV*	PESO		FIRMEZA		SS		AT		SS/AT		pH		VITAMINA C	
	GL	QM	GL	QM	GL	QM	GL	QM	GL	QM	GL	QM	GL	QM
Parcela	24	11,25*	24	0,14*	24	9,31*	24	0,53*	24	20,52*	24	0,14*	24	373342,09*
Erro a	50	2,01	50	0,03	50	2,03	50	0,02	50	1,42	50	0,03	50	67810,74
Subparcela	2	112,87*	2	0,11*	2	17,82*	2	1,41*	2	37,32*	2	0,12*	2	1647086,30*
Interação	48	2,87*	48	0,03ns	48	2,37*	48	0,06*	48	1,65*	48	0,04ns	48	152487,79*
Erro b	100	1,49	100	0,02	100	1,48	100	0,03	100	0,97	100	0,03	100	63269,48
TOTAL	224	-	224	-	224	-	224	-	224	-	224	-	224	-
Erro (a, b)	146,94	1,67	149,76	0,02	146,46	1,66	147,40	0,03	144,93	1,12	149,35	0,03	149,89	6478323
MÉDIA	5,86		1,21		9,05		1,25		7,65		3,47		1557,61	

Parcela: 25 clones; Subparcela: períodos seco de 2009, úmido e seco de 2010.

\* Significativos ao nível de 5% pelo teste Scott-Knott; ns: não significativo ao nível de 5% pelo teste F.

ANEXO C. Resumo da análise de variância conjunta segundo o delineamento inteiramente ao acaso, utilizando o esquema de parcelas subdivididas no tempo, referente aos caracteres de pós-colheita, antocianinas, flavonóides amarelos, atividade antioxidante total (AAT) e polifenóis solúveis totais (PST).

FV*	ANTOCIANINA		FLAVONÓIDE AMARELOS		AAT		PST	
	GL	QM	GL	QM	GL	QM	GL	QM
Parcela	24	2,89*	24	0,82*	24	9,30*	24	82,56*
Erro a	50	0,23	50	0,36	50	0,69	50	9,22
Subparcela	2	169,26*	2	3,54*	2	6,57*	2	1939,99*
Interação	48	0,79*	48	0,44ns	48	1,71*	48	45,98*
Erro b	100	0,26	100	0,39	100	1,06	100	10,97
TOTAL	224	-	224	-	224	-	224	-
Erro (a, b)	149,18	0,25	149,74	0,38	144,90	0,93	149,06	10,39
MÉDIA	2,55		2,97		8,62		30,29	

Parcela: 25 clones; Subparcela: períodos, seco de 2009, úmido e seco de 2010.

ANEXO D. Matriz de dissimilaridade obtida a partir do cálculo das distâncias de Mahalanobis dos 25 clones de aceroleira do jardim de sementes. Pacajus/CE.

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(7)	(8)	(9)	(12)	(13)	(14)	(15)	(18)	(20)	(23)	(26)	(27)	(28)	(29)	(30)	(31)	(33)	(36)	(37)	(38)	
(1)	.0																									
(2)	14.88	.0																								
(3)	31.05	32.96	.0																							
(4)	28.02	8.88	44.86	.0																						
(5)	25.28	10.00	39.21	14.18	.0																					
(7)	29.77	9.63	46.38	9.98	12.24	.0																				
(8)	12.40	9.41	9.05	19.65	18.37	19.47	.0																			
(9)	17.03	11.16	7.54	24.81	19.84	21.21	<b><u>2.01</u></b>	.0																		
(12)	5.20	11.41	17.42	24.07	23.90	27.62	5.13	8.18	.0																	
(13)	47.72	53.81	23.13	73.49	73.75	78.44	28.91	29.23	26.98	.0																
(14)	42.95	20.58	23.82	28.76	35.06	40.20	15.38	17.66	24.44	29.85	.0															
(15)	14.65	6.50	15.93	13.60	18.71	20.64	3.54	6.31	8.50	36.42	12.88	.0														
(18)	17.61	4.41	19.63	7.85	11.93	11.93	4.61	6.50	11.67	44.90	13.19	3.11	.0													
(20)	20.38	17.33	9.54	27.53	29.32	38.17	6.15	7.60	9.58	21.87	12.29	4.37	10.70	.0												
(23)	10.15	17.82	12.32	29.69	26.12	36.60	5.64	8.34	3.84	25.12	23.93	9.53	14.14	6.13	.0											
(26)	36.19	37.03	9.47	51.54	53.44	46.91	16.93	12.29	23.27	30.37	34.09	23.46	25.22	21.09	27.50	.0										
(27)	13.47	11.62	12.04	27.02	26.95	27.82	3.00	3.42	4.38	20.06	14.53	6.79	8.96	6.86	5.21	17.77	.0									
(28)	12.98	17.79	9.87	29.65	31.01	33.79	5.30	6.38	6.67	20.91	18.48	8.28	10.06	7.62	8.58	11.72	4.51	.0								
(29)	15.59	4.38	32.33	13.61	12.49	10.45	10.16	11.57	13.59	62.65	31.57	9.36	8.95	19.57	16.99	39.61	15.13	24.35	.0							
(30)	25.04	11.33	11.97	21.58	23.70	21.17	6.52	3.94	13.33	38.25	16.74	6.83	6.98	10.66	17.48	10.61	9.35	11.01	13.64	.0						
(31)	22.93	23.72	10.65	37.80	39.70	41.12	7.51	8.87	11.59	12.72	12.70	11.76	14.29	7.78	11.66	14.59	5.15	3.11	30.74	14.99	.0					
(33)	10.96	22.52	18.60	41.64	36.87	41.05	11.30	12.32	5.45	19.87	35.28	14.98	23.48	11.30	7.73	23.92	8.86	10.92	22.64	20.02	14.26	.0				
(36)	22.12	21.30	14.44	30.93	34.74	41.97	9.00	11.76	11.07	20.88	17.33	7.94	16.00	2.36	5.31	30.55	8.34	12.99	20.90	18.18	11.56	10.82	.0			
(37)	55.09	20.96	70.68	11.22	24.27	10.54	38.57	41.50	47.80	<b><u>95.16</u></b>	46.30	32.46	23.96	49.30	55.46	75.25	47.46	56.65	22.92	37.86	60.62	61.39	49.99	.0		
(38)	16.55	23.59	18.58	40.46	40.89	40.33	8.80	12.06	7.94	14.44	23.17	15.35	20.09	11.54	7.43	27.10	4.93	9.47	25.10	23.33	6.03	8.19	9.07	59.06	.0	