



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
DEPARTAMENTO DE TECNOLOGIA DE ALIMENTOS
PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS

MARIANA BENIGNO DE ALMEIDA

**DETERMINAÇÃO DO ESTÁDIO ÓTIMO DE MATURAÇÃO A COLHEITA
DO LIMÃO ‘SICILIANO’, PRODUZIDOS NO ESTADO DO CEARÁ.**

FORTALEZA

2014

MARIANA BENIGNO DE ALMEIDA

DETERMINAÇÃO DO ESTÁDIO ÓTIMO DE MATURAÇÃO A COLHEITA DO
LIMÃO ‘SICILIANO’, PRODUZIDOS NO ESTADO DO CEARÁ.

Dissertação apresentada ao Programa de
Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia
de Alimentos, da Universidade Federal
do Ceará, como requisito parcial para
obtenção de grau de Mestre em Ciência e
Tecnologia de Alimentos.

Orientador: Prof. Dr. José Maria Correia
Co-orientadora: Prof. Dr(a). Francisca
Lígia de Castro Machado

FORTALEZA

2014

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Ceará
Biblioteca de Ciências e Tecnologia

-
- A449d Almeida, Mariana Benigno de.
Determinação do estágio ótimo de maturação a colheita do limão 'siciliano', produzidos no Estado do Ceará / Mariana Benigno de Almeida. – 2014.
74 f. : il., color., enc. ; 30 cm.
- Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências Agrárias, Departamento de Tecnologia de Alimentos, Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Fortaleza, 2014.
Área de Concentração: Ciência e Tecnologia de Alimentos.
Orientação: Prof. Dr. José Maria Correia da Costa.
Coorientação: Francisca Lígia de Castro Machado.
1. Limão. 2. Limão Siciliano. 3. Limão - Época de colheita. I. Título.

MARIANA BENIGNO DE ALMEIDA

DETERMINAÇÃO DO ESTÁDIO ÓTIMO DE MATURAÇÃO A COLHEITA DO
LIMÃO ‘SICILIANO’, PRODUZIDOS NO ESTADO DO CEARÁ.

Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Ciência e Tecnologia de Alimentos. Área de concentração: Ciência e Tecnologia de Alimentos.

Aprovada em: 15/07/2014

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. José Maria Correia da Costa
Universidade Federal do Ceará-UFC

Prof. Dra. Lucicléia Barros de Vasconcelos Torres
Universidade Federal do Ceará-UFC

Prof. Dra. Sandra Maria Lopes dos Santos
Universidade Federal do Ceará

Profa. Dra. Érica Milô de Freitas Felipe Rocha
Instituto Federal Rio Grande do Norte

Prof. Dra. Andrea Cardoso de Aquino
Universidade Federal do Ceará-UFC

A Deus.

À minha família e amigos.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço a Deus pelo dom da vida, minha saúde e pela força concedida a mim para concluir este mestrado.

A toda minha família e, especialmente, a minha mãe Maria de Fátima Benigno, minha vó Maria Benigno, minha madrinha Vera Benigno e a Liduina Brilhante, pelas orações, força e incentivo nessa fase da minha vida.

Ao meu marido, Josélvis pela paciência, companheirismo e compreensão.

Ao meu orientador, José Maria Correia, pela paciência, compreensão, dedicação e por fornecer toda a estrutura necessária para a execução deste experimento.

Á minha co-orientadora, Ligia Machado por se mostrar sempre disposta a me atender e em dividir comigo seus conhecimentos na área, a fim de engrandecer este trabalho.

Aos membros da banca, as professoras Dra. Lucicléia Torres, Dra. Érica Milô e Dra. Andrea Aquino agradeço pelas valiosas contribuições e sugestões neste trabalho, e em especial a Dra. Sandra Lopes que esteve mais presente comigo na execução deste estudo.

Aos meus amigos Vanderson Costa que viajou comigo inúmeras vezes para coletar limão, Maria Flávia Azevedo por sempre me ajudar quando precisei, Marina Rebouças pela ajuda com a estatística, Eliardo Cavalcante e a Hordênia Azevedo pela amizade, enfim agradeço a todos por estarem sempre ao meu lado, me ajudando, incentivando, ouvindo minhas angústias e sempre dizendo: “Vai dar tudo certo”.

Á Tatiana Vidal que se dispôs, em seu tempo livre, a me ajudar com a estatística e nas correções finais desta dissertação.

Aos amigos do laboratório Sanyelle, Ana Paula, Luciana, Dandara, Djacomo, Anderson e Joaquim pela ajuda sempre bem vinda e pela companhia e amizade no dia a dia do trabalho. E um obrigada todo especial a Janaína Costa, que me recepcionou, me mostrou o caminho que eu deveria seguir dentro do laboratório e pela ajuda na realização das análises.

À minha chefe da Vigilância Sanitária, Silvinês Sobrinho, pela compreensão e pelas liberações em dias de viagens e análises, o meu muito obrigada.

Às minhas companheiras e amigas de trabalho da Vigilância Sanitária, Lissidna Cabral, Catarina Aragão, Aline Lemos, Cinthia Rodrigues, Paula Natasha, Priscila Vieira que dividiram comigo esse momento e sempre me deram força.

Agradeço também, a Universidade Federal do Ceará e ao Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos pela oportunidade de dar mais um passo na minha vida profissional.

Ao Banco do Nordeste do Brasil pelo suporte financeiro fornecido a este projeto e a Fazenda Frutacor pelo fornecimento dos frutos.

À FUNCAP pela concessão de um ano de bolsa de mestrado.

E a todos que direta e indiretamente fizeram parte da execução deste trabalho e me ajudaram a realiza-lo.

RESUMO

O estado do Ceará vem ganhando atenção como um Estado emergente na produção de frutos no país. Limões ‘Sicilianos’, tradicionalmente cultivados no sul, vem sendo plantados nesta região, no entanto, ainda não existem muitas informações sobre a qualidade destes frutos cultivados localmente. O limão ‘Siciliano’ híbrido ‘Eureka’ é um fruto não-climatérico, devendo ser colhido, comprado e comercializado com seus atributos de qualidade relacionados ao sabor ideal para o consumo. O trabalho objetivou a determinação do estágio de maturação apropriado do limão ‘Siciliano’ por ocasião da colheita através de medições periódicas físicas e físico-químicas durante o desenvolvimento e crescimento do fruto. Foram realizados dois experimentos, acompanhando duas floradas distintas. As quatro primeiras colheitas foram realizadas a cada 15 dias e a partir do 49º dia, as colheitas passaram a ser a cada 7 dias até o 91º dia sendo, assim, realizado um total de 11 colheitas nos tempos 0, 14, 28, 42, 49, 56, 63, 70, 77, 84 e 91 dias para cada experimento. Em cada tempo, foram colhidos um total de 20 frutos que foram divididos em grupos de 4, constituindo assim, cinco repetições. O primeiro experimento foi realizado nos meses de outubro de 2012 a janeiro de 2013 e o segundo nos meses de julho a outubro de 2013. Os frutos foram avaliados quanto às características físicas e físico-químicas: massa fresca, diâmetros longitudinais e transversais (DL/DT), índice de formato, firmeza da casca, rendimento de suco, espessura da casca, cor (h^* , C^* e L^*), conteúdo de clorofila da casca, pH, acidez titulável (AT), sólidos solúveis (SS), relação SS/AT e teor de ácido ascórbico. Foi observado um aumento ($p \leq 0,05$) das variáveis: massa, DL, DT e rendimento de suco, nos dois experimentos, enquanto os parâmetros de pH, cor C^* e L^* aumentaram apenas no primeiro e SS, no segundo. Já, as variáveis firmeza e clorofila da casca reduziram significativamente nos dois experimentos, ao passo que o parâmetro de cor h^* e o teor de ácido ascórbico reduziram apenas no primeiro experimento e a espessura da casca, apenas no segundo. Dessa forma, ao final do estudo do desenvolvimento dos limões sicilianos, conclui-se que, os frutos estavam aptos a serem colhidos em seu estágio ótimo de maturação à colheita no 77º dia.

Palavras-chave: *Citrus limon*. Desenvolvimento. Qualidade.

ABSTRACT

The state of Ceará is gaining attention as an emerging state in fruit production in the country. Lemons 'Sicilians', traditionally grown in the south, has been planted in this region, however, there still exist a lot of information about the quality of fruits grown locally. Lemon 'Siciliano' hybrid 'Eureka' is a non-climacteric fruit, should be harvested, bought and traded with their quality attributes related to the ideal flavor for consumption. The study aimed to determine the proper stage of maturity lemon 'Siciliano' at harvest through physical and physicochemical periodic measurements during development and fruit growth. Two experiments were conducted, following two separate flowerings. The first four samples were taken every 15 days and from the 49th day, the crops became every 7 days until the 91 th day being thus held a total of 11 samples at 0, 14, 28, 42 , 49, 56, 63, 70, 77, 84 and 91 days. . At each time, a total of 20 fruits were divided into 4 groups were collected and, thus, five replicates. The first experiment was conducted from October 2012 to January 2013 and the second in the months from July to October 2013. Fruits were assessed for physical and physicochemical characteristics: fresh weight, longitudinal and transverse diameters (DL / DT), format index, firmness of the peel, juice yield, thickness of the peel, color (h^* , C^* and L^*) and chlorophyll content of the peel, pH, titratable acidity (TA), soluble solids (SS), SS/TA relationship and ascorbic acid content. An increase ($p \leq 0.05$) of the variables: fresh weight, DL, DT and juice yield, in both experiments, was observed, while the color parameters of pH, L^* and C^* increased only in the first and SS in the second. Already, the variables chlorophyll and firmness of the peel decreased significantly, in both experiments, whereas the color parameter h^* and ascorbic acid content decreased only in the first experiment and thickness of the peel, only the second. Thus, the end of the study of the development of lemons, it is concluded that the fruits were able to be picked at its optimum stage to harvest maturity after 77° days.

Keywords: *Citrus limon*. Development. Quality.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 –	Esquema de crescimento dos frutos durante o seu desenvolvimento. Na fase I o crescimento ocorre devido à divisão celular, na fase II ocorre o acúmulo de água e o alargamento celular. No início da fase III, o crescimento fica estável e a fruta.....	8
Figura 2 –	Mudanças na pigmentação externa durante o amadurecimento natural de diferentes citrus.....	11
Figura 3 –	Parâmetros do sistema de cor CIELAB.....	12
Figura 4 –	Marcação das árvores e panículas na área experimental.....	18
Figura 5 –	Frutinhos de limão siciliano no tempo zero.....	19
Figura 6 –	Peso (g) dos frutos de limão siciliano híbrido ‘Eureka’ para o período de colheita de outubro de 2012 a janeiro de 2013 (A) e para o período de julho a outubro de 2013 (B).....	23
Figura 7 –	Diâmetro longitudinal (mm) dos frutos de limão siciliano híbrido ‘Eureka’ para o período de colheita de outubro de 2012 a janeiro de 2013 (A) e para o período de julho a outubro de 2013 (B).....	26
Figura 8 –	Diâmetro transversal (mm) dos frutos de limão siciliano híbrido ‘Eureka’ para o período de colheita de outubro de 2012 a janeiro de 2013 (A) e para o período de julho a outubro de 2013 (B).....	27
Figura 9 –	Índice de formato dos frutos de limão siciliano híbrido ‘Eureka’ para o período de colheita de outubro de 2012 a janeiro de 2013 (A) e para o período de julho a outubro de 2013 (B).....	28
Figura 10 –	Firmeza da casca (N) dos frutos de limão siciliano híbrido ‘Eureka’ para o período de colheita de outubro de 2012 a janeiro de 2013 (A) e para o período de julho a outubro de 2013 (B).....	29
Figura 11 –	Rendimento do suco (%) dos frutos de limão siciliano híbrido ‘Eureka’ para o período de colheita de outubro de 2012 a janeiro de 2013 (A) e para o período de julho a outubro de 2013 (B).....	31
Figura 12 –	Espessura da casca (mm) dos frutos de limão siciliano híbrido ‘Eureka’ para o período de colheita de outubro de 2012 a janeiro de 2013 (A) e para o período de julho a outubro de 2013 (B).....	33
Figura 13 –	Espessura da casca de frutos de limão siciliano do segundo	

	experimento, no tempo zero de colheita (A) e no 91º dia de colheita (B).....	33
Figura 14 –	Valores do ângulo Hue para frutos de limão siciliano híbrido ‘Eureka’ para o período de colheita de outubro de 2012 a fevereiro de 2013 (A) e para o período de Julho a Outubro de 2013 (B) em limão siciliano.....	35
Figura 15 –	Valores de Croma (C*) dos frutos de limão siciliano híbrido ‘Eureka’ para o período de colheita de outubro de 2012 a janeiro de 2013 (A) e para o período de julho a outubro de 2013 (B).....	38
Figura 16 –	Valores de Luminosidade (L*) dos frutos de limão siciliano híbrido ‘Eureka’ para o período de colheita de outubro de 2012 a janeiro de 2013 (A) e para o período de julho a outubro de 2013 (B).....	40
Figura 17 –	Teor de clorofila da casca de frutos de limão siciliano híbrido ‘Eureka’ para o período de colheita de outubro de 2012 a janeiro de 2013 (A) e para o período de julho a outubro de 2013 (B).....	41
Figura 18 –	Cor dos frutos de limão siciliano do primeiro experimento, no tempo zero de colheita (A) e no 91º dia de colheita(B).....	42
Figura 19 –	Cor dos frutos de limão siciliano do segundo experimento, no tempo zero de colheita (A) e no 91º dia de colheita (B).....	42
Figura 20 –	Valores de pH dos frutos de limão siciliano híbrido Eureka para o período de colheita de outubro de 2012 a janeiro de 2013 (A) e para o período de julho a outubro de 2013 (B).....	44
Figura 21 –	Valores de Acidez Titulável (%) dos frutos de limão siciliano híbrido ‘Eureka’ para o período de colheita de outubro de 2012 a janeiro de 2013 (A) e para o período de julho a outubro de 2013 (B) em limão siciliano.....	47
Figura 22 –	Valores de Sólidos Solúveis (°Brix) dos frutos de limão siciliano híbrido ‘Eureka’ para o período de colheita de Outubro de 2012 a Janeiro de 2013 (A) e para o período de Julho a Outubro de 2013 (B).....	49
Figura 23 –	Valores de Sólidos solúveis/Acidez titulável (SS/AT) para o período de colheita de outubro de 2012 a janeiro de 2013 (A) e para o período de julho a outubro de 2013 (B).....	50

Figura 24 – Valores de Ácido ascórbico (mg.100g-1) dos frutos de limão siciliano híbrido ‘Eureka’ para o período de colheita de Outubro de 2012 a janeiro de 2013 (A) e para o período de julho a outubro de 2013 (B).....	51
----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 –	Caracterização física de limão siciliano híbrido ‘Eureka’ porta enxerto limão ‘Cravo’ cultivado em Limoeiro do Norte, Ce, no período de outubro de 2012 (0 dia) a janeiro de 2013 (91° dia).....	24
Tabela 2 –	Caracterização física de limão siciliano híbrido ‘Eureka’ porta enxerto limão ‘Cravo’ cultivado em Limoeiro do Norte-Ce, no período de julho (0 dia) a outubro de 2013 (91° dia).....	25
Tabela 3 –	Caracterização física de limão siciliano híbrido ‘Eureka’ porta enxerto limão ‘Cravo’ cultivado em Limoeiro do Norte-Ce, no período de outubro de 2012 (0 dia) a janeiro de 2013 (91° dia).....	30
Tabela 4 –	Caracterização física de limão siciliano híbrido ‘Eureka’ porta enxerto limão ‘Cravo’ cultivado em Limoeiro do Norte-Ce, no período de julho (0 dia) a outubro de 2013 (91° dia).....	30
Tabela 5 –	Coloração da casca (L^* , C^* , h^*) e clorofila na casca de limão siciliano híbrido ‘Eureka’ porta enxerto limão ‘Cravo’ cultivado em Limoeiro do Norte-Ce, no período de outubro de 2012 (0 dia) a janeiro de 2013 (91° dia).....	36
Tabela 6 –	Coloração da casca (L^* , C^* , h^*) e clorofila na casca de limão siciliano híbrido ‘Eureka’ porta enxerto limão Cravo cultivado em Limoeiro do Norte-Ce, no período de julho (0 dia) a outubro de 2013 (91° dia).....	37
Tabela 7 –	Caracterização físico-química de limão siciliano híbrido ‘Eureka’ porta enxerto limão ‘Cravo’ cultivado em Limoeiro do Norte, Ce, no período de outubro de 2012 (0 dia) a janeiro de 2013 (91° dia).....	45
Tabela 8 –	Caracterização físico-química de limão siciliano híbrido ‘Eureka’ porta enxerto limão ‘Cravo’ cultivado em Limoeiro do Norte-Ce, no período de julho (0 dia) a outubro de 2013 (91° dia).....	45

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	14
2	REFERENCIAL TEÓRICO	16
2.1	Citros	16
2.2	Citricultura no Brasil e Nordeste	16
2.3	Aspectos Fisiológicos dos Citros	19
2.3.1	<i>Relação porta-enxerto e enxerto</i>	<i>19</i>
2.3.2	<i>Crescimento e Desenvolvimento dos Frutos</i>	<i>20</i>
2.3.3	<i>Ponto Ótimo de Maturação à Colheita</i>	<i>22</i>
2.3.4	<i>Índices de Maturação</i>	<i>23</i>
3	MATERIAIS E MÉTODOS	30
3.1	Origem e localização do Limão ‘Siciliano’ híbrido ‘Eureka’, porta-enxerto ‘Limão Cravo’	30
3.1.1	<i>Marcação e colheita dos frutos</i>	<i>30</i>
3.2	Determinação do estágio ótimo de maturação à colheita de fruto de Limão Siciliano híbrido ‘Eureka’ cultivado no município do Limoeiro do Norte, região do Baixo Jaguaribe – Ceará	32
3.2.1	<i>Análises Físicas</i>	<i>32</i>
3.2.2	<i>Análises Físico-químicas</i>	<i>34</i>
3.3	<i>Delineamento experimental</i>	<i>35</i>
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	36
4.1	Análises Físicas	36
4.1.1	<i>Evolução na massa de frutinhos de limão siciliano híbrido ‘Eureka’</i>	<i>36</i>
4.1.2	<i>Evolução no diâmetro em frutos de limão siciliano híbrido ‘Eureka’</i>	<i>38</i>
4.1.3	<i>Índice de formato</i>	<i>41</i>
4.1.4	<i>Firmeza da casca</i>	<i>42</i>
4.1.5	<i>Rendimento do suco</i>	<i>44</i>

4.1.6	<i>Espessura da casca</i>	45
4.1.7	<i>Acompanhamento da evolução da cor instrumental da casca dos frutos de limão siciliano híbrido ‘Eureka’</i>	47
4.1.7.1	<i>Ângulo Hue</i>	47
4.1.7.2	<i>Croma</i>	50
4.1.7.3	<i>Luminosidade</i>	52
4.1.7.4	<i>Clorofila da casca</i>	53
4.2	<i>Análises Físico-químicas</i>	56
4.2.1	<i>pH</i>	56
4.2.2	<i>Acidez Titulável</i>	59
4.2.3	<i>Sólidos Solúveis</i>	60
4.2.4	<i>Relação SS/AT</i>	62
4.2.5	<i>Ácido ascórbico</i>	64
5	<i>CONCLUSÕES</i>	66
	<i>REFERÊNCIAS</i>	67

1 INTRODUÇÃO

O Brasil é o terceiro maior produtor mundial de frutas, com uma colheita que excede 40 milhões de toneladas anuais, ficando atrás apenas da China e da Índia. Com um alto consumo interno, devido à melhora da renda dos brasileiros, o País tem se destacado também nas crescentes exportações. Na cesta de oferta ao mercado externo estão mais de 20 espécies de frutas, encaminhadas a mais de 50 países. A fruticultura brasileira no ano de 2013 apresentou uma estimativa para produção de limão de 1.175.735 toneladas, com área plantada de 73.690 hectares (ANUÁRIO BRASILEIRO DA FRUTICULTURA, 2014).

Cultivados e comercializados em todo o mundo, os citros vêm se destacando no agronegócio e esta atividade movimenta bilhões de dólares por ano em serviços e produtos comercializados mundialmente (NEVES et al., 2010).

A citricultura apresenta ampla distribuição e mostra-se economicamente importante, principalmente, nas regiões tropicais e subtropicais do mundo, onde as condições endofo-climáticas contribuem positivamente para o seu cultivo (NOCE & MOTA, 2004). Seus frutos são bastante apreciados, podendo ser consumidos *in natura* ou em forma de sucos, néctares, geleias e doces (NEVES et al., 2010).

Em relação à produção de frutos cítricos, o Brasil ocupa a primeira colocação, com aproximadamente 19 milhões de toneladas. Por possuir um parque industrial voltado ao mercado externo de suco e por estar mais próximo das metrópoles nacionais de maior poder aquisitivo, o estado de São Paulo, se tornou o maior pólo mundial citrícola dominando a produção de laranja, tangerinas e limas ácidas ‘Tahiti’. Já o estado do Ceará vem se destacando na produção de citros devido as vantagens em relação ao tipo de clima e solo característicos desta região. No entanto, estudos sobre perdas ou manutenção da qualidade durante a pós-colheita e armazenamento de citros cultivados sob as condições locais são escassos (FISCHER, 2007; PASSOS et al., 2010).

Em relação ao limão ‘Siciliano’ (*Citrus limon* (L.) Burm F.), o Brasil exporta toneladas na forma de fruta fresca, exclusivamente para o mercado europeu. A maior parte da produção brasileira de limão é destinada à indústria de refrigerantes, que utiliza o ácido cítrico e substâncias da casca como matéria-prima. Pequena parte da

produção é consumida *in natura*, quando a oferta da lima ácida 'Tahiti' (*Citrus latifolia*) se torna escassa no mercado (AMARO & MAIA, 1997).

Por serem frutos não-climatéricos, os citros não possuem a característica de amadurecer após serem destacados da planta. Diante desta informação, as frutas cítricas precisam ser colhidas, compradas e comercializadas com seus atributos de qualidade relacionados ao sabor ideal para o consumo. Se a colheita ocorrer antes do fruto alcançar o seu estágio de maturação apropriado, os frutos terão uma baixa qualidade sensorial e serão sensíveis aos danos causados pelo frio. Por outro lado, frutos cítricos colhidos sobremaduros podem tornar-se mais macios, com maior suscetibilidade a danos mecânicos, podridões, alterações fisiológicas e, conseqüentemente, apresentarão uma menor vida útil (PEREIRA et al., 2006).

Para se determinar o estágio ótimo de maturação a colheita de frutos, utiliza-se medições físicas e físico-químicas que têm como objetivo refletir as mudanças que ocorrem nas características dos frutos durante a maturação, estas devem ser perceptíveis e variáveis ao mesmo tempo durante o período de amadurecimento. As medições mais utilizadas para esta determinação em citros são: percentagem mínima de suco, teor de sólidos solúveis, relação sólidos solúveis/ acidez titulável e rugosidade da casca (PEREIRA et al., 2006).

Este trabalho objetivou a determinação do estágio de maturação apropriado do limão 'Siciliano' por ocasião da colheita através de medições periódicas físicas e físico-químicas durante o desenvolvimento e crescimento do fruto.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Citros

Segundo historiadores, os citros são de origem asiática e foram introduzidos no Brasil por colonizadores portugueses no século XVI. Em terras brasileiras encontraram condições climáticas favoráveis para produzir e assim, as plantas denominadas de citrinas se expandiram para todo o país (OLIVEIRA, OLIVEIRA, MOURA, 2012).

Os citros pertencem à família *Rutaceae*, subfamília *Aurantioideae* (*Citroidea*), tribo *Citreae*, subtribo *Citrinae*, sendo os principais gêneros: *Fortunella*, *Poncirus* e *Citrus*. Este último apresenta o subgênero *Eucitrus*, no qual a espécie do *C. limon* está agrupada. É nesta espécie que os limões verdadeiros (Siciliano, Eureka Vila Franca, Lisboa, Limão doce) estão inseridos (SIMÃO, 1998). As demais espécies do gênero *Citrus* cultivadas em escala comercial no Brasil são: limão galego (*C. aurantifolia*), lima ácida Taiti (*C. latifolia*), tangerina Cravo, tangerina Poncã e tangor Murcote (*C. reticulata*), tangerina Mexerica (*C. deliciosa*) e pomelo (*C. paradisi*) (FIGUEIREDO, 1991).

As plantas destes limoeiros são perenes do tipo arbóreas ou arbustivas que apresentam, em geral, porte médio com tronco reto que chegam a atingir 4 m de altura, com copa densa e arredondada e espinhos axilares de cor acinzentada. Suas flores são hermafroditas, com botões avermelhados, pétalas brancoamareladas e aromáticas que nascem em grupos de 2 a 20 unidades, suas folhas são do tipo coriácea, alternada e simples. Seus frutos são tipo baga denominado hesperídio, contendo vesículas preenchidas por líquido, que constitui o suco de grande interesse comercial de formato ovalado, com um mamilo típico na região apical e apresentam sabor ácido e doce. O siciliano está inserido nos frutos de sabor ácidos. São árvores sensíveis ao frio e podem florescer várias vezes durante o ano (LORENZI et al., 2006; SIMÃO, 1998).

2.2 Citricultura no Brasil e Nordeste

Os citros, dentre as fruteiras cultivadas comercialmente, são as de maior importância econômica no mundo, sendo cultivado em países desenvolvidos e em desenvolvimento (IGLESIAS et al., 2007).

A denominação 'limão' é usada para as frutas cítricas com o suco muito ácido, nela estão incluídos tanto os limões verdadeiros (*Citrus Limon*) como o 'Siciliano' e o 'Eureka' como também as limas ácidas, cujas variedades mais conhecidas são o 'Tahiti' (*Citrus*

latifolia) e o 'Galego' (*Citrus aurantifolia*). Os dados estatísticos não fazem distinção entre os limões e as limas ácidas, assim, estima-se que 70% do total da produção mundial seja de limões verdadeiros e o restante de limas ácidas, mas em relação a produção brasileira, as limas ácidas Tahiti constituem a maior parte desta produção, segundo os dados da CEAGESP (AMARO, CASER e NEGRI, 2003).

A citricultura brasileira detém a liderança mundial de produção e vem se destacando pelo crescimento sócio econômico, tornando-se geradora direta e indireta de empregos na área rural (ALVES e MELO, 2013), contribuindo, assim, com a economia nacional.

Segundo o Instituto de Economia Agrícola (2012), o mercado interno do limão se mostra como um negócio com potencial de crescimento, pois o consumo brasileiro ainda é muito reduzido. Já em relação ao mercado externo, o produtor brasileiro precisa estar capacitado para atender às exigências tais como: cuidado no uso indiscriminado de agrotóxicos, garantir a rastreabilidade da fruta e o monitoramento de pragas quarentenárias que podem contribuir para dificultar a entrada de produtos brasileiros no mercado internacional.

De acordo com os dados da FNP, em 2002 a produção mundial de limão verdadeiro (*Citrus limon B.*) foi estimada em 4,2 milhões de toneladas, sendo Argentina, Espanha, EUA e Itália os principais países produtores, já no Brasil, essa produção foi de aproximadamente 70 mil toneladas sendo o 'Siciliano' a variedade mais importante e grande parte desta produção foi destinada à industrialização, porém, a comercialização in natura vem despertando o interesse de muitos produtores (MENDONÇA et al., 2003).

A produção brasileira de limão em 2012 foi de 1.208.275 toneladas, num total de 47.349 ha plantados. A Região Sudeste é líder na produção da fruta com 1.042.499 toneladas em 35.030 ha ficando, assim, com 86,28% de toda a produção. Já o Nordeste vem em segundo com 6,83% da produção nacional, com 82.506 toneladas em 6.153 ha. O Ceará apresentou produção de 8.428 toneladas em um total de 1,206 ha plantados (IBGE, 2012).

Segundo Neves et al. (2010), desde meados de 1960, o estado de São Paulo destaca-se com a cadeia produtiva estruturada, consolidando-se como o parque industrial paulista, sendo o maior produtor de citros entre os estados brasileiros, destacando-se na produção de laranja, que representa aproximadamente 93% da produção de citros do Estado. A região Nordeste vem logo depois ocupando a segunda posição em relação a produção de citros no Brasil (BOTEON, 2013).

Características do solo, nutrição da planta, densidade do pomar, práticas de manejo, condições climáticas, relação enxerto/porta-enxerto, entre outros fatores são respostas para o entendimento sobre o crescimento diferenciado de plantas da mesma variedade em locais diferentes, pois estas características afetam diretamente a produção de frutos cítricos (WESTPHALEN, 2008).

A citricultura nordestina é caracterizada por condições favoráveis à sua expansão, pois possui uma grande variedade de climas e solos, tornado esta área distinta de outras e com maior amplitude de vantagens para o agronegócio. Responsável por 9% da produção brasileira, a citricultura concentra-se principalmente nos estados da Bahia e Sergipe. No entanto, o estado do Ceará tem apresentado resultados promissores no plantio de frutas cítricas. (PASSOS et al., 2010; MEDEIROS, 2012).

O crescimento da região nordeste na produção de frutas cítricas se deve a várias características vantajosas em relação a outras regiões. Uma delas é a proximidade das principais áreas produtoras com as capitais, pois estas são dotadas de rodovias pavimentadas, portos marítimos, energia elétrica e meios modernos de comunicação e, também, possuem localização privilegiada, se comparada com outras regiões produtoras do País, permitindo, assim, a redução do tempo no transporte de frutos e sucos para os principais mercados importadores (Europa e Estados Unidos) (PASSOS et al., 2010).

Esta região, também, pode ser chamada de “Citricultura Ecológica” por apresentar ausência de doenças não-endêmica altamente prejudiciais à citricultura e ao meio ambiente, como cancro cítrico, HLB (*ex-greening*), pinta preta, leprose de forma endêmica, verrugose da laranja doce, que implicam na necessidade de pulverizações recorrentes, comuns na região Sudeste, reduzindo assim o total de pulverizações rotineiras nos plantios, privilegiando-a, assim, junto aos países europeus, onde a demanda de produtos livres de agrotóxicos é crescente (PASSOS et al., 2010).

A microrregião do Baixo Jaguaribe, que abrange uma pequena área do semi-árido, compreendendo os municípios de Limoeiro do Norte, Morada Nova, Russas, Jaguaruana, Itaiçaba, Aracati, São João do Jaguaribe e Quixeré possui grande importância na fruticultura cearense. Esta microrregião apresenta diversas vantagens encontra-se equidistante dos principais portos do Nordeste, Mucuripe, Pecém, Natal e Recife/Suape, além de apresentar solos profundos e bons suprimentos de recursos hídricos, combinação favorável para a implementação de tecnologias de irrigação (FRANÇA, 2013).

No aspecto produtivo, o polo do Baixo Jaguaribe se destaca por apresentar importantes projetos públicos de irrigação e grande área irrigada privada. Esta característica é

de alta relevância para o desenvolvimento desta região e, sobretudo, por aumentar a disponibilidade de terra agricultável, por tornar possível uma sucessão intensiva de cultivos, uma maior variedade de cultivos e um aumento nos níveis de produtividade (FRANÇA, 2013).

2.3 Aspectos Fisiológicos dos Citros

2.3.1 Relação porta-enxerto e enxerto

Coelho e Nascimento (2004) relataram que a maioria dos fatores indicadores de qualidade nas frutas está relacionada ao potencial genético da cultivar e ao manejo de produção no pomar, para isso diversas técnicas agronômicas são utilizadas, como por exemplo, escolha da copa e do porta-enxerto. Dessa forma, é importante fazer uma combinação adequada de cada variedade de copa com um porta-enxerto apropriado, pois a interação entre estas duas variedades determinará algumas características importantes da cultura, como, por exemplo, as necessidades nutricionais e resistência a algumas doenças.

No Brasil, as plantas de limão ‘Siciliano’, com intuito de não serem atacadas por doenças dos citros, são enxertadas em porta-enxertos resistentes ou medianamente resistentes à gomose de *Phytophthora*, porém, apesar de todo cuidado, o patógeno pode atingir os tecidos do enxerto por meio de respingos de água de chuva vindos do solo ou até mesmo por via do porta-enxerto provocando lesões severas na casca, ocasionando, assim, queda na produção, redução do tamanho dos frutos e a morte de plantas (BARBASSO et al., 2003).

Em função da ampla variabilidade genética e da possibilidade de diversificação através do uso de porta-enxertos alternativos, a citricultura tem se espalhado para muitas regiões, incluindo as de clima tropical (COELHO & NASCIMENTO, 2004).

Segundo Paramasivam et al. (2000), o porta-enxerto pode influenciar a produtividade, a qualidade do fruto, o estado nutricional mineral dos frutos, a qualidade do suco e concentrações foliares de nutrientes minerais.

O porta-enxerto utilizado no presente trabalho foi o Limão Cravo (*C. limonia* Osbeck), que apresenta características como: uma boa adaptação à solos ligeiramente ácidos, tem elevada tolerância à seca, boa resistência à gomose de tronco e de raízes, mas apresenta desvantagens como ser suscetível ao declínio e a morte súbita dos citros e pode induzir a maturação precoce dos frutos (MATTOS et al., 2003). Segundo Koller (1994) o único meio de controlar a morte súbita dos citros é a utilização de porta-enxertos tolerantes a ela.

2.3.2 Crescimento e Desenvolvimento dos Frutos

Os citros por serem frutos não climatéricos, apresentam poucas alterações fisiológicas e bioquímicas em decorrência de sua atividade respiratória tornar-se reduzida e constante, com leve declínio após sua colheita (CHITARRA; CHITARRA, 2005). Nestes frutos, o amadurecimento só ocorre se o fruto estiver aderido a planta, diferentemente dos frutos climatéricos que possuem a capacidade de amadurecer mesmo após a colheita.

O comportamento fenológico dos citros pode ser dividido em três fases: desenvolvimento vegetativo, florescimento e desenvolvimento dos frutos. Onde o desenvolvimento vegetativo, é a etapa em que as plantas atingem seu crescimento máximo e a formação de folhas novas é maior que a queda de folhas velhas. Durante o desenvolvimento da planta, a reposição de folhas é contínua e estas são responsáveis pela maior intensidade fotossintética da planta, sendo que não é bem conhecido o efeito da limitação de luz sobre o desenvolvimento e produção de frutos (RODRIGUEZ, 1991).

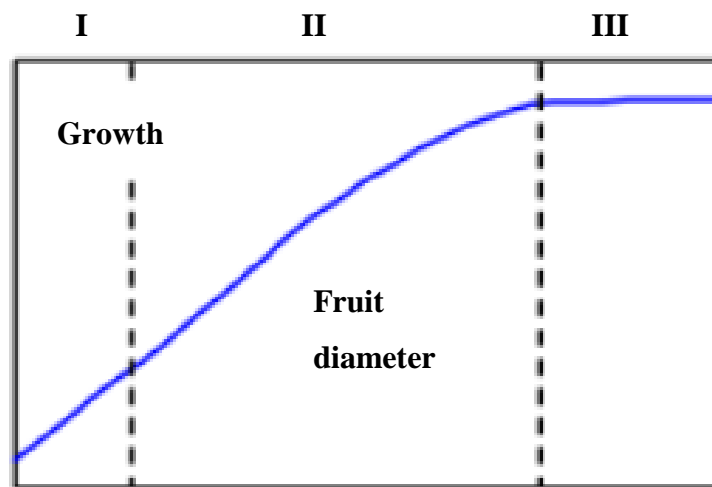
A floração corresponde a mais uma importante etapa do processo de desenvolvimento fisiológico dos citros, a qual atinge seu pico entre o final do inverno e o início da primavera, em regiões de clima subtropicais, mas em regiões de clima tropical, os citros podem florescer várias vezes ao ano. Fatores como período seco seguido por chuva ou irrigação e doenças radiculares podem induzir o florescimento. Após o surgimento das flores, apenas uma pequena quantidade chegará ao estágio de fruto maduro, devido a quedas naturais e comportamento característico de cada variedade (RODRIGUEZ, 1991).

O desenvolvimento dos frutos inicia-se após a fertilização da flor com o surgimento do frutinho e segue uma curva típica de crescimento sigmoide simples que é caracterizada por três principais estádios (BAIN, 1958). A fase I é onde ocorre a formação de, praticamente, todas as células dos frutos, ou seja, é quando ocorre a divisão celular, esta fase, é dependente de fatores como cultivar, clima e tratamentos culturais, e o crescimento ocorre de forma lenta e exponencial. A fase II é caracterizada por um rápido crescimento linear do fruto, devido ao aumento do volume celular, nesse período há rápidas mudanças morfológicas e fisiológicas, e ausência de divisão celular. Já a fase III é marcada pela maturação dos frutos, na qual praticamente não há crescimento do endocarpo, todavia há aumento do conteúdo de sólidos solúveis totais, redução da acidez e possível alteração da pigmentação do flavedo (Figura 1) (SIQUEIRA; GUARDIOLA; SOUZA, 2007).

Após o desenvolvimento do fruto, inicia-se o período da senescência, e é nesta fase que o crescimento cessa e os processos bioquímicos da senescência substituem as trocas

químicas do amadurecimento, estas transformações podem ocorrer antes ou após a colheita dos frutos, ou mesmo durante a maturação (DOMINGUES, ONO, RODRIGUES, 2001). No presente estudo os experimentos seguiram até a fase do desenvolvimento do fruto, não sendo verificada a etapa de senescência.

Figura 1. Esquema de crescimento dos frutos durante o seu desenvolvimento. Na fase I o crescimento ocorre devido à divisão celular, na fase II ocorre o acúmulo de água e o alargamento celular. No início da fase III, o crescimento fica estável e a fruta.



Fonte: Iglesias et al. (2007)

Segundo Agustí e Almela (1991), o motivo pelo o qual ocorre o desenvolvimento dos frutos se deve ao fato de estes acumularem metabólitos. Este acúmulo pode ser limitado pela incapacidade do fruto em armazená-los ou pela ausência destes metabólitos na própria planta. Estes fatores se encontram diretamente relacionados e a modificação de um deles afeta o outro.

Miranda e Campelo Júnior (2010) avaliando o desenvolvimento e qualidade da lima ácida Tahiti em Rondônia, observou que o número de dias necessário para completar o desenvolvimento dos frutos na safra de 2006/07 foi em média 155,9, e na safra de 2007/08, de 120,0 dias. Coelho (1993) reporta 120 dias como período compreendido entre a floração e a maturação dos frutos.

2.3.3 Ponto Ótimo de Maturação à Colheita

Caracterizada pelas mudanças de cor, sabor, aroma e textura que proporcionam condições sensoriais adequadas para o consumo de um fruto de qualidade, a maturação é considerada como um estágio de desenvolvimento alcançado pelo fruto na planta, ela ocorre antes que o fruto atinja o completo desenvolvimento, o qual, após a colheita, terá uma qualidade mínima que garanta sua aceitabilidade pelo consumidor. Após a maturação, não há mais aumento no tamanho do fruto, estes são normalmente colhidos nesse estágio, e após a colheita estes utilizarão os substratos acumulados durante o desenvolvimento. Para evitar danos físicos durante o transporte e para garantir a qualidade do fruto do campo ao consumidor, é de suma importância saber o momento apropriado da sua colheita. (PEREIRA et al., 2006).

Medições internas e externas são realizadas ao longo do processo de maturação do fruto para monitorá-la e, para estas, é necessário realizar amostragens de frutos nos pomares, cujos resultados devem representar a população de plantas da qual se busca obter informações (POZZAN; TRIBONI, 2005).

Tamanho, cor da casca e formato dos frutos, tais como determinação de sólidos solúveis, acidez titulável, relação entre sólidos solúveis e acidez, pH, firmeza entre outros, são critérios a serem utilizados na determinação do melhor período para a colheita dos frutos cítricos (BERGER, 1994). Na busca do estágio de maturação ideal do fruto, deve-se utilizar o maior número de análises possíveis, em decorrência de este processo envolver diversas mudanças e estas estarem sujeitas a muitas variações ambientais.

Albrigo (1992) citou que, além da temperatura, a disponibilidade de água no solo e umidade do ar também influenciam no desenvolvimento do fruto. Em períodos de umidade excessiva, o fruto aumenta de tamanho, mas a quantidade de sólidos solúveis e acidez titulável são diluídos e, em períodos de estiagens, ocorre o contrário. Assim o clima mostra-se como uma importante variável, pois ele pode influenciar nas características do fruto, dependendo da posição em que este se encontra na planta, o que pode resultar em diferenças qualitativas (CARVALHO, 2010).

A determinação do ponto ótimo de maturação a colheita é de grande importância para os produtores de frutos, pois realizar a colheita no estágio ideal, significa garantir ao produto uma qualidade desejável na pós-colheita considerando, transporte armazenamento e manuseio adequados.

Um fator importante que afeta características como coloração da casca e da polpa, rendimento em suco, acidez e teor de açúcares são as diferenças climáticas (COELHO e NASCIMENTO, 2004).

No Brasil, apesar da grande produção de frutas cítricas, ainda é pouco seu consumo *in natura*, assim, grande parte dessas frutas que não são exportadas são utilizadas pelas indústrias. Dessa forma, as indústrias de suco avaliam características como: o rendimento de suco, os teores de sólidos solúveis, a acidez e a relação entre eles, uma vez que estes indicam o estágio de maturação e o teor de doçura dos frutos. Teores elevados de sólidos solúveis na matéria-prima implicam em menor adição de açúcares, menor tempo de evaporação da água, menor gasto de energia e maior rendimento do produto, resultando em maior economia no processamento (PEREIRA, 2012).

2.3.4 Índices de Maturação

Cor

Diferentemente dos frutos que se destinam ao processamento industrial, os de mesa, consumidos *in natura*, têm valor determinado pelos atributos de qualidade, que levam em conta, além do teor de açúcares e da acidez do suco, a coloração externa ideal da casca dos frutos, e atingir essa coloração acaba se tornando um desafio a ser alcançada no manejo produtivo (COSTA, 2009).

Dentre as transformações bioquímicas, a degradação da clorofila, que ocorre em função das mudanças de pH, de ácidos, do aumento dos processos oxidativos e da ação das clorofilases, é o processo mais característico da maturação. A mudança de cor que ocorre nos citros, se deve a conversão gradual dos cloroplastos contendo carotenóides e clorofilas, em cromoplastos contendo apenas carotenóides, estes cromoplastos estão presentes nas células do flavedo e podem estar previamente presentes nos frutos verdes ou serem sintetizados simultaneamente com a degradação da clorofila (RODRIGO et al., 2013).

Frutas cítricas que são caracterizadas por possuírem a cor da casca amarela, quando cultivadas em regiões de clima tropical, atingem a plena maturação interna, porém a casca permanece total ou parcialmente verde (MENDONÇA et al., 2003).

A influência da temperatura na coloração da casca se deve ao fato de que, em temperaturas mais altas, ocorre o estímulo da degradação da clorofila existente no flavedo, esta é responsável pela coloração verde dos frutos, enquanto que em temperaturas mais baixas ocorre o favorecimento a síntese de carotenóides, que são responsáveis pela tonalidade

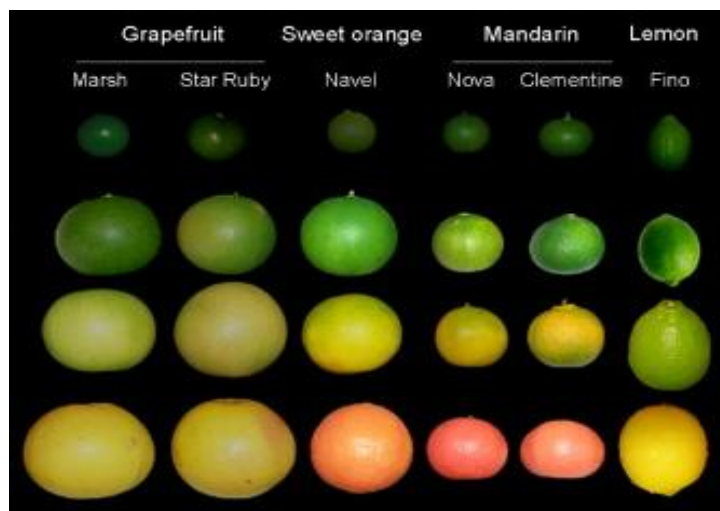
amarela e laranja intensa. Assim, essas alterações na pigmentação não permitem que se estabeleça boa correlação entre cor da casca e a maturação interna do fruto, pois elas podem dar um falso ponto de maturação (CARVALHO, 2010).

Pelo motivo de o limão siciliano ter como característica marcante a cor da casca amarela, e este ser um atributo de qualidade importante para sua comercialização, foram realizadas, neste estudo, análises para determinar a mudança de cor do fruto e a quantidade de clorofila em sua casca durante seu desenvolvimento, por terem sido, estes limões, cultivados em uma região do semi-árido nordestino que apresentam altas temperaturas durante a maior parte do ano.

A determinação da coloração dos frutos pode ser realizada por métodos subjetivos, que têm como base a intensidade e as variações da cor perceptíveis ao olho humano, como também pode ser feita por métodos objetivos, através de equipamentos capazes de medir a quantidade e qualidade da luz refletida do produto, sendo este um método que garante maior confiabilidade (CHITARRA e CHITARRA, 2005).

De acordo com Rodrigo et al. (2013), uma característica de destaque entre as diferentes espécies ou cultivares dos citros é a alta diversidade de coloração externa dos frutos. A coloração externa pode apresentar a cor verde para limas; cor amarela para algumas espécies de limões e *grapefruits*; cor laranja para laranjas e tangerinas e cores vermelha e rosa para algumas *grapefruits* e pomelos (Figura 2). Esta variação na coloração das frutas cítricas provavelmente surgiu como resultado natural da evolução para atrair insetos e outros animais e garantir a dispersão de sementes.

Figura 2. Mudanças na pigmentação externa durante o amadurecimento natural de diferentes citrus.

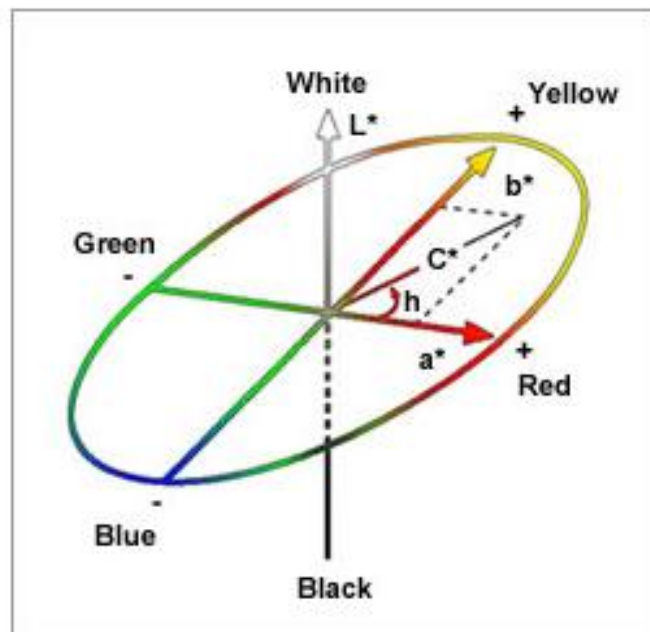


Fonte: Imagem adaptada de Rodrigo et al. (2013)

A cor pode ser representada numericamente pela escala de cor CIELab ($L^*a^*b^*$) (*Commission Internationale de l'Éclairage - Lightness, redness-greenness and yellowness-blueness*) que fornece dados quantificáveis e precisos sobre a cor de frutas e vegetais *in natura* e processados. Este sistema tem sido empregado por vários autores, desde 1976, para caracterizar a cor dos alimentos, especificada numericamente em um espaço tridimensional esférico definido por três eixos perpendiculares (Figura 3). A cromaticidade é composta pelas coordenadas retangulares do sistema CIELab que são: L^* (luminosidade), a^* (vermelho-verde: valor positivo representa vermelho e negativo, verde) e b^* (amarelo-azul: valor positivo representa amarelo e negativo, azul) (KONICA MINOLTA, 2008).

Croma (C^*) define a vivacidade, quando próximo de 60, ou a opacidade da cor, quando próximo de zero. Já o ângulo Hue, relaciona-se às diferenças de absorbância em diferentes comprimentos de onda permitindo distinguir colorações de mesma luminosidade, representando o valor de 180° o verde puro e 0° , o vermelho puro; quanto mais próximo de zero for este valor, mais vermelho será a cor do alimento (KONICA MINOLTA, 2008).

Figura 3. Parâmetros do sistema de cor CIELAB.



Fonte: CHITARRA e CHITARRA (2005).

Sólidos Solúveis (°Brix)

Os sólidos solúveis (SS) totais, importantes na determinação da qualidade da fruta, indicam a quantidade de açúcares, aminoácidos, vitaminas e ácidos que se encontram dissolvidos no suco celular ou nos vacúolos. Este teor é dependente do estágio de maturação no qual o fruto é colhido e geralmente tende a aumentar com o desenvolvimento e o amadurecimento da fruta devido a biossíntese ou degradação de polissacarídeos, podendo ter valores reduzidos na fase de senescência (PEREIRA et al., 2006; CHITARRA e CHITARRA, 2005).

Em frutas não climatéricas, que devem ser colhidas na maturidade ou após, os teores de açúcar apresentam poucas modificações, dessa forma, essas frutas podem ser armazenadas por um extenso período sem causar danos a qualidade do produto. Em algumas dessas frutas pode ocorrer um aumento no teor inicial de açúcares, como resultado do metabolismo de polissacarídeos das paredes celulares (CHITARRA e CHITARRA, 2005).

Acidez Titulável (%)

A acidez titulável (AT) de um fruto é determinada pela presença dos ácidos orgânicos, que são encontrados nos vacúolos celulares na forma livre e/ou combinados com sais, ésteres e glicosídeos, e estes, na maturação, são utilizados como substrato para a respiração, sendo fundamentais na síntese de compostos fenólicos, lipídeos e aromas voláteis. (CHITARRA E CHITARRA, 2005).

O valor de acidez tende a aumentar durante o crescimento do fruto e geralmente diminui com o amadurecimento e, também, após a colheita e durante o armazenamento, essa redução ocorre devido a oxidação dos ácidos no ciclo dos ácidos tricarboxílicos em decorrência da respiração ou da transformação destes em açúcares para gerar energia para o fruto. Nas frutas cítricas, o ácido cítrico se encontra de forma predominante. (PEREIRA et al., 2006; CHITARRA e CHITARRA, 2005; BRODY, 1996).

No entanto, nem todas as frutas cítricas seguem este comportamento de redução da acidez durante a maturação. Segundo Albertini et al. (2006) frutas como os limões apresentam valores de acidez alto e constante, já as limas doces e as laranjas doces apresentam valores baixos. Assim, esta variável não é considerada um índice adequado para a determinação da maturidade de laranjas doces de baixa acidez, limas doces e limões.

Segundo Chitarra e Chitarra (2005), os teores de acidez em limões e espinafre podem ter valores acima de 3%, sendo considerados assim, exceções, pois em geral a acidez em outros alimentos não excede os valores de 1,5% a 2,0%.

Miranda e Campelo Junior (2010) avaliando esta variável em limas ácidas ‘Tahiti’ reportaram resultados de 5,30% para frutos com 114 dias de desenvolvimento e de 6,03% com 181 dias de desenvolvimento.

Relação SS/AT

A razão sólidos solúveis e acidez titulável indica o grau de equilíbrio entre os teores de açúcar e ácidos orgânicos do fruto e está diretamente relacionada ao atributo sabor (COHEN et al, 2008). Durante o amadurecimento essa relação tende a aumentar devido ao aumento nos teores de açúcares e à diminuição dos ácidos em decorrência da degradação destes, em virtude do aumento da concentração de enzimas como as hidrolases (amilases, celulasas, enzimas pectinolíticas), peroxidases e catalase, que causam a redução da adstringência e do sabor ácido do fruto (GONÇALVES, 2009). Fatores ambientais ou fisiológicos que interferem no metabolismo dos açúcares e dos ácidos podem, consequentemente, afetar essa relação.

Machado, Costa e Batista (2012) avaliando a qualidade de frutos cítrico de tangor ‘Ortanique’ encontraram resultados de 15,98. Em pomelos ‘*Star Ruby*’, Machado, Oliveira e Costa (2011) reportaram valores de 6,37 para esta variável. Já para laranja ‘Delta Valencia’, Pereira, Machado e Costa (2013) detectaram resultados de 25,64. Todos os frutos citados acima foram cultivados na mesma região e em condições endofo-climáticas semelhantes as dos limões deste estudo. Diante destes dos resultados reportados por estes autores, percebe-se que o valor desta razão (SS/AT) varia muito em cada espécie.

Firmeza (N)

Após a mudança da cor, o amolecimento do fruto é a transformação mais evidente que ocorre durante o amadurecimento (AWAD, 1993). A firmeza do fruto é um atributo de qualidade, indicador de maturidade, o que influencia na sua comercialização, pois os frutos com baixa firmeza apresentam menor resistência ao transporte, ao manuseio e ao armazenamento, além de apresentar maior suscetibilidade a doenças podendo, assim, apresentar uma menor vida útil pós-colheita (SANTOS, 2006).

A redução da firmeza durante o amadurecimento ocorre, principalmente, devido a degradação das moléculas polímeras, como celulose, hemicelulose e pectina, que são constituintes da parede celular, gerando, assim, o amolecimento do fruto. Outros processos também podem levar a redução de firmeza, como a degradação do amido e a perda de turgor (TUCKER, 1993). Esse parâmetro pode ser influenciado pelo estágio de maturação, condições climáticas durante o período de colheita e variabilidade genética.

Rendimento do suco (%)

O rendimento de suco, é uma variável que, também, pode ser utilizado para verificar o estágio de maturação de frutas cítricas. No Brasil, a Embrapa (2008) considera adequada a porcentagem mínima de suco entre 35% a 45% em relação ao peso do fruto inteiro, variando de acordo com cada variedade de citro.

Trabalhos realizados com algumas espécies de citros na região do Baixo Jaguaribe – Ceará em condições endo-climáticas semelhantes as dos frutos deste estudo, foram feitos com tangor ‘Ortanique’ por Machado, Costa e Batista (2012) e, estes autores reportaram valor de 27,9% de rendimento de suco, já Pereira, Machado e Costa (2013) em estudo com laranja ‘Valencia Delta’ detectaram resultado de 43% de suco. Miranda e Campelo Junior (2010) avaliando o desenvolvimento e qualidade da lima ácida ‘Tahiti’ em Rondônia observou que o rendimento do suco com 114 dias de desenvolvimento apresentavam 29,73% e com 181 dias, 44,83%.

Ácido Ascórbico (mg.100g⁻¹)

O ácido ascórbico é a principal forma biologicamente ativa e reduzida da vitamina C, tem diversas funções biológicas e desempenha um importante papel como antioxidante, prevenindo danos celulares causados pela oxidação (MOURA, 2010). É o nome comum dado ao ácido 2,3-enediol-*L*-gulônico, é um sólido branco, cristalino, muito solúvel em água, em seu estado sólido, é relativamente estável. Porém, quando encontra-se em solução, é facilmente oxidado reversivelmente a ácido dehidroascórbico (DHA) que, por sua vez, pode ser oxidado irreversivelmente ao 2,3 ácido dicetogulônico com perda da atividade biológica (RIBEIRO e SERAVALLI, 2004).

O teor de vitamina C tende a diminuir com a maturação e o armazenamento de muitas hortícolas, devido à ação direta da enzima ácido ascórbico oxidase (ascorbinase) ou pela ação de enzimas oxidantes como a peroxidase (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

Sua concentração nas frutas cítricas pode variar em relação ao tipo de cultivar, com o estágio de maturação, condições de cultivo entre outras. Alguns autores, também, relatam a influência da concentração de sais e de açúcar, concentração inicial de ácido ascórbico e carga microbiana (LEE e CHEN, 1998; LEE e COATES, 1999).

Para esta variável Pereira, Machado e Costa (2013) determinaram valor de 32,50 mg.100g⁻¹ para laranja ‘Valencia Delta’ e Machado, Oliveira e Costa (2011) reportaram resultado de 55,20 mg.100g⁻¹ para pomelos ‘Ruby Red’, frutos estes e aqueles colhidos na mesma região dos frutos estudados neste trabalho. E para lima ácida ‘Tahiti’ determinou valor de 33,3 mg.100g⁻¹ para frutos com 99 dias de desenvolvimento e de 25,40 mg.100g⁻¹ para frutos com 127 dias de desenvolvimento.

Tamanho e Forma (mm)

São atributos importantes, pois a variação entre as unidades individuais de um produto pode afetar a escolha desse produto pelo consumidor, as práticas de manuseio, o potencial de armazenamento, a seleção de mercado e o destino final. O tamanho dos frutos pode ser avaliado pelas dimensões (circunferência, diâmetro, comprimento, largura), pelo peso e a forma. Os valores encontrados para o diâmetro longitudinal e o transversal representam em conjunto, o tamanho, e a sua relação dá ideia da forma do produto. A realização dessa medição é importante para produtos destinados ao consumo *in natura* e, apenas, em alguns casos, é utilidade nos produtos para processamento (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

3 MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 Origem e localização do Limão ‘Siciliano’ híbrido ‘Eureka’, porta-enxerto ‘Limão Cravo’.

Os frutos de limão ‘Siciliano’ foram colhidos no setor da área experimental da empresa FrutaCor, localizada na região do Baixo Jaguaribe, no município de Limoeiro do Norte, CE, com coordenadas de 5° 20’ de latitude Sul e 38° 5’ de longitude Oeste. Esta área caracteriza-se como tendo temperatura média anual de 28,5 °C, com mínima de 22 °C e máxima de 35 °C, clima: BSw’h’, chuvas anuais com ocorrências irregulares de 772 mm, umidade relativa de 62% e radiação solar de 3.030 horas (DNOCS, 2014).

Segundo informações cedidas pela empresa FrutaCor, a nutrição do plantio foi realizada através de aplicações de nitrogênio (N), fósforo (F), potássio e magnésio (Mg) em área irrigada.

3.1.1 Marcação e colheita dos frutos

Um conjunto de 40 árvores de limão siciliano, híbrido ‘Eureka’, porta- enxerto limão ‘cravo’, foi inicialmente selecionado no que se refere a condições fitossanitárias e época de plantio, em uma área agrícola apresentando as mesmas características edafo-climáticas. A seleção dos frutinhos, em suas respectivas panículas, ocorreu dentro do conjunto das 40 árvores previamente marcadas. Foram selecionados 10 frutinhos por árvore, todos com boas condições fitossanitárias e apresentando de 35 a 40 mm de diâmetro transversal. As marcações, tanto de árvores como de panículas, foram realizadas de forma que ambos tornaram-se distintos, utilizando-se fitas zebradas e vermelhas, respectivamente (Figura 4).

Figura 4. Marcação das árvores e panículas na área experimental.



Fonte: Autoria própria.

Os experimentos foram realizados em dois momentos, acompanhando duas floradas distintas em anos seguintes. O primeiro experimento foi realizado durante os meses de outubro de 2012 a janeiro de 2013 e o segundo foi realizado durante os meses de julho a outubro de 2013.

Na execução deste estudo foram realizadas um total de 11 colheitas nos dois experimentos, com os tempos de zero, 14, 28, 42, 49, 56, 63, 70, 77, 84 e 91 dias sendo, a primeira colheita efetuada no tempo zero, quando os frutinhos atingiram o diâmetro longitudinal entre 48 - 49 mm e diâmetro transversal 39 – 40 mm (Figura 5). As colheitas foram realizadas em dois espaçamento de tempo, as quatro primeiras aconteceram num espaçamento de 15 dias entre elas e a partir do 49º dia (5ª colheita) elas passaram a ser a cada 7 dias até o 91º dia.

Figura 5. Frutinhos de limão siciliano no tempo zero.



Fonte: Autoria própria.

Logo após cada colheita, os frutos eram devidamente acondicionados em caixas de papelão e transportados em veículo com ar condicionado para o Laboratório de Controle de Qualidade de Alimentos e Secagem do Departamento de Tecnologia de Alimentos da Universidade Federal do Ceará, para a realização das devidas análises.

Em cada colheita foram colhidos um conjunto de 20 frutos e divididos em 5 grupos, contendo 4 frutos cada, constituindo assim, cinco repetições.

3.2 Determinação do estágio ótimo de maturação à colheita de fruto de Limão Siciliano híbrido 'Eureka' cultivado no município do Limoeiro do Norte, região do Baixo Jaguaribe – Ceará

3.2.1 Análises Físicas

a) Peso do fruto (g)

Para determinação desta variável, cada fruto foi pesado individualmente em balança semi-analítica com precisão de 0,1 g, com resultados expressos em g.

b) Dimensões do fruto (mm)

Foram realizadas medições dos diâmetros longitudinal (DL) e transversal (DT), onde o diâmetro longitudinal ou altura refere-se à medida que vai do pedúnculo ao ápice do fruto e o transversal, à medida na posição equatorial do fruto. Em todos os frutos, esses valores foram obtidos através de um paquímetro digital e os resultados expressos em milímetros.

c) Índice de formato

Obtida através da relação entre diâmetro longitudinal e transversal (DL/DT).

d) Firmeza da casca (N)

Realizada nos frutos íntegros, utilizando um penetrômetro de bancada digital dotado de haste extensora de 120 mm de comprimento e ponta cônica de 6,5 mm de diâmetro (Solilcontrol, modelo DD - 200). As medições foram realizadas no eixo equatorial do fruto, em lados opostos. Utilizou-se a média dos valores obtidos, com os resultados expressos em Newton (N).

e) Rendimento do suco (%)

Para determinar o rendimento (Equação 1), os frutos foram individualmente pesados e cortados em metades. O suco foi retirado com o auxílio de espremedor de sucos para citros e o volume foi medido em proveta graduada e pesado em balança semi-analítica.

$$\text{Rendimento (\%)} = (\text{massa do suco/massa do fruto}) \times 100 \quad (\text{Eq. 1})$$

f) Espessura da casca (mm)

Os frutos foram cortados ao meio e a casca foi medida com um paquímetro digital. Os resultados foram expressos em milímetros.

g) Cor instrumental da casca

Para o acompanhamento da evolução da cor da casca dos frutos, foram realizadas duas medições em lados opostos, na região equatorial de cada fruto, utilizando-se um colorímetro da marca Konica Minolta Spectrophotometer modelo CR- 410 sendo as leituras efetuadas através dos parâmetros de cor: luminosidade, croma e ângulo hue, onde o parâmetro L^* indica a luminosidade da cor medida, com variação de 0 a 100 para cores de preto a branco, respectivamente, a variável C^* (croma) define a intensidade da cor, assumindo valores próximos a zero para cores neutras (cinza) e ao redor de 60 para cores vívidas, já o ângulo de cor (hue) mostra a localização da cor em um diagrama, onde o ângulo 0° representa vermelho puro; 90° , o amarelo puro; 180° , o verde puro e o 270° , o azul puro (McGUIRE, 1992).

3.2.2 Análises Físico-químicas

a) Clorofila da casca ($\text{mg} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$)

Para determinar a quantidade de clorofila da casca do fruto, retirou-se parte superficial do flavedo o suficiente para um peso total de 2,0 g para posterior maceração em almofariz com adição de 18 mL de acetona 80 %. Após repouso de 5 minutos a suspensão foi filtrada com papel filtro para um Becker de 50 ml. A leitura da amostra foi realizada em espectrofotômetro em comprimento de onda de 663 nm (clorofila a) e 646 nm (clorofila b). Os resultados foram expressos em $\text{mg} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$, calculados pelas equações de Lichtenthaler (1987) (Equações: 2, 3 e 4):

$$\text{Clorofila a (Ca)} = 12,25 \times A_{663} - 2,79 \times A_{646} \quad (\text{Eq. 2})$$

$$\text{Clorofila b (Cb)} = 21,50 \times A_{646} - 5,10 \times A_{663} \quad (\text{Eq. 3})$$

$$\text{Clorofila total (Ct)} = 7,15 \times A_{663} + 18,71 \times A_{646} \quad (\text{Eq. 4})$$

b) pH

O pH foi determinado através de leitura direta no suco do fruto, utilizando potenciômetro da marca Quimis, previamente calibrado com soluções tampões de pH 4,0 e pH 7,0 (AOAC, 1995).

c) Acidez titulável (%)

A acidez titulável foi determinada pela diluição de 1,0 g do suco de limão em 50,0 mL de água destilada, após a diluição, a amostra foi titulada com solução de hidróxido de sódio (NaOH, 0,1 N) recentemente padronizada, utilizando indicador fenolfetaleína 1,0% para indicar o ponto de viragem de incolor para róseo claro. Os resultados foram expressos em porcentagem de ácido cítrico, segundo normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz (IAL, 2004).

d) Sólidos solúveis (°Brix)

As medições de sólidos solúveis foram realizadas em suco filtrado dos limões através de leitura em refratômetro digital (Modelo PR-100 Pallete, Atago Co.), previamente calibrado com água destilada, com compensação automática de temperatura. Os conteúdos de sólidos solúveis totais foram expressos em °Brix (AOAC, 1995).

e) Relação Sólidos solúveis/Acidez titulável

Obtida através do quociente entre as variáveis: sólidos solúveis e acidez titulável.

f) Ácido ascórbico ($\text{mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$)

As concentrações do ácido ascórbico foram obtidas através da pesagem de 2,0 g do suco de limão filtrado. Este suco foi transferido para um balão volumétrico de 100 ml e aferido com solução de ácido oxálico (0,5 %). Para a quantificação do ácido, utilizou-se uma alíquota de 5 mL, adicionado de 45 mL de água destilada. A titulação foi realizada com solução de DFI (2,6-diclorofenolindofenol 0,02 %) até a coloração róseo claro permanente. Os resultados foram expressos em mg de ácido ascórbico. 100g^{-1} de suco, segundo metodologia descrita por Strohecker e Henning (1967).

3.3 Delineamento experimental

O experimento foi conduzido em esquema inteiramente casualizado. Foi realizada a análise de variância e o teste de Tukey ($P \leq 0.05$) com o auxílio do software Statistica 7.0 (STATSOFT, 2007). Regressões lineares ($R^2 \geq 70\%$) foram utilizadas para descrever as mudanças ocorridas durante o desenvolvimento dos frutos utilizando-se o Excel 2010.

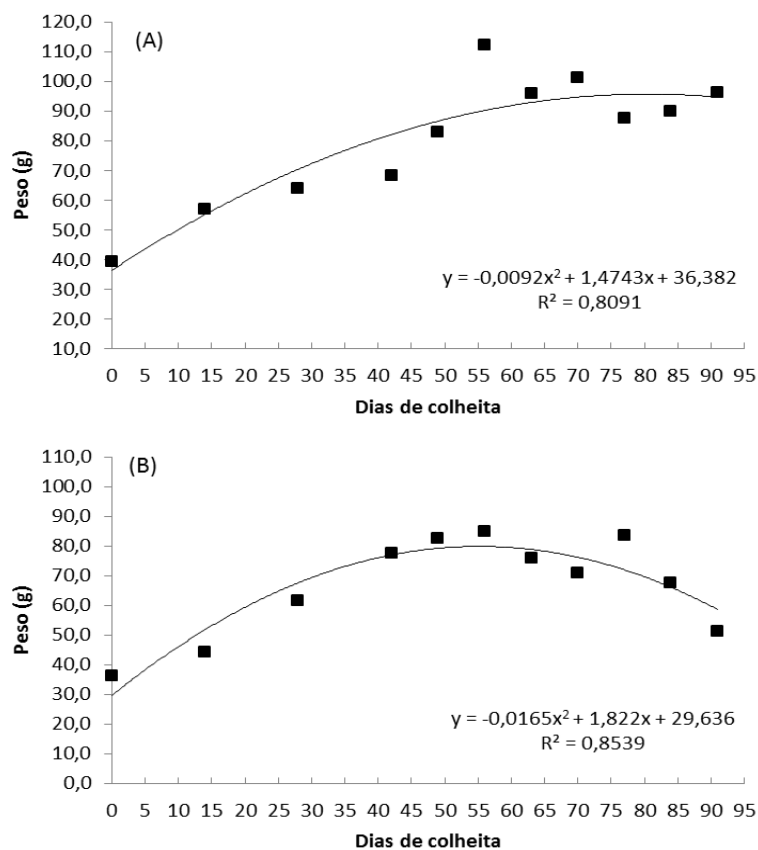
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Análises Físicas

4.1.1 *Peso (g)*

Observou-se um aumento na massa dos frutos nos primeiros dias de desenvolvimento até a metade do ciclo de colheitas (56º dia) nos dois experimentos com suave decréscimo dos valores ao final dos experimentos, sendo essa redução mais acentuada no segundo experimento Figuras 6 (A e B).

Figura 6. Peso (g) dos frutos de limão siciliano híbrido ‘Eureka’ para o período de colheita de outubro de 2012 a janeiro de 2013 (A) e para o período de julho a outubro de 2013 (B).



Os pesos dos frutos variaram no primeiro experimento, que ocorreu de outubro de 2012 a janeiro de 2013, de 39,37 g no tempo zero a 96,38 g no 91º dia, já no segundo experimento, realizado de julho a outubro de 2013 esses valores foram de 36,47 g no tempo

zero a 51,37 g no 91º dia. Esta variável apresentou aumento significativo ($p \leq 0,05$) nos dois experimentos entre o primeiro e último dia de colheita (Tabelas 1 e 2). Segundo Carvalho e Nakagawa (2000), o aumento gradativo do peso dos frutos acontece em decorrência da maior quantidade de fotoassimilados acumulados e está diretamente relacionado com o seu grau de desenvolvimento, exceto quando o fruto está em avançado estágio de maturação.

Esposti, Siqueira e Cecom (2008) estudando o crescimento de Tangerina ‘Poncã’ em Viçosa-MG, em relação ao peso (g) do fruto, observaram que o desenvolvimento dos frutos seguiu uma curva do tipo sigmóide simples, desde o pegamento até a colheita. No presente estudo esta curva não ficou clara, devido, talvez, a colheita dos limões ter iniciado com os frutos finalizando a fase I (crescimento exponencial devido a divisão celular) e iniciando a fase II (crescimento linear devido o acúmulo de água e nutrientes).

Valor semelhante para o peso ao encontrado no 91º dia do segundo experimento foi reportado por Sharma et al. (2006), que ao estudarem características de limão cv. Eureka cultivados na Índia determinaram valor de 52,2 g, já para limões da cv. Lisbon, os autores encontraram valor de 46,8 g, valor este inferior aos determinados no 91º dia dos dois experimentos no presente estudo.

Tabela 1. Caracterização física de limão siciliano híbrido ‘Eureka’ porta enxerto limão ‘Cravo’ cultivado em Limoeiro do Norte, Ce, no período de outubro de 2012 (0 dia) a janeiro de 2013 (91º dia).

Colheita (Dias)	Peso (g)	DL (mm)	DT (mm)	IF
0	39,37 ^c ± 1,50	49,54 ^d ± 1,48	40,19 ^d ± 1,19	1,23 ^a ± 0,07
14	57,08 ^c ± 5,20	55,10 ^{de} ± 1,56	45,73 ^c ± 1,57	1,21 ^a ± 0,03
28	63,87 ^c ± 3,61	56,54 ^{cde} ± 1,80	47,36 ^c ± 0,76	1,19 ^a ± 0,03
42	68,30 ^c ± 3,29	61,78 ^{bce} ± 3,18	51,81 ^b ± 1,52	1,22 ^a ± 0,03
49	82,82 ^d ± 5,33	68,30 ^{ab} ± 3,29	55,94 ^a ± 1,57	1,19 ^a ± 0,03
56	112,30 ^a ± 4,21	70,74 ^a ± 7,17	57,38 ^a ± 3,94	1,23 ^a ± 0,06
63	95,93 ^{bf} ± 7,04	64,37 ^{ab} ± 4,27	54,72 ^{ab} ± 1,13	1,18 ^a ± 0,06
70	101,14 ^b ± 3,13	64,85 ^{ab} ± 2,41	56,09 ^a ± 1,78	1,18 ^a ± 0,02
77	87,46 ^{df} ± 2,92	63,39 ^{abc} ± 4,98	53,87 ^{ab} ± 2,98	1,18 ^a ± 0,04
84	89,87 ^{bdf} ± 4,34	63,38 ^{abc} ± 2,06	55,41 ^{ab} ± 0,99	1,18 ^a ± 0,02
91	96,38 ^{bf} ± 2,79	65,06 ^{ab} ± 2,01	55,30 ^{ab} ± 0,81	1,18 ^a ± 0,04

Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$). DL = diâmetro longitudinal; DT = diâmetro transversal; IF = índice de formato.

Tabela 2. Caracterização física de limão siciliano híbrido ‘Eureka’ porta enxerto limão ‘Cravo’ cultivado em Limoeiro do Norte-Ce, no período de julho (0 dia) a outubro de 2013 (91° dia).

Colheita (Dias)	Peso (g)	DL (mm)	DT (mm)	IF
0	36,47 ^e ± 1,69	48,76 ^c ± 0,87	39,06 ^b ± 0,42	1,25 ^{ab} ± 0,02
14	44,41 ^{ef} ± 0,86	47,66 ^c ± 0,60	36,76 ^b ± 0,28	1,29 ^a ± 0,02
28	61,76 ^b ± 2,37	56,98 ^a ± 1,85	46,58 ^c ± 1,05	1,21 ^b ± 0,04
42	77,62 ^a ± 3,84	62,40 ^b ± 1,45	50,78 ^a ± 0,91	1,23 ^{ab} ± 0,02
49	82,57 ^a ± 5,76	62,63 ^b ± 1,37	51,18 ^a ± 0,84	1,22 ^{ab} ± 0,03
56	85,02 ^a ± 1,17	62,13 ^b ± 1,79	51,87 ^a ± 0,45	1,20 ^{ab} ± 0,04
63	75,96 ^{acd} ± 3,10	59,72 ^{ab} ± 1,64	49,49 ^a ± 0,96	1,21 ^{ab} ± 0,04
70	70,79 ^{bcd} ± 6,65	56,66 ^a ± 1,87	49,76 ^a ± 1,83	1,14 ^b ± 0,05
77	83,61 ^a ± 9,94	60,19 ^{ab} ± 3,49	51,89 ^a ± 2,43	1,16 ^b ± 0,05
84	67,49 ^{bc} ± 3,92	59,02 ^{ab} ± 1,90	50,55 ^a ± 1,59	1,17 ^b ± 0,03
91	51,37 ^f ± 4,00	56,17 ^a ± 1,79	49,22 ^{ac} ± 1,13	1,14 ^b ± 0,03

Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).
DL = diâmetro longitudinal; DT = diâmetro transversal; IF = índice de formato.

4.1.2 Diâmetro (mm)

Os diâmetros longitudinal e transversal nos dois experimentos, representados pelas equações quadráticas, variaram de: 49,54 mm a 65,06 mm para o longitudinal e de 40,19 mm a 55,30 mm para o transversal do primeiro experimento que ocorreu no período de outubro de 2012 a janeiro de 2013 (Figuras 7 A e 8 A), já no segundo experimento, realizado no período de julho a outubro de 2013, o diâmetro longitudinal variou de 48,76 mm a 56,17 mm e o transversal de 39,06 mm a 49,22 mm (Figuras 7 B e 8 B), sendo observada diferença significativa ($p \leq 0,05$) entre o primeiro e o último dia de colheita nos dois experimentos (Tabelas 1 e 2). Neste parâmetro, segundo a literatura, também é comum ser observado uma curva sigmoide simples, porém, essa visualização não evidente pode ser devido à explicação dada, anteriormente, para o parâmetro peso, ou seja, devido o estudo ter iniciado no final da fase I e início da fase II.

Figura 7. Diâmetro longitudinal (mm) dos frutos de limão siciliano híbrido ‘Eureka’ para o período de colheita de outubro de 2012 a janeiro de 2013 (A) e para o período de julho a outubro de 2013 (B).

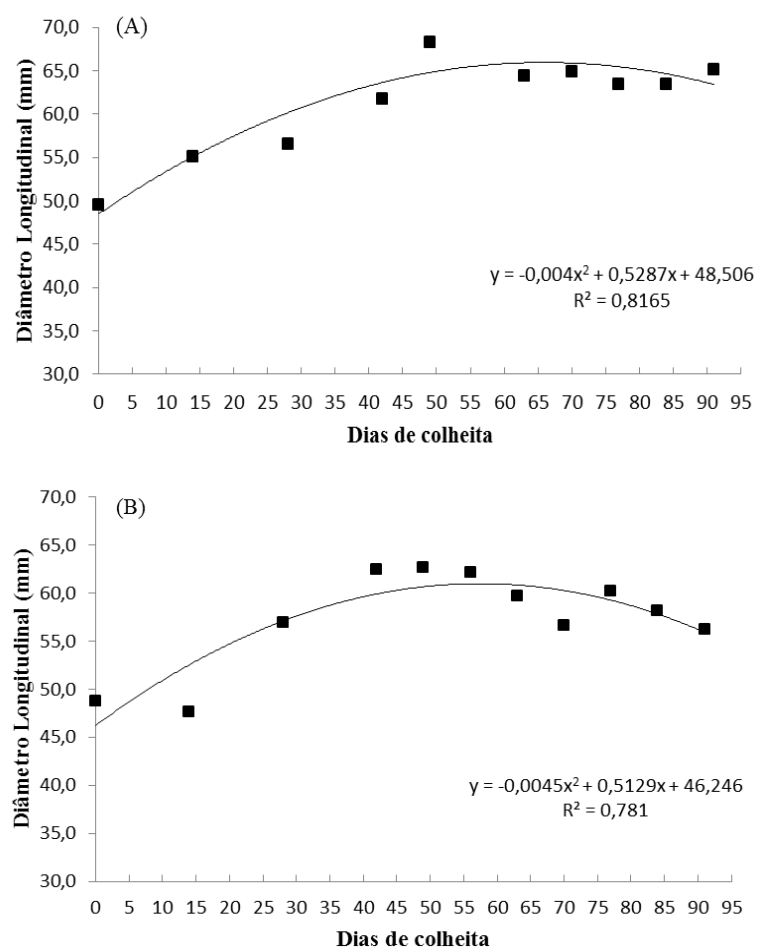
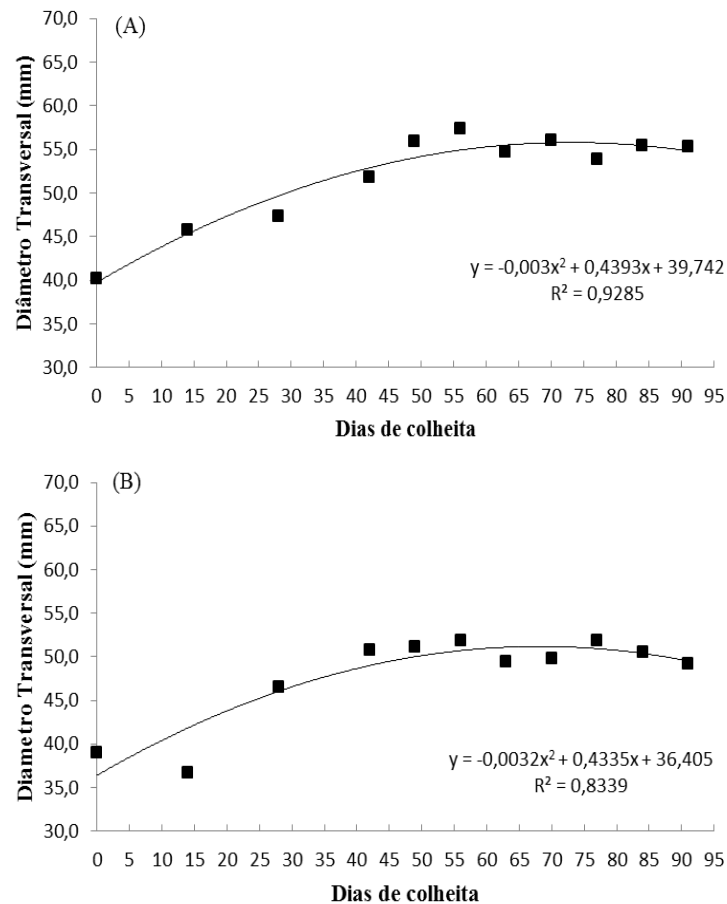


Figura 8. Diâmetro transversal (mm) dos frutos de limão siciliano híbrido ‘Eureka’ para o período de colheita de outubro de 2012 a janeiro de 2013 (A) e para o período de julho a outubro de 2013 (B).



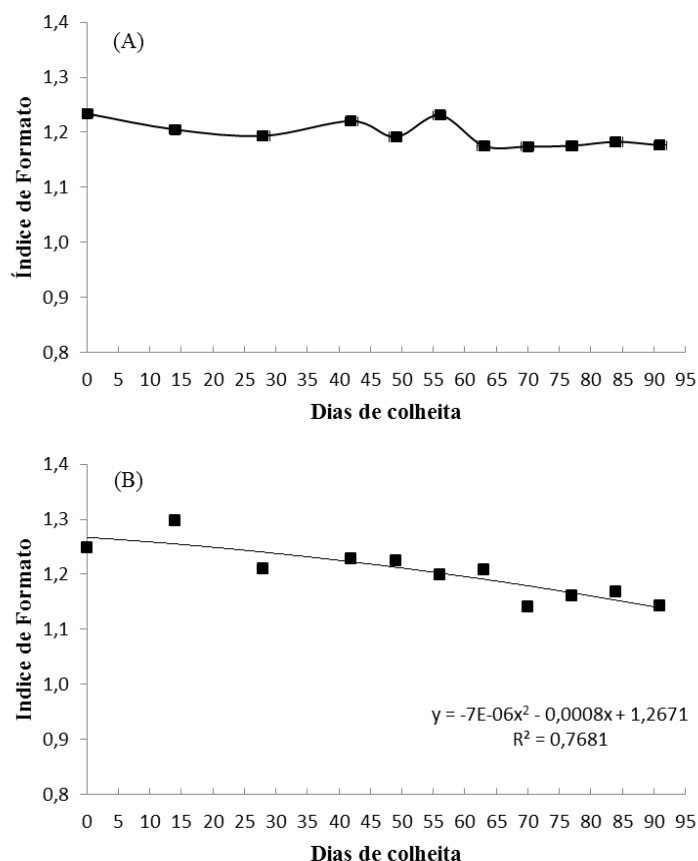
Silva Júnior et al. (2010), obtiveram médias superiores para esta variável quando estudaram laranja-da-terra no estado do Piauí, os valores médios encontrados por eles foram de 82,1 mm para o diâmetro longitudinal e de 82,2 mm para o transversal. De acordo com o Postharvest Handling Technical Bulletin (2004), frutos de limão com um diâmetro inferior a 50,0 mm geralmente não estão suficientemente desenvolvidos e apresentam menor teor de suco que o desejado, estando inadequados para exportação, pois devem alcançar ou exceder o diâmetro mínimo de 50,0 mm. Diante desta informação observamos que os limões do presente trabalho atingiram o diâmetro adequado nos dois experimentos.

4.1.3 Índice de formato

Os valores médios encontrados neste estudo para o índice de formato variaram de 1,23 a 1,18 no primeiro período e de 1,25 a 1,14 no segundo Figura (9 A e B) e suas médias não apresentaram diferença significativa ($p \leq 0,05$), entre os tempos de colheita (Tabela 1 e 2).

Goes et al. (2012), avaliando o índice de formato de lima ácida Tahiti oriunda do município de Guaraciaba do Norte – Ceará, observaram um valor médio de 1,20, valor este semelhante ao detectado no 91º dia de colheita do primeiro experimento deste estudo. Já Silva Júnior et al. (2010) obteve valor de 1,0, abaixo do reportado neste trabalho, para laranja-da terra, caracterizando, assim, um fruto arredondado, pois segundo a relação indicadora de formato de fruto, quanto mais próximo o valor do quociente for de 1,0, mais arredondado é o formato do fruto (CHITARRA & CHITARRA).

Figura 9. Índice de formato dos frutos de limão siciliano híbrido ‘Eureka’ para o período de colheita de outubro de 2012 a janeiro de 2013 (A) e para o período de julho a outubro de 2013 (B).



4.1.4 Firmeza da casca

Observou-se uma redução significativa ($p \leq 0,05$) da firmeza da casca nos dois experimentos (Figura 10 A e B), com valores variando de 70,43 N no tempo zero quando os limões eram, apenas, frutinhos, a 47,67 N no 91º dia de colheita no primeiro experimento, já no segundo experimento esses valores variaram de 78,92 N no tempo zero a 36,82 N no 91º dia (Tabelas 3 e 4). O amolecimento da casca dos frutos se deve a atuação de enzimas pectinolíticas, que transformam a pectina insolúvel em solúvel durante a evolução do amadurecimento (RIBEIRO, 2005).

Pereira (2009) trabalhando com laranjas provenientes do Baixo Jaguaribe, Ceará, observou que a força de ruptura da casca destas ficou próxima de 80 N, valor este bem acima dos encontrados ao final deste estudo nos dois experimentos. Valor superior foi, também, reportado por Machado, Costa e Batista (2012) quando avaliando frutos de tangor ‘Ortanique’ cultivados em Limoeiro do Norte – Ceará, detectaram resultado para a firmeza de 57,28 N.

Figura 10. Firmeza da casca (N) dos frutos de limão siciliano híbrido ‘Eureka’ para o período de colheita de outubro de 2012 a janeiro de 2013 (A) e para o período de julho a outubro de 2013 (B).

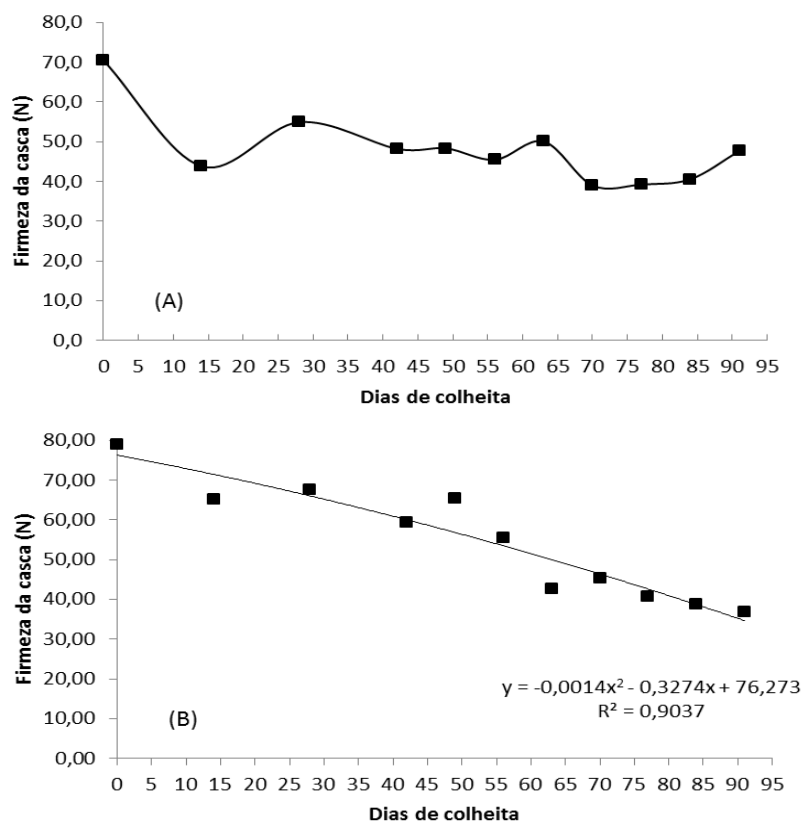


Tabela 3. Caracterização física de limão siciliano híbrido ‘Eureka’ porta enxerto limão ‘Cravo’ cultivado em Limoeiro do Norte-Ce, no período de outubro de 2012 (0 dia) a janeiro de 2013 (91° dia).

Colheita (Dias)	FR (N)	RS (%)	EC (mm)
0	70,43 ^a ± 7,14	28,94 ^a ± 4,15	3,12 ^{bcd} ± 0,45
14	43,81 ^b ± 4,98	32,58 ^a ± 1,21	3,45 ^{ad} ± 0,19
28	54,90 ^{ab} ± 6,39	33,55 ^a ± 1,74	3,42 ^{ad} ± 0,20
42	48,19 ^b ± 9,09	35,06 ^a ± 2,31	3,57 ^{ad} ± 0,08
49	48,32 ^b ± 8,12	35,08 ^a ± 2,76	3,88 ^a ± 0,21
56	45,43 ^b ± 8,16	53,09 ^{cd} ± 1,32	3,24 ^{acd} ± 0,36
63	50,04 ^b ± 4,57	47,76 ^{bd} ± 2,91	3,02 ^{bcd} ± 0,14
70	38,96 ^b ± 7,07	55,78 ^c ± 1,66	2,73 ^{bc} ± 0,27
77	39,22 ^b ± 9,00	57,30 ^c ± 0,49	2,48 ^b ± 0,33
84	40,53 ^b ± 6,12	44,64 ^b ± 7,73	2,52 ^b ± 0,48
91	47,67 ^b ± 7,78	42,78 ^b ± 0,56	2,96 ^{bcd} ± 0,35

Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

FR = força de ruptura da casca; RS = rendimento de suco; EC = espessura da casca.

Tabela 4. Caracterização física de limão siciliano híbrido ‘Eureka’ porta enxerto limão ‘Cravo’ cultivado em Limoeiro do Norte-Ce, no período de julho (0 dia) a outubro de 2013 (91° dia).

Colheita (Dias)	FR (N)	RS (%)	EC (mm)
0	78,92 ^c ± 5,96	20,07 ^c ± 4,13	3,50 ^{ad} ± 0,20
14	65,02 ^{bc} ± 3,92	18,65 ^c ± 1,37	3,94 ^a ± 0,14
28	67,60 ^{ce} ± 2,75	24,54 ^{cd} ± 2,44	3,26 ^d ± 0,17
42	59,28 ^{bc} ± 8,89	27,50 ^{ad} ± 4,78	3,32 ^d ± 0,27
49	65,43 ^{bc} ± 5,13	29,54 ^{ad} ± 4,88	3,88 ^a ± 0,18
56	55,46 ^{bd} ± 5,53	34,44 ^{ab} ± 4,55	3,32 ^d ± 0,27
63	42,65 ^a ± 3,53	34,12 ^{ab} ± 0,74	2,35 ^c ± 0,10
70	45,39 ^{ad} ± 7,64	32,61 ^{ab} ± 3,90	3,02 ^{bd} ± 0,24
77	40,68 ^a ± 6,62	48,71 ^{be} ± 1,87	2,53 ^{bc} ± 0,20
84	38,75 ^a ± 3,06	43,48 ^e ± 2,77	2,49 ^c ± 0,13
91	36,82 ^a ± 5,05	50,85 ^e ± 1,56	2,58 ^{bc} ± 0,24

Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

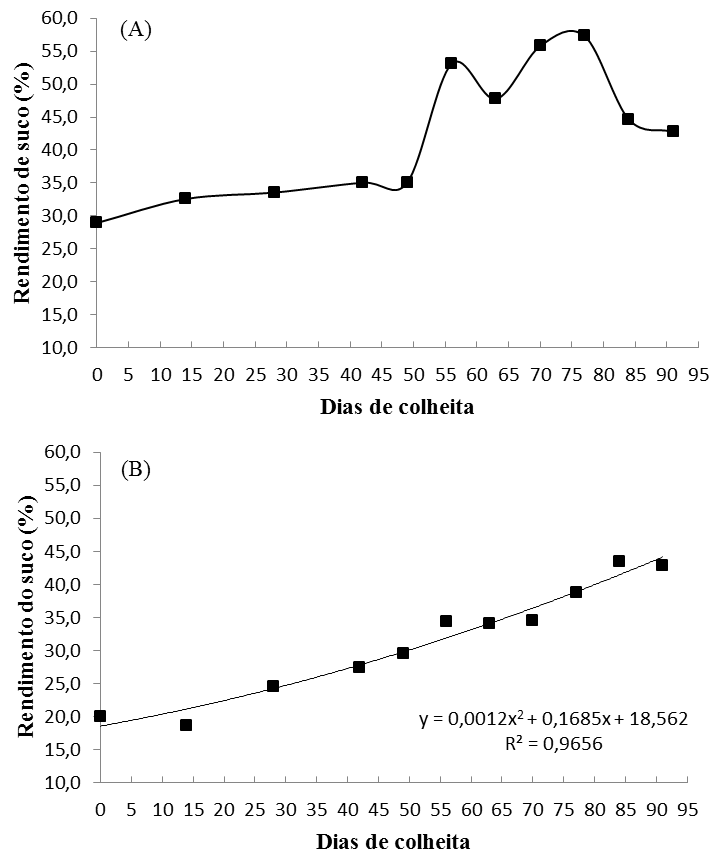
FR = força de ruptura da casca; RS = rendimento de suco; EC = espessura da casca.

4.1.5 Rendimento do suco

Para o rendimento do suco, expresso em percentual, verificou-se que no primeiro experimento houve uma variação de 28,94% no tempo zero a 42,78% no 91º dia, já no segundo experimento a variação foi de 20,07% no tempo zero a 50,85% no 91º dia (Figura 11 A e B), observando um aumento significativo ($p \leq 0,05$) nos dois experimentos (Tabelas 3 e 4). Resultados inferiores aos detectados neste estudo, foram encontrados por Xu et al. (2008) que obtiveram rendimento de suco para esta cultivar de 40,39%, enquanto valores superiores foram reportados por Sharma et al. (2006) para limões da cv. Eureka, Lisbon e Kagzi Kalan, os quais determinaram 52,3%, 50,2% e 53,8%, respectivamente. Esta diferença nos resultados encontrada por estes autores em relação ao teor de suco detectado no presente estudo, pode ser devido a vários fatores, incluindo clima e porta-enxerto, que podem desempenhar um papel direto na qualidade do fruto (McCOLLUN; BOWMAN, 2002).

De acordo com Jackson (1991), quando o fruto amadurece, aumenta o volume de suco e, quanto maior o volume, mais próxima a maturação. O mesmo foi observado neste estudo, pois a medida que o fruto desenvolveu-se o teor de suco dos mesmos aumentou.

Figura 11. Rendimento do suco (%) dos frutos de limão siciliano híbrido ‘Eureka’ para o período de colheita de outubro de 2012 a janeiro de 2013 (A) e para o período de julho a outubro de 2013 (B).



4.1.6 Espessura da casca

Observou-se que a espessura da casca dos limões diminuiu significativamente ($p \leq 0,05$) de 3,50 mm no tempo zero para 2,58 mm no 91º dia no decorrer do desenvolvimento dos frutos, apenas, no segundo experimento (Tabelas 3 e 4). Já no primeiro experimento, os valores variaram de 3,12 mm no tempo zero a 2,96 mm no 91º dia (Figura 12 A e B).

Diante desses resultados, percebe-se que a casca dos frutos tornou-se menos espessa no decorrer do seu desenvolvimento (Figura 13 A e B), o que vem a confirmar a redução da força aplicada para determinar sua firmeza durante os experimentos.

Figura 12. Espessura da casca (mm) dos frutos de limão siciliano híbrido ‘Eureka’ para o período de colheita de outubro de 2012 a janeiro de 2013 (A) e para o período de julho a outubro de 2013 (B).

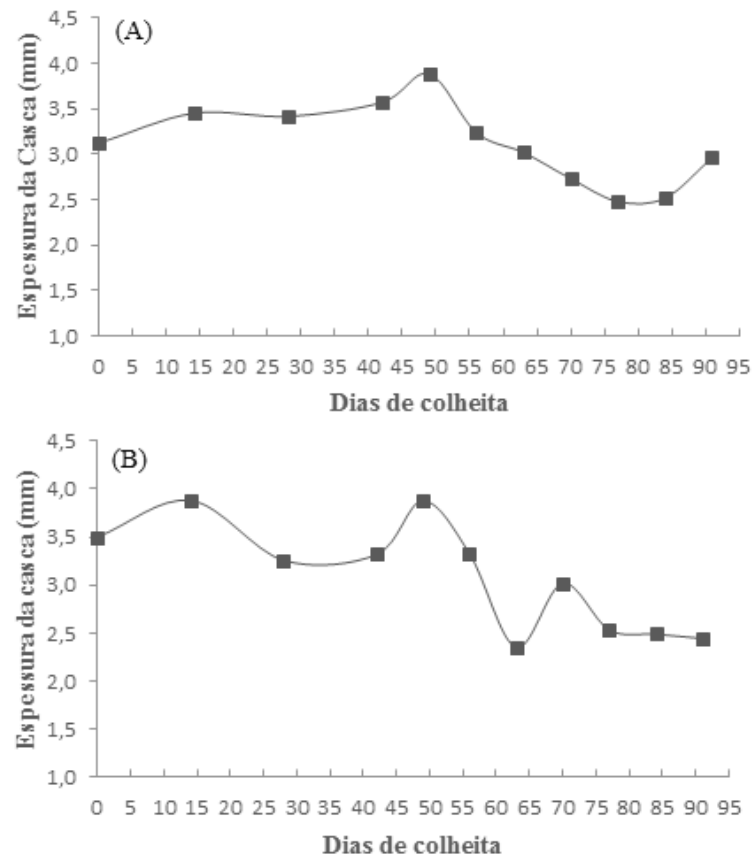
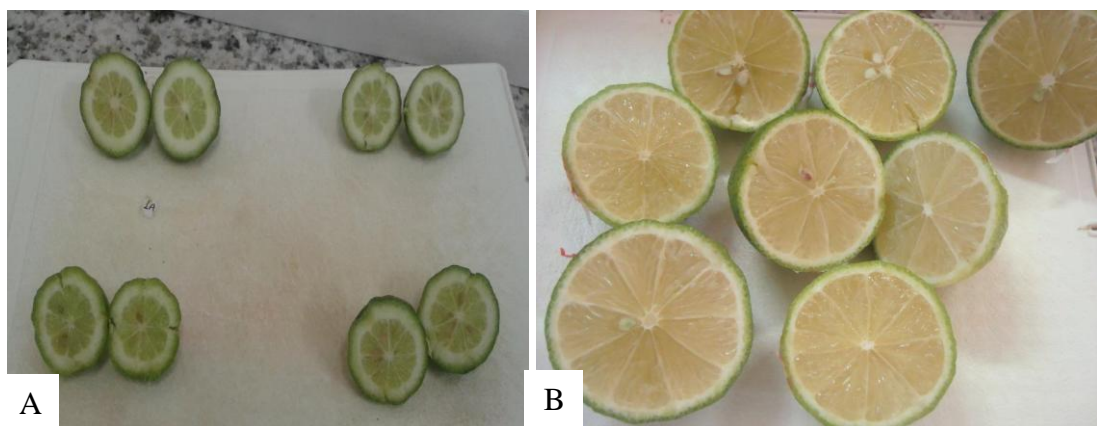


Figura 13. Espessura da casca de frutos de limão siciliano do segundo experimento, no tempo zero de colheita (A) e no 91º dia de colheita (B).



Fonte: Autoria própria.

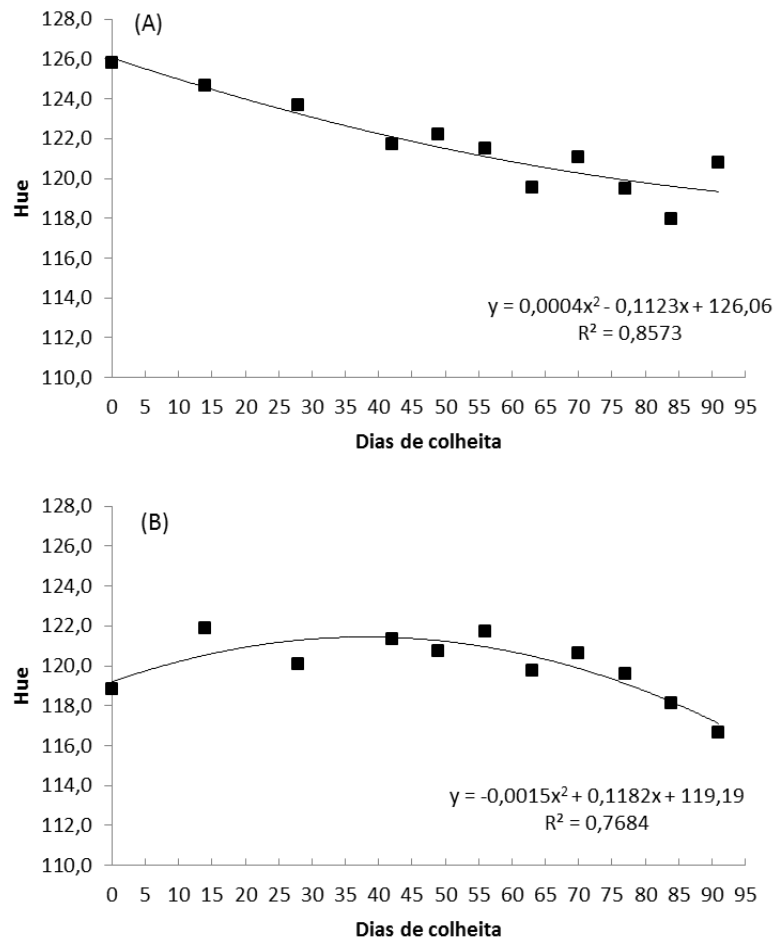
Coelho e Nascimento (2004), ao estudarem a espessura da casca de laranjas cv. Pera, obtiveram média de 3,50 mm, valor este semelhante ao encontrado no tempo zero do primeiro experimento. Enquanto Pereira (2012) detectou valor médio de 5,11 mm para laranja ‘Valência Delta’ cultivada em condições endofo-climáticas semelhantes na mesma região dos frutos deste estudo, valor este bem acima dos reportados no tempo zero nos dois experimentos do presente trabalho.

4.1.7 Acompanhamento da evolução da cor instrumental da casca dos frutos de limão siciliano híbrido ‘Eureka’

4.1.7.1 Ângulo Hue

Os valores de hue (h) encontrados no presente estudo mostram uma redução ($p \leq 0,05$) ao longo do desenvolvimento dos frutos, sendo que, no primeiro experimento, realizado no período de outubro de 2012 a janeiro de 2013, os valores de hue variaram de 125,79° a 120,76° e no segundo experimento, que ocorreu no período de julho a outubro de 2013, os valores variaram de 118,83° a 116,64° (Tabelas 5 e 6). Com estes valores, observou-se que os frutos do primeiro experimento encontravam-se mais distantes do ângulo de 90° ao final das colheitas (91° dia), o que representa frutos mais verdes em relação aos frutos do segundo experimento, pois quanto mais distantes de 90° mais verde a casca do fruto e quanto mais próximo, mais amarela é a cor da casca. Porém, observando o desenvolvimento dos frutos nos dois experimentos os limões coletados ficaram menos verdes com o passar do tempo (Figura 14 A e B).

Figura 14. Valores do ângulo Hue para frutos de limão siciliano híbrido ‘Eureka’ para o período de colheita de outubro de 2012 a fevereiro de 2013 (A) e para o período de Julho a Outubro de 2013 (B) em limão siciliano.



Jacomino et al. (2003) avaliando limão Siciliano cultivados no interior de São Paulo, encontraram valores médios de ângulo hue de 110,21°, valor este abaixo dos detectados no presente estudo, o que significa que os limões avaliados por estes autores são menos verdes quando comparados a coloração encontrada nos frutos deste estudo ao final dos dois experimentos.

Moura (2010) também obteve valores inferiores quando, avaliando a cor de frutas cítricas cultivadas em São Paulo, determinou que o ângulo hue ficou próximo a 25° (tonalidade pouco amarelada) para frutos de limão Siciliano, *Grapefruit* e Limão da Pérsia. Já para lima ácida ‘Tahiti’ cultivada no Baixo Jaguaribe no estado do Ceará, Pereira (2009) encontrou valor de 120,3°, o mesmo valor encontrado nos limões do 91° dia do primeiro

experimento do presente estudo. Estes resultados podem estar relacionados por estes frutos terem sido cultivados na mesma região e em condições endofo-climáticas semelhantes aos frutos deste experimento.

Os valores elevados de hue, que caracterizam uma coloração menos amarelada, nos limões avaliados podem ser devido à temperatura, pois temperaturas mais altas não estimulam a degradação da clorofila no flavedo, que é responsável pela coloração verde dos frutos, enquanto temperaturas mais baixas favorecem a síntese de carotenoides, responsáveis pelas tonalidades amarela e laranja intensa (MAZZUZ, 1996). Para comercialização, este é um aspecto importante, pois os consumidores obterão frutos com maior uniformidade na cor da casca.

Tabela 5. Coloração da casca (L*, C*, h*) e clorofila na casca de limão siciliano híbrido ‘Eureka’ porta enxerto limão ‘Cravo’ cultivado em Limoeiro do Norte-Ce, no período de outubro de 2012 (0 dia) a janeiro de 2013 (91º dia).

Dias	h*	C*	L*	Clorofila da casca (mg.100 g ⁻¹)
0	125,79 ^a ± 1,76	27,70 ^d ± 7,53	44,23 ^{cd} ± 1,70	24,76 ^a ± 7,09
14	124,64 ^{de} ± 1,49	26,82 ^d ± 4,68	44,15 ^{cd} ± 2,49	19,83 ^{abcd} ± 2,02
28	123,67 ^{bde} ± 0,95	26,58 ^d ± 2,03	43,02 ^c ± 2,03	20,00 ^{abc} ± 0,91
42	121,70 ^{bdf} ± 1,15	34,17 ^{bcd} ± 3,97	49,26 ^{de} ± 2,78	17,27 ^{bcd} ± 0,62
49	122,20 ^{bdf} ± 0,48	33,60 ^{bd} ± 1,69	49,94 ^e ± 0,65	21,36 ^{ac} ± 0,83
56	121,52 ^{bf} ± 1,05	34,00 ^{bcd} ± 1,76	50,04 ^e ± 2,43	17,32 ^{bcd} ± 1,00
63	119,54 ^{cf} ± 1,39	37,45 ^{abc} ± 2,74	53,76 ^{abe} ± 1,83	17,50 ^{bcd} ± 1,31
70	121,08 ^{bf} ± 0,67	36,91 ^{abd} ± 1,33	51,62 ^{be} ± 1,34	18,88 ^{abcd} ± 1,11
77	119,50 ^{cf} ± 0,74	41,65 ^{ac} ± 1,38	55,78 ^{ab} ± 1,02	13,67 ^{bd} ± 0,48
84	117,98 ^c ± 2,58	43,98 ^a ± 3,83	58,47 ^a ± 4,31	12,76 ^d ± 1,16
91	120,76 ^{bcd} ± 1,98	39,85 ^{abc} ± 3,92	53,09 ^{be} ± 3,98	17,53 ^{bcd} ± 1,61

Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey (p<0,05). h* = hue; C* = chroma; L* = luminosidade.

Tabela 6. Coloração da casca (L*, C*, h*) e clorofila na casca de limão siciliano híbrido ‘Eureka’ porta enxerto limão Cravo cultivado em Limoeiro do Norte-Ce, no período de julho (0 dia) a outubro de 2013 (91° dia).

Dias	h*	C*	L*	Clorofila da casca (mg.100 g ⁻¹)
0	118,83 ^{ab} ± 1,89	52,91 ^a ± 1,73	48,34 ^{ab} ± 4,92	18,09 ^{abcd} ± 0,63
14	121,89 ^{ab} ± 1,66	43,91 ^{abcd} ± 4,12	48,17 ^{ab} ± 4,78	20,37 ^{bc} ± 0,98
28	120,08 ^{ab} ± 1,79	42,72 ^{bcd} ± 5,80	44,09 ^b ± 6,49	22,92 ^b ± 4,23
42	121,33 ^{ab} ± 0,43	37,22 ^d ± 1,49	52,68 ^{ab} ± 1,09	20,48 ^{bc} ± 3,76
49	120,73 ^{ab} ± 1,56	38,49 ^{cd} ± 1,85	53,13 ^{ab} ± 2,28	19,64 ^{abc} ± 1,80
56	121,63 ^{ab} ± 0,60	36,85 ^d ± 1,79	52,14 ^{ab} ± 1,62	16,16 ^{acde} ± 2,26
63	123,82 ^a ± 1,76	39,91 ^{cd} ± 1,82	55,64 ^a ± 1,83	10,66 ^f ± 1,08
70	120,64 ^{ab} ± 1,52	42,61 ^{bcd} ± 5,34	57,00 ^a ± 5,07	14,74 ^{def} ± 1,83
77	119,61 ^{ab} ± 1,41	42,24 ^{cd} ± 4,68	55,18 ^a ± 3,35	13,09 ^{def} ± 1,84
84	118,12 ^{ab} ± 1,52	47,32 ^{abc} ± 5,96	55,67 ^a ± 4,21	13,01 ^{def} ± 2,00
91	116,64 ^b ± 1,74	52,40 ^{ab} ± 8,86	56,16 ^a ± 6,36	12,93 ^{ef} ± 2,80

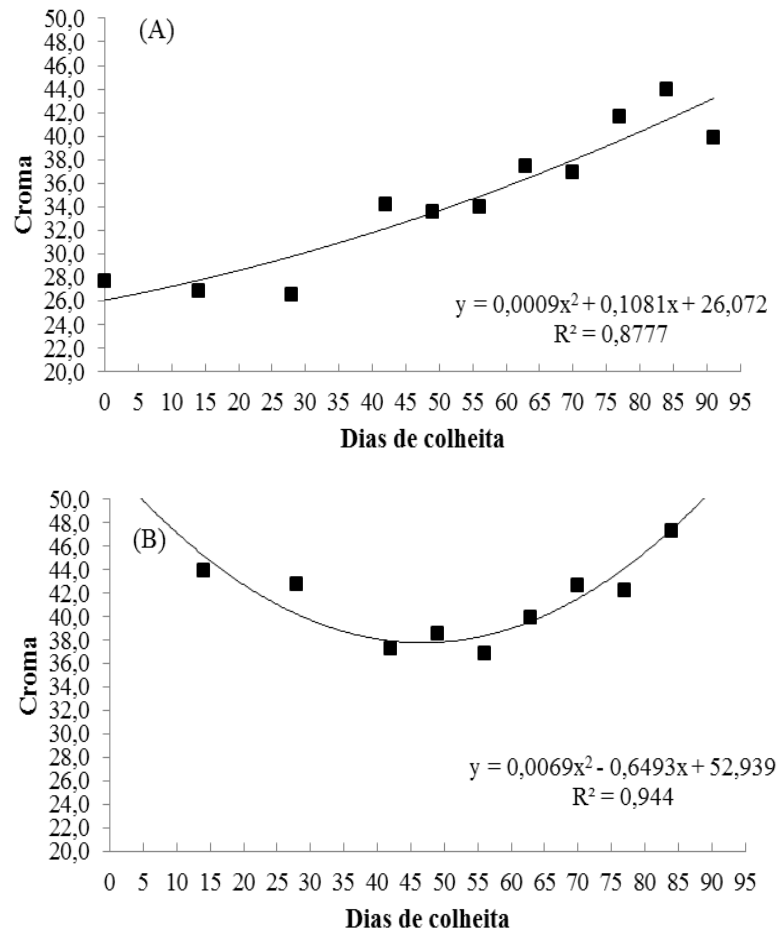
Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey (p<0,05).
h* = hue; C* = chroma; L* = Luminosidade.

4.1.7.2 Croma

Durante a avaliação desta variável observou-se um aumento significativo ($p \leq 0,05$) em seus valores no primeiro experimento de 27,70 no tempo zero para 39,85 no 91° dia, já no segundo experimento esses valores começaram com 52,91 e finalizaram o ciclo de colheitas com o valor de 52,40 no 91° dia (Figura 15 A e B), dessa forma, não houve diferença significativa ($p > 0,05$) entre o tempo zero e o 91° dia (Tabelas 5 e 6).

Levando em consideração que os valores de croma e de hue do primeiro experimento diferiram estatisticamente entre a primeira e a última colheita, pode-se observar que o acréscimo nos valores de croma estão, simultaneamente, relacionados ao decréscimo nos valores médios do ângulo hue durante o desenvolvimento dos frutos, confirmando, assim, a redução da intensidade da cor verde.

Figura 15. Valores de Croma (C*) dos frutos de limão siciliano híbrido ‘Eureka’ para o período de colheita de outubro de 2012 a janeiro de 2013 (A) e para o período de julho a outubro de 2013 (B).



Avaliando as cores em variedades de frutas cítricas, Moura (2010), reportou que os valores mais próximos de zero, ou seja, menos vívidas, foram os das variedades Grapefruit e Limão Siciliano. Já Jacomino et al. (2003) encontrou em frutos de limão ‘Siciliano’ valores médios iniciais de 33,61, valor este abaixo dos detectados nestes experimentos ao final do desenvolvimento dos frutos. Valor bem parecido ao encontrado no tempo zero do primeiro experimento foi reportado por Pereira, Machado e Costa (2013) que ao estudarem laranja ‘Delta Valencia’ cultivada em condições endo-climáticas semelhantes e na mesma região dos frutos do presente estudo, encontraram valor para croma de 27.

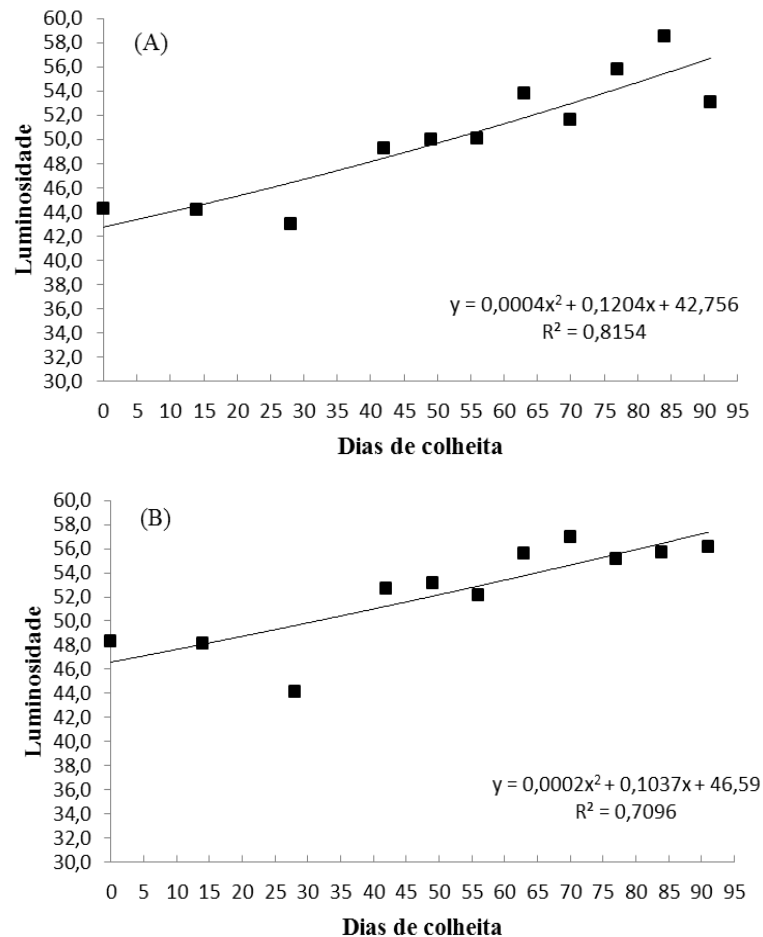
4.1.7.3 Luminosidade

Na avaliação da cor da casca a variável luminosidade, que representa o brilho, pode indicar diferenciação entre cores claras de escuras.

A luminosidade (Figura 16 A e B) apresentou valores crescentes nos dois experimentos, mas apenas no primeiro houve diferença significativa ($p \leq 0,05$) entre o tempo zero e 91º dia (Tabelas 5 e 6). No primeiro experimento o crescimento foi de 44,23 a 53,29 e no segundo de 48,34 a 56,16 durante o desenvolvimento dos frutos. De acordo com esses resultados podemos verificar que a coloração da casca foi clareando no decorrer do desenvolvimento do fruto, pois os valores foram se distanciando de zero (cores escuras) e se aproximando de 100 (cores claras).

O resultado para luminosidade determinado no tempo zero do segundo experimento do presente estudo foi semelhante ao observado por Pereira (2009) quando trabalhou com lima ácida ‘Tahiti’ e encontrou valor de 48,5 para este parâmetro. O valor obtido por Pereira, Machado e Costa (2013) em laranja ‘Delta Valencia’ foi de 46, resultado este próximo aos encontrados no início dos dois experimentos do referido estudo. Os frutos de lima ácida ‘Tahiti’ e laranja ‘Delta Valencia’ dos trabalhos citados acima foram colhidos na mesma região em que os limões do presente experimento foram cultivados.

Figura 16. Valores de Luminosidade (L*) dos frutos de limão siciliano híbrido ‘Eureka’ para o período de colheita de outubro de 2012 a janeiro de 2013 (A) e para o período de julho a outubro de 2013 (B).



4.1.7.4 Clorofila da casca

Houve uma redução significativa ($p \leq 0,05$) nos valores de clorofila da casca dos frutos nos dois experimentos (Tabelas 5 e 6). No primeiro experimento essa redução foi de $24,76 \text{ mg.}100 \text{ g}^{-1}$ a $17,53 \text{ mg.}100 \text{ g}^{-1}$ no último dia de colheita, já no segundo, essa redução foi de $18,09 \text{ mg.}100 \text{ g}^{-1}$ a $12,93 \text{ mg.}100 \text{ g}^{-1}$ (Figura 17 A e B). Confirmando, assim, que os frutos durante o desenvolvimento tornaram-se menos verdes nos dois experimentos, ou seja, houve uma redução na intensidade da cor verde, mas os frutos não chegaram a ficar amarelos (Figura 18 A e B; Figura 19 A e B). Valor inferior ao 91º dia do primeiro experimento e superior ao do 91º dia do segundo foi encontrado por Lucena et al. (2013) ao estudar limão verdadeiro no Sertão Paraibano ($13,89 \text{ mg.}100\text{g}^{-1}$ de casca), já Pereira (2012), estudando laranja ‘Valencia Delta’, e Machado, Costa e Batista (2012), avaliando tangor ‘Ortanique’,

determinaram valores superiores (132,65 e 20,9 mg.100g⁻¹ de casca, respectivamente) aos encontrados no presente estudo.

Figura 17. Teor de clorofila da casca de frutos de limão siciliano híbrido ‘Eureka’ para o período de colheita de outubro de 2012 a janeiro de 2013 (A) e para o período de julho a outubro de 2013 (B).

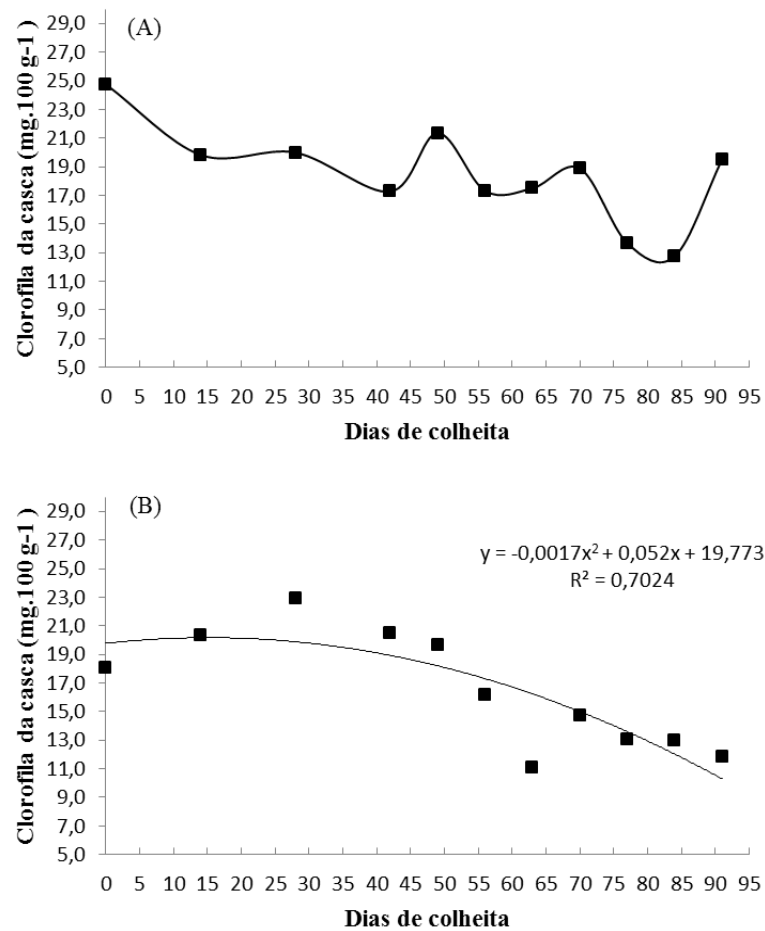


Figura 18. Cor dos frutos de limão siciliano do primeiro experimento, no tempo zero de colheita (A) e no 91º dia de colheita(B).



Fonte: Autoria própria.

Figura 19. Cor dos frutos de limão siciliano do segundo experimento, no tempo zero de colheita (A) e no 91º dia de colheita (B).



Fonte: Autoria própria.

Nos frutos cítricos, a degradação das clorofilas e a síntese ou manifestação dos carotenóides mudam a coloração da casca. Essas mudanças são influenciadas pela cultivar, posição do fruto na planta, irrigação, nutrição, temperatura, umidade relativa e luminosidade (BLUM; AYUB, 2008).

4.2 Análises Físico-químicas

4.2.1 pH

Os valores de pH variaram de 2,05 no dia zero a 2,37 no 91º dia no primeiro experimento, e no segundo os valores de pH variaram de 2,54 no tempo zero a 2,56 no 91º dia (Figura 20 A e B). Esses valores diferiram significativamente ($p \leq 0,05$) no tempo zero e no 91º dia apenas no primeiro experimento (Tabelas 7 e 8). Valores superiores aos determinados no presente estudo foram encontrados por Bamise e Oziegbe (2013) que avaliando o pH de frutas cítricas na Nigéria detectaram valor de pH para Lemon *Citrus limon* (Burn F.) de 3,1e Malgarim et al. (2008) que encontraram pH de 3,48 para híbrido de citros cv. Nova no momento da colheita no Rio Grande do Sul. Já Silva et al. (2006) encontrou valor de pH para lima ácida Tahiti de 2,15, valor abaixo dos detectados no final de cada período deste experimento.

Figura 20. Valores de pH dos frutos de limão siciliano híbrido Eureka para o período de colheita de outubro de 2012 a janeiro de 2013 (A) e para o período de julho a outubro de 2013 (B).

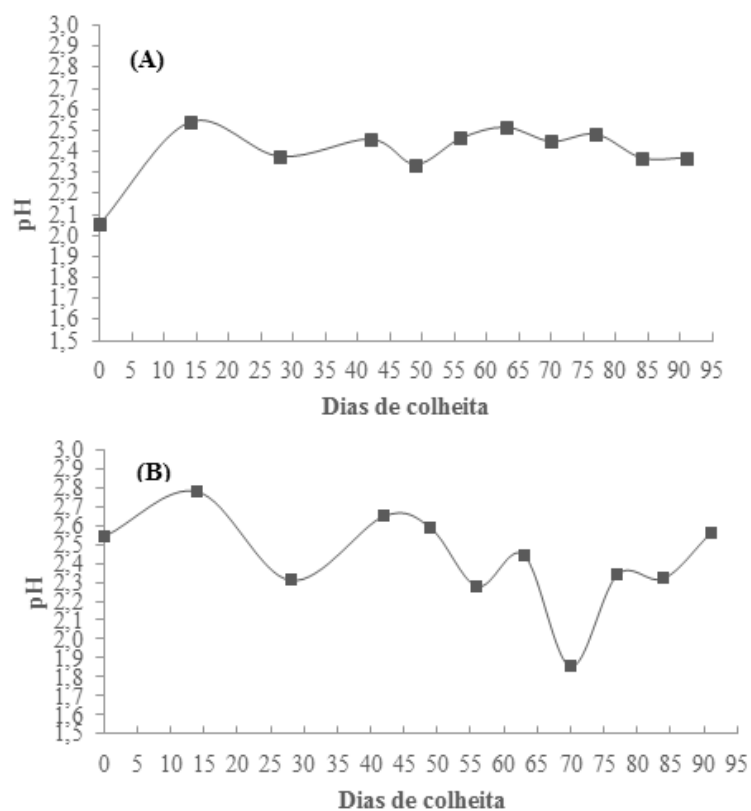


Tabela 7. Caracterização físico-química de limão siciliano híbrido ‘Eureka’ porta enxerto limão ‘Cravo’ cultivado em Limoeiro do Norte, Ce, no período de outubro de 2012 (0 dia) a janeiro de 2013 (91° dia).

Colheita (Dias)	pH	AT (%)	SS (°Brix)	SS/AT	Ácido ascórbico (mg.100g ⁻¹)
0	2,05 ^f ± 0,02	5,65 ^{abc} ± 0,27	8,17 ^{ab} ± 0,39	1,45 ^c ± 0,02	81,33 ^{ad} ± 3,43
14	2,54 ^a ± 0,05	5,56 ^{bc} ± 0,17	7,56 ^b ± 0,29	1,66 ^a ± 0,04	73,53 ^{cd} ± 4,13
28	2,38 ^{cde} ± 0,08	5,67 ^{abc} ± 0,14	7,88 ^{ab} ± 0,10	1,39 ^{bc} ± 0,04	72,37 ^c ± 4,23
42	2,46 ^{abe} ± 0,02	5,47 ^c ± 0,13	7,87 ^{ab} ± 0,80	1,44 ^c ± 0,10	84,00 ^a ± 6,13
49	2,34 ^c ± 0,05	5,72 ^{abc} ± 0,35	7,99 ^{ab} ± 0,27	1,40 ^{bc} ± 0,10	67,02 ^{ce} ± 3,86
56	2,46 ^{abe} ± 0,02	6,15 ^a ± 0,26	7,83 ^{ab} ± 0,14	1,27 ^b ± 0,03	61,66 ^{be} ± 2,69
63	2,52 ^{ab} ± 0,04	5,54 ^{bc} ± 0,41	7,97 ^{ab} ± 0,18	1,45 ^c ± 0,12	62,11 ^{be} ± 3,58
70	2,45 ^{bde} ± 0,03	6,16 ^a ± 0,13	7,95 ^{ab} ± 0,25	1,29 ^{bc} ± 0,06	61,74 ^{be} ± 1,28
77	2,48 ^{ab} ± 0,04	5,92 ^{abc} ± 0,29	8,08 ^{ab} ± 0,33	1,36 ^{bc} ± 0,04	63,53 ^{ce} ± 3,75
84	2,37 ^{cd} ± 0,04	6,11 ^{ab} ± 0,41	7,92 ^{ab} ± 0,23	1,30 ^{bc} ± 0,11	59,69 ^{be} ± 1,48
91	2,37 ^{cd} ± 0,02	6,02 ^{abc} ± 0,23	8,34 ^a ± 0,26	1,39 ^{bc} ± 0,06	56,17 ^b ± 2,65

Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey (p<0,05). SS = sólidos solúveis; AT = acidez titulável.

Tabela 8. Caracterização físico-química de limão siciliano híbrido ‘Eureka’ porta enxerto limão ‘Cravo’ cultivado em Limoeiro do Norte-Ce, no período de julho (0 dia) a outubro de 2013 (91° dia).

(Colheita) Dias	pH	AT (%)	SS (°Brix)	SS/AT	Ácido ascórbico (mg.100g ⁻¹)
0	2,54 ^c ± 0,02	5,58 ^b ± 0,05	8,55 ^c ± 0,13	1,53 ^{ab} ± 0,03	89,41 ^a ± 1,37
14	2,78 ^a ± 0,05	5,93 ^{bc} ± 0,21	8,81 ^{bc} ± 0,17	1,49 ^{abc} ± 0,05	84,42 ^{ab} ± 8,22
28	2,31 ^g ± 0,04	6,24 ^{ac} ± 0,14	9,01 ^{abc} ± 0,36	1,44 ^{bc} ± 0,04	80,90 ^{ab} ± 9,98
42	2,65 ^b ± 0,03	6,54 ^a ± 0,12	8,91 ^{abc} ± 0,21	1,36 ^c ± 0,03	80,90 ^{ab} ± 9,98
49	2,60 ^d ± 0,05	6,39 ^a ± 0,19	8,88 ^{abc} ± 0,34	1,39 ^c ± 0,05	73,94 ^{ab} ± 5,41
56	2,28 ^g ± 0,07	6,49 ^a ± 0,07	8,74 ^{bc} ± 0,24	1,34 ^c ± 0,04	66,61 ^{ab} ± 5,94
63	2,44 ^f ± 0,05	6,32 ^{ac} ± 0,28	8,74 ^{bc} ± 0,34	1,38 ^c ± 0,07	65,60 ^b ± 2,41
70	1,85 ^e ± 0,10	6,38 ^a ± 0,26	8,92 ^{abc} ± 0,29	1,43 ^{bc} ± 0,14	68,53 ^{ab} ± 4,05
77	2,34 ^{fg} ± 0,02	5,71 ^b ± 0,40	9,00 ^{abc} ± 0,12	1,57 ^{ab} ± 0,08	84,57 ^{ab} ± 6,38
84	2,32 ^g ± 0,02	5,74 ^b ± 0,18	9,19 ^{ab} ± 0,14	1,60 ^a ± 0,05	77,81 ^{ab} ± 1,92
91	2,56 ^c ± 0,02	5,76 ^b ± 0,10	9,38 ^a ± 0,24	1,63 ^a ± 0,05	71,04 ^{ab} ± 4,39

Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey (p<0,05). AT = acidez titulável; SS = sólidos solúveis.

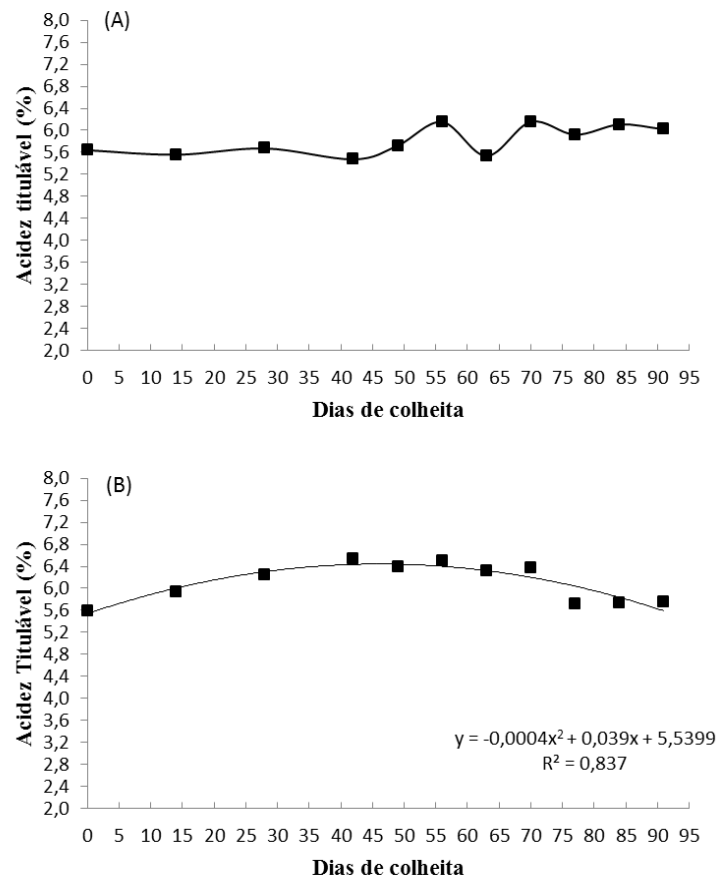
4.2.2 Acidez Titulável

Os valores de acidez titulável (AT) mostram que os frutos de limão siciliano no primeiro e no segundo experimentos de colheita apresentaram aumento nos valores de acidez, porém este aumento não foi significativo ($p \leq 0,05$) entre o tempo zero e o 91º dia nos dois experimentos (Tabelas 7 e 8). Os valores variaram de 5,65% no dia zero a 6,02% no 91º dia e de 5,58% no tempo zero a 5,76% no 91º dia, respectivamente, caracterizando, assim, um fruto mais ácido no final do experimento (Figura 21 A e B). No primeiro experimento a regressão quadrática apresentou $R^2 < 7$, então para representar o comportamento dos frutos durante seu desenvolvimento ligou-se os pontos do gráfico.

Os ácidos acumulam-se durante o desenvolvimento inicial do fruto, permanecendo seu conteúdo praticamente constante. O declínio da concentração que se produz na maturação é, em boa parte, devido a diluição provocada pelo crescimento dos frutos (CARVALHO, 2010).

Em estudo com limão ‘Siciliano’ para desverdecimento, Jacomino et al. (2003) encontrou variação de acidez titulável de 6,4 a 6,9%, valores estes superiores aos encontrados neste estudo. Já Xu et al. (2008) avaliando limão cultivados na China da mesma variedade que os utilizados neste experimento, encontraram resultados médios de 6,1%, valor este próximo ao detectado no 91º dia do primeiro período. Pereira (2009) encontrou teores de 6,23% de acidez, valores estes acima dos encontrados neste trabalho, em lima ácida ‘Tahiti’, já Silva et al. (2006) avaliando limas ácidas encontraram valores médios de 6,4% o qual ficou mais próximo do valor encontrado no 91º dia de colheita do primeiro período.

Figura 21. Valores de Acidez Titulável (%) dos frutos de limão siciliano híbrido ‘Eureka’ para o período de colheita de outubro de 2012 a janeiro de 2013 (A) e para o período de julho a outubro de 2013 (B) em limão siciliano.



As condições nutricionais e, particularmente, a temperatura são os fatores que mais influenciam no acúmulo desse ácido. Além do aumento do tamanho do fruto pela absorção de água, com a diluição do ácido o decréscimo na concentração durante a maturação é devida, também, ao aumento da taxa respiratória, que é dependente da temperatura. Quanto maior a temperatura durante a maturação, maior o decréscimo da concentração de ácidos (RASMAUSSEN et al., 1996).

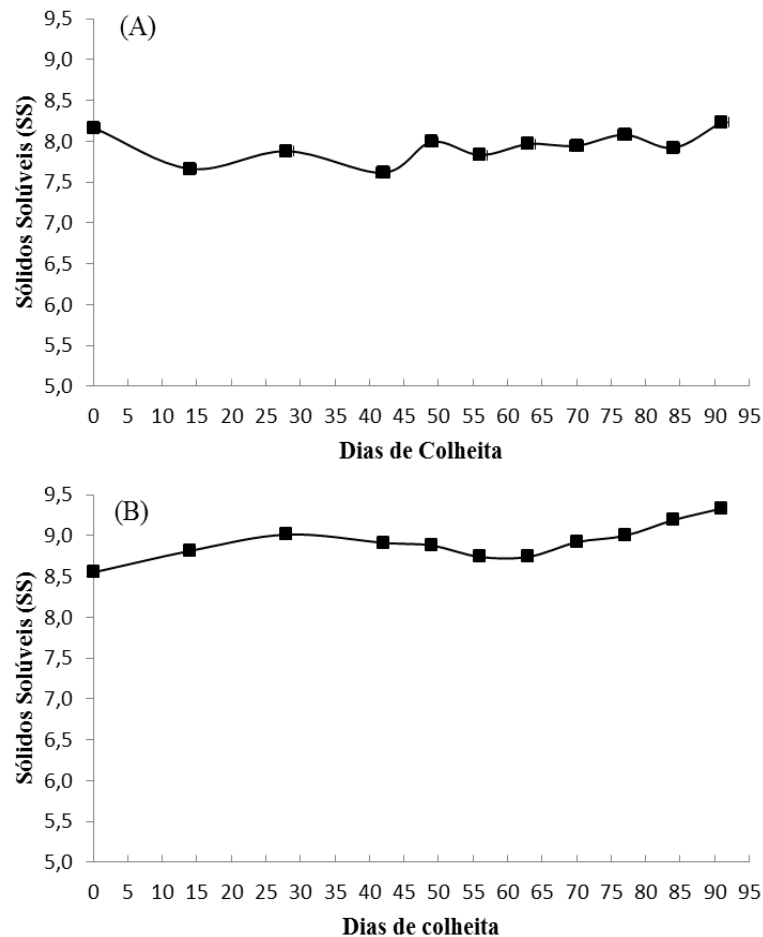
4.2.3 Sólidos Solúveis

Os sólidos solúveis (SS) são compostos predominantemente por açúcares, aminoácidos e vitaminas que se encontram dissolvidos no suco celular ou nos vacúolos. Esse conteúdo é uma variável relacionada à determinação da qualidade de alguns frutos e ao seu estágio de maturação (PEREIRA et al., 2006).

O conteúdo de sólidos solúveis é um dos fatores que influencia no sabor e na palatabilidade de frutos cítricos e, portanto não deve ser ignorado como índice de qualidade, apesar de não existir um padrão mínimo para este atributo em limões (GONZÁLEZ-MOLINA et al., 2008). O comportamento da concentração de SS tendeu a aumentar com o tempo, sendo esse aumento mais expressivo nos frutos do segundo período (Figura 22B) com valores variando de 8,5 °Brix no tempo zero a 9,3 °Brix no 91° dia, o qual apresentou diferença significativa ($p \leq 0,05$) entre o tempo zero e 91° dia (Tabela 8). Já a variação no primeiro período (Figura 22A) foi de 8,2 °Brix no tempo zero a 8,3 °Brix no 91° dia do experimento, neste os valores não diferiram significativamente ($p \leq 0,05$) nos tempos zero e 91° dia (Tabela 7).

Valores semelhantes foram encontrados por González-Molina et al. (2008) que estudou a influência do genótipo e do tempo de colheita sobre a qualidade fitoquímica de suco de limão para uso industrial com valores variando entre 8,2 a 9,8 °Brix. Jacomino, et al. (2003), realizando estudo de desverdecimento no limão ‘Siciliano’ verificaram a variação de 6,9 a 7,3 °Brix durante o tratamento. Lorente et al. (2014) estudando parâmetros químicos de sucos obtidos diretamente de limões espanhóis (*Citrus limon* (L.) Burm.) encontrou valores variando entre 5,0 e 10,5 °Brix. Brady (1987) reporta que essa pouca variação se deve ao fato de o limão ser uma fruta não climatérica, justificando, assim, estes resultados, considerando que este padrão respiratório implica poucas alterações na maioria das características físico-químicas.

Figura 22. Valores de Sólidos Solúveis (°Brix) dos frutos de limão siciliano híbrido ‘Eureka’ para o período de colheita de Outubro de 2012 a Janeiro de 2013 (A) e para o período de Julho a Outubro de 2013 (B).



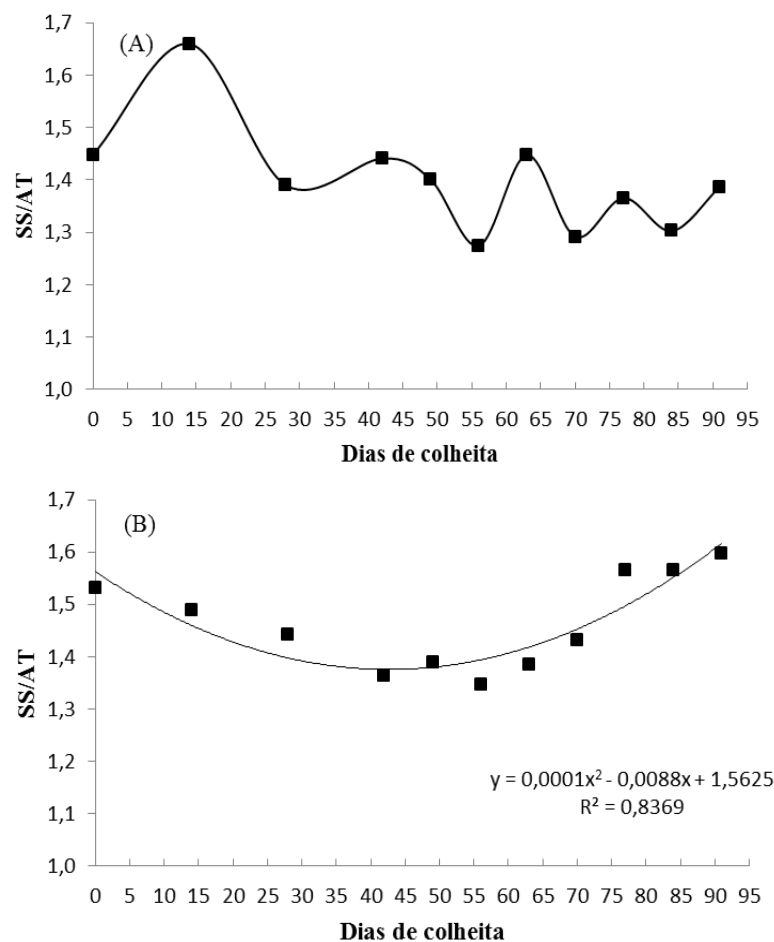
4.2.4 Relação SS/AT

A relação SS/AT representada na (Figura 23 A e B) não apresentou diferença significativa ($p > 0,05$) nos dois períodos do experimento, com variação no primeiro período de 1,45 no dia zero a 1,39 no 91º dia e no segundo período, essa relação variou de 1,53 no dia zero a 1,63 no 91º dia (Tabelas 7 e 8). Esses valores se devem, no primeiro período, ao alto teor de acidez ao final do experimento e no segundo período a acidez era menor e o teor de SS maior, em relação ao primeiro período, assim, a relação SS/AT deu um valor maior nesta.

A relação SS/AT pode ser indicador da palatabilidade dos frutos, pois quanto maior for o seu valor, maior o equilíbrio açúcar / acidez.

Em trabalho realizado por Moura (2010) com limão ‘Siciliano’ cultivado na cidade de São Paulo, essa relação foi de 1,17, ou seja, abaixo dos valores detectados neste presente trabalho. Enquanto Xu et al. (2008), estudando limões provenientes da China da mesma cultivar que os utilizados neste trabalho, reportaram valor superior (1,79) aos obtidos nos dois experimentos deste estudo. Valor superior aos encontrados no presente trabalho, também, foi determinado por Goes et al. (2012) quando avaliaram este parâmetro em lima ácida ‘Tahiti’ cultivadas no estado do Ceará e obtiveram valor de relação SS/AT de 1,96.

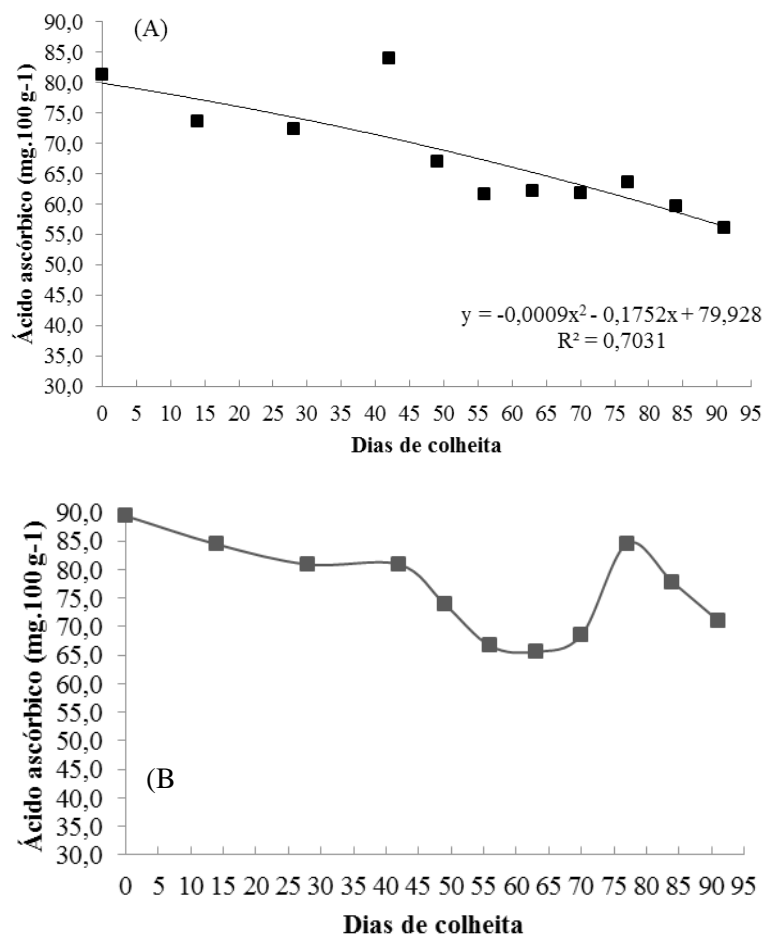
Figura 23. Valores de Sólidos solúveis/Acidez titulável (SS/AT) para o período de colheita de outubro de 2012 a janeiro de 2013 (A) e para o período de julho a outubro de 2013 (B).



4.2.5 Ácido ascórbico

Os teores de ácido ascórbico decaíram nos dois experimentos, variando de 81,33 mg.100 g⁻¹ a 56,17 mg.100 g⁻¹ no primeiro período e de 89,41 mg.100 g⁻¹ a 71,04 mg.100 g⁻¹ no segundo (Figura 24 A e B), mas apenas o primeiro experimento apresentou diferença significativa ($p \leq 0,05$) entre o tempo zero e o 91º dia (Tabelas 7 e 8). Pozzan e Triboni (2005) observaram um declínio linear nos valores de vitamina C no suco da cultivar Laranja Pera à medida que a maturação avançou, este comportamento foi semelhante ao observado no desenvolvimento dos frutos avaliados neste estudo no primeiro experimento.

Figura 24. Valores de Ácido ascórbico (mg.100g⁻¹) dos frutos de limão siciliano híbrido ‘Eureka’ para o período de colheita de Outubro de 2012 a janeiro de 2013 (A) e para o período de julho a outubro de 2013 (B).



Segundo Lima (1997), o teor de ácido ascórbico é mais elevado nos frutos imaturos, decrescendo com a maturação devido ao aumento do tamanho do fruto. Essa tendência à diminuição no conteúdo de vitamina C durante o amadurecimento pode ser atribuída à suscetibilidade do ácido ascórbico à destruição oxidativa pelas enzimas ácido ascórbico oxidase, fenolase, citocromo C oxidase e peroxidase.

Moura (2010) estudando e quantificando teores de compostos antioxidantes, observou que a variedade de limão Siciliano apresentou o maior teor de ácido ascórbico, em relação a outros citros, com valor de $78,86 \text{ mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$, valor este acima dos encontrados no final deste estudo. Valor próximo ao encontrados nos frutos do segundo experimento foram detectados por Malgarim et al. (2008) que estudando híbridos de citros da cv. Nova determinou $67,53 \text{ mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$ de vitamina C. Já Yekeler, Ozyurek, e Tamer (2013) avaliando a funcionalidade do limão encontraram valor de vitamina C para o *Citrus limon* L. de $24,8 \text{ mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$, valor bem abaixo dos determinados neste experimento.

5 CONCLUSÃO

Com base nas análises estatísticas realizadas a partir dos resultados obtidos durante o estudo do desenvolvimento e crescimento dos frutos de limão Siciliano híbrido ‘Eureka’, cultivados na região do Baixo Jaguaribe no estado do Ceará, conclui-se que, apesar dos experimentos terem seguido até o 91º dia de colheita, foi observado que, no 77º dia os frutos apresentaram parâmetros de qualidade, físicos e físico-químicos, aceitáveis para serem colhidos em seu estágio ótimo de maturação à colheita.

REFERÊNCIAS

- AGUSTÍ, M.; ALMELA, V.; PONS, J. Efecto del 2,4-DP sobre el desarrollo y tamaño final del fruto de la mandarina ‘Clementina Fina’ (Citrus reticulata Blanco). **Levante Agrícola**, v. 307/308, p. 4-12, 1991.
- ALBERTINI, M. V.; CARCOUET, E.; PAILLY, O.; GAMBOTTI, C.; LURO, F. O.; BERTI, L. Changes in organic acids and sugars during early stages of development of acidic and acidless citrus fruit. **J. Agric. Food Chem.** 2006, 54, 8335-8339.
- ALBRIGO, G. Influências ambientais no desenvolvimento dos frutos cítricos. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE CITROS - FISILOGIA, 2., 1992. **Anais...** Campinas: Fundação Cargill, 1992. p. 100-106.
- ALVES, P.R B.; MELO, B. **Cultura dos Cítricos**. Disponível em: <<http://www.fruticultura.iciag.ufu.br/citros2.htm#1>> Acesso em: 21 Nov 2013
- AMARO, A. A.; CASER D. V.; DE NEGRI, J. D. Tendências na produção e comércio de limão. **Informações Econômicas**, São Paulo, v. 33, n. 4, p. 37-47, abr. 2003.
- AMARO, A.A.; MAIA, M.L. Produção e comércio de laranja e suco no Brasil. **Informações Econômicas**, São Paulo, v.27, n.7, p.11-27, 1997.
- ANUÁRIO BRASILEIRO DA FRUTICULTURA 2014 / Benno Bernardo Kist.[et al.]. – Santa Cruz do Sul: Editora Gazeta Santa Cruz, 10 - 11 p. 2014.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS - AOAC. **Official methods of analysis**.16 ed. Arlington: AOAC, 1141 p., 1995.
- AWAD, M. Fisiologia pós colheita de frutos. São Paulo: **Nobel**, 1993. 114p.
- BAIN, J. M. Morphological, anatomical, and physiological changes in the developing fruit of the Valencia orange, Citrus sinensis (L) Osbeck. **Australian Journal of Botany**, Collingwood, v.6, n.1, p.1-23, 1958.
- BAMISE, C. T.; OZIEGBE, E.O.; Laboratory Analysis of pH and Neutralizable Acidity of Commercial Citrus Fruits in Nigeria, **Advances in Biological Research** 7 (2): 72-76, 2013.
- BARBASSO, D. V.; SIVIERO, A.; MASUDA, Y.; JUNIOR, J. A. S. B.; JOSÉ.; FIGUEIREDO, O.; MACHADO, M. A.; Reação de Clones de Limão ‘Siciliano’ à Gomose de Phytophthora. **LARANJA, Cordeirópolis**, v.24, n.1, p.125-134, 2003.
- BERGER, H. Índice de madurez de cosecha em citricos. Publicacion Tecnica Sociedad Agronomica de Chile: In: **PRIMER SIMPÓSIO INTERNACIONAL CITRICOLA**, 3, 1994, Santiago. Santiago: Cítricos: Bibliografias, p. 113-114, 1994.
- BLUM, J.; AYUB, R. A. Conservação pós-colheita da lima ácida Tahiti tratada com 1-metilciclopropeno. **Revista Biotemas**, v. 21, n. 2, 2008.

BOTEON, M. **Cadeia agroindustrial de citros**. Disponível em: <<http://cepea.esalq.usp.br>> Acesso em: 21 de novembro de 2013.

BRADY, C.J. Fruit ripening. **Annual Review of Plant Physiology**, London, v.38, p.155-178, 1987.

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

CARVALHO, L.; M.; **Características Físicas e Químicas de Laranjas Pera Rio, Natal e Valência Provenientes de Diferentes Posições na Copa**. 2010. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2010.

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

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

COELHO, Y. S.; NASCIMENTO, H. G. Citricultura no Amazonas: Problemas, Potencial Produtivo e Qualidade dos Frutos. Embrapa - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Embrapa Mandioca e Fruticultura. **Citros em foco**. n. 26, p. 2, 2004.

COELHO Y. S. **Lima ácida 'Tahiti' para exportação: aspectos técnicos da produção**. Brasília, EMBRAPA -SPI. 35 p. (Série Publicações Técnicas FRUPEX, 1). 1993.

COHEN, K. O.; PAES, N. S.; COSTA, A. M.; TUPINAMBÁ, D. D; SOUSA, H. N.; CAMPOS, A. V. S.; SANTOS, A. L. B.; SILVA, K. N.; FALEIRO, F. G.; FARIA, D. A. Características físicoquímicas e compostos funcionais da polpa da Passiflora alata. In: FALEIRO, F.G.; FARIAS NETO, A.L. (Org.) **IX Simpósio Nacional sobre o Cerrado e II Simpósio Internacional sobre Savanas Tropicais**, Brasília, Distrito Federal, 2008. Anais... Planaltina, DF: Embrapa Cerrados. Unidade CD. 2008. 6p.

COSTA, M. G. S. **Uso de etileno no desverdecimento da tangerina Poncã produzida nas regiões Norte e Zona da Mata de Minas Gerais**. 2009. 89 f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2009.

DNOCS - DEPARTAMENTO NACIONAL DE OBRAS CONTRA AS SECAS. **Perímetro irrigado Jaguaribe-Apodi**. Fortaleza: Disponível em: <http://www.dnocs.gov.br/~dnocs/doc/canais/perimetros_irrigados/ce/jaguaribe_apodi.html> Acesso em: 02 fev. 2014.

DOMINGUES, M. C. S.; ONO, E. O.; RODRIGUES, J. D.; Indução do Amadurecimento de Frutos Cítricos em Pós-colheita com a Aplicação de Ethephon. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal - SP, v. 23, n. 3, p. 555-558, dezembro 2001.

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Coleção 500 Perguntas – 500 respostas: Citros**. Ed. Embrapa, 2008. 219 p. Disponível em: <<http://www.sct.embrapa.br/500p500r/default.asp>>. Acesso em: 20 abr. 2014.

ESPOSTI, M. D. D.; SIQUEIRA, D. L.; CECON. Crescimento de frutos da tangerineira 'Poncã' (*Citrus reticulata* Blanco). **Rev. Bras. Frutic.**, Jaboticabal - SP, v. 30, n. 3, p.657-661, Setembro 2008.

FIGUEIREDO, J.O. Variedades copa de valor comercial. In: RODRIGUEZ, O.; VIÉGAS, F.; POMPEU JÚNIOR, J.; AMARO, A.A. **Citricultura Brasileira**. 2a.ed. Campinas: Fundação Cargill, . p.228-264, 1991.

FISCHER, I. H. **Doenças pós-colheita em citros e caracterização da população fúngica em packinghouses e na Ceagesp-SP**. Tese (Doutorado em Agronomia). Universidade de São Paulo - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz". Piracicaba, 2007.

FRANÇA, F. M.C. et al. **Documento referencial do polo de desenvolvimento integrado baixo Jaguaribe no Estado do Ceará**. Disponível em:<http://200.253.194.7/content/Aplicacao/ETENE/Rede_Irigacao/Docs/Documento%20Referencial%20do%20Polo%20Baixo%20Jaguaribe.PDF>. Acesso em: 30 nov. 2013.

GOES, T. S.; CARMO, J. S. C.; BRAGA, T. R.; OLIVEIRA, M. M. T.; SILVA, L. R.; TORRES, L. B. V.; Caracterização física e físico-química de frutos do limão "Tahiti" (*Citrus latifolia* T.) cultivados em Guaraciaba do Norte-CE, **Cultivando o saber**, Cascavel, v.5, n.3, p.14-21, 2012.

GONZÁLEZ-MOLINA, E.; MORENO, D. A.; GARCÍA-VIGUEIRA, C. Genotype and harvest time influence the phytochemical quality of fino lemon juice (*Citrus limon* (L.) Burm. F.) for industrial use. **J. Agric. Food Chem.** 56, 1669-1675. 2008.

IBGE. **Produção agrícola municipal, 2012, Produção Brasileira de Limão** Disponível em:<<http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em: 11 nov. 2013.

IGLESIAS, D. J.; CERCÓS, M.; COLMENERO-FLORES, J. M.; NARANJO, M. A.; RÍOS, G.; CARRERA, E.; RUIZ-RIVERO, OMAR.; LLISO, I.; MORILLON, R.; TADEO, F. R.; TALON, M. Physiology of citrus fruiting. **Braz. J. Plant Physiol.**, 19(4):333-362, 2007.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Métodos Físico-Químicos para Análise de Alimentos**. 4.ed., São Paulo, 1032 p., 2004.

INSTITUTO DE ECONOMIA AGRÍCOLA. **O Mercado de Lima Ácida Tahiti**. Disponível em: <http://www.iea.sp.gov.br/OUT/verTexto.php?codTexto=9661>. Acesso em: 01 Dez. 2012.

JACKSON, L. K. **Citrus growing in Florida**. 3.ed. Gainesville: University of Florida Press, 293p, 1991.

JACOMINO, A. P.; MENDONÇA, K.; KLUGE, R. A. Armazenamento refrigerado de limões 'Siciliano' tratados com etileno. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 25, n. 1, p. 45-48, 2003.

KOLLER, O. C. **Citricultura**: laranja, limão e tangerina. Porto Alegre: Rigel, 446 p. 1994.

KONICA MINOLTA. **Precise color communication**. Disponível em: <<http://www.konicaminolta.eu/en/measuring-instruments/learning-centre/colour-measurement/precise-colour-communication.html>>. Acesso em: 3 jun. 2014.

LEE, H. S.; CHEN, C. S. Rates of vitamin C loss and discoloration in clear orange juice concentrate during storage at temperature of 4-24°C. **J. Agric. Food Chem.**, v. 46, p. 4723-4727, 1998.

LEE, H. S.; COATES, G. A. Vitamin C in frozen, fresh squeezed, unpasteurized, polyethylene-bottled, orange juice: a storage study. **Food Chem.**, v. 65, p. 165-168, 1999.

LICHTENTHALER, H. K. Chlorophylls and carotenoids: pigments of photosynthetic biomembranes. **Methods in Enzymology**, v. 148, n. 22, p. 346-382, 1987.

LIMA, L. C. de O. **Tecido esponjoso em manga Tommy Atkins**: transformações químicas e bioquímicas no mesocarpo durante o armazenamento. 1997. 151 f. Tese (Doutorado em Ciência dos Alimentos) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG, 1997.

LORENTE, J.; VEGARA, S.; MARTÍ, N.; IBARZ, A.; COLL, L.; HERNÁNDEZ, J.; VELERO, M.; SAURA, D.; Chemical guide parameters for Spanish lemon (*Citrus limon* (L.) Burm.) juices, **Food Chemistry** 162, 186–191, 2014.

LORENZI, H.; BACHER, L.; LACERDA, M.; SARTORI, S. Frutas brasileiras e exóticas cultivadas. **Instituto Plantarum de Estudos da Flora**, São Paulo, p.640, 2006.

LUCENA, H. H.; ALMEIDA, E. I. B.; OLIVEIRA, M. M. T.; RIBEIRO, W. S.; BARBOSA, J. A. Uso de cera como revestimento protetor para conservação pós-colheita do limão-verdadeiro. **Tecnol. & Ciên. Agropec.**, João Pessoa, v.7, n.1, p.41-46, mar. 2013.

MACHADO, F. L. C.; COSTA, J. M. C.; BATISTA, E. N. Application of carnauba-based wax maintains postharvest quality of 'Ortanique' tanger. **Ciênc. Tecnol. Aliment.** vol.32, no.2, Campinas, Apr./June.2012. Epub, May 08, 2012.

MACHADO, F. L. C.; OLIVEIRA, V. S.; COSTA, J. M. C.; Qualidade pós-colheita de pomelos (*Citrus paradisi* Macf.) produzidos em plantações iniciais no estado do Ceará, Brasil. **Revista Ciência Agronômica**, v. 42, n. 4, p. 965-970, out-dez, 2011.

MALGARIM, M. B.; CANTILLANO, R. F. F.; OLIVEIRA, R. P.; TREPTOW, R. O. Qualidade pós-colheita de citros “nova” em diferentes períodos de armazenamento e comercialização. **R. Bras. Agrociência**, Pelotas, v.14, n.1, p.19-23, jan-mar, 2008.

MATTOS J. R, D. de.; DE NEGRI, D. J.; FIGUEIREDO, J. O. de. Lima ácida Tahiti. **Campinas: Instituto Agronômico**. Centro Avançado de Pesquisa Tecnológica do Agronegócio de Citros “Sylvio Moreira”. Campinas, 2003.

MAZZUZ, C.F. **Calidad de frutos citricos: manual para su gestion desde la recoleccion hasta la expedicion**. Barcelona: Ediciones de Horticultura, 317p, 1996.

McCOLLUN, T. G.; BOWMAN, K. D. Effects of rootstock on fruit quality and postharvest behavior of 'Marsh' Grapefruit. **Proceedings of the Florida State Horticultural Society**, v. 115, p. 44-46, 2002.

McGUIRE, R.G.; Reporting of objective colour measurements. **HortScience**, Alexandria, v. 27, p. 1254-1255, 1992.

MEDEIROS, R. C. **Aspectos agronômicos e qualitativos de genótipos de citros cultivados no Agreste Meridional de Pernambuco**. 2012. Dissertação (Mestrado em Melhoramento Genético de Plantas), Departamento de Agronomia, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2012.

MENDONÇA; K.; JACOMINO; A. P.; MELHEM; T. X.; KLUG; R. A.; Concentração de Etileno e Tempo de Exposição para Desverdecimento de Limão 'Siciliano', **Braz. J. Food Technol.**, v.6, n.2, p. 179-183, jul./dez., 2003.

MIRANDA, M, N.; CAMPELO JUNIOR, J. H. Desenvolvimento e qualidade da lima ácida Tahiti em Colorado do Oeste, RO. **Rev.Ceres**. vol.57, nº.6. Viçosa. Nov./Dec. 2010.

MOURA, L.; M.; **Compostos Bioativos em Frutas Cítricas: Quantificação, Avaliação da Atividade Antioxidante, Parâmetros de Cor e Efeito da Pasteurização**. 2012. Tese (Doutorado em Alimentos e Nutrição), Faculdade de Ciências Farmacêuticas, Araraquara – SP, 2010.

NEVES, M. F.; TROMBIN, V. G.; MILAN, P.; LOPES, F. F.; CRESSONI, F.; KALAKI, R. **O retrato da citricultura brasileira**. Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade da Universidade de São Paulo. Ribeirão Preto, p.08 – 09. 2010.

NOCE, R.; MOTA, J. H. Dinâmica da Produção de Laranja na Década de 1990. **LARANJA**. Cordeirópolis, v.25, n.1, p.37-44, 2004.

OLIVEIRA, I. P.; OLIVEIRA, L. C.; MOURA, C. S. F. T. Frutas Cítrica. **Revista Faculdade Montes Belos**, v. 5, n. 4, 2012.

PARAMASIVAN, S.; ALVA, A.K.; HOSTLER, K.H.; EASTERWOOD, G.W.; SOUTHWELL, J.S. Fruit nutrient accumulation of four orange varieties during fruit development. **Journal of Plant Nutrition**, Dordrecht, v.23, n.3, p.313-27, 2000.

PARÂMETROS DO SISTEMA DE COR CIELab. Disponível em: <http://www.athloneextrusions.ie/colour/observer.html>>. Acesso em: 3 jun. 2014.

PASSOS, O. S.; BASTOS, D.C.; SOUZA, J. S.; RAMOS, Y. C. Potencialidade do sub médio são Francisco para citricultura. In: **Seminário Desafios e Potencialidades da Fruticultura no semiárido**. Petrolina: Embrapa Semiárido, 2010.

PEREIRA, A. C. S. **Qualidade, compostos bioativos e atividade antioxidante total de frutas tropicais e cítricas produzidas no Ceará**. 2009. 122f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos), Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2009.

PEREIRA, G. S.; MACHADO, F. L. C.; COSTA, J. M. C. Quality of 'Delta Valencia' orange grown in semiarid climate and stored under refrigeration after coating with wax. **Food Sci. Technol** (Campinas). vol.33, no.2. Campinas, Apr./June, 2013. Epub May 10, 2013.

PEREIRA, G. S.; **Recobrimento e desverdecimento em frutos de laranja 'Valência Delta' armazenados sob diferentes temperaturas**. 2012. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos), Departamento de tecnologia de Alimentos, Universidade Federal do Ceará UFC. Fortaleza. 2012.

PEREIRA, M. E. C.; CANTILLANO, F. F.; GUTIEREZ, A. S. D.; ALMEIDA, G. V. B. **Procedimentos Pós-Colheita na Produção Integrada de Citros**. Documento 156, Embrapa. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical, 40p, 2006.

POSTHARVEST HANDLING TECHNICAL BULLETIN. **Lemons: Postharvest Care and Market Preparation**. Technical Bulletin No. 29, May 2004.

POZZAN, M.; TRIBONI, H. R. Colheita e qualidade do fruto. In: MATTOS JUNIOR, Dirceu de; NEGRI, José Dagoberto de; PIO, Rose Mary; POMPEU JUNIOR, Jorgino (Eds.). **Citros**. Campinas, SP: Instituto Agrônômico e Fundag, p. 929. 2005.

RASMUSSEN, G. K.; PEYNADO, A.; HILGEMAN, R. The organic acid content of Valência oranges from four locations in the United States. **Proceedings of American Society of Horticultural Science**, Chicago, v. 89, p. 206-10, 1966.

RIBEIRO, M. D. **Utilização de 1-metilciclopropeno (1-MCP) na conservação pós-colheita do mamão 'Formosa' Tainung 01**. 2005. Dissertação (Mestrado), Escola Superior de Agricultura de Mossoró. Mossoró, 2005

RIBEIRO, E. P. SERAVALLI, E. A. G. **Química de alimentos**. Editora Edgard Blücher LTDA. São Paulo-SP, 2004.

RODRIGO, M. J.; ALQUÉZAR, B.; ALÓS, E.; LADO, J.; Zacarías, L. Biochemical bases and molecular regulation of pigmentation in the peel of Citrus fruit. **Scientia Horticulturae**, Volume 163, 46 – 62, 2013.

RODRIGUEZ, O. Aspectos fisiológicos, nutrição e adubação dos citros. In: RODRIGUEZ, O.; VIÉGAS, F.; POMPEU JÚNIOR, J.; AMARO, A. A. **Citricultura Brasileira**. 2a.ed. Campinas:Fundação Cargill, p.419-75, 1991.

SANTOS, C. E. M.; **Qualidade pós colheita de mamão 'Formosa' 'Tainung 01' influenciada pelo tipo de transporte rodoviário**. 2006. 68p. Dissertação (Mestrado em Irrigação e Drenagem) – Universidade Federal de Viçosa, 2006.

SHARMA, R.R.; SINGHA, R.; SAXENA, S.K.; Characteristics of citrus fruits in relation to granulation, **Scientia Horticulturae** 111 91–96, 2006.

SILVA, C.; R.; JORDÃO, F.; JÚNIOR, J.; A.; SILVA, T.; J.; A.; FOLEGATTI, M.; V.; MASCHIO, R.; Respostas de Limeira Ácida Tahiti à Suspensão da Irrigação em Diferentes Períodos Fenológicos. **LARANJA**, Cordeirópolis, v.27, n.2, p321-339, 2006.

SILVA JÚNIOR, G.B.; ROCHA, L. F.; AMARAL, F. H.C.; ANFRADE, M. L.; NETO, R. F.; CAVALCANTE, I. H. L. Laranja-da-terra: fruta cítrica potencial para o Piauí. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 31, n. 3, p. 557-562, jul./set. 2010.

SIMÃO, S. **Tratado de fruticultura**. Piracicaba: FEALQ. p. 419 – 427, 1998.

SIQUEIRA, D.; L.; GUARDIOLA, J.; L.; SOUZA, E.; F.; M.; Crescimento dos Frutos de Laranjeira ‘Salustiana’ Situados em Ramos Anelados com Diversas Relações de Folhas/Frutos. **Revista Brasileira Fruticultura**, Jaboticabal - SP, v. 29, n. 2, p. 228-232, Agosto 2007.

STATSOFT. STATISTICA for Windows - Computer programa manual. Versão 7.0 Tulsa: Statsoft Inc. 2007.

STROHECKER, R.; HENNING, H. M. **Analisis de vitaminas: métodos comprobados**. Madrid: Paz Montalvo, 428 p., 1967.

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

WESTPHALEN, F. **Citricultura**. Rio Grande do Sul: Editora da Universidade Federal de Santa Maria, p.2-5, 2008.

XU, G., LIU, D., CHEN, J., YE, X., MA, Y., & SHI, J. Juice components and antioxidant capacity of citrus varieties cultivated in China. **Food Chemistry**, 106(2), 545–551 (2008).

YEKELER, F. Z.; OZYUREK, H.; TAMER, C. E.; A Functional Beverage: Lemonade, World Academy of Science, Engineering and Technology, **International Journal of Agricultural, Biosystems Science and Engineering** Vol:7 No:7, 2013.