

**INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS DA AMAZÔNIA - INPA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRICULTURA NO TRÓPICO ÚMIDO**

**FLORAÇÃO, FRUTIFICAÇÃO E CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS DE
LARANJA 'PERA-RIO' EM RELAÇÃO À DISPOSIÇÃO NA COPA**

SUELLEN ALBUQUERQUE DE MELO

Manaus, Amazonas
Outubro, 2013

SUELLEN ALBUQUERQUE DE MELO

**FLORAÇÃO, FRUTIFICAÇÃO E CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS DE
LARANJA PERA-RIO EM RELAÇÃO À DISPOSIÇÃO NA COPA**

Orientador: Dr. Jorge Hugo Iriarte Martel

Dissertação apresentada ao Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Agricultura no Trópico Úmido.

Manaus, Amazonas
Outubro, 2013

Melo, Suellen Albuquerque

Floração, frutificação e características físico-químicas de laranja 'Pera-Rio' em relação à disposição na copa/ Suellen Albuquerque de Melo-

Manaus : [s.n.], 2013. 96 f.:il.

Dissertação (mestrado) - INPA, Manaus, 2013.

Orientador: Iriarte-Martel, Jorge Hugo.

Área de concentração: Agricultura no Trópico Úmido

1. *Citrus sinensis*. 2. Floração. 3. Frutos. 4. Orientação do plantio.

Sinopse:

Estudou-se a floração, frutificação e características físico-químicas dos frutos de laranjeira 'Pera-Rio' sobre influência dos Quadrantes geográficos e Estratos das plantas nas condições de Manaus - AM. Aspectos como crescimento dos frutos, quantificação de matéria seca foliar e índice de pegamento de frutos foram avaliados.

Palavras-chave: *Citrus sinensis*, florescimento, maturação, qualidade de frutas,

Ao meu pai (in memoriam) pelo incentivo durante toda minha vida, e ter provocado em mim a coragem e perseverança aos meus estudos, sem os quais não alcançaria tamanho feito.

Minha gratidão e homenagem

Aos meus amados, mãe Maria do Socorro e irmãos, pelo amor e compreensão a mim concedido dos meus muitos isolamentos.

Ao meu esposo Sérgio, pelo companheirismo, amizade e paciência nos momentos difíceis de nossas vidas e incondicionalmente pelo apoio aos meus estudos durante todos esses anos.

Ofereço

A Deus, pela minha existência, porque nada nos é possível se não for da sua vontade.

Dedico

“O futuro pertence àqueles que acreditam na beleza de seus sonhos”.

(Eleanor Roosevelt)

AGRADECIMENTOS

Ao Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia – INPA e ao Programa de Pós-Graduação em Agricultura no Trópico Úmido, pela possibilidade de realização deste curso;

A Secretaria do curso pelo apoio fornecido.

Ao Dr. Jorge Hugo Iriarte Martel, pela dedicada orientação e confiança no meu trabalho;

Aos professores do curso que muito contribuíram na minha formação;

Ao senhor Osiris Silva por mais uma vez contribuir com a ciência nos permitindo a realização desse trabalho. Aos funcionários da fazenda por nos receber bem em sua propriedade em especial o senhor Luís.

Aos colegas do PIBIC, Vanessa e Aldemir que por muitas vezes contribuíram na realização das atividades de campo;

À Dra. Jerusa Andrade pelo espaço, apoio e gentileza a mim concedidos no laboratório de tecnologia de alimentos.

Aos técnicos de laboratórios de nutrição de solos e plantas pelo apoio inicial oferecido nas análises dos frutos e incondicionalmente ao Raimundo Souza pela dedicação e paciência nas análises.

Ao pessoal da Coordenação de Pesquisas em Clima e Recursos Hídricos, Dr. Ari Filho, Dr. Sávio Ferreira e ao técnico Sérgio Magno pela atenção prestada.

À Dra. Suely Costa pelas sugestões, críticas e contribuição nas análises estatísticas.

À colega Dra. Patrícia Nazário pelo grande auxílio nas análises estatísticas.

Ao Dr. Glauco Rolim, Dr. Bruno Pereira, MSc. Danilo Barbasso e MSc. Lorena Carvalho, por inúmeras vezes terem cedido seus conhecimentos para contribuição desse estudo.

Aos colegas do curso em especial, Ederlon Flávio, Luzia Dias, Helienay Souza e Hélio Vilas Boas, pelos momentos de grande alegria vividos durante esses dois anos.

À colega de laboratório Kátia Oliveira, pelo companheirismo e experiências vividas indispensáveis.

Aos amigos de sempre, July Anne Amaral, Michelli Isabelli, José Nilton, Igor Costa, Ariel Blind, que também muito contribuíram para este trabalho.

Aos meus familiares e a todos que de alguma maneira contribuíram para este trabalho;

A CAPES pela concessão da bolsa.

Ao Projeto Produção de Frutas no Amazonas: Potencial e perspectivas para o desenvolvimento da citricultura e implantação de um modelo de produção integrada de *Citrus*, pelas diárias concedidas nas atividades de campo.

A Deus, que nos momentos difíceis me concedeu forças e saúde para que eu pudesse alcançar mais uma etapa importante da minha vida.

Agradeço.

RESUMO

Objetivou-se, neste trabalho, avaliar o período de floração, frutificação e variação das características físico-químicas dos frutos nas diferentes posições da copa de laranjeira ‘Pêra-Rio’. O ensaio experimental foi desenvolvido, na Fazenda Brejo do Matão, km 15 às margens da Rodovia BR 174, situada a 35 km da cidade de Manaus. Foram selecionadas 10 plantas de ‘Pêra-Rio’. Para o estudo a copa foi dividida em quatro Quadrantes (Nordeste, Sudeste, Sudoeste e Noroeste) e três Estratos (Basal, Mediano e Apical), o delineamento foi inteiramente casualizado, dispostos em esquema fatorial 4 x 3, com 10 repetições. Foram avaliados, os períodos fenológicos com auxílio de uma escala fenológica, correspondentes a cada ramo previamente marcado para determinar os sub-períodos em dias, acúmulo térmico (Graus-dia) e elaboração de um modelo fenológico. Também foram avaliados o crescimento dos frutos através dos diâmetros longitudinais e equatoriais e coleta da deposição foliar em período semanal. O período de floração iniciou em 06/11/2010 e terminou no dia 27/11/2010, as colheitas dos frutos ocorreram em 14 e 21/07/11 e 06/08/11. Os eventos foram relacionados aos dados climáticos provenientes da Reserva Adolpho Ducke no período de julho de 2010 a agosto de 2011. As características avaliadas foram o tamanho, massa e qualidade dos frutos. Nos sub-períodos 3-9 (antese à colheita dos frutos) verificou-se no Estrato Basal no Quadrante Nordeste apresentou maior ciclo de duração (304 dias) e que o mesmo sobre o Estrato Apical teve menor tempo de duração (236 dias). De acordo com os sub-períodos avaliados desde a antese à maturação dos frutos foram necessários um acúmulo térmico de 3495,7 graus-dia. O modelo fenológico foi dividido em: indução floral à antese com duração média de 80 dias e floração à fixação de frutos com média de 21 dias. Este períodos foram precedidos por altas temperatura e radiação global e baixa precipitação e umidade relativa nos meses de julho à novembro de 2010. A fase de fixação ao crescimento dos frutos foram observadas em 27/11 à 07/03/2011, com duração de 100 dias, esse período foi marcado pelo aumento gradativo da precipitação pluviométrica de 131 (mm) em novembro e máxima de 531,5 (mm) em fevereiro. Na fase de crescimento à colheita dos frutos que transcorreu entre 07/ 03 até as três colheitas 14/07, 21/07 e 06/08/2011 foi marcado pelo acréscimo das temperaturas e radiação global. Foram necessários de oito a nove meses entre o período de antese à maturação dos frutos na safra de 2010/2011. No índice de pegamento dos frutos não foram observadas diferenças significativas entre os tratamentos. As Taxas de Crescimento Absoluto dos frutos foram maiores no mês de abril, com maior valor no Quadrante Sudoeste 3,08 cm³/mês e 2,35 cm³/mês no Estrato Apical, período de grande oferta hídrica. As menores taxas de crescimento foram observadas nos meses de julho e agosto de 2011, período de maturação dos frutos em todos os Quadrantes e Estratos. A matéria seca foliar obteve maior média no mês de novembro (1,2 ton/ha), mês que ocorreu a floração, antecedido pelo período de estiagem, baixa umidade relativa e alta temperatura e radiação global. Os frutos localizados nos Quadrantes (Sudeste e Noroeste) tiveram maior massa de suco, pH, Sólidos Solúveis Totais e coloração do suco. Os frutos dos Estratos Apicais e Medianos foram superiores ao Estrato Basal quanto ao: diâmetro longitudinal, diâmetro equatorial, massa do suco, número de sementes e cor do suco. Com base nos resultados, a disposição das plantas na linha de plantio pode ter o desenvolvimento e características físico-químicas dos frutos influenciados conforme as diferentes posições na copa das plantas.

ABSTRACT

The objective of this study was to evaluate the time of flowering, fruiting and variation of physico-chemical characteristics of fruits in different crown positions of the orange 'Pera-Rio'. The research was developed in the Matão Heath Farm, 15 km of the BR 174, located 35 km from Manaus. We selected 10 plants of 'Pera-Rio', the crown was divided into four quadrants (Northeast, Southeast, Southwest and Northwest) and three layers (basal, middle and apical) and were arranged in a 4 x 3 factorial, in a completely randomized design with 10 replications. We evaluated the phenological periods with the aid of a phenological scale, corresponding to each marked branch to obtain the sub-periods in days, thermal accumulation (Degree-days) and develop a phenological model that also evaluated fruit growth through the longitudinal and equatorial diameters, and collection of leaf deposition in the weekly period. The flowering period began on 6/11/2010 and ended on 11/27/2010, fruit crops occurred on 7/14/2011, 7/21/2011 and 08/06/2011. The events were associated with climatic data from the Reserva Adolpho Ducke in the period July 2010 to August 2011. The characteristics evaluated were: size, mass, and fruit quality. In sub-periods 3-9 (anthesis to harvest the fruits) found that on the basal layer in the Northeast had a longer duration (304 days) and that it issued a shorter duration (236 days) on the stratum Apical. According to the sub-evaluation periods from anthesis to fruit maturation were required to accumulate thermal 3495.7 GD. The phenological model was divided into floral induction to anthesis with an average of 80 days, flowering to fruit set, with an average of 21 days. The periods were preceded by high temperature, high global radiation, low precipitation, and relative humidity, in July to November 2010. The phase of attachment to the fruits of growth were observed on 11/27 to 07/03/2011, lasting 100 days, this period was marked by a gradual increase in rainfall of 131 mm in November, and a maximum of 531.5 mm in February. In the growth phase to harvest the fruits that had elapsed between 03/07 until fruit harvests of, 07/14, 07/21, and 08/06/2011, were marked by higher temperatures and higher global radiation, it took 8 to 9 months between the periods from anthesis to fruit maturity at harvest of 2010/2011. In the indexes of fruit sets did not have significant differences between treatments. The absolute growth rates of fruits were higher in April, a period of high rain, with the highest average growth in the southwest quadrant 3.08 cm³/month, and 2.35 cm³/month in stratum apical. The lowest growth rates were observed in July, and August 2011, a period of fruit maturation for all quadrants and levels. The leaf dry matter obtained the highest average in November (1.2 ton / ha), which occurred in flowering months, preceded by the period of drought, low relative humidity, high temperature, and global radiation. The fruits located in Northwest and Southeast quadrants promoted greater mass of juice were more succulent, with higher pH, higher soluble solids content and with better color. The fruits of the apical and middle strata had better quality than on the basal layer: longitudinal diameter, equatorial diameter, mass, juice, fewer seeds, and juice color. Based on the results, the arrangement of plants within the row can have influence over the development, and physico-chemical, characteristics of fruits according to different positions in the canopy.

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO E JUSTIFICATIVA.....	01
2 REVISÃO DE LITERATURA.....	04
2.1 Importância econômica mundial, nacional e regional da citricultura.....	04
2.2 Botânica, centros de origem, distribuição geográfica e histórico dos citros.....	05
2.3 Laranja ‘Pera-Rio’ e Tangerina ‘Cleopatra’	06
2.3.1 ‘Pera-Rio’ (copa).....	06
2.3.2 ‘Cleópatra’ (porta-enxerto).....	07
2.4 Condicionantes agrometeorológico da cultura.....	07
2.5 Aspectos e fatores relacionados a fenologia dos citros.....	08
2.5.1 Fenologia.....	08
2.5.2 Acúmulo de Graus dia.....	11
2.5.5 Deposição foliar.....	12
2.6 Fatores relacionados à qualidade dos frutos cítricos.....	13
2.7 Influência da variação espacial da copa	15
3 OBJETIVOS.....	17
3.1 Geral.....	17
3.2 Específicos.....	17
4 MATERIAL E MÉTODOS.....	18
4.1 Descrição e características edafoclimáticas do local do experimento.....	18
4.2 Seleção das plantas.....	20
4.3 Estratificação dos ramos na árvore	22
4.4 Avaliação fenológica.....	23
4.4.1 Acúmulo de Graus dia.....	25
4.4.2 Modelo fenológico.....	25
4.5 Índice de pegamento dos frutos.....	26
4.6 Taxa de Crescimento Absoluto (TCA).....	26
4.7 Matéria seca foliar.....	27
4.8 Análise de qualidade dos frutos.....	27

4.8.1 Amostragem de frutos.....	27
4.8.2 Diâmetro longitudinal (DL) e diâmetro equatorial (DE).....	28
4.8.3 Massa dos frutos.....	28
4.8.4 Espessura da casca.....	28
4.8.5 Massa e Rendimento de suco.....	28
4.8.6 Número de sementes.....	29
4.8.7 Potencial de hidrogênio (pH).....	29
4.8.8 Sólidos Solúveis Totais (Brix).....	29
4.8.9 Acidez Total Titulável (ATT).....	29
4.8.10 Índice de qualidade de suco.....	29
4.8.11 Índice Tecnológico (IT).....	30
4.8.12 Cor do suco.....	30
4.9 Delineamento experimental	30
4.10 Análise dos dados.....	31
5 RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	32
5.1 Avaliações fenológicas.....	32
5.1.1 Avaliações dos sub-períodos fenológicos.....	32
5.1.2 Acúmulo de Graus-dia.....	35
5.1.3 Modelo fenológico.....	36
5.1.4 Índice de pegamento dos frutos.....	40
5.1.5 Taxa de Crescimento Absoluta dos frutos (TCA).....	42
5.1.6 Matéria seca foliar.....	44
5.2 Qualidade físico-química dos frutos.....	48
5.2.1 Diâmetros longitudinal (DL) e Diâmetros equatorial (DE) dos frutos	48
5.2.2 Massa do fruto.....	50
5.2.3 Espessura da casca.....	51
5.2.7 Massa e rendimento de suco.....	52
5.2.8 Número de sementes.....	53
5.2.9 Potencial de Hidrogênio (pH).....	54
5.2.10 Sólidos Solúveis Totais (Brix).....	56
5.2.11 Acidez titulável total (ATT).....	57
5.2.12 Relação Sólidos Solúveis:Acidez (<i>Ratio</i>).....	59
5.2.12 Índice tecnológico (IT).....	60
5.2.12 Cor do suco.....	61

6 CONCLUSÕES.....	63
7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	64
APÊNDICE.....	74
ANEXOS.....	78

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Características biométricas das árvores de laranjeira ‘Pera-rio’ utilizadas para observações fenológicas, realizadas na fazenda Brejo do Matão, em Manaus (AM), 2010...	21
Tabela 2. Duração em dias dos sub-períodos (3-5) antese a chumbinho de laranjeira ‘Pera-Rio’, Manaus (AM), 2010.....	32
Tabela 3. Duração em dias dos sub-períodos de chumbinho a bola de gude (5-7) de laranjeira ‘Pera-Rio’, Manaus (AM), 2010-2011.....	33
Tabela 4. Duração em dias dos sub-períodos de bola de gude a colheita (7-9) de laranjeira ‘Pera-Rio’, Manaus (AM), 2011.....	34
Tabela 5. Duração em dias da antese a colheita (3-9) de laranjeira ‘Pera-Rio’, Manaus (AM), 2010- 2011.....	34
Tabela 6. Sub-períodos fenológico, datas médias de ocorrências, duração em dias e soma térmica dos diferentes sub-períodos fenológicos, de laranjeira ‘Pera-Rio’, Manaus (AM), 2010-2011.....	36
Tabela 7. Percentual médio de chumbinhos fixados relacionados às diferentes alturas e Quadrantes das plantas, Manaus (AM), 2010.....	41
Tabela 8- Valores médios do diâmetro longitudinal (DL) dos frutos de laranja ‘Pera-Rio’ (cm) em diferentes posições na copa das plantas, Manaus (AM), 2011.....	48
Tabela 9- Valores médios do diâmetro equatorial (DE) dos frutos de laranja ‘Pera-Rio’(cm) em diferentes posições na copa das plantas, Manaus (AM), 2011.....	49
Tabela 10. Valores médios de massa (g) dos frutos de laranja ‘Pera-Rio’ em diferentes posições na copa das plantas, Manaus (AM), 2011.....	50
Tabela 11. Valores médios de espessura da casca (cm) dos frutos de laranja ‘Pera-Rio’ em diferentes posições na copa das plantas, Manaus (AM), 2011.....	51

Tabela 12. Valores médios de massa de suco (g) de frutos de laranja ‘Pera-Rio’ em diferentes posições na copa das plantas, Manaus (AM), 2011.....	52
Tabela 13. Valores médios de rendimento de suco (%) dos frutos de laranjas ‘Pera-Rio’ em diferentes posições na copa das plantas, Manaus (AM), 2011.....	53
Tabela 14. Valores médios do número de sementes dos frutos de laranja ‘Pera-Rio’ em diferentes posições na copa das plantas, Manaus (AM), 2011.....	54
Tabela 15. Valores médios de pH dos frutos de laranja ‘Pera-Rio’ em diferentes posições na copa das plantas, Manaus (AM), 2011.....	55
Tabela 16. Valores médios do teor de Sólidos Solúveis Totais (° Brix) dos frutos de laranja ‘Pera-Rio’ em diferentes posições na copa das plantas, Manaus (AM), 2011.....	56
Tabela 17. Valores médios para acidez titulável total (%) dos frutos de laranja ‘Pera-Rio’ em diferentes posições na copa das plantas, Manaus (AM), 2011.....	58
Tabela 18. Valores médios do Ratio dos frutos de laranja ‘Pera-Rio’ em diferentes posições na copa das plantas, Manaus (AM), 2011.....	59
Tabela 19. Valores médios do Índice Tecnológico (IT) dos frutos de laranja ‘Pera-Rio’ em diferentes posições na copa das plantas, Manaus (AM), 2011.....	61
Tabela 20- Resumo da análise de variância para as variáveis: índice de pegamento dos frutos, duração em dias dos sub-períodos (3-5) antese a chumbinho, sub-períodos de chumbinho a bola de gude (5-7), sub-períodos de bola de gude a colheita (7-9) e sub-períodos da antese a colheita (3-9) de laranjas ‘Pera-Rio’, situadas em diferentes posições da copa, Fazenda Brejo do Matão, Manaus-AM, (2010-2011).....	71
Tabela 21- Resumo da análise de variância para as características físico-química de laranjas ‘Pera-Rio’, situadas em diferentes posições da copa, Fazenda Brejo do Matão, Manaus-AM, (2011).....	77
Tabela 22- Continuação da tabela 21.....	77
Tabela 23. Dados climáticos para a região de Manaus (AM) nos anos de 2010 e 2011.....	79

Tabela 24 Resultado de análise química do solo, laranjeira ‘Pera-Rio’ fazenda Brejo do Matão Manaus (AM), 2010.....	80
--	----

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Disposição da linha de plantio de laranjeira ‘Pera-Rio’, Fazenda Brejo do Matão-Manaus (AM), 2010.	11
Figura 2. A) Temperatura máxima (°C), Temperatura mínima (°C), Temperatura média (°C) e Radiação global W/m ² . B) Precipitação pluviométrica (mm) e umidade relativa (%). Dados climáticos da região de Manaus (AM), 2010. Fonte: Estação Climatológica Adolfo Ducke – Coordenação de Pesquisas em Clima e Recursos Hídricos/CPCR-INPA.....	19
Figura 3. A) Temperatura máxima (°C), Temperatura mínima (°C), Temperatura média (°C) e Radiação global W/m ² . B) Precipitação pluviométrica (mm) e umidade relativa (%). Dados climáticos da região de Manaus (AM), 2011. Fonte: Estação Climatológica Adolfo Ducke – Coordenação de Pesquisas em Clima e Recursos Hídricos/CPCR-INPA.....	19
Figura 5. A) Estratificação da laranjeira ‘Pera-Rio’, Estrato Basal (0 - 1,0 m), Estrato mediano (1,0 - 2,0 m), Estrato Apical (2,0 - 3,0 m) e B) Quadrantes Nordeste e Sudoeste (sentido entre plantas), Sudeste e Noroeste (sentido entre linhas). Legenda: N: Norte; L: Leste; S: Sul; O: Oeste; NE: Nordeste; SE: Sudeste; SW: Sudoeste; NW: Noroeste.....	22
Figura 6. Escala de notas elaboradas para diferentes fases do desenvolvimento reprodutivo das plantas.....	24
Figura 7. Esquematização dos sub-períodos fenológicos de laranjeira ‘Pera-Rio’, nas condições climáticas de Manaus (AM), 2010-2011.....	37
Figura 8. Taxa de Crescimento Absoluto dos frutos (cm ³ /mês) em função dos Quadrantes, para laranjeira ‘Pera-Rio’, safra de 2010-2011, Manaus (AM).....	42
Figura 9. Taxa de Crescimento Absoluto dos frutos (cm ³ /mês) em função dos Estratos, para laranjeira ‘Pera-Rio’, safra de 2010-2011, Manaus (AM).....	42

Figura 10. Matéria seca de foliar (ton/ha) de laranjeira ‘Pera-Rio’ e precipitação mensal, safra 2010-2011, Manaus (AM).....	45
Figura 11. Matéria seca foliar (ton/ha) de laranjeira ‘Pera-Rio’ e umidade relativa, safra 2010-2011, Manaus (AM).....	45
Figura 12. Matéria seca foliar (ton/ha) de laranjeira ‘Pera-Rio’ e temperatura média, safra 2010-2011, Manaus (AM).....	46
Figura 13. Matéria seca foliar de laranjeira (ton/ha) ‘Pera-Rio’ e radiação global, safra 2010-2011, Manaus (AM).....	46

INTRODUÇÃO E JUSTIFICATIVA

O Brasil é o maior produtor e exportador de suco cítrico concentrado do mundo, exportando quase 100% do que é produzido, o que corresponde a 1,2 milhões de toneladas métricas, equivalentes a mais de 80% da produção mundial de suco concentrado e congelado (FNP Consultoria e Comércio, 2009).

A citricultura é uma das mais importantes cadeias produtivas do agronegócio do Brasil, destacando-se com maior número de plantas e em importância econômica (Avilés, 2009). A área cultivada com laranja no Brasil é de aproximadamente 833 mil ha, com rendimento médio de 22 mil kg/ha (FAO, 2010). A atividade apresenta números expressivos que traduzem a grande importância econômica e social que tem para a economia do país. O setor cítrico brasileiro somente no Estado de São Paulo gera mais de 500 mil empregos diretos e indiretos (Azêvedo, 2003).

Alguns fatores contribuem para o sucesso da citricultura brasileira, como condições climáticas favoráveis ao cultivo em todas as regiões; proximidade dos locais de produção dos grandes centros urbanos o que favorece o escoamento da produção; mão de obra disponível, e condições facilitadas de terras, além do suporte técnico gerado pelos Institutos de pesquisa, públicos e privados (Costa, 2009).

O Estado do Amazonas possui aproximadamente 3382 ha plantados e produtividade de 4813 kg/ha com laranjas (IBGE, 2009). A citricultura comercial do Estado do Amazonas se concentra praticamente em Manaus e nos municípios vizinhos (Iranduba, Rio Preto da Eva e Manacapuru) (Coelho & Nascimento, 2004). A produção de laranja no Amazonas despertou o interesse dos produtores em virtude do bom preço que a fruta tem alcançado no mercado. O estado possui condições climáticas que favorecem o bom desenvolvimento da cultura [...] (Silva, & Garcia, 1999).

Os citros têm ampla distribuição geográfica, o que mostra a sua grande adaptação a diferentes condições climáticas. Em cada condição climática, há um determinado comportamento das plantas, resultando em variações entre locais e entre anos nas características fenológicas do florescimento e da frutificação, nas taxas de crescimento, nos níveis de produtividade e na qualidade dos frutos (Reuther, 1973, 1977; Volpe, 1992; Sentelhas, 2005).

O conhecimento da fenologia das plantas, nas diferentes condições edafoclimáticas de diversas regiões, está ligado aos fatores ambientais, pois são estes que geralmente determinam os fenômenos biológicos. Por meio da fenologia, podem-se estudar as causas e manifestações fisiológicas dos fenômenos de floração, frutificação, queda de folhas e brotação das plantas (Arrigoni-Blank *et al.*, 1996). Pereira e São José (1987) reforçam que o conhecimento do ciclo de frutificação, desde a emissão do botão floral até a completa maturação dos frutos, é de interesse, não apenas no aspecto biológico, mas também como instrumento auxiliar na programação dos tratamentos culturais (adubação, irrigação, desbaste, etc.) e fitossanitários (estabelecimento de programas preventivos para o controle de pragas).

A fenologia dos citros estuda a relação entre o desenvolvimento do ciclo reprodutivo das plantas e as condições climáticas, considerando escalas de tempo e de espaço, cujo conhecimento pode ser útil para melhoria das práticas agrícolas, a programação da colheita, o zoneamento agrícola, a elaboração de modelos de previsão de início e duração de períodos fenológicos e a previsão de produtividade e de qualidade dos frutos de uma safra (Monteiro, 2009).

Os fatores climáticos, representados pela temperatura, precipitação, luminosidade e vento agem diretamente sobre as plantas cítricas (Moreira, 1985), não somente determinando a época de brotação, mas também são responsáveis, em grande parte, pela intensidade e distribuição da floração (Fonfria *et al.*, 1996).

Além disso, a disponibilidade de água, o estresse térmico, a localização do fruto na copa, associado às práticas de manejo do pomar influenciam o desenvolvimento, florescimento e frutificação dos citros, resultando em diferentes respostas da planta em relação à produção e à qualidade (Krajewisk e Rabe, 1995). Sites e Reitz (1949) relataram que uma importante variável relacionada ao clima é o efeito da posição do fruto na planta, podendo resultar em diferenças qualitativas nos mesmos, em função das posições nos terços da planta.

A variação de maturação dos frutos dentro de uma mesma planta tem sido motivo de estudos e discussões desde a metade do século passado, devido ao fato de a qualidade dos frutos ser influenciada por fatores ambientais, a exemplo a incidência solar, que também pode ou não ser influenciada de acordo com as coordenadas geográficas do pomar (Carvalho, 2010). Há muito tempo, pesquisadores vêm tentando esclarecer se há realmente relação entre o desenvolvimento reprodutivo das plantas e características físico-química dos frutos conforme a disposição das flores e frutos na copa das plantas (Winstson, 1947; Sites e Reitz, 1949). Sabe-se, no entanto, que há influência da incidência da luz na floração, frutificação e

qualidade dos citros (Montenegro, 1990; Rocha *et al.*, 1990; Albrigo, 1992), embora os mecanismos para explicar essa influência sejam poucos conhecidos.

Apesar do valor científico e até econômico do conhecimento da fenologia e qualidade de frutos de laranja ‘Pera-Rio’, a pesquisa neste campo ainda é bastante escassa. Diante a importância regional da variedade laranja ‘Pera-Rio’, para o mercado de frutas frescas, o objetivo deste trabalho foi avaliar o período de safra a partir do estudo da floração e frutificação e caracterização físico-química de frutos nas diferentes localizações nas copas das plantas.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Importância econômica mundial, nacional e regional da citricultura

Entre os principais grupos de frutas no mundo, os citros ocupam o primeiro lugar em volume de produção, com aproximadamente 105,4 milhões de toneladas seguidos pelas culturas de banana, uva e maçã (FAO, 2008).

A citricultura brasileira destaca-se como a maior em número de plantas e em importância econômica (Avilés, 2009). O Brasil é o maior produtor e exportador de suco cítrico concentrado do mundo, exportando quase 100% do que é produzido, o que corresponde a 1,2 milhões de toneladas métricas, equivalentes a mais de 80% da produção mundial de suco concentrado e congelado (FNP Consultoria e Comércio, 2009).

O Estado de São Paulo é o maior produtor de citros do país, destacando-se na produção de laranja, que representa aproximadamente 93% da produção de citros do estado (Boteon, 2011). Essa realidade se reflete nos demais estados produtores do país. No Estado do Amazonas a citricultura comercial se concentra praticamente em Manaus e nos municípios vizinhos (Iranduba, Rio Preto da Eva e Manacapuru) (Coelho e Nascimento, 2004).

Atualmente o Estado do Amazonas possui aproximadamente 2868 ha plantados e rendimento médio de 11.362 kg/ha com laranjas (IBGE, 2010). A citricultura local tornou-se uma das atividades agrícolas mais promissoras, contudo, apesar do potencial da região para essa cultura, a produtividade é baixa, ficando em torno de 160 frutos por planta. Entre os fatores que contribuem para esse quadro, destacando-se o uso de variedades copa e porta-enxertos de origem desconhecida, com predominância de um único porta-enxerto, limão ‘Cravo’ e a copa, laranja ‘Pera-Rio’ (Silva *et al.*, 1996).

Coelho e Nascimento (2004) mencionam que apesar da baixa produtividade da maioria dos pomares, os resultados de pesquisas e a constatação de plantios, principalmente de laranja ‘Pera’ e limão ‘Tahiti’ com altas produtividades são indicativos do potencial da cultura, na medida em que sejam ajustadas as tecnologias para as condições tropicais e úmidas reinantes na região.

Nas imediações de Manaus, pomares de laranja ‘Pera’ com 20 anos de idade produzem em média 800 frutos por árvore, ou seja, o equivalente a um rendimento de 42 toneladas por hectare reforçando os conceitos sobre o potencial da cultura na região, na medida em que este nível de produtividade pode se traduzir em significativa margem de lucro (Coelho e Nascimento, 2004).

2.2 Botânica, centros de origem, distribuição geográfica e histórico dos citros

Estima-se que os *Citrus* e gêneros correlatos surgiram há cerca de 20 a 30 milhões de anos e que seu provável centro de origem e diversidade compreenda as regiões tropicais e subtropicais do continente Asiático e Arquipélago Malaio, de onde se disseminaram para todo o mundo (Campos, 1976; Webber, 1962 citados por Corazza-Nunes *et al.*, 2005).

Os citros apresentam uma taxonomia muito complexa, principalmente com relação ao número de espécies que o constituem e os gêneros correlacionados (Weiler *et al.*, 2010). Atualmente, o sistema mais utilizado para taxonomia de *Citrus* é o de Swingle, que, em 1943, propôs 16 espécies distribuídas em dois subgêneros: *Citrus*, com dez espécies, e *Papeda*, com seis espécies (Corazza-Nunes *et al.*, 2005). Os *Citrus* se destacam dos demais por possuir uma economia considerável (Souza e Lorenzi, 2008).

As espécies que compõem os *Citrus* Linnaeus são plantas dicotiledôneas pertencentes à família Rutaceae, subfamília Aurantioideae (= Citroidea), tribo Citreae, subtribo Citrinae (Corazza-Nunes *et al.*, 2005). A subtribo Citrinae contém treze gêneros, incluindo *Citrus*, *Fortunella* e *Poncirus*, os quais têm importância econômica mundial (Weiler *et al.*, 2010).

Os *Citrus* são representados por árvores perenes, copas com ramos angulares, espinhos axilares, folhas unilobadas, flores brancas e aromáticas, isoladas ou em grupos, em geral com 4-5 sépalas, 4-8 pétalas. O androceu é constituído por numerosos estames ligados em feixes e o gineceu apresenta ovário único com 8-15 carpelos fusionados, contendo normalmente 4-8 óvulos. Os frutos, com cor e forma variadas, são envolvidos por uma casca coriácea. A polpa é constituída por vesículas de suco pedunculadas e ligadas à parede dorsal do loco. Os septos carpelares são separados pelo endocárpio, um tecido branco denominado de albedo. As sementes, de formato obovóide a arredondado, podem conter de um a vários embriões (Swingle e Reece, 1971 citados por Corazza-Nunes *et al.*, 2005).

A disseminação mundial de citros tem sido associada às grandes explorações e aos conflitos da história, incluindo as conquistas de Alexandre, o Grande, a dispersão da religião mulçumana, que durante a Idade Média disseminou os citros pela Europa, e as explorações de Colombo, que trouxeram para as Américas as plantas cítricas, em fins do século XV (Campos, 1976; Neves *et al.*, 2011; Weiler *et al.*, 2010).

No Brasil os citros devem ter sido introduzidos na Bahia, nos primórdios do descobrimento, tendo em vista que em 1567 laranjeiras em produção foram descritas, naquele estado, por Gabriel Soares. Também já havia referências da existência de laranjeiras no sul do Estado de São Paulo em 1540, desenvolvendo-se depois principalmente nos estados do Rio de Janeiro e de São Paulo, bem como no Rio Grande do Sul, Minas Gerais e Bahia, em menor escala (Koller, 1994).

Com a decadência do café na década de 1930, o setor citrícola acabou desenvolvendo-se mais em São Paulo. O ano de 1939 foi um marco importante para a citricultura brasileira, especialmente para a paulista. A exportação bateu um recorde ainda não ultrapassado: 197 mil toneladas de laranja (Boteon e Neves, 2005).

Atualmente a maior região produtora de laranja do país é a Sudeste, que abrange 82,2% da produção nacional, seguida pelo Nordeste (10,3%), Sul (5,5%), Norte (1,3%) e Centro-Oeste (0,7%) (IBGE, 2011). O foco comercial da cadeia produtiva é a produção e a comercialização industrial da laranja, na produção de suco, 98% do volume é vendido ao mercado internacional, com a maior parte sendo engarrafada pelas empresas européias e norte-americanas (Boteon e Neves, 2005).

2.3 Laranja ‘Pera-Rio’ e Tangerina ‘Cleopatra’

2.3.1 ‘Pera-Rio’ (copa)

A Laranjeira ‘Pera-Rio’, ‘Pera’ ou ‘Pera Coroa’ (*Citrus sinensis* (L.) Osbeck) é a mais importante variedade cítrica do Brasil, pois seus frutos apresentam excelente qualidade para os mercados interno e externo de fruta fresca para a industrialização, participando com cerca de 38% de plantas (Pompeu Junior, 2001).

Várias descrições da variedade foram feitas por diversos autores que a consideram uma variedade brasileira. A origem das variedades cítricas é controversa, como mostram sobre estudo da origem da laranja ‘Bahia’ no Brasil, apoiados em vários trabalhos (Dorsett *et al.*, 1917; Fonseca, 1931; Andrade, 1933; Moreira e Rodrigues Filho, 1965; Passos *et al.*, 1977 citados por Donadio *et al.*, 1999).

Mesmo reconhecida como a variedade brasileira por excelência, a origem da ‘Pera’ permanece obscura. São aventadas diversas hipóteses, mas sem comprovação clara. Entretanto, sua semelhança com outras variedades é tão evidente que se acredita que possa ter origem numa delas (Donadio *et al.*, 1999).

As características gerais da variedade ‘Pera’ foram citadas em vários trabalhos, como os aqueles de (Moreira e Rodrigues Filho, 1965 citados por Donadio *et al.*, 1999), como “frutos pequenos, cor laranja, ovalados; casca quase abundante e suco ligeiramente ácido (São Paulo) ou doce (Rio); (3-4) sementes por fruto; árvores de porte médio, galhos mais ou menos eretos, folhas acuminadas; bem produtiva, maturação tardia; os frutos conservam-se no pé, alguns meses depois de maduros”. Apresenta três a quatro floradas por ano, do que decorre a produção de frutas temporãs praticamente durante o ano todo (Pio *et al.*, 2005).

2.3.2 ‘Cleópatra’ (porta-enxerto)

A Tangerina ‘Cleópatra’ (*Citrus reshni* hort. ex Tanaka) é uma das tangerinas mais estudadas em todo o mundo; no Brasil, vem sendo utilizada como porta-enxerto desde o início do século passado. A tangerineira ‘Cleópatra’ produz frutos com maturação de julho a setembro têm, em média, 14 sementes. Apresenta média resistência à gomose de *Phytophthora* (Feichtenberger *et al.*, 1994).

O porta-enxerto tangerina ‘Cleópatra’ apresenta algumas inconveniências: as cultivares sobre ela enxertadas iniciam a produção de frutos mais tardiamente que as enxertadas no limão ‘Cravo’, citrumelo ‘Swingle’ ou em outros porta-enxertos; a maturação dos frutos é mais tardia e os frutos, menores que os obtidos com outros porta-enxertos, mas o suco é de ótima qualidade (Pompeu Junior, 2005).

Ainda conforme o autor, a tangerineira ‘Cleópatra’, juntamente com a tangerineira ‘Sunki’ [*Citrus sunki* (Hayata) hort. Ex Tanaka], são os dois únicos porta-enxertos tolerantes ao declínio e à morte súbita dos citros compatíveis com a laranjeira ‘Pera-Rio’.

2.4 Condicionantes agrometeorológico da cultura

O clima, como condicionante do cultivo de citros, influencia todas as etapas de desenvolvimento da cultura, como adaptação das variedades, o comportamento fenológico, as características físicas e químicas dos frutos e potencial de produção (Silva *et al.*, 2004).

De modo geral, as necessidades hídricas anuais dos citros atingem valores entre 600 e 1300 mm, devido a variações existentes na distribuição espacial e temporal da radiação solar, da temperatura do ar, do vento, da umidade do ar, das combinações copa-porta-enxerto, das características hídricas do solo, dos aspectos da cultura, como sanidade, porte, idade, e outros fatores ligados ao manejo da cultura (Ortoloni *et al.*, 1991).

O desenvolvimento dos citros é observado em larga faixa de temperatura, propiciando boa adaptação das espécies às condições climáticas brasileiras (Monteiro, 2009). A temperatura do ar exerce influência sobre todas as fases de desenvolvimento das plantas cítricas, desde a germinação e crescimento das mudas até a maturação dos frutos.

As plantas cítricas apresentam uma certa resistência ao frio, se comparadas a outras plantas frutíferas de clima tropical. Normalmente, toleram geadas leves, com os danos se iniciando a partir da temperatura de $-3\text{ }^{\circ}\text{C}$ ao nível da folha (Doorenbos e Kassam, 1994). Porém, isso é extremamente variável, em função da espécie, variedade, combinação copa/porta-enxerto, idade, estágio fenológico, época de ocorrência, intensidade e duração do fenômeno (Ortolani *et al.*, 1991).

Todavia, a faixa de temperatura ótima para fotossíntese dos citros se situam entre 25 e $30\text{ }^{\circ}\text{C}$, ocorrendo aumento acentuado da fotorrespiração e perda da eficiência fotossintética em temperaturas superiores a $35\text{ }^{\circ}\text{C}$ (Ribeiro *et al.*, 2004).

Em condições tropicais úmidas, próximas ao equador terrestre, a ausência de variabilidade térmica e hídrica sazonal, conferem hábitos contínuos de floração aos citros (Ben Mechlia e Carrol, 1989).

Para Monteiro (2009) as espécies cítricas não são induzidas a floração pelo fotoperíodo; a indução floral está relacionada a outras condições climáticas. De acordo com Sentelhas (2005) os citros são cultivados em uma ampla faixa de latitude, entre os paralelos 40°N e 40°S . Em razão disso, os pomares de citros espalhados pelo mundo são submetidos, ao longo do ano, a diferentes condições de disponibilidade de energia solar e fotoperíodo, enquanto na faixa equatorial o fotoperíodo fica ao redor de 12 horas ao longo de todos os meses do ano. De acordo com Dewar (1996), a luz solar tem papel importante na produção de frutos, pois proporciona a energia necessária para a fotossíntese, formando uma estreita relação entre a taxa de crescimento e radiação solar interceptada.

2.5 Aspectos e fatores relacionados a fenologia dos citros

2.5.1 Fenologia

A fenologia é o ramo da ecologia que estuda os fenômenos periódicos dos seres vivos e suas relações com as condições físicas e ambientais tais como temperatura, luz, umidade etc (Armando e Ravelo, 1975). O estabelecimento de tais relações possibilita o conhecimento das respostas das plantas quando submetidas a diferentes condições climáticas, informação de grande importância para o planejamento e implantação da citricultura (Sentelhas, 2005).

As plantas cítricas apresentam ciclo de desenvolvimento que varia de seis a 16 meses, dependendo da espécie, da variedade e da variação sazonal das condições térmicas e hídricas do local (Reuther, 1977). Durante esse período, a planta passa por diversas fases que vão do florescimento à maturação dos frutos, porém, sendo igualmente importantes as fases de indução floral e repouso vegetativo. Esta última ocorrendo apenas nos locais onde períodos de estresse térmico ou hídrico são bem definidos (Reuther, 1973, 1977).

De acordo com Monteiro (2009) de modo geral as principais fases fenológicas dos citros são: indução floral, floração, crescimento, desenvolvimento e maturação dos frutos. Em cada fase, existem estádios, que caracterizam uma etapa de desenvolvimento da cultura.

Agustí (2004) descreve a brotação como estágio fenológico correspondente ao início do crescimento vegetativo. Este processo se inicia com o enchimento das gemas, seguido pela floração dos meristemas. Posteriormente, o processo de indução floral é uma condição interna do ápice meristemático vegetativo de uma gema que conduz à transformação do meristema floral (Gil, 2000). Krajewski e Rabe (1995) definem como uma série de acontecimentos que tem uma planta capaz de florescer através da transcrição de genes encarregados da floração, que ocorre antes da iniciação floral. Iglesias *et al.* (2007) mencionam diversos fatores que influenciam a indução floral em citros como: temperatura, déficit hídrico, variedades e produção anterior.

Os primeiros estímulos para a indução floral começam, segundo Lima (1990), dos 80 aos 120 dias antes do florescimento, através de mensageiros químicos provenientes das folhas. No Hemisfério Norte, a indução floral atinge seu pico de dezembro ao início de janeiro. Logo, para o Hemisfério Sul corresponde ao final de julho e início de agosto (Guardiola *et al.*, 1982 citado por Habermann, 1999). Agustí (2003) relata que o repouso vegetativo é o processo de maior sensibilidade dos cítricos ao processo de indução floral.

A antese surge após o período de indução e diferenciação, quando existirem condições térmicas e hídricas favoráveis (Davies e Albrigo, 1994). Apesar do florescimento poder ocorrer durante todos os meses, normalmente é mais intenso nas regiões subtropicais, durante o final do inverno e início da primavera (Erickson, 1968). Já nas regiões de clima tropical, onde há estiagem durante certa época do ano e não ocorre variação sazonal das condições térmicas, o florescimento irá ocorrer sempre após o restabelecimento das chuvas (Reuther, 1973, 1977; Davies e Albrigo, 1994; Gat *et al.*, 1997), enquanto, em clima árido, como em diversas regiões produtoras do mundo, o florescimento somente irá ocorrer após o período de estresse imposto pela estiagem, com o uso da irrigação.

Tem sido relatado, por exemplo, que laranjas doces (*C. sinensis*) podem desenvolver 250 mil flores por árvore, em uma época de floração, embora apenas uma pequena quantidade destas flores (geralmente menos de 1%) tornam-se frutos maduros (Erickson e Brannaman, 1960; Goldschmidt e Monselise, 1978). Para alguns autores tal condição pode estar associada a uma estratégia de sobrevivência (Bustan e Goldschmidt, 1998).

Contudo sabe-se que a floração é uma fase determinante para produção, podendo influenciar na qualidade dos frutos como: tamanho, suco, textura e cor, dependendo da posição que ocupa ao redor da copa [...] (Krajewski e Rabe, 1995).

A fixação dos frutos ocorre logo após a polinização, por um período bastante extenso, e depende basicamente da produção do ano anterior, da temperatura durante o período de pré-florescimento, chuva e o vento durante o florescimento (Volpe, 1992).

A polinização, fixação do fruto e o seu posterior desenvolvimento dependem de características genéticas, do tipo de inflorescência, do número de flores e de frutos, de fatores climáticos, dos tratos culturais, da disponibilidade de carboidratos e hormônios entre outros. Por isso, o controle do número e do tamanho final dos frutos é complexo, pois é função de inúmeros fatores que atuam simultaneamente ou não e interagem entre si. Assim, o estudo da frutificação é difícil, especialmente em pesquisas de campo, por causa das dificuldades de manipulação dos fatores que o influenciam o isolamento de seus efeitos (Talón *et al.*, 1998; Guardiola e Garcia-Luis, 1998).

O período de fixação e crescimento dos frutos inicia-se após a polinização e segue até o início da perda da coloração verde intensa, passando aí para a fase de maturação até quando as características físico-químicas estiverem desejáveis para o consumo (*in natura* ou para indústria). Segundo Volpe (1992), este período de desenvolvimento pode ser dividido em três estádios: o primeiro chamado de estágio de divisão celular, começa na antese e dura apenas algumas semanas, havendo pequena taxa de crescimento do fruto; o segundo estágio de expansão celular é caracterizado pelo rápido crescimento do fruto, respiração, e mudanças morfológicas (dura até a quebra da cor verde intensa); o terceiro estágio, período de maturação, é caracterizado pelo crescimento lento do fruto, decréscimo na respiração e mudanças nas características físico-químicas internas caracterizando a maturação dos frutos.

A maturação dos frutos cítricos é caracterizada por uma fase de reduzida taxa de crescimento. Neste estágio, ocorre a mudança de cor da casca, em consequência da degradação enzimática das clorofilas e da síntese de carotenóides no flavedo. Este estágio caracteriza-se também pelo aumento dos teores de sólidos solúveis totais, sobretudo açúcares

e de compostos nitrogenados, aminoácidos principalmente, e uma concomitante redução de ácidos orgânicos (Agustí *et al.*, 1995).

Para Reuther (1973), os principais fatores que afetam a maturação dos frutos são a combinação porta-enxerto/variedade copa, a idade da planta, os estresses de água e de calor, a localização do fruto na árvore, a radiação solar, as práticas de manejo, principalmente a irrigação e nutrição, e o espaçamento entre as plantas.

De modo geral, a fenologia dos citros estuda a relação entre o desenvolvimento do ciclo reprodutivo das plantas e as condições climáticas, considerando escalas de tempo e de espaço, cujo conhecimento pode ser útil para melhoria das práticas agrícolas, a programação da colheita, o zoneamento agrícola, a elaboração de modelos de previsão de início e duração de períodos fenológicos e a previsão de produtividade e de qualidade dos frutos de uma safra (Monteiro, 2009).

Além disso, segundo Pedro Junior (1991) modelos agrometeorológicos das curvas de maturação dos citros podem servir como um instrumento para identificar variedades e regiões que tendem ser mais precoces e/ou tardias com o objetivo de saber ou prever a época de colheita e de análise do efeito das variáveis meteorológicas na maturação dos frutos.

2.5.2 Acúmulo de Graus-dia

A caracterização das exigências térmicas mediante o conceito de graus-dia que é a quantidade de calor exigida por uma planta para que os seus frutos madurem tem sido utilizada por diversos autores, em diversas culturas, sendo assim um método eficiente para prever antecipadamente a data da colheita (Tonietto e Tonietto, 2005).

Existe um período entre a indução floral e a antese que está relacionado com o acúmulo térmico, ou seja, total de graus-dia necessários para abertura dos botões florais (Lovatt *et al.*, 1984).

Segundo Souza (2001), graus-dia, ou unidades térmicas, são parâmetros apropriados para determinar em diversas regiões, o tempo necessário entre o florescimento e a maturação dos frutos nos diversos cultivares e espécies de citros.

A maioria das espécies de citros têm seu crescimento, tanto da parte aérea como das raízes, sensivelmente reduzido em temperatura diurna constante entre 12 °C e 13 °C. É importante salientar que, além da temperatura basal mínima, que frequentemente é utilizada como sendo 13 °C, deve-se considerar, também, a temperatura basal máxima (35 °C), acima

da qual os citros paralisam ou diminuem suas atividades biológicas na utilização do método de graus-dia (Volpe, 1992).

O conceito de graus-dia preconiza a existência de uma temperatura-base, abaixo da qual a planta tem seu desenvolvimento prejudicado, ou se o fizer será em quantidade extremamente reduzida. O método de graus-dia considera que uma planta necessita de uma certa quantidade de energia, equivalente à soma de graus térmicos acima de uma temperatura basal (12,6 °C para citros), para completar determinada fase fenológica ou o ciclo total. Esta soma seria constante, independente do local ou época de plantio (Reuther, 1973).

Volpe (2002) estudou durante quatro anos na região de Bebedouro-SP, verificou que GD foi a variável que exerceu maior efeito na taxa de maturação dos frutos da primeira florada de variedades de laranjas de maturação tardia, 'Natal' e 'Valência'.

2.5.5 Deposição foliar

Embora os citros permaneçam sempre verdes, há contínua reposição de folhas durante seu desenvolvimento (Rodriguez, 1987). Partindo-se do pressuposto de que a floração dos citros depende de um “promotor”, possivelmente de natureza hormonal, a hipótese mais óbvia é que as folhas sejam os sítios apropriados de sua produção.

Experimentos realizados em condições de campo (Garcia-Luis *et al.*, 1988; Davenport, 1990) mostraram que o florescimento ocorre normalmente em plantas desfolhadas. A queda das folhas é causada pela senescência resultante de uma série de processos metabólicos ligados à fisiologia de cada espécie e também pelos estímulos vindo do ambiente tais como, temperatura, estresse hídrico, etc. (Galston e Davies, 1972).

As folhas podem permanecer saudáveis e metabolicamente ativas por dois anos ou mais, quando caem (Goren, 1993). O teor de matéria seca é de cerca de 29% na folha jovem completamente expandida, aumentando para 45%, após um ano de idade. As quantidades de folheto, depositadas mensalmente devem, portanto ser analisadas tendo em vista as variações das condições do ambiente, principalmente em relação à precipitação pluviométrica e temperatura (Poggiani *et al.*, 1987).

2.6 Fatores relacionados à qualidade dos frutos cítricos

As frutas cítricas são não-climatérica, ou seja, amadurecem na árvore. Eles não amadurecem depois da colheita e não mostram qualquer aumento respiratório acompanhado por importantes mudanças na composição bioquímica pós-colheita em relação ao amadurecimento (Ladaniya, 2008).

Os principais fatores que afetam a maturação dos frutos são a combinação porta-enxerto/variedade copa, a idade da planta, estresses de água e temperatura, a localização do fruto na copa da planta, a radiação solar, as práticas de manejo, principalmente a irrigação e nutrição e o espaçamento entre plantas (Reuther, 1973). O processo de maturação ocorre devido a um conjunto de mudanças externas, de sabor e de textura quando se alcança o máximo tamanho e desenvolvimento. A maturação dos frutos inclui processos característicos, tais como a coloração, perda de firmeza, aumento na concentração de açúcares solúveis, redução da acidez total e outras mudanças físicas e químicas sendo que nesta fase os frutos atingem qualidade ideal para o consumo *in natura* (Agustí, 2000).

Em regiões onde há predominância de temperaturas elevadas, como na região Amazônica, ao longo de todo o ciclo de produção os frutos atingem maturidade fisiológica e completam o amadurecimento na plantas, porém são colhidos com casca não desverdecida, em decorrência da clorofila não degradada (Costa, 2009).

Segundo Salibe (1974) os frutos de diferentes variedades de citros para consumo *in natura* precisam preencher certos requisitos de qualidade, tais como: aspecto externo e coloração da casca, tamanho apropriado para a comercialização, casca fina, gomos de paredes delicadas, suco com adequado equilíbrio entre o teor de acidez e o de sólidos solúveis, aroma característico, nenhuma ou poucas sementes, resistência ao transporte e boa conservação.

A qualidade da laranja ‘Pera’ é reputada como uma das melhores. Independentemente do porta-enxerto, a porcentagem de suco obedece à seguinte ordem decrescente, conforme o local: Bahia, Sergipe, Rio de Janeiro e São Paulo, mas em todos os locais as porcentagens de suco são boas. Quanto aos sólidos solúveis, os locais que tiveram maior índice foram, por ordem, Rio de Janeiro, São Paulo, Sergipe e Bahia. Para acidez, a ordem decrescente foi São Paulo, Rio de Janeiro, Sergipe e Bahia. Para o “Ratio”, que indica a qualidade final do fruto, a ordem decrescente foi Bahia, Sergipe, São Paulo e Rio de Janeiro, que seria a ordem de colheita para a safra normal. (Coelho *et al.*, 1984).

A CEAGESP, com o Programa Brasileiro para Melhoria dos Padrões Comerciais e embalagens de Hortifrutigranjeiros, estabelece alguns padrões de colheita para os produtores

com a intenção de estabelecer qualidade nos frutos destinados à mesa a exemplo a laranja ‘Pera-Rio’, que devem ser colhidas com rendimento de suco de no mínimo 44%, o grau Brix de 10 e índice tecnológico de 9,5 (CEAGESP, 2002).

O rendimento de suco é variável dependente de fatores como estágio de maturação dos frutos, clima, material genético, tratos culturais e adubação o que torna possível que ocorram mudanças no fruto de um ano para outro (Domingues *et al.*, 1999). Além disso, uma variável importante que afeta no rendimento de suco e a massa do suco que é influenciada por técnicas de produção como raleamento de frutos, anelamento e fatores climáticos (Guardiola, 1992).

O decréscimo na concentração de ácidos, durante a maturação, é parcial devido ao aumento do tamanho do fruto, pela absorção de água, com a diluição do ácido e da taxa respiratória, que é dependente da temperatura. Quanto maior é a temperatura durante a maturação, maior é o decréscimo da concentração de ácidos (Rasmussen *et al.*, 1996; Albrigo, 1992). Teores mais elevados de sólidos solúveis, segundo Reuther e Rios-Castaño (1969), estão associados ao estresse por seca, a umidade do solo moderada durante o período de maturação e água disponível apenas nos períodos mais secos e quentes. Longos períodos de chuva diminuem os sólidos solúveis, assim como longos períodos nublados podem reduzir a fotossíntese e o acúmulo de açúcares (Albrigo, 1992).

O índice de maturação ou Ratio é um critério de avaliação mais representativo que a mediação isolada de açúcares ou da acidez, pois essa relação indica o equilíbrio entre esses dois componentes (Chitarra & Chitarra, 2005). Di Giogi *et al.* (1991) relataram que a evolução do índice de maturação de laranjas doces, em parte, pode ser explicada pela combinação porta-enxerto/copa, idade das árvores, florada e produtividade, mas que, principalmente, o clima é de extrema importância na variação de ano para ano.

No estudo realizado por Iriarte-Martel *et al.* (2005) de frutos cítricos na Amazônia Central, para laranja ‘Pera-Rio’, obtiveram médias de percentagem de suco de 28,7, ° Brix de 11,2 e Índice Tecnológico de 3,1 sobre os porta-enxertos limão ‘Cravo’ (*Citrus limonia*) e limão ‘Volkameriano’ (*C. volkmamericana*).

Em se tratando de características ideais de uma fruta, deve-se, em primeiro lugar, saber qual será o destino da mesma. O conceito de qualidade é uma noção muito subjetiva do consumidor, que pode ser modificada ou evoluída com o tempo em função das mudanças nos gostos e influência de ofertas. Existem consumidores para os mais diversos paladares e poder aquisitivo, estando ligado a hábitos alimentares e tradições culturais de cada região (Gayet, 1993).

Chitarra (1994) menciona que a qualidade do fruto normalmente não pode ser avaliada de modo preciso apenas pelas características externas, pois um fruto com boa aparência nem sempre apresenta características intrínsecas desejáveis. Dessa forma, os frutos precisam ser avaliados no campo, durante o crescimento, na maturidade para a colheita e após a colheita, para melhor conhecimento do seu valor real e de sua capacidade de manutenção ou deterioração da qualidade, com base em padrões pré-estabelecidos.

2.7 Influência da variação espacial da copa

Dependendo da latitude e época do ano, o pomar cítrico estará exposto a diferentes regimes de irradiância solar global. Plantas adaptadas às radiações intensas apresentam maior floração e frutificação (Larcher, 2000). Além disso, há poucos trabalhos que evidenciam a qualidade relacionada à localização geográfica das frutas nas copas das plantas. Entretanto, é possível que as características que determinam a qualidade também sejam influenciadas pela incidência lumínica de modo semelhante ao reportado para o número e flores e de frutos na planta (Araújo *et al.*, 1999).

De acordo com a posição do órgão na planta teremos diferentes respostas quanto ao seu desenvolvimento, haja vista que os índices de radiação e luminosidade podem assumir comportamento diferenciado, de acordo com os diferentes pontos cardiais. Rocha *et al.* (1990) verificaram maior incidência de energia radiante nos Quadrantes Leste, Norte e Oeste, que, independente dos cultivares estudados, no quadrante Sul ocorre precocidade de floração, enquanto no Quadrante Norte foi observado maior número de flores e frutos fixados, embora não tenha havido diferença entre as porcentagens dessa fixação de frutos, tanto entre os Quadrantes como entre variedades.

Soares (2005), em estudo de caracterização fenológica do banco de Germoplasma de Camu-camu, provenientes de 25 acessos oriundos de quatro rios da Amazônia, observou maior emissão de botões florais na parte Mediana e Apical dos ramos mais externos e nos ramos dos pontos Sudeste e Nordeste foram os que mais produziram frutos.

Gondim Neto *et al.* (2010), observaram que em Latossolo Amarelo no município de Manacapuru (AM), em limeira ácida ‘Tahiti’ (*Citrus latifolia* Tanaka) a maior floração ocorreu em novembro no Quadrante Norte, enquanto que a frutificação foi em dezembro com maior número de frutos nos Quadrantes Norte e Oeste.

Em *Citrus*, Albrigo (1993) observou para o hemisfério Norte que frutos localizados no Quadrante Sul da região Apical da copa são submetidos à maior quantidade de energia

radiante e, por isso, apresentaram maior concentração de sólidos solúveis em relação à área sombreada da região Basal no quadrante Norte.

Sites e Reitz (1950) verificaram para a laranja ‘Valência’, que o teor de sólidos solúveis é superior nos frutos externos à copa, expostos a maior insolação e decresce gradualmente em direção aos frutos internos, mais sombreados. Esse mesmo comportamento ocorre com os frutos localizados em diferentes partes da planta: quanto mais alto, mais maduro. Frutos expostos na parte externa da copa são mais ricos em vitamina C, quando comparados com a interna (ICET, 2004).

Carvalho (2010), no estudo com laranjas ‘Pera’, ‘Natal’ e ‘Valência’, observou que para definição do ponto de colheita dentro dos parâmetros exigidos para melhor qualidade das laranjas, devem-se realizar amostragens em vários pontos da planta, pois existem variações das características físicas e químicas em relação às diferentes posições da copa.

3. OBJETIVOS

3.1 Geral

Avaliar o período e eventos relacionados à floração, frutificação e características físico-químicas de laranjeira ‘Pera-Rio’ em diferentes partes da copa nas condições de Manaus-Amazonas.

3.2 Específicos

3.2.1 Avaliar o tempo de duração dos períodos fenológicos da floração a maturação dos frutos em função dos quadrantes e estratos;

3.2.2 Avaliar o percentual de frutos fixados em função da localização na copa;

3.2.3 Elaborar um modelo fenológico;

3.5.4 Avaliar as características físico-químicas dos frutos nas diferentes localizações da copa.

4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Descrição e características edafoclimáticas do local do experimento

O ensaio experimental foi desenvolvido em propriedade particular, na Fazenda Brejo do Matão (figura 1), km 15 da Rodovia BR 174, situada a 35 km da cidade de Manaus, nas coordenadas geográficas latitude 2°51'17'' S e longitude 60°02'23''W.



Figura 1. Disposição da linha de plantio de laranja 'Pera-Rio', Fazenda Brejo do Matão-Manaus (AM), 2010.

O pomar foi instalado em 2004 e foi conduzido com tratamentos culturais rotineiros tais como: correção da acidez do solo, adubação química, capina química e mecânica e sem irrigação. O solo é um Latossolo Amarelo de textura argilosa.

O tipo climático de Manaus obedece ao padrão Afi, de acordo com a escala de Köppen, caracterizado por temperatura do ar média anual de 25 °C (variando entre 23 °C e 31 °C); umidade relativa do ar de 84% e precipitação pluviométrica superior a 1.500 mm anuais (Silva *et al.*, 2004).

Os dados fenológicos foram relacionados a registros meteorológicos mensais, tais como: precipitação total mensal, temperatura máxima, temperatura mínima, temperatura média, umidade relativa e radiação global, dados provenientes da Reserva Florestal Adolpho Ducke aproximadamente 31 km do experimento (Figuras 2 e 3).

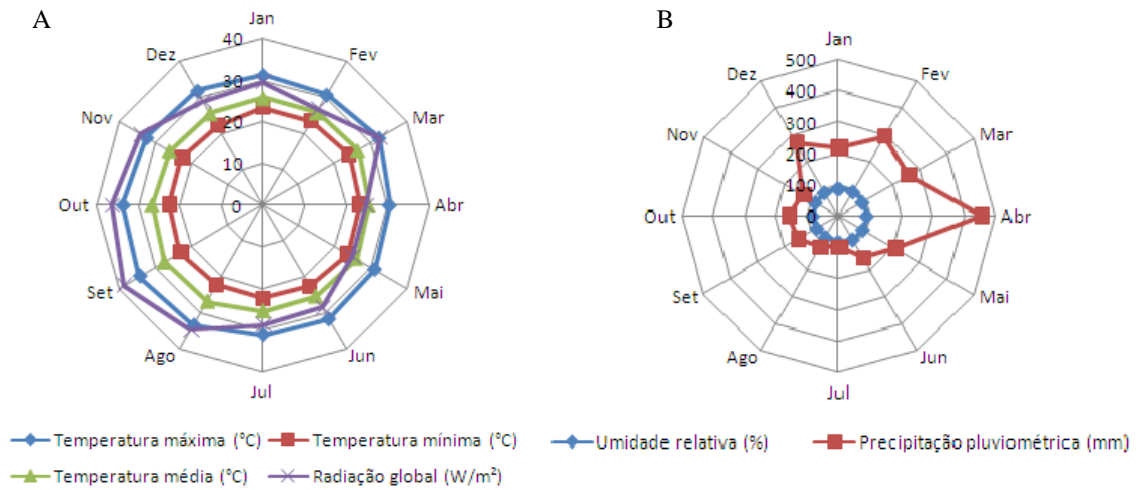


Figura 2. A) Temperatura máxima (°C), Temperatura mínima (°C), Temperatura média (°C) e Radiação global W/m². **B)** Precipitação pluviométrica (mm) e umidade relativa (%). Dados climáticos da região de Manaus (AM), 2010. **Fonte:** Estação Climatológica Adolfo Ducke – Coordenação de Pesquisas em Clima e Recursos Hídricos/CPCR-INPA.

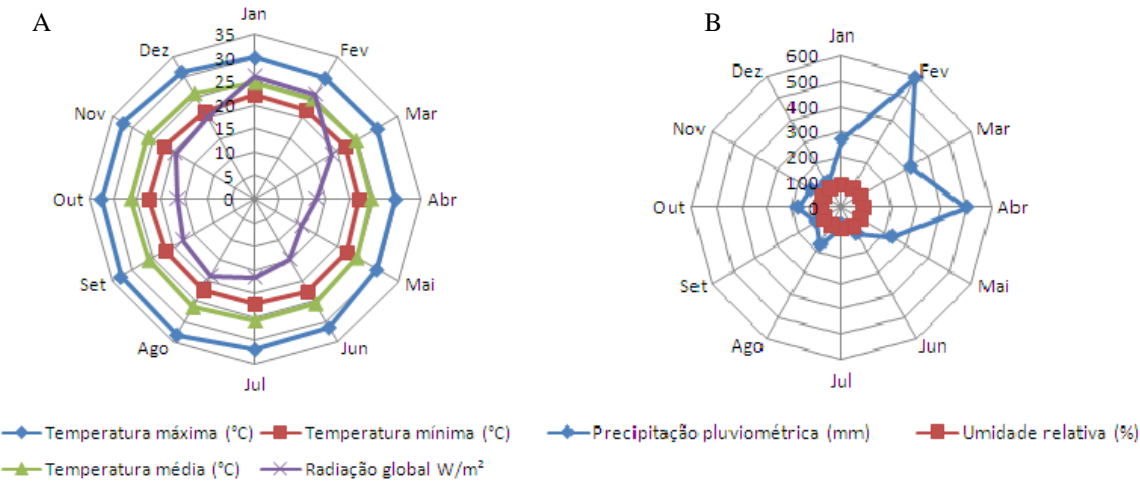


Figura 3. A) Temperatura máxima (°C), Temperatura mínima (°C), Temperatura média (°C) e Radiação global W/m². **B)** Precipitação pluviométrica (mm) e umidade relativa (%). Dados climáticos da região de Manaus (AM), 2011. **Fonte:** Estação Climatológica Adolfo Ducke – Coordenação de Pesquisas em Clima e Recursos Hídricos/CPCR-INPA.

4.2 Seleção das plantas

No local do experimento foram observadas condições homogêneas tais como: altura de plantas e topografia do terreno regular. Foram avaliadas 10 plantas de laranjeira ‘Pera-Rio’ (*Citrus sinensis* (L.) Osbeck), enxertadas em tangerineira ‘Cleópatra’ (*Citrus reshni* Hort. Ex Tanaka) selecionadas plantas vigorosas, isentas de pragas e doenças; dispostas em espaçamento 7 m entre fileiras x 3 m entre plantas, linhas de plantio no sentido Norte-Sul (figura 4).

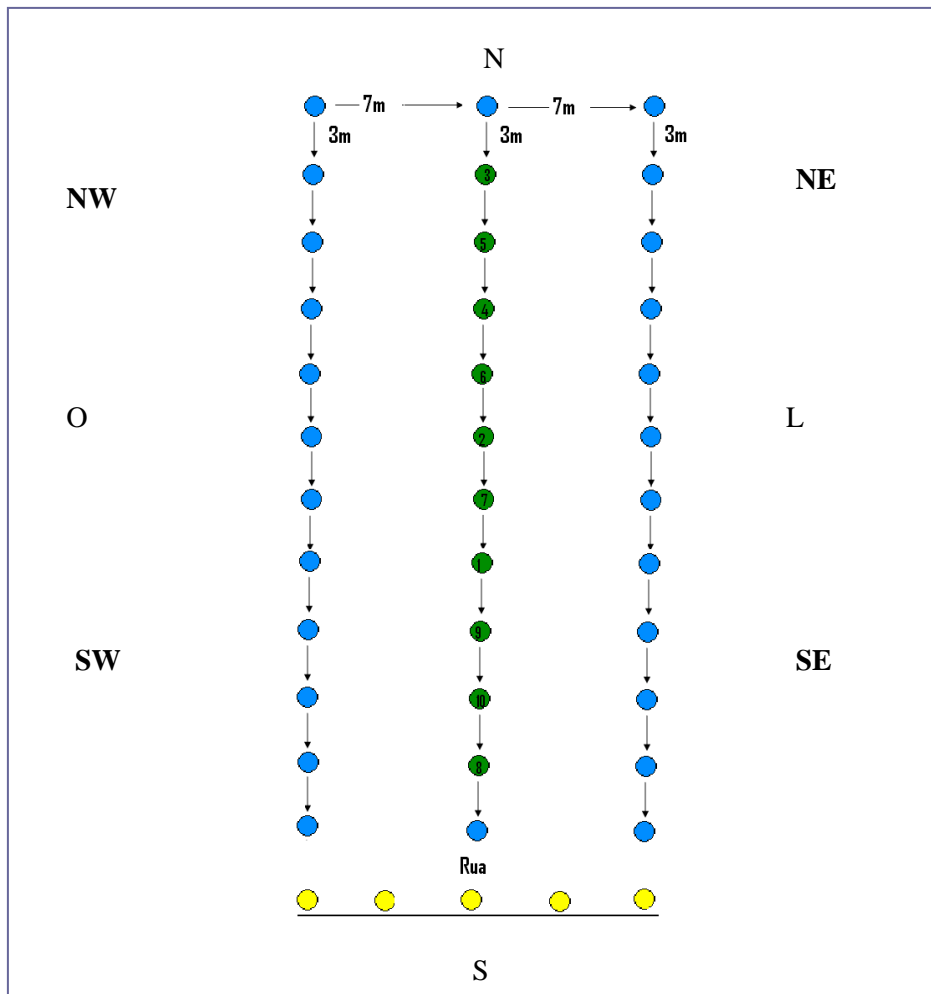





Figura 4. Croqui do plantio de laranjeira ‘Pera-Rio’, fazenda Brejo do Matão em Manaus (AM), 2010.

Legenda:
 Bordadura

 Plantas de laranjeira 'Pêra- Rio'

 Plantas de coqueiro

N = Norte

L = Leste

S = Sul

O = Oeste

NE = Nordeste

SE = Sudeste

SW = Sudoeste

NW = Noroeste

Total de plantas = 36

Total de plantas úteis = 10

Área tota = 756 m²Área útil = 252 m²

Todas as plantas foram consideradas adultas, uma vez que todos os indivíduos já haviam frutificado antes do período de estudo. Efetuaram-se para cada indivíduo, as seguintes medidas: altura da planta (m) obtidas com a utilização de uma régua topográfica para medir a altura em metros do solo até a copa das plantas; diâmetro do porta-enxerto (cm) e diâmetro do enxerto (cm) utilizou-se uma suta para medir os diâmetros acima e abaixo dos enxertos; diâmetro da copa (m), utilizou-se uma trena para medir os diâmetros no sentido da linha e perpendicular a esta para determinar o diâmetro médio das copas; volume da copa (m³) e índice de conformação de copa (tabela 1).

Tabela 1. Características biométricas das árvores de laranjeira 'Pera-rio' utilizadas para observações fenológicas, realizadas na fazenda Brejo do Matão, em Manaus (AM), 2010.

Nº	Altura da planta (m)	Diâmetro do porta-enxerto (cm)	Diâmetro do enxerto (cm)	Diâmetro da copa (m)	Volume de copa (m ³)	Índice de conformação de copa
1	3,82	18,2	14	3,25	21,10	1,17
2	3,64	17,4	15,1	3,7	26,06	0,98
3	3,56	17,1	13,9	3,55	23,46	1,0
4	3,5	16,3	14,9	3,05	17,03	1,14
5	3,66	16,0	14,1	3,15	18,99	1,16
6	3,23	16,8	14	3,24	17,03	0,99
7	3,58	17,9	13,3	2,98	16,62	1,20
8	3,41	16,4	12,3	3,07	16,81	1,11
9	3,48	17,3	14,4	3,01	16,49	1,15
10	3,4	17,3	13,3	3,37	20,19	1,0
Média	3.52	17.07	13.93	3.23	19.37	1.09
DP	0.15	0.44	0.77	0.22	3.14	0.08

Legenda: DP - desvio padrão.

4.3 Estratificação da copa nas árvores

Para observação dos eventos fenológicos reprodutivos foram avaliados os ramos, selecionados previamente. Cada árvore foi dividida em três Estratos, baseando-se na altura da copa em relação ao nível do solo: i) Estrato Basal (0 - 1,0 m); ii) Estrato Mediano (1,0 - 2,0 m), e iii) Estrato Apical (2,0 - 3,0 m) (Figura 5A). Os Quadrantes geográficos foram avaliados nos sentidos: Nordeste e Sudoeste (sentido entre plantas) e o Sudeste e Noroeste (sentido entre linhas) (Figura 5B).

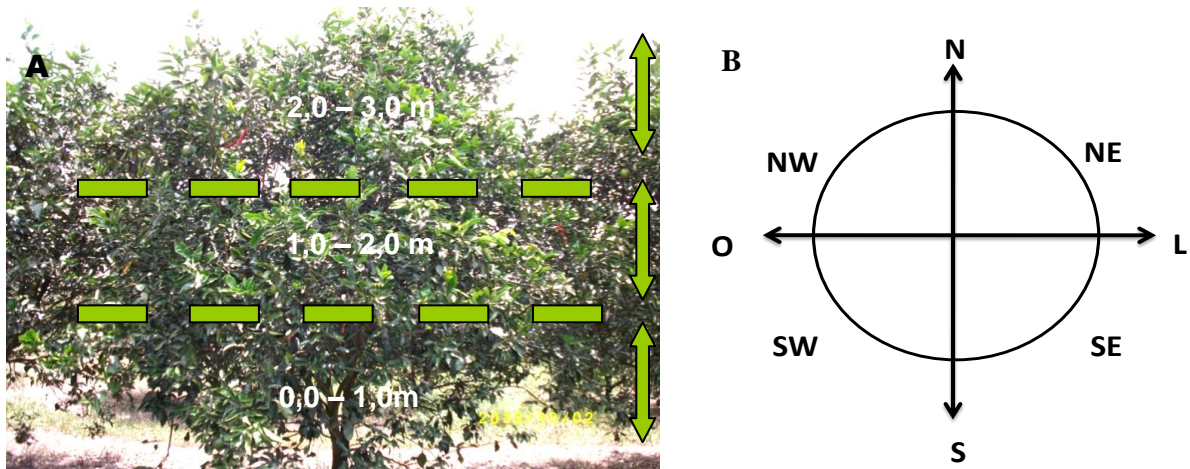


Figura 5. A) Estratificação da laranjeira ‘Pera-Rio’, Estrato Basal (0 - 1,0 m), Estrato mediano (1,0 - 2,0 m), Estrato Apical (2,0 - 3,0 m) e B) Quadrantes Nordeste e Sudoeste (sentido entre plantas), Sudeste e Noroeste (sentido entre linhas). Legenda: N: Norte; L: Leste; S: Sul; O: Oeste; NE: Nordeste; SE: Sudeste; SW: Sudoeste; NW: Noroeste.











Em cada uma dessas posições, referente aos Quadrantes e Estratos, foi marcado um ramo sem danos físicos, identificadas com placas de metal. A partir do lançamento da primeira brotação esta foi marcada com uma fita de cetim vermelha e observadas a fases reprodutivas em período semanal. Foram avaliados os períodos fenológicos dos ramos marcados, totalizando 12 avaliações por planta, com total de 120 observações.

4.4 Avaliação fenológica

No período de agosto de 2010 a agosto de 2011, foram avaliadas as fases fenológicas de laranjeira 'Pera-Rio' que teve início antes da floração (mês de agosto).

Foram feitas observações semanais onde foram avaliados as principais fases de desenvolvimento desde o estágio de botão floral dormente até a maturação dos frutos, através de uma escala de nota adaptada de Barbasso *et al.* (2005), conforme a figura 6.

Figura 6. Escala de notas elaboradas para diferentes fases do desenvolvimento reprodutivo das plantas.

Períodos	Notas	Fotos	Descrições
Período entre indução floral e a antese	0		Botão floral dormente
	1		Botão floral visível
	2		Flor completa com as pétalas fechadas (cotonete)
Período de polinização	3		Abertura da flor (antese)
Período de fixação e crescimento do fruto	4		Pétalas secas e com estilete
	5		Sem pétalas secas e sem estilete (chumbinho)
	6		Bola de gude (≥ 3 cm de diâmetro)
	7		Bola de pingue-pongue ($\geq 4,5$ cm de diâmetro)
Período de crescimento lento e maturação	8		Fruto verde próximo do tamanho final
	9		Fruto na mudança de cor verde para amarela e tamanho final (colheita).

Fonte: Adaptado de Barbasso (2005).

A nota da escala visual foi atribuída quando mais de 50% dos ramos das plantas apresentava determinado estágio fenológico.

A colheita foi efetuada à medida que as laranjas amadureciam e, ao final da frutificação, calculou-se a média de dias da floração (antese) à maturação.

Foram considerados os estádios fenológicos: 3; 5; 7; 8 e 9, para caracterização das combinações Quadrantes/Estratos e cálculo da duração dos sub-períodos correspondentes.

4.4.1 Acúmulo térmico (Graus-dia)

A soma térmica acumulada durante o ciclo (antese a maturação dos frutos - 2010/2011) dividido nos sub-períodos (3-5), (5-7) e (7-9) foi quantificada por meio da equação:

$$\sum GD = \frac{(T_{\max} - T_{\min}) - T_b}{2}$$

Onde: $\sum GD$ representa a soma térmica, T_{\max} é a temperatura máxima diária, T_{\min} é a temperatura mínima diária e T_b é a temperatura base.

Os cálculos de GD foram realizados de acordo com o primeiro caso proposto por Ometto (1981), onde a temperatura basal da planta (13°C) é abaixo da temperatura mínima do ar e a temperatura máxima basal da planta (35°C) é acima da temperatura do ar, temperaturas ideais para a cultura dos citros (Volpe, 1992).

4.4.2 Modelo fenológico

Foi proposto um modelo fenológico reprodutivo (adaptado de Rolim, 2010) referente à safra 2010/2011. De acordo com a duração dos sub-períodos fenológicos de laranjeira 'Pera-Rio' a partir da escala de nota de Barbasso *et al.* (2005), que foram relacionados aos dados climáticos da região de Manaus (AM) durante o período de avaliação.

4.5 Índice de pegamento dos frutos

A partir do número total de botões florais emitidos (NB), somados a primeira e segunda contagens, e frutos fixados (NF) de acordo com a escala fenológica equivalente a nota 5, figura 6 (Barbasso *et al.* 2005).

Foi calculado o índice de pegamento de frutos, adaptado de (Rocha *et al.*,1990) pela fórmula:

$$IP (\%) = \left(\frac{NF}{NB} \right) \times 100$$

Foram avaliados 12 ramos, referente às combinações 4 Quadrantes e 3 Estratos, das 10 plantas selecionadas. Totalizando 120 ramos amostrados, sendo cada planta uma repetição.

4.6 Taxa de Crescimento Absoluto (TCA)

O crescimento dos frutos foi obtido pela Taxa de Crescimento Absoluto (TCA) mensal. Em cada posição das plantas, foi feita uma marca com pincel e tinta vermelha, em um fruto de cada ramo marcado, totalizando 12 frutos nas 10 plantas com 120 observações, sendo cada planta uma repetição.

Nestes, foram realizadas medidas semanalmente dos diâmetros equatorial e longitudinal de cada amostra com o auxílio de um paquímetro. Com os valores obtidos (cm), foi calculado o volume total dos frutos.

Para determinação da TCA foi utilizada a seguinte fórmula (segundo Benincasa, 1986):

$$TCA (cm^3) = \left(\frac{V_2 - V_1}{t_2 - t_1} \right) \times 100$$

Onde V_1 e V_2 são os volumes de duas amostragens sucessivas, ou seja, o volume da primeira e da última amostragem realizada, t_1 e t_2 são o número de dias de uma amostragem para outra (após o período de florescimento) e a TCA é expressa em $cm^3/mês$. Foi calculado o volume do fruto através da fórmula:

$$V = \pi \cdot R^2 \cdot H$$

Onde, $\pi = 3,1416$

R= $\frac{1}{2}$ do diâmetro equatorial dos frutos

H= Diâmetro longitudinal dos frutos

A TCA obtida foi apresentada de acordo com a localização dos frutos nos Quadrantes geográficos e Estratos para melhor visualização do crescimento dos frutos e relacionada à precipitação total mensal desde o período de fixação dos frutos a colheita.

4.7 Matéria seca foliar

As folhas caídas foram coletadas em caixas de madeira de 1 m² com fundo telado, posicionadas em baixo das copas de três plantas em avaliação, sendo a quantidade de folhas mensais secas em estufa a temperatura de 62 °C, até peso constante, posteriormente as folhas foram pesadas em balança digital de quatro dígitos, os valores obtidos para matéria seca das folhas foram transformados em ton/ha/mês e a média foi relacionadas às variáveis climáticas: precipitação total mensal, umidade relativa, temperatura média e radiação global.

4.8 Análise de qualidade dos frutos

As avaliações de qualidade dos frutos foram obtidas por parâmetros físico-químicos tais como: Diâmetro longitudinal e equatorial dos frutos, Massa dos frutos, Número de sementes, Rendimento de suco, Sólidos Solúveis Totais, pH, Acidez Titulável Total, Ratio (razão: sólidos solúveis/ acidez), Índice Tecnológico e Cor do suco.

4.8.1 Amostragem de frutos

Foram avaliados 12 frutos, referente às combinações 4 Quadrantes e 3 Estratos das 10 plantas avaliadas, resultando num total de 120 frutos. As análises foram realizadas no

Laboratório de Bioquímica e Fisiologia Pós-Colheita de Frutos-Coordenação de Pesquisas em Tecnologia de Alimentos do INPA.

4.8.2 Diâmetro longitudinal (DL) e diâmetro equatorial (DE)

Foi determinado o diâmetro longitudinal e equatorial dos frutos por leitura direta de cada amostra com auxílio de um paquímetro, os resultados foram expressos em (cm).

4.8.3 Massa dos frutos

A amostra de 120 frutos foi pesada individualmente em uma balança digital de quatro dígitos, os resultados foram expressos em (g).

4.8.4 Espessura da casca

Os frutos foram cortados ao meio, no sentido equatorial, e com auxílio de uma régua, foram medidas as espessuras das cascas (flavedo + albedo) dos 120 frutos, os resultados forma expressos em (cm).

4.8.5 Massa e Rendimento de suco

Da amostra dos 120 frutos que foram antes cortados ao meio, foi extraído o suco de cada fruto com um espremedor do tipo industrial. A massa de suco foi pesada individualmente de cada fruto em uma balança digital, os resultados forma expressos em (g). O Rendimento de suco de suco foi calculado pela fórmula:

$$\text{Rendimento de suco (\%)} = \left(\frac{\text{Massa do suco}}{\text{Massa do fruto}} \right) \times 100$$

Os resultados de rendimento de suco foram expressos em percentagem.

4.8.6 Número de sementes

Foi realizada a contagem do número de sementes, das 12 combinações Quadrantes/Estratos. Esses frutos foram cortados, um a um, na região equatorial, sem que se atingissem as sementes, o número de sementes foi obtido por meio contagem direta dos 120 frutos.

4.8.7 Potencial de hidrogênio (pH)

O pH foi determinado em pHmetro por leitura direta marca QUIMIS modelo Q-400 A, previamente calibrado com tampões 7 e 4, de cada uma das 120 amostras de suco (IAL, 2005).

4.8.8 Sólidos Solúveis Totais (° Brix)

Com o auxílio de um refratômetro, foi colocada uma gota do suco no espelho do aparelho e em seguida foi realizada a leitura direta em graus Brix de cada uma das 120 amostras (IAL, 2005).

4.8.9 Acidez Total Titulável (ATT)

Após a filtração do suco, a acidez do suco foi determinada usando 1 ml da amostra diluída para 50 ml de água destilada em frasco *Erlenmeyer*. Foram adicionadas três gotas do indicador fenolftaleína a 1%, procedendo às titulações, sob agitação, com solução NAOH 0,1 N previamente padronizada com HCL 0,1 N. Os resultados foram expressos em % de ácido cítrico (IAL, 2005).

4.8.10 Índice de qualidade de suco

Segundo Chitarra e Chitarra (1990), o Ratio, o qual indica o estágio de maturação dos frutos cítricos, foi obtido através da relação:

$$Ratio = \left(\frac{Sólidos\ Solúveis\ Totais}{Acidez\ Titulável\ Total} \right)$$

4.8.11 Índice Tecnológico (IT)

Segundo Chitarra e Chitarra (1990), o IT é calculado pela fórmula:

$$IT = \left(\frac{B \times S}{100} \right), \text{ onde: } B = \text{Sólidos Solúveis Totais (}^\circ \text{ Brix); } S = \text{Rendimento de suco.}$$

4.8.12 Cor do suco

A cor dos suco foi obtida por comparação das amostras de suco dos 120 frutos com auxílio da carta de cores Colour Chart The Royal Horticulture Society (1995) onde foi determinada a cor do suco nas escalas YG12 e YG 13 no tom amarelo-esverdeado com tonalidades mais escuras de acordo com a ordem decrescente das escalas YG13, YG12 e letras B e C.

4.9 Delineamento experimental

Para as análises do tempo de duração dos sub-períodos fenológicos, índice de pegamento dos frutos e qualidade físico-químicas dos frutos, o delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, em esquema fatorial 4 x 3 (quatro Quadrantes e três Estratos) com 10 repetições, sendo a parcela constituída por uma planta, os 12 tratamentos foram dispostos em:

T1 = Q1 E1
 T2 = Q1 E2
 T3 = Q1 E3
 T4 = Q2 E1
 T5 = Q2 E2
 T6 = Q2 E3
 T7 = Q3 E1
 T8 = Q3 E2
 T9 = Q3 E3
 T10 = Q4 E1
 T11 = Q4 E2
 T12 = Q4 E3

Legenda:

Q= Quadrante;

Q1 Quadrante Nordeste
 Q2 = Quadrante Sudeste
 Q3= Quadrante Sudoeste
 Q4= Quadrante Noroeste

E= Estrato;

E1= Estrato Basal
 E2= Estrato Mediano
 E3= Estrato Apical

A colheita dos frutos de laranja ‘Pera-Rio’ foi realizada nos dias 14/07, 21/07 e 06/08 do ano de 2011, com observação na maturação visual seguindo os seguintes critérios: tamanho do fruto, coloração e perda da firmeza. Também foram realizadas amostragens de frutos pertencentes à mesma safra nas diferentes localizações da copa das plantas para obtenção de: Rendimento de suco, relação Sólidos Solúveis Totais: Acidez Titulável Total, seguindo as recomendações de colheita e qualidades de frutos com base nos resultados da literatura nacional e regional.

4.7 Análises dos dados

Os dados correspondentes as variáveis sub-períodos fenológicos, Índice de pegamento de frutos e Qualidade dos frutos foram analisados com o auxílio do programa ASSISTAT versão 7.6, sendo submetidos à análise de variância, pelo teste F, e as médias foram comparadas pelo teste Tukey, ao nível de 5% de probabilidade

Devido à falta de normalidade, os dados das variáveis expressas em porcentagem (índice de pegamento dos frutos, rendimento de suco e acidez titulável total) foram transformados para $\arcsin \sqrt{\frac{x+100}{200}}$ e os dados de contagem (sub-períodos fenológicos e número de sementes) foram transformados para \sqrt{x} . Após a transformação, realizou-se análise de variância pelo teste F, e as médias foram comparadas pelo teste Tukey, ao nível de 5% de probabilidade. No entanto a discussão foi realizada considerando os dados originais, para facilitar a compreensão dos resultados.

Para as avaliações da Taxa de Crescimento Absoluto dos frutos e Matéria Seca Foliar, foram feitas discussões com bases nas médias mensais obtidas e relacionadas a variáveis climáticas de Manaus (AM), período de 2010-2011.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A seguir, serão apresentados os resultados obtidos para as avaliações das diferentes fases do período reprodutivo de floração, frutificação e maturação dos frutos nos Quadrantes e Estratos das plantas.

5.1 Avaliações fenológicas

5.1.1 Avaliações dos sub-períodos fenológicos

O florescimento (antese) ocorreu por volta do dia 6 de novembro de 2010 para todos os tratamentos. Nas tabelas 2 a 3 são apresentados os valores médios de duração dos sub-períodos (em dias), para os Quadrantes geográficos e Estratos e suas interações.

Tabela 2. Duração em dias dos sub-períodos (3-5) antese a chumbinho de laranjeira ‘Pera-Rio’, Manaus (AM), 2010.

Quadrantes	Médias
Noroeste	21 a
Sudoeste	20 a
Sudeste	20 a
Nordeste	20 a
Estratos	Médias
Basal	21 a
Mediano	20 a
Apical	19 a

*Mé
dias

seguidas de mesma letra, não diferem entre si, pelo teste F ao nível de 5% de probabilidade. Dados transformados em \sqrt{x} , com apresentação das médias originais.

De acordo com a tabela 2 nos sub-períodos (3-5) antese (nota 3) a chumbinho (nota 5), as médias para os eventos nos Quadrantes foram de 20-21 dias, e ainda para este mesmo sub-período apenas as flores no estrato Apical apresentaram menor média (19 dias), embora não tenha diferido dos demais tratamentos.

No estudo realizado por Barbasso *et al.* (2005), foram encontrados médias semelhantes para o sub-período (3-5) em tangor ‘Murcott’ enxertada em tangerina ‘Sunki’ [*Citrus sunki* (Hayata) hort. Ex Tanaka] com duração de 21 dias na região de Cordeirópolis-SP.

De acordo com Araujo *et al.* (1999) no estudo com laranjeira ‘Pera-Rio’ em Piracicaba-SP observaram que para quaisquer Quadrantes e alturas, a tendência foi semelhante para o percentual de chumbinhos no intervalo de tempo, estes resultados concordam com os obtidos pelos autores citados. Conforme a tabela 2 os sub-períodos (3-5), de acordo com a média do número de dias, parecem necessitar da mesma quantidade de dias para completar os estádios de antese a formação de chumbinhos nas diferentes porções da copa.

Tabela 3. Duração em dias dos sub-períodos de chumbinho a bola de gude (5-7) de laranjeira ‘Pera-Rio’, Manaus (AM), 2010-2011.

Quadrantes	Estratos			Médias dos quadrantes
	Basal	Mediano	Apical	
Nordeste	120 aA	90 aB	92 aB	101 a
Sudeste	98 bA	96 aA	96 aA	97 a
Sudoeste	93 bA	85 aA	92 aA	90 a
Noroeste	95 bA	98 aA	98 aA	97 a
Médias dos estratos	101 A	92 B	94 AB	

*Médias seguidas de mesma letra, minúsculas nas colunas (quadrantes) e maiúsculas nas linhas (estratos), não diferem entre si, pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade. Dados transformados em \sqrt{x} , com apresentação das médias originais.

Na tabela 3 observa-se que, nos sub-períodos (5-7), os frutos em formato de chumbinho (nota 5) à bola de gude (nota 7), não houve diferença significativa para o efeito dos Quadrantes. No entanto os frutos do Estrato Mediano apresentaram menor duração de dias e diferiu do Estrato Basal que necessitou de 101 dias, maior média, para completar o período. Ainda, nota-se que no estrato Basal apenas os frutos do Quadrante Nordeste diferiram dos demais Quadrantes e apresentaram maior número de dias (120). Já nos Estratos Mediano e Apical não se verificou diferença significativa entre a duração do sub-período (5-7).

Tabela 4. Duração em dias dos sub-períodos de bola de gude a colheita (7-9) de laranjeira ‘Pera-Rio’, Manaus (AM), 2011.

Quadrantes	Estratos			Médias dos quadrantes
	Basal	Mediano	Apical	
Nordeste	162 aA	162 aA	124 bB	149 a
Sudeste	151 aA	147 aA	149 aA	149 a
Sudoeste	155 aA	167 aA	150 aA	157 a
Noroeste	152 aA	156 aA	148 abA	152 a
Médias dos estratos	155 A	158 A	143 B	

* Médias seguidas de mesma letra, minúsculas nas colunas (quadrantes) e maiúsculas nas linhas (estratos), não diferem entre si, pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade. Dados transformados em \sqrt{x} , com apresentação das médias originais.

Na tabela 4 observa-se que os sub-períodos (7-9) bola de gude (nota 7) a colheita (nota 9), nota-se que estrato Apical conferiu menor duração de dias aos frutos do Quadrante Nordeste (124 dias) tendo este diferido dos frutos dos Quadrantes Sudeste e Sudoeste que por sua vez não deferiram entre si e do quadrante Noroeste. Em relação aos demais estratos não observou-se interação significativa com os Quadrantes. Também não houve diferença significativa para o efeito Quadrante, no entanto para o efeito estrato nota-se que os frutos do Estrato Apical apresentaram menor número de dias (143) para completar o sub-período e este diferiu significativamente dos Estratos Basal e Mediano.

Na tabela 5 observa-se que os sub-períodos (3-9) da antese (nota 3) a colheita (nota 9), para o efeito quadrante não houve diferença significativa, no entanto nos Estratos nota-se que a porção mais alta da copa, estrato Apical, apresentou menor tempo de duração (258 dias) e este diferiu significativamente do Estrato Basal que apresentou média de 278 dias para completar o período de antese a colheita dos frutos.

Tabela 5. Duração em dias da antese a colheita (3-9) de laranjeira ‘Pera-Rio’, Manaus (AM), 2010-2011.

Quadrantes	Estratos			Médias dos quadrantes
	Basal	Mediano	Apical	
Nordeste	304 aA	272 aB	236 bC	270 a
Sudeste	270 bA	263 aA	267 aA	267 a
Sudoeste	269 bA	271 aA	263 abA	268 a
Noroeste	269 bA	276 aA	267 aA	271 a
Médias dos estratos	278 A	271 AB	258 B	

* Médias seguidas de mesma letra, minúsculas nas colunas (quadrantes) e maiúsculas nas linhas (estratos), não diferem entre si, pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade. Dados transformados em \sqrt{x} , com apresentação das médias originais.

Ainda em relação aos Estratos, nota-se que a porção Basal induziu maior número de dias no quadrante Nordeste (304), para este estádio, e os demais não diferiram entre si. Também não houve diferença para o estrato Mediano sobre os Quadrantes, no entanto o estrato Apical no Quadrante Nordeste apresentou menor duração de dias (236), tendo este diferido dos Quadrantes Sudeste e Noroeste (267 dias cada). Não foram observadas diferenças significativas para os Quadrantes nos sub-períodos (3-9), antese a colheita (tabela 5).

Ainda verifica-se na tabela 5 nota-se diferenças significativas no período de formação dos frutos localizados nas diferentes porções da copa, podendo ser relevante no planejamento de um pomar. De acordo com Rocha *et al.* (1990) em estudo com floração de laranjeiras em função dos Quadrantes, conforme a posição do órgão na planta, observou diferentes respostas quanto ao seu desenvolvimento, haja vista que os índices de radiação e luminosidade diferem em cada Quadrante, tais condições também podem ter influenciado na duração dos diferentes sub-períodos, desde antese a colheita dos frutos, o que reforça a hipótese de que dependendo da orientação do pomar, as plantas serão expostas a diferentes regimes de insolação e comportamentos diferenciados em suas fases fenológicas. Carvalho (2010) em estudo com laranjas em Viçosa-MG sugere que a correta amostragem de frutos colhidos em diversas partes da copa da planta pode fornecer subsídios, visando determinar o ponto de colheita e frutos com melhores padrões de qualidade (Carvalho, 2010).

5.1.2 Acúmulo de Graus-dia

Durante o estudo os registros diários de temperatura máxima durante a safra de 2010-2011, foram inferiores a 35 °C (temperatura máxima basal) e as diárias mínimas mantiveram-se superiores a 13 °C (temperatura mínima basal), indicando que a temperatura do ar foi favorável ao cultivo de laranja ‘Pera-Rio’ nas condições de Manaus-AM. A duração média do total de dias para os sub-períodos e as respectivas soma térmicas acumuladas durante o mesmo pode ser observados na tabela 6.

Tabela 6. Sub-períodos fenológico, datas médias de ocorrências, duração em dias e soma térmica dos diferentes sub-períodos fenológicos, de laranja ‘Pera-Rio’, Manaus (AM), 2010-2011.

Sub-períodos fenológicos	Datas de ocorrência dos sub-períodos	Total de dias	Soma térmica (GD)
*(3-5)	06/11 – 27/11	21	308,6
(5-7)	27/11-07/03	100	1355,3
(7-9)	07/03-06/08	159	1831,8
Média		280	3495,7

Legenda: * (3-5) antese a chumbinho; (5-7) chumbinho a bola de gude; (7-9) bola de gude a colheita; GD= Graus-dia.

Nos sub-períodos (3-5) da antese (nota 3) à formação dos chumbinhos (nota 5) foram necessários 21 dias de duração e valor médio de 308,6 GD. Quanto aos sub-períodos (5-7) de chumbinhos (nota 5) à frutos com tamanho de bola de gude (nota 7), observa-se média de 100 dias para completar esta etapa cuja soma térmica acumulada foi de 1355,3 GD no período de 27/11/10 a 07/03 de 2011.

Nos sub-períodos (7-9) bola de gude (nota 7) à colheita (nota 9) foram necessários 159 dias e 1831,8 GD desde 07/03/11 a 06/08/11. De acordo com os dados da tabela 6, nota-se que o número de dias totais foram equivalentes a 280 dias desde a fase de abertura das flores (antese) até a maturação dos frutos, com soma térmica de 3495,7 GD do período médio de 06/11/10 à 06/08/11. Conforme os dados da tabela acima se pode notar que são necessário mais de nove meses das fases de antese a maturação dos frutos de laranja ‘Pera-Rio’ nas condições de Manaus-AM.

Nas condições de São Paulo, estudo realizado por Volpe (1992) com laranja ‘Pera’ encontrou a somatória de graus-dia calculada para nove meses. Volpe *et al.* (1989), testaram três métodos de acúmulo de graus-dia, em quatro safras variedade ‘Pêra’, de 1º setembro até o índice de maturação (Ratio 13), na região de Bebedouro (SP). Relataram que, para o ano de 1987, esse valor foi estimado em 3750 GD; para o ano de 1988, 3680 GD; em 1989, 3814 GD e em 1990, 3707 GD. Conforme a tabela 6 nota-se que o acúmulo de Graus-dia de laranja ‘Pera’ em Manaus (AM) foi menor que os resultados obtidos por Volpe *et al.* (1989) em São Paulo, é provável que os resultados obtidos estejam relacionados com a diferença da temperatura de cada região.

5.1.3 Modelo fenológico

O esquema, apresentado na figura 7, mostra a seqüência dos sub-períodos fenológicos e condições climáticas observadas no período de 2010-2011 na cidade de Manaus (AM).

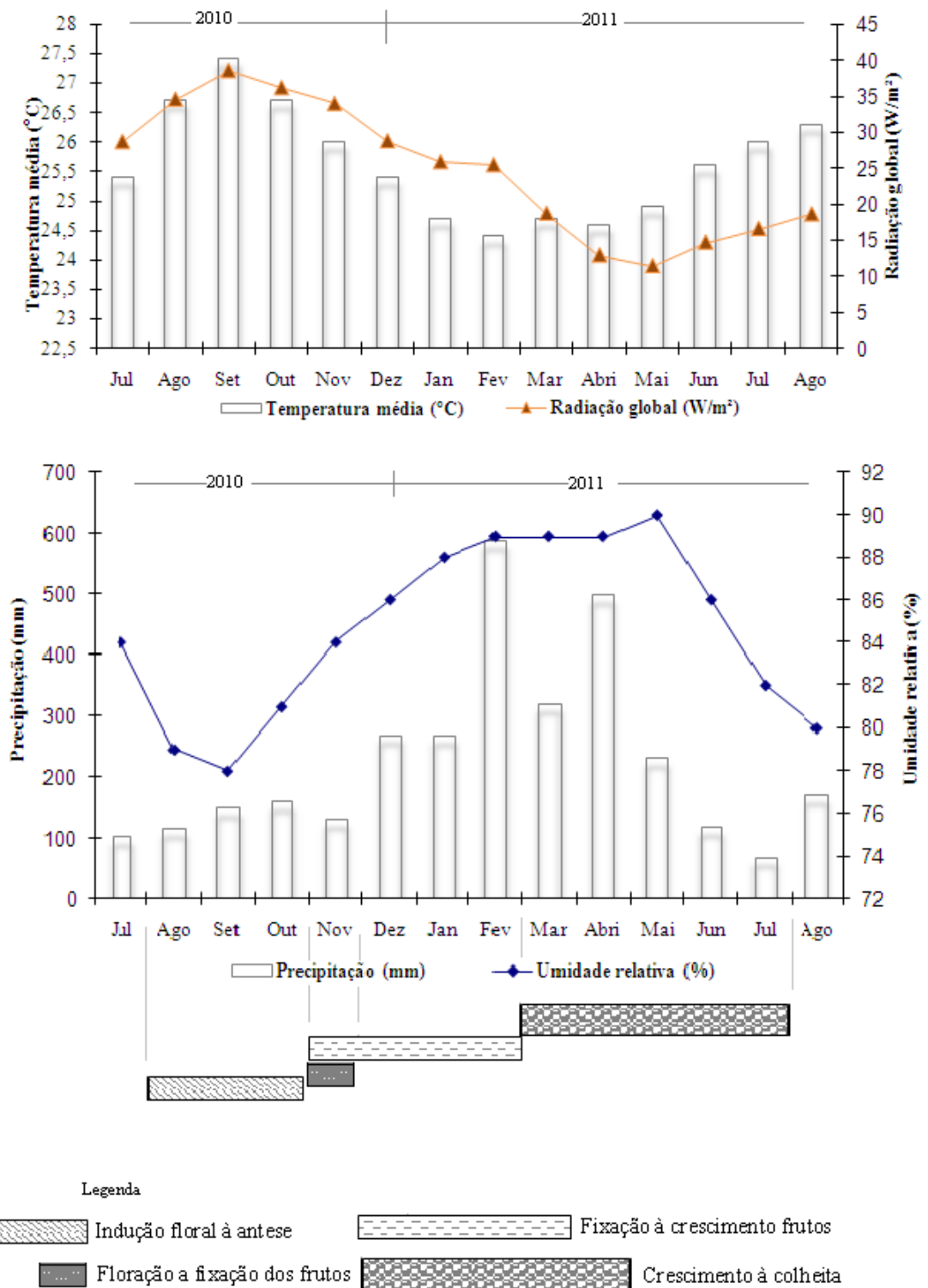


Figura 7. Esquematização dos sub-períodos fenológicos de laranja 'Pera-Rio', nas condições climáticas de Manaus (AM), 2010-2011.

O período inicial entre indução floral e antese, foi observada a partir do dia 18 de agosto até o dia 13 de novembro de 2010, com base na escala de notas atribuídas para as diferentes fases do desenvolvimento reprodutivos das plantas, representados pelos sub-períodos (0 a 3), nota (0) botão floral dormente a nota (3) antese, na emissão de brotações vegetativos à brotações reprodutivas que durou cerca de 80 dias. As condições climáticas de Manaus apresentaram um pequeno acréscimo das chuvas entre os meses de julho à outubro. Ainda nos meses de julho à outubro é possível observar maiores médias da temperatura médias e radiação global, que já sofreram acréscimos desde o mês de julho.

Conforme Medina *et al.* (2005) as espécies de *Citrus*, normalmente, entram em fase de repouso vegetativo, condicionadas, nesse caso, pelo estresse hídrico que duram cerca de dois a quatro meses até a emissão de botões florais. O período entre emissão de botões florais dormente até a antese de laranja ‘Pera-Rio’ durou cerca de três meses neste estudo, dados que concordam com os citados pelos autores.

Segundo (Davies e Abrigo, 1994) a indução floral nos citros é o resultado de estímulos ambientais, que normalmente, estão ligados à redução do crescimento das plantas, esse estímulos, geralmente, são influenciados por período de seca em regiões tropicais, conforme é possível observar na figura 7, onde o período que ocorre o evento a disponibilidade de chuvas é menor. Para Lovatt (1984) o fenômeno resulta no acúmulo de reservas pelas plantas que são rapidamente consumidas durante a florada no desenvolvimento de estruturas vegetativas; quando no restabelecimento das condições climáticas ideais.

Ainda referente ao período de indução floral, a prática de irrigação poderá induzir o florescimento conforme os resultados obtidos por Barbera *et al.* (1985), a supressão da irrigação por 30 dias e a não-ocorrência de chuvas significativas pode levar a déficit suficiente para florescimento do limoeiro [*C. limon* (L.) Burm f.] seguido de precipitação ou irrigação, como ocorre na região da Sicília (Itália).

A resposta dos citros à irrigação depende fortemente do suprimento hídrico nos diferentes estádios fenológicos e nas estações de crescimento anteriores. O manejo das irrigações pode ser diferenciado a cada estágio de desenvolvimento da cultura, de acordo com a maior ou menor sensibilidade ao estresse hídrico e ao seu efeito na produção (Pires *et al.*, 2005).

A segunda fase, da floração à fixação do fruto, sub-períodos 3 a 5 (antese a chumbinho), foi observada entre os dias 06 novembro até o dia 27 novembro de 2010 com

duração média de 21 dias. O período de antese foi observado com maior intensidade entre os dias 6 de novembro com última observação do evento no dia 13 de novembro.

O início da safra, de 2010/2011 transcorreu de forma tardia, onde esta é prevista para o mês de setembro, de acordo com o calendário agrícola dos produtores de citros em Manaus (Sr. Luiz, comunicação pessoal), este fato pode está relacionado com o período de indução floral, pois evidências nas regiões tropicais sem períodos de estresse térmico ou hídrico, os citros lançam pequenas floradas, o que sugere que a indução foral não está apenas relacionada com a temperatura e com o repouso vegetativo, mas, também, com fatores internos cíclicos, tais como balanço hormonal e nutrição, entre outros, envolvendo o passado fisiológico da planta (Reuther, 1973, 1977).

Nesse período uma das práticas utilizada na citricultura é a adubação, feita no período das águas, pois a demanda por nutrientes pelos cítricos é maior no início da primavera, quando ocorre o fluxo mais intenso de vegetação, e se estende até o início do outono, quando deve haver boa reserva e equilíbrio na biomassa das plantas para garantir os processos normais de floração e fixação dos frutos (Bustan e Goldschmidt, 1998).

A fase da fixação ao crescimento dos frutos, foram estabelecidos pelos sub-períodos 5 a 7 (chumbinho a bola de gude), onde após a polinização são formados os chumbinhos (nota 5) e expansão dos mesmos. Essa etapa demandou cerca de 100 dias, entre os dias 27/11 a 07/03. Paralelamente, foi possível observar o aumento gradativo da precipitação pluviométrica com mínima de 131 (mm) em novembro e máxima de 531,5 (mm) em fevereiro. Esta condição pode proporcionar uma característica relevante ao percentual de suco dos frutos produzidos na região, já que em condições adversas, o estresse de água durante o período de crescimento dos frutos reduz a taxa de crescimento dos mesmos e os que atingem a maturidade são deficientes em sucos e inferiores na qualidade, além de aumentar a taxa de queda dos mesmos (Volpe, 1992).

Ainda neste mesmo período é possível notar o aumento da umidade relativa a partir de outubro que transcorreu em todo o período de frutificação. Por ser uma variável meteorológica extremamente correlacionada com a temperatura do ar e com a chuva, acaba tendo seu efeito coincido com os desses outros elementos. Períodos com temperaturas mais amenas e com chuvas em excesso induzem a alta umidade do ar (Sentelhas, 2005).

O efeito mais significativo desse elemento meteorológico está relacionado com a fitossanidade dos pomares. De acordo com Ortolani *et al.* (1991), em condições de clima muito úmido, como nas regiões produtoras do Rio Grande do Sul, Paraná e Rio de Janeiro, problemas com doenças fúngicas são frequentes.

O período do crescimento à colheita estabelecido pelos sub-períodos de 7 à 9, compreendeu aos meses de março até agosto. O período de maior ocorrência do sub-período 7 (bola de gude) iniciou por volta do dia 07 de março até o período 9 (colheita), as colheitas foram realizadas em três etapas, sendo a primeira realizada no dia 14/07, a segunda no dia 21/07 e a última no dia 06/08, o que resulta no intervalo de cerca de oito a nove meses entre o período de antese até a maturação dos frutos.

A laranja ‘Pera-Rio’ é uma cultivar de maturação meia-estação, sendo a colheita realizada, principalmente, entre os meses de julho e setembro, podendo chegar até dezembro, considerando-se a ocorrência de floradas extemporâneas (Mattos-Junior *et al.*, 2005). Outros estudos apontaram que o intervalo entre a antese à maturação foi cerca de 8 meses nas condições subtropicais do Texas (USA), enquanto que na Califórnia (USA) foi de 14 meses (Reuther, 1969).

Enquanto a duração das safras e/ou mesmo a viabilidade de frutos, estes poderão permanecer armazenados por mais tempo nas plantas, no entanto, tal situação também irá depender das condições térmicas e hídricas de cada região. Estudos indicaram que, para as condições mais quentes, representada por Palmira, na Colômbia, os frutos permanecem viáveis nas plantas após a maturação efetiva por três a quatro semanas Reuther (1973, 1977).

O modelo fenológico desenvolvido permite identificar por meio de esquematização as diferentes fases fenológicas de laranjeira ‘Pera-Rio’. Sendo útil para facilitar e racionalizar as pesquisas e observações na citricultura regional. Além disso, a esquematização fenológica, entre outras coisas, permite o reconhecimento das melhores épocas de aplicação de tratamentos fitossanitários e a execução das diversas operações agrícolas necessárias (Camargo e Camargo, 2001).

5.1.4 Índice de pegamento dos frutos

A tabela 7 mostra que não foi detectada diferença significativa entre os efeitos das médias dos frutos fixados nos Quadrantes e Estratos; são apresentadas o percentual de frutos fixados.

Tabela 7. Percentual médio de chumbinhos fixados relacionados às diferentes alturas e Quadrantes das plantas, Manaus (AM), 2010.

Quadrantes	Médias (%)
Nordeste	34,55 a
Sudeste	33,02 a
Noroeste	30,66 a
Sudoeste	24,44 a
Estratos	Médias (%)
Apical	33,83 a
Mediano	30,08 a
Basal	25,81 a

*Médias seguidas de mesma letra, não diferem entre si, pelo teste F ao nível de 5% de probabilidade. Dados transformados em $\arcsin \sqrt{\frac{x+100}{100}}$, com apresentação das médias originais.

A tabela 7 mostra também que embora sem diferença significativa, nota-se que em relação aos Quadrantes o lado Nordeste apresentou maior valor médio de frutinhos fixados (34,55%) e o Quadrante Sudoeste apresentou menor percentual (24,44%). Nos Estratos a maior média foi registrada na parte Apical (33,83%) seguido dos Estratos Mediano (25,81%) e Basal (25,81%).

De acordo com a tabela 7 é possível observar que o percentual de frutos fixados nos Quadrantes Nordeste, Sudeste e Noroeste variou de 30,66 a 34,55% já o Quadrante Sudoeste apresentou média de 24,44 %, embora não tenha sido detectado diferença significativa. Estes resultados podem ser entendidos pelo estudo realizado Rocha *et al.* (1990), onde observaram que nas condições de Lavras-MG, durante a primavera, ocorre maior incidência de energia radiante nos Quadrantes Leste, Norte e Oeste, e ainda relataram que no Quadrante Norte foi observado maior número de frutos fixados, embora não tenha havido diferença entre as percentagens de pegamento, tanto entre quadrantes como variedades. Logo nota-se que os resultados obtidos neste estudo (tabela 7) assemelham-se com os obtidos pelos autores citados.

No estudo realizado por Araújo *et al.* (1999) detectaram maior percentual de chumbinhos fixados no terço Basal menor no terço Mediano e Apical apresentou média intermediária, que não diferiu entre os demais. Observa-se que os dados obtidos neste estudo diferem dos obtidos pelos autores.

De acordo com Koller (1994), nas partes sombreadas da copa, não há florescimento, e as folhas tornam-se mais escassas, culminando com a morte dos ramos excessivamente sombreados. Desta forma, supõe-se que a baixa percentagem de frutificação no quadrante Sudoeste e no estrato Basal ocorreu devido à menor incidência da radiação solar nestas áreas.

5.1.5 Taxa de Crescimento Absoluta dos frutos (TCA)

Nas figuras 8 e 9 são mostradas a Taxa de Crescimento Absoluta (TCA) conforme a posição dos frutos em relação a copa das plantas.

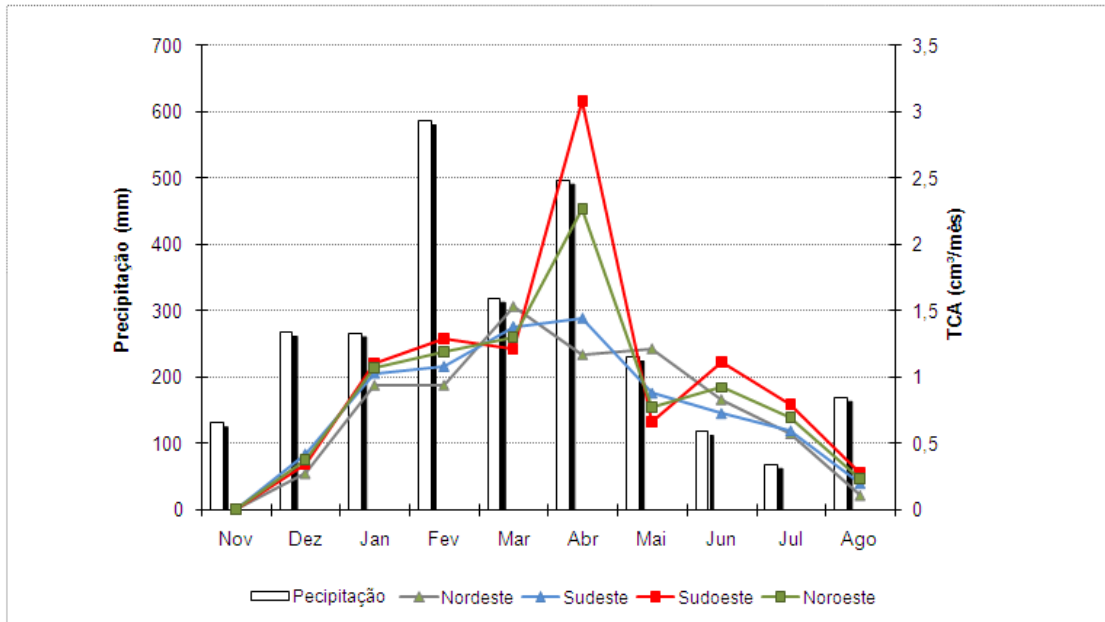


Figura 8. Taxa de Crescimento Absoluto dos frutos ($\text{cm}^3/\text{mês}$) em função dos Quadrantes, para laranjeira 'Pera-Rio', safra de 2010-2011, Manaus (AM).

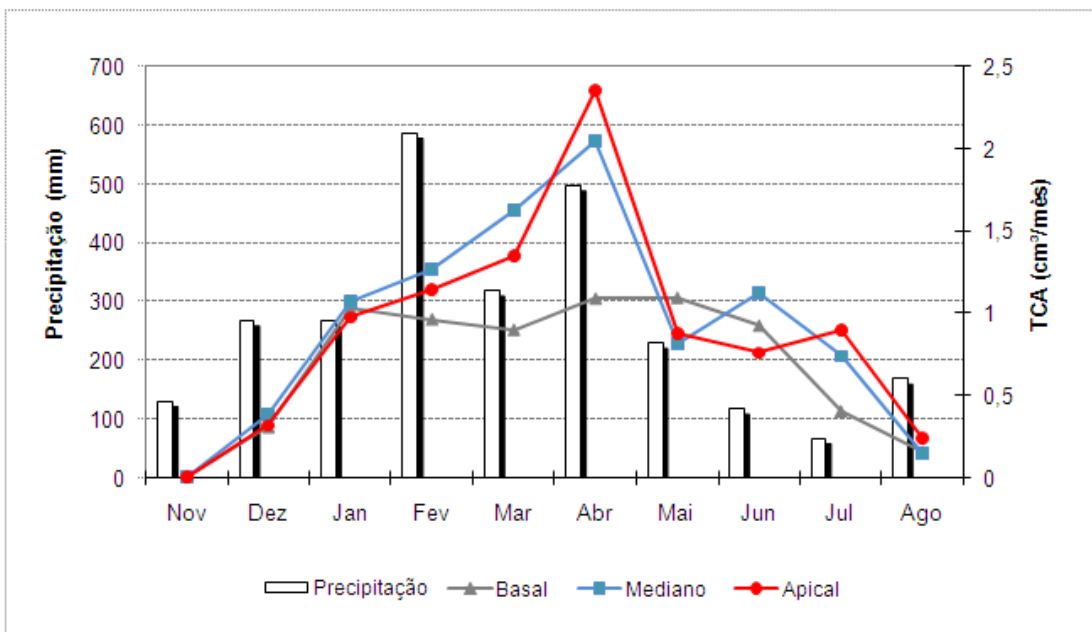


Figura 9. Taxa de Crescimento Absoluto dos frutos ($\text{cm}^3/\text{mês}$) em função dos Estratos, para laranjeira 'Pera-Rio', safra de 2010-2011, Manaus (AM).

Na figura 8, encontra-se as médias das taxas de crescimento absoluto dos frutos de acordo com sua localização nos Quadrantes geográficos. Inicialmente observa-se o crescimento exponencial dos frutos no fim do mês de novembro, período onde os frutos já encontravam-se fixados em todos os Quadrantes estendendo-se até o final de janeiro. Além disso observar-se o comportamento semelhante nas taxas de crescimento ainda neste mesmo período, nos quatro Quadrantes. Sendo assim os frutos nos Quadrantes alcançaram taxa de crescimento absoluto de $1\text{cm}^3/\text{mês}$ até o final de janeiro.

A partir de fevereiro, nota-se maior precipitação pluviométrica durante o período estudado, no entanto os frutos apresentaram taxa de crescimento menor neste período, e para o Quadrante Nordeste a TCA é semelhante ao mês anterior. No mês de abril a precipitação total foi próximo de 500 mm onde os frutos nos Quadrantes Sudoeste e Noroeste alcançaram o pico de crescimento absoluto de 3,08 e 2,26 $\text{cm}^3/\text{mês}$ respectivamente, no entanto os frutos do Quadrante Nordeste parece não ter sido influenciado pela precipitação.

A partir de maio nota-se a expressiva redução na taxa de crescimento absoluta dos frutos nos Quadrantes Sudoeste e Noroeste, já o Quadrante Nordeste teve acréscimo de TCA superior aos demais Quadrantes, este parece ter suprido o crescimento dos frutos quanto ao mês anterior cuja TCA foi relativamente inferior aos Quadrantes Sudoeste, Noroeste e Sudeste. No mês de julho observa-se uma redução da disponibilidade hídrica e há um pequeno acréscimo do crescimento dos frutos em todos os Quadrantes quando comparados ao mês de maio. A partir de julho a taxa de crescimento dos frutos independente dos Quadrantes observados é relativamente menor, onde os valores chegam muito próximo de zero (figura 8).

Na figura 9 verifica-se comportamento semelhante nos Quadrantes das médias de TCA para os frutos nos estratos da copa. De novembro até o final de janeiro observa-se o crescimento expressivo e praticamente constante dos frutos nos três estratos.

No mês de abril os frutos em todos os Estratos obtiveram incremento na TCA, sendo que os frutos no Estrato Apical atingem pico de crescimento de $2,35\text{cm}^3/\text{mês}$. As laranjas do Estrato Basal tiveram menor média de crescimento, no mês de abril alcançando média ($1,1\text{cm}^3/\text{mês}$) superior aos demais estratos no mês seguinte. Conforme os frutos se aproximavam do período de maturação observa-se as taxas decrescentes de TCA dos frutos nos Estratos Basal e Mediano em julho e no mês seguinte essa característica se aplica a todos os Estratos, onde as taxas de crescimento absoluta foram reduzidas sendo próxima de zero no mês de agosto.

O crescimento dos frutos cítricos é do tipo sigmoidal simples, crescendo todas as partes do fruto até a maturação, mas com taxas diferenciadas (Bain, 1958; Goren &

Monselise, 1964; Zuconi *et al.*, 1978; Guardiola & Lázaro, 1987 citados por Matos-Junior, 2005).

No mês de novembro até o final de dezembro, a curva de crescimento sugere comportamento semelhante à fase I de crescimento de frutos do tipo sigmoidal onde o aumento em tamanho dos frutos é pequeno, restrito praticamente à casca, mas a atividade metabólica é intensa, especialmente a divisão celular e respiração. É nesta fase que se formam, praticamente, todas as células do fruto, fato de extrema importância, já que o seu tamanho final é o resultado da expansão dessas células (Davies e Albrigo, 1994). Essa fase dura de 30 a 45 dias após a antese, dependendo das condições climáticas e do cultivar.

No mês de abril houve maior incremento de TCA dos frutos em praticamente todas as porções da copa. Essa condição pode estar associada ao maior período de crescimento dos frutos, onde, o volume celular pode aumentar até mil vezes (Davies e Albrigo, 1994). Além disso, os resultados mostram o aumento de TCA contínuos após os períodos chuvosos e mesmo para o Quadrante Nordeste e estrato Basal que apresentaram menores médias de TCA em relação aos demais frutos das outras porções da copa no mês de abril, no entanto, aqueles no mês seguinte apresentaram maiores médias de TCA, esse comportamento diferenciado pode ser explicado por Ferraz *et al.* (1999) onde mostraram que os eventos fenológicos muitas vezes sofrem influência de variáveis climáticas de meses anteriores à observação do evento.

A partir de julho observa-se que a TCA decresce nas laranjas de todos os Quadrantes e Estratos, período de maturação na qual, praticamente, não há crescimento do endocarpo. As menores taxa de crescimento também podem estar relacionados aos processos de senescência dos frutos (Taiz e Zeiger, 2004).

5.1.6 Matéria seca foliar

Nas figuras 10, 11, 12 e 13 é apresentada a quantidade de matéria seca foliar (ton/ha) relacionadas com as variáveis climáticas.

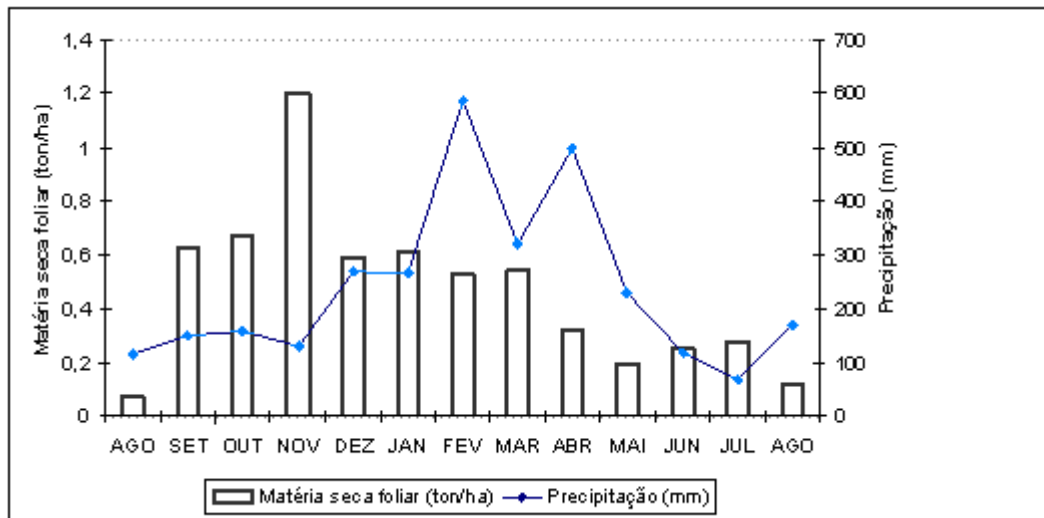


Figura 10. Matéria seca de foliar (ton/ha) de laranjeira ‘Pera-Rio’ e precipitação mensal, safra 2010-2011, Manaus (AM).

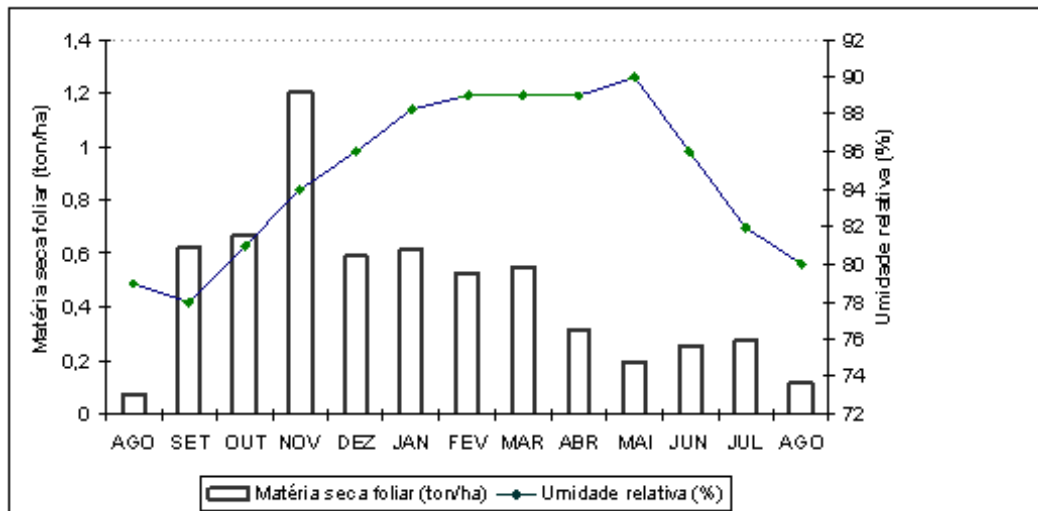


Figura 11. Matéria seca foliar (ton/ha) de laranjeira ‘Pera-Rio’ e umidade relativa, safra 2010-2011, Manaus (AM).

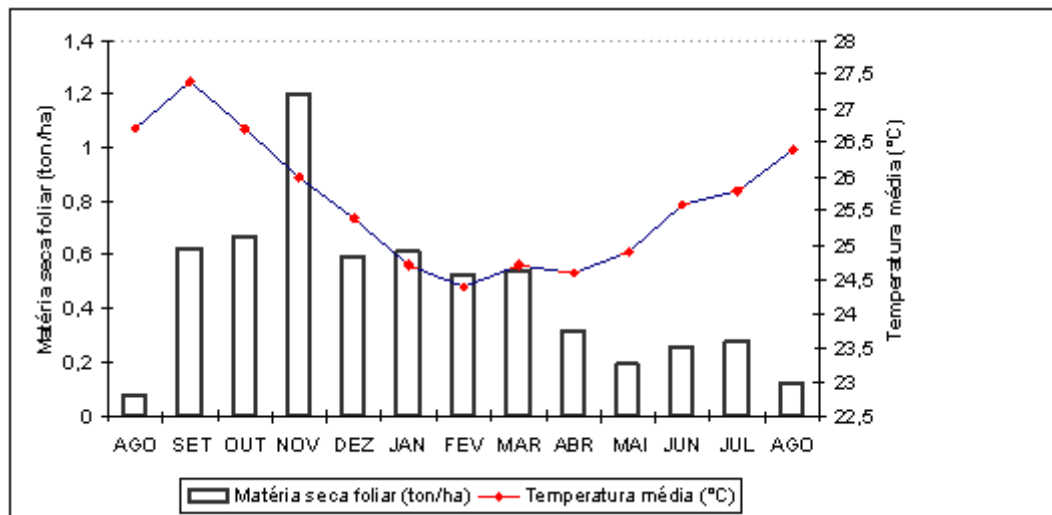


Figura 12. Matéria seca foliar (ton/ha) de laranja ‘Pera-Rio’ e temperatura média, safra 2010-2011, Manaus (AM).

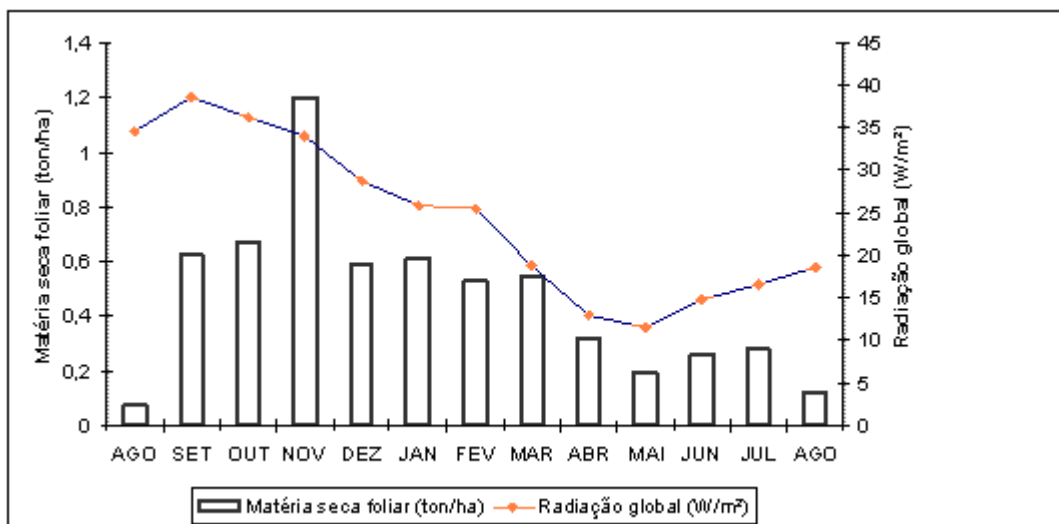


Figura 13. Matéria seca foliar de laranja (ton/ha) ‘Pera-Rio’ e radiação global, safra 2010-2011, Manaus (AM).

Conforme a figura 10, no período de agosto a novembro, houve menor disponibilidade de chuvas e aumento gradativo de matéria seca foliar (0,071 a 1,2 ton/ha). É possível observar que embora as chuvas tenham sido menores, ocorreu o aumento do percentual da umidade relativa do ar (figura 11), Enquanto a temperatura média e radiação global apresentaram redução das médias no período (figura 12 e 13). O mês de novembro foi marcado pela maior queda de folhas em todas as plantas

Castro (1994) menciona que o déficit hídrico envolve efeitos hidráulicos dentro de cada órgão da planta, particularmente na condutância das folhas, que, combinada com

alterações químicas, intensificam a síntese do etileno que determinará a queda de folhas. Essas condições podem ser observadas nas figuras 10 e 12, onde há menor disponibilidade hídrica no período de agosto até dezembro e com temperatura média em torno de 27°C no período de agosto à setembro, que caracteriza o período mais seco na região amazônica, onde verificou-se o aumento gradativo de quedas das folhas nos meses sucessivos.

Ainda referente aos meses de agosto a novembro, período que se estendeu até o final da floração de laranjeira 'Pera-Rio' culminou com a emissão de novas brotações e senescência de folhas velhas. Rodriguez (1987) menciona que embora os citros permaneçam sempre verdes, há contínua reposição de folhas durante seu desenvolvimento. A abscisão de folhas em laranjeira (*C. sinensis* (L.) Osbeck) sucede o ano inteiro, principalmente durante a floração, tanto em folhas velhas como nas recém formadas (Spiegel-Roy e Goldschmidt, 1996) como em pequenos brotos terminais (Rodriguez, 1987).

De dezembro a março verifica-se que as médias de matéria seca foliar foram quase constante próximo de 0,6 ton/ha, sendo que neste período houve maiores índices nos regimes de chuvas assim como o aumento gradativo da umidade relativa (figuras 10 e 11).

De abril a maio ocorreu redução na disponibilidade de matéria seca foliar, com média de 0,26 ton/ha, no período. Das variáveis climáticas relacionadas ao evento, nota-se que a temperatura média nesse período teve valores crescentes (figura 12), comportamento adverso à quantidade de matéria seca no período considerado.

Por fim, no mês de agosto nota-se a redução de matéria seca foliar (0,11 kg/ha), coincidindo com as maiores médias de temperatura e radiação global, e menor média de umidade relativa no ar. Possivelmente o aumento e redução de massa seca foliar durante o período avaliado, podem ter sido influenciados não somente pelas variáveis climáticas no mês de ocorrência como também pela influência dessas nos meses anteriores. Além disso, a queda gradual de folhas durante o ano pode ser consequência da senescência natural ou também uma adaptação da espécie para economia de água; assim com o início da seca, quando as chuvas cessaram completamente. Galston e Davies (1972) mencionam que a queda das folhas é causada pela senescência resultante de uma série de processos metabólicos ligados à fisiologia de cada espécie e também pelos estímulos vindo do ambiente tais como, temperatura, estresse hídrico, etc.

Ainda como mostrados nas figuras 10, 11, 12 e 13, é possível a influência das variáveis climáticas no aumento ou decréscimo de matéria seca foliar nos meses seguintes; essas condições foram observadas no trabalho de Ferraz *et al.* (1999) onde mostraram que os

eventos fenológicos muitas vezes sofrem influência de variáveis climáticas de meses anteriores à observação do evento.

5.2 Qualidade físico-química dos frutos

As apresentações e discussões dos efeitos dos Quadrantes e Estratos e suas interações, serão discutidos para cada variável de acordo com a realização das análises físico-química dos frutos, nos próximos itens.

5.2.1 Diâmetros longitudinal (DL) e Diâmetros equatorial (DE) dos frutos

Nas tabelas 8 e 9, podem ser vistos os dados referentes ao diâmetro longitudinal (DL) e diâmetro equatorial (DE) dos frutos de laranjas nos diferentes Quadrantes e Estratos.

A tabela 8 mostra que sobre o efeito dos Quadrantes, constatou-se que os frutos diferiram significativamente entre si, e que as laranjas do Quadrante Sudoeste apresentaram maior valor médio do diâmetro longitudinal (DL) 7,28 cm e diferiram do Quadrante Sudeste que apresentou frutos com menor média 6,93 cm.

Tabela 8- Valores médios do diâmetro longitudinal (DL) dos frutos de laranja ‘Pera-Rio’ (cm) em diferentes posições na copa das plantas, Manaus (AM), 2011.

Quadrantes	Médias
Sudoeste	7,28 a
Noroeste	7,20 ab
Nordeste	7,12 ab
Sudeste	6,93 b
Estratos	Médias
Mediano	7,29 a
Apical	7,25 a
Basal	6,86 b

*Médias seguidas de mesma letra, não diferem entre si, pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Ainda na tabela 8, estudando o efeito dos Quadrantes, constatou-se que eles diferiram entre si, e que os frutos do Quadrante Sudoeste apresentaram maior valor médio de diâmetro longitudinal (DL) 7,28 cm e diferiu do Quadrante Sudeste apresentou frutos com menor valor médio de diâmetro 6,93 cm.

Na tabela 9, estudando o efeito dos Quadrantes, observa-se que não houve diferença significativa, no entanto pode-se observar maior média do diâmetro equatorial (DE) para os frutos do Quadrante Noroeste 6,79 cm e menor média de diâmetro equatorial (DE) para os frutos situados no Quadrante Sudeste 6,58 cm, embora não tenham diferido entre si. Para os estratos foram encontrados diferenças significativas sendo que, os Estratos Apicais e Medianos não diferiram entre si e apresentaram maiores médias, já o Estrato Basal apresentou menor média (DE) 6,42 cm, diferindo dos demais frutos.

Tabela 9- Valores médios do diâmetro equatorial (DE) dos frutos de laranja ‘Pera-Rio’(cm) em diferentes posições na copa das plantas, Manaus (AM), 2011.

Quadrantes	Médias
Noroeste	6,79 a
Nordeste	6,78 a
Sudoeste	6,75 a
Sudeste	6,58 a
Estratos	Médias
Apical	6,89 a
Mediano	6,86 a
Basal	6,42 b

*Médias seguidas de mesma letra, não diferem entre si, pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

De acordo com Detoni *et al.* (2009), os frutos colhidos nos Quadrantes Leste e Oeste, Quadrantes de maior recepção solar, obtiveram maior incremento de diâmetro longitudinal (DL), tais resultados diferem com os obtidos neste estudo cujo Quadrante Sudoeste, sombreado, obteve maior valor médio 7,28 cm de diâmetro longitudinal. Ainda naquele estudo, também não observaram efeito significativo entre os frutos dos Quadrantes para diâmetro equatorial (DE), conforme mostrados na tabela 12 concordando com os resultados obtidos pelos os autores citados.

Segundo Carvalho (2010), em estudo sobre as características físicas e químicas de laranja ‘Natal’ provenientes de diferentes posições na copa, detectou maior incremento do diâmetro longitudinal nas posições externas da copa em relação aos frutos colhidos das posições internas, independente dos Quadrantes. A autora, neste mesmo estudo, com laranja ‘Pera-Rio’ detectou diferença significativa de diâmetro longitudinal (DL) no Estrato Apical da copa alcançando valores médios de 66,48 mm, no entanto não observou diferença significativa do diâmetro equatorial (DE) entre os frutos situados na diferentes alturas na copa. Que difere com os resultados obtidos neste estudo onde os frutos situados nos Estratos Apicais e Medianos apresentaram maior diâmetro equatorial (tabela 9).

No estudo de Pio *et al.* (2005), observaram maior valor de diâmetro longitudinal (DL) no Estrato Apical em relação aos frutos dos Estratos Mediano e Basal e não observaram diferenças entre os frutos situados no estratos da copa para a variável diâmetro equatorial (DE) em pitangueiras. De modo geral, frutos cítricos para o consumo *in natura* o tamanho dos mesmos é um fator de grande importância, pois eles são classificados de acordo com o seu diâmetro e se pagam melhores preços por aqueles que se adequam ao gosto do consumidor (Barbasso, 2005).

5.2.2 Massa do fruto

Na tabela 10 encontram-se os valores médios obtidos de massas dos frutos de laranjas nos Quadrantes e Estratos.

Tabela 10. Valores médios de massa (g) dos frutos de laranja ‘Pera-Rio’ em diferentes posições na copa das plantas, Manaus (AM), 2011.

Quadrantes	Médias
Noroeste	175,04 a
Sudoeste	174,78 a
Nordeste	169,42 a
Sudeste	158,56 a
Estratos	Médias
Apical	182,40 a
Mediano	179,00 a
Basal	146,95 b

*Médias seguidas de mesma letra, não diferem entre si, pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

A tabela 10, verificando-se o efeito dos quadrantes para variável massa dos frutos também não observou-se diferença significativa, porém pode-se notar que os frutos dos Quadrantes Noroeste apresentaram maior média 175,04g e o Quadrante Sudeste apresentou média 158,56g, massa inferior dos frutos posicionados nos demais Quadrantes, embora estes não tenham diferido entre si.

Em estudo realizado por Cruz *et al.* (2010), obtiveram massa dos frutos de tangerineira ‘Ponkan’ (*Citrus reticulata* Blanco) maiores no Quadrante Oeste e menor no quadrante Leste, independente dos tratamentos, com ou sem raleio químico. Dados semelhantes também foram obtidos por Agabio *et al.* (1999), em estudo com laranja ‘Tarocco’, aos quais não detectaram diferença na massa dos frutos em relação ao lado Norte e Sul da copa.

Os frutos dos Estratos Apical e Mediano apresentaram maiores médias de massa de suco em relação o Estrato Basal que obteve média de 146,95 g, diferindo estatisticamente daquelas. Sites & Reitz (1949) afirmam que laranjas ‘Valência’ expostas ao sol foram mais leves que os frutos sombreados ou localizados no interior da copa. De acordo com os resultados citados pelos autores é possível inferir no menor valor médio obtido para os frutos localizados nos Quadrantes Sudeste, embora não tenha ocorrido diferença significativa entre os frutos dos demais Quadrantes.

Na tabela 10 é possível observar médias de massa de frutos maiores que os valores obtidos por Carvalho (2010), cuja maior média obtida no estrato Apical foi de 140,73 g em estudo com laranja ‘Pera-Rio’ na região de Viçosa-MG. De acordo com ICET (2004), elevadas temperaturas e alta umidade relativa agem sobre os frutos, aumentando-lhes o tamanho; que de modo geral também pode influenciar na massa dos frutos.

5.2.3 Espessura da casca

Na tabela 11 encontram-se os valores médios obtidos de espessura da casca dos frutos de laranjas nos diferentes Quadrantes e Estratos.

Tabela 11. Valores médios de espessura da casca (cm) dos frutos de laranja ‘Pera-Rio’ em diferentes posições na copa das plantas, Manaus (AM), 2011.

Quadrantes	Médias
Nordeste	0,433 a
Sudoeste	0,421 ab
Noroeste	0,386 bc
Sudeste	0,380 c
Estratos	Médias
Mediano	0,42 a
Apical	0,40 a
Basal	0,39 a

*Médias seguidas de mesma letra, não diferem entre si, pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

A tabela 11 mostra que para variável espessura de casca (cm), os frutos de laranja ‘Pera-Rio’ localizados nos Quadrantes apresentaram diferença significativa. Os frutos do Quadrante Nordeste induziram casca mais grossa em relação aos demais Quadrantes, embora não tenha diferido estatisticamente de frutos do Quadrante Sudoeste.

Nota-se que os frutos dos Quadrantes Sudeste e Noroeste apresentaram menor espessura de casca, tais resultados concordam com Sites e Reitz (1949), caracterizando laranjas ‘Valência’ de diferentes locais da copa, mostraram que frutos expostos ao sol

apresentaram-se com casca mais fina que os frutos localizados nos Quadrantes sombreados da copa. Em relação aos Estratos não ocorreu diferença significativa na espessura de casca de laranja ‘Pera-Rio’.

Nos estudos realizados por Carvalho (2010), Cruz *et al.* (2010), também não foram observados efeito significativo de espessura de casca de frutos localizados nos Quadrantes e Estratos nas copas de laranjeiras ‘Pera-Rio’ e tangerineiras ‘Ponkan’ respectivamente.

5.2.7 Massa e Rendimento de suco

Nas tabela 12 e 13 encontram-se os valores médios obtidos de massa e rendimento de suco de laranja nos Quadrantes e Estratos.

Na tabela 12 os frutos situados nos Quadrantes apresentaram diferença significativa, sendo o Quadrante Noroeste com maior média 92,68g diferindo do Quadrante Sudeste com menor média de suco 83,76g o que sugere que a massa dos frutos formados nos diferentes Quadrantes também pode influenciar na massa de suco.

Tabela 12. Valores médios de massa de suco (g) de frutos de laranja ‘Pera-Rio’ em diferentes posições na copa das plantas, Manaus (AM), 2011.

Quadrantes	Médias
Noroeste	92,68 a
Sudoeste	91,68 ab
Nordeste	87,76 ab
Sudeste	83,76 b
Estratos	Médias
Apical	95,04 a
Mediano	94,47 a
Basal	77,15 b

*Médias seguidas de mesma letra, não diferem entre si, pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

A mesma tabela mostra que efeitos relacionados aos Estratos apresentaram diferença significativa, sendo que os frutos dos Estratos Apicais e Medianos não diferiram entre si e apresentaram maiores médias em relação aos frutos do Estrato Basal. Também na tabela 12 é possível notar que a massa de suco segue o comportamento semelhante aos de massa de fruto tanto para os Quadrantes quanto para os Estratos.

A alta porcentagem de suco é uma característica bastante interessante para as variedades cítricas, tanto para aquelas que são utilizadas para consumo *in natura* como para a industrialização (Barbasso, 2005).

Pela tabela 13, verifica-se que não houve efeito significativo para os Quadrantes e Estratos dos frutos em relação ao rendimento de suco (%). No entanto os valores obtidos são próximos aos valores obtidos por Donadio (1999) e Pompeu Junior *et al.* (2009) para a variedade ‘Pera-Rio’. Entretanto os valores mostrados na tabela 13 são superiores às médias obtidas para rendimento de suco caracterizados por Coelho e Nascimento (2004) em que a variedade ‘Pera-Rio’ obteve médias de 49,7% em Manaus-AM.

Tabela 13. Valores médios de rendimento de suco (%) dos frutos de laranjas ‘Pera-Rio’ em diferentes posições na copa das plantas, Manaus (AM), 2011.

Quadrantes	Médias
Noroeste	52,88 a
Sudeste	52,75 a
Sudoeste	52,65 a
Nordeste	51,84 a
Estratos	Médias
Mediano	52,89 a
Apical	52,49 a
Basal	52,21 a

*Médias seguidas de mesma letra, não diferem entre si, pelo teste de F ao nível de 5% de probabilidade. Dados transformados em $\text{arc sen } \sqrt{x + 100}$, com apresentação das médias originais.

Estudo realizado por Sites e Reitz (1950) mostrou que o rendimento de suco não variou com relação à posição do fruto na copa. Da mesma forma, Syvertsen e Abrigo (1980), trabalhando com pomelos, não verificaram diferenças nos resultados de porcentagens de suco que pudessem ser associados à posição dos frutos na copa das plantas.

Estudo mais recente realizado por Carvalho (2010) também não detectou diferenças significativas para o rendimento de suco nas diversas partes da copa testadas entre os frutos colhidos de laranja ‘Pera-Rio’. Tais resultados concordam com os obtidos pelos demais autores citados.

5.2.8 Número de sementes

Na tabela 14 encontram-se os dados médios obtidos do número de sementes dos frutos de laranjas nos diferentes Quadrantes e Estratos.

Segundo Figueiredo (1991), a laranja ‘Pera’ apresenta entre três e quatro sementes por fruto, período de colheita entre julho e novembro no Estado de São Paulo e pode ser usada tanto para o processamento como para os mercados interno e externo de frutas frescas.

O número de sementes nos frutos cítricos é freqüentemente controlado por dois processos naturais: a polinização e a fecundação, que antecedem a frutificação que se inicia por ocasião do florescimento (Lupo *et al.*, 1991). Dessa maneira, a polinização cruzada entre variedades pode influenciar severamente no número de sementes dos frutos cítricos (Frost e Soost, 1968).

Observando a tabela 14, verifica-se que não houve efeito significativo para interação dos fatores, no entanto ocorreu diferença significativa entre os Quadrantes, onde as laranjas do Quadrante Sudeste apresentaram maior número de sementes diferindo dos Quadrantes Noroeste e Sudoeste.

Tabela 14. Valores médios do número de sementes dos frutos de laranja ‘Pera-Rio’ em diferentes posições na copa das plantas, Manaus (AM), 2011.

Quadrantes	Médias
Sudeste	6,73 a
Nordeste	6,00 ab
Noroeste	5,3 bc
Sudoeste	4,9 c
Estratos	Médias
Mediano	6,4 a
Apical	6,0 a
Basal	4,8 b

*Médias seguidas de mesma letra, não diferem entre si, pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade. Dados transformados em \sqrt{x} , com apresentação das médias originais.

Em relação aos Estratos, as laranjas posicionadas na porção mediana apresentaram mais sementes, no entanto não diferiu estatisticamente da porção Apical, as laranjas da porção Basal apresentaram menor número de sementes.

Os valores médios de número de sementes encontrados neste estudo são superiores aos observados na literatura, é importante ressaltar que mais de 50% do número de sementes observados, neste experimento era mal-formadas (chochas ou vazias), o que pode causar certo desconforto no consumo *in natura*. Do ponto de vista comercial, o pequeno número de sementes é um fator importante para os frutos de variedades cítricas que serão consumidas *in natura* (Barbasso, 2005).

5.2.9 Potencial de Hidrogênio (pH)

Na tabela 15 encontram-se os dados médios obtidos do pH dos frutos de laranjas nos diferentes Quadrantes e Estratos.

A tabela 15, mostra que o pH dos frutos nos Quadrantes tiveram efeito significativo, com maiores valores médios para os Quadrantes Sudeste, Noroeste e Nordeste sendo o Quadrante Sudoeste com menor média obtida.

Tabela 15. Valores médios de pH dos frutos de laranja ‘Pera-Rio’ em diferentes posições na copa das plantas, Manaus (AM), 2011.

Quadrantes	Médias
Sudeste	3,80 a
Noroeste	3,74 a
Nordeste	3,73 ab
Sudoeste	3,67 b
Estratos	Médias
Mediano	3,75 a
Apical	3,73 a
Basal	3,72 a

*Médias seguidas de mesma letra, não diferem entre si, pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Os Quadrantes com maior exposição solar apresentaram laranjas com maiores pH, esse fato pode ser entendido por Rocha *et al.* (1990), onde a incidência de insolação sobre os Quadrantes Leste, Norte e Oeste é maior que no Quadrante Sul nas condições de Lavras, região sul de Minas Gerais.

Em relação ao efeito dos Estratos não ocorreu diferença significativa, contudo o Estrato Mediano apresentou frutos com maior de pH, seguidos dos Estratos apical e basal.

Embora não tendo ocorrido diferença estatística entre os frutos situados nos Estratos, os resultados da tabela 15 assemelham-se com ao estudo realizado por Lima *et al.* (2007), onde os frutos de laranja ‘Natal’ coletados na parte mediana da copa apresentaram maior pH com média de 3,62. Em estudo realizado por Gondim *et al.* (2010), verificaram valores próximos de pH (3,71) de laranjas ‘Pera-Rio’ em Latossolo Amarelo na região de Manacapuru-AM.

Segundo Chitarra & Chitarra (2005), o pH tende a aumentar com a redução da acidez somente se a concentração de ácidos estiver numa faixa entre 2,5% e 0,5%, valores que concordam com dos autores citados e serão mostrados na tabela 17. De forma geral, o pH apresenta comportamento inverso ao da ATT (Acidez Titulável Total), ou seja, aumenta com a maturação da fruta.

5.2.10 Sólidos Solúveis Totais (°Brix)

Na tabela 16 encontram-se os dados médios obtidos para o teor de Sólidos Solúveis Totais dos frutos de laranja, nos diferentes Quadrantes e Estratos.

Segundo Mattos-Júnior *et al.* (2005) a laranja ‘Pera-Rio’ é uma das cultivares mais importantes para indústria cítrica nacional em função do bom rendimento em sólidos solúveis e excelente qualidade do suco produzido. Apresenta em média teor de sólidos solúveis acima de 11,5%, podendo alcançar em algumas safras, valores superiores a 13%.

Na tabela 16 observa-se que ocorreu diferença significativa entre os Quadrantes, onde os frutos dos Quadrantes Sudeste e Nordeste apresentaram maiores teor de Sólidos Solúveis Totais, no entanto diferindo apenas dos frutos pertencentes ao Quadrante Sudoeste, com menor teor.

Tabela 16. Valores médios do teor de Sólidos Solúveis Totais (°Brix) dos frutos de laranja ‘Pera-Rio’ em diferentes posições na copa das plantas, Manaus (AM), 2011.

Quadrantes	Médias
Sudeste	7,6 a
Nordeste	7,59 a
Noroeste	7,52ab
Sudoeste	7,0b
Estratos	Médias
Apical	7,6 a
Mediano	7,32 a
Basal	7,31 a

*Médias seguidas de mesma letra, não diferem entre si, pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Para o teor de sólidos solúveis das laranjas nos Estratos, não foi constatado diferença significativa, no entanto é possível verificar que as médias para teores de Sólidos Solúveis Totais em laranjas foram superiores nos Estratos Apical, Mediano e Basal respectivamente.

No entanto os valores encontrados de Sólidos Solúveis Totais (tabela 16), nos frutos dos diferentes Quadrantes e estratos, estão abaixo dos aceites atualmente no mercado. No estudo realizado por Coelho e Nascimento (2004), observaram o teor de SST com média de 9,52% para a mesma variedade de laranja na região de Manaus.

É importante ressaltar que nesse estudo os frutos não foram colhidos aleatoriamente, os ramos foram marcados a partir das primeiras brotações e os frutos foram acompanhados até o período de maturação, conseqüentemente o crescimento vegetativo das plantas podem ter proporcionado sombreamento aos frutos e influenciado no teor de Sólidos Solúveis Totais. Tal situação pode ser entendida pelo estudo realizado por Carvalho (2010) que detectou

maiores teores de Sólidos Solúveis Totais na parte externa da copa de laranja ‘Pera-Rio’, esses resultados estão associados ao fato dos frutos situados na parte externa da copa receberem maior taxa de radiação solar, influenciando, assim, no aumento de SST. Além disso, as características climáticas da região também podem afetar nas características dos frutos, Lopes *et al.* (2007), relataram que frutos produzidos nos climas frios têm melhor coloração de casca e da polpa, bem como teores mais altos de açúcares e acidez, que acentuam o sabor. Já nos climas quentes os frutos são menos coloridos interna e externamente, com teores mais baixos de açúcares e acidez, resultando em frutos mais doces, porém de paladar menos acentuado.

De acordo com Marchi (1993), em estudos com o cultivar ‘Pera-Rio’, o aumento da concentração de açúcares ocorre durante toda a fase de crescimento e maturação dos frutos, estando diretamente relacionados à intensidade de luz. Miele (1989) também relatou que a maior incidência dos raios solares promove diferenças nos teores de açúcar por estar relacionado com a maior quantidade de CO₂ assimilado, o que ocasiona a elaboração de maior quantidade de produtos devido à fotossíntese e a um transporte mais intenso de sacarose para os frutos.

Conforme Ramos *et al.* (2003), frutos que recebem maior luminosidade possuem quantidades superiores de Sólidos Solúveis Totais em relação aos demais frutos localizados na copa. Essa condição é possível verificar nos Quadrantes Sudeste (recepção solar pela manhã) e Noroeste (recepção pela tarde) aos quais apresentaram maiores valores médios de Sólidos Solúveis Totais. No trabalho de Carvalho (2010), também não detectou efeito significativo do teor de Sólidos Solúveis Totais, independente da altura que os frutos foram colhidos em laranjeiras ‘Pera-Rio’, ‘Natal’ e ‘Valência’.

5.2.11 Acidez titulável total (ATT)

Na tabela 17 encontram-se os dados médios obtidos para acidez titulável total (ATT) dos frutos de laranja nos diferentes Quadrantes e Estratos.

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, consequência da diluição provocada pelo crescimento dos frutos (Guardiola, 1999). Segundo Volpe (1992), a temperatura é um dos fatores que influenciam tanto na concentração como na quantidade máxima de ácidos nos frutos cítricos. A incidência direta de raios solares nos frutos provoca aumento da temperatura, que por sua vez resulta em alta

demanda respiratória, reduzindo a concentração de ácidos que são consumidos durante esse processo (Kimball, 1984). Quanto maior a temperatura durante a maturação, maior decréscimo da concentração de ácidos (Rasmaussen *et al.*, 1996; Albrigo, 1992). Portanto a redução dos ácidos orgânicos presentes nos frutos cítricos é considerado um dos fatores de maturação dos frutos.

Em relação aos Quadrantes e Estratos, não foi verificada nenhuma diferença em acidez das laranjas (tabela 17). No entanto o Quadrante Nordeste conferiu maior percentual de acidez nos frutos e o Quadrante Noroeste apresentou menor média de acidez, 0,8 e 0,73% respectivamente. Os frutos do Estrato Basal apresentaram maior teor de acidez seguido pelos Estratos Apical e Mediano.

Tabela 17. Valores médios para acidez titulável total (%) dos frutos de laranja ‘Pera-Rio’ em diferentes posições na copa das plantas, Manaus (AM), 2011.

Quadrantes	Médias
Nordeste	0,80 a
Sudeste	0,78 a
Sudoeste	0,78 a
Noroeste	0,73 a
Estratos	Médias
Basal	0,80 a
Apical	0,76 a
Mediano	0,75 a

*Médias seguidas de mesma letra, não diferem entre si, pelo teste F ao nível de 5% de probabilidade. Dados transformados em $\text{arc sen } \sqrt{x + 100}$, com apresentação das médias originais.

Coelho e Nascimento (2004), obtiveram concentrações de acidez total de 0,49% em laranja ‘Pera-Rio’ na região de Manaus-AM, valor menor que os da tabela 20. Bastos e Teixeira (1990) observaram médias de 0,43 a 0,39% entre julho e agosto para laranja ‘Pera-Rio’ na região de Manaus-AM. As maiores médias de acidez encontradas neste estudo (tabela 17) podem está relacionados com a maturação dos frutos além das condições nutricionais, fitossanitárias e, particularmente a temperatura são os fatores que mais influenciam no acúmulo de acidez.

Carvalho (2010) em relação às faces Leste/Oeste da copa também não verificou efeito significativo entre os frutos de laranja ‘Pera-Rio’. Lima *et al.* (2007) observaram maior percentual de ácido cítrico na porção basal da copa, porém esta não diferiu estatisticamente da parte apical de coleta. Em tangerinas Montenegrina (*Citrus deliciosa* Tenore), Garlaça *et al.* (2009) observaram que as frutas colhidas na parte basal foram as mais ácidas em relação às

frutas das partes mediana e apical, isso provavelmente devido ao fato desses frutos receberem menor incidência da radiação solar.

5.2.12 Relação Sólidos Solúveis/Acidez (Ratio)

Na tabela 18 encontram-se os dados médios obtidos para o Ratio dos frutos de laranja, nos diferentes Quadrantes e Estratos.

O Ratio constitui uma característica bastante importante para as variedades de *Citrus*, pois auxilia na determinação do ponto de maturação dos frutos. Segundo as recomendações técnicas para colheita de laranjas para mesa, prescritas pelo Programa Brasileiro para a Melhoria dos Padrões Comerciais e Embalagens de Hortifrutigranjeiros, a relação deve estar acima de 9,5 (CEASGESP, 2002).

Em relação aos diferentes Quadrantes e Estratos, não foi verificada diferença significativa entre os frutos de laranja (tabela 18). No entanto as laranjas no Quadrante Noroeste tiveram maior valor médio de Ratio e as laranjas do Quadrante Sudoeste apresentaram menor média, 10,3 e 9,1 respectivamente. As laranjas no Estrato Apical apresentaram maior Ratio, seguido de Mediano e Basal.

Tabela 18. Valores médios do Ratio dos frutos de laranja ‘Pera-Rio’ em diferentes posições na copa das plantas, Manaus (AM), 2011.

Quadrantes	Médias
Noroeste	10.3 a
Sudeste	10.0 a
Nordeste	9.2 a
Sudoeste	9.1 a
Estratos	Médias
Apical	9.7 a
Mediano	9.8 a
Basal	9.4 a

*Médias seguidas de mesma letra, não diferem entre si, pelo teste de F ao nível de 5% de probabilidade.

Alguns autores questionam a relação Sólidos Solúveis/ acidez. De acordo com Salibe (1977), os frutos para consumo *in natura* devem apresentar relação SST/ATT acima de 8 e teor de suco acima de 35%, Jones *et al.* (1962), consideram como maduros, e adequados para o consumo, frutos que apresentam relação SST/ATT entre 8,8 e 15,4. Conforme os dados deste estudo (tabela-18), estes apresentaram teores acima dos valores mínimos considerados aceitáveis para o mercado de frutas de mesa.

Sartori *et al.* (2002) trabalhando com laranja ‘Pera-Rio’, obtiveram relação SST/ATT de 6:1 na segunda quinzena de agosto na depressão Central-RS. Segundo Kimball (1984), a incidência dos raios solares nos frutos provoca aumento da temperatura, que por sua vez resulta em alta demanda respiratória, que reduz a concentração de ácidos consumidos durante esse processo. Essa alteração na concentração dos ácidos no decorrer da maturação é o principal fator responsável pelo aumento da relação sólidos solúveis totais/acidez titulável total.

Valores semelhantes foram encontrados por Carvalho (2010) em laranja ‘Valência’ em Viçosa-MG que obteve médias de índice de maturação dos frutos entre 8,13 a 8,87 nos estratos da copa sem diferirem entre si. Valores médios superiores de Ratio foram encontrados neste estudo (tabela 21), entretanto também não foram detectadas diferenças significativas entre os frutos localizados nos diferentes Quadrantes e Estratos.

5.2.12 Índice tecnológico (IT)

Na tabela 19 encontram-se os valores médios obtidos para o teor Índice Tecnológico (IT) dos frutos de laranjas e suas interações nos diferentes Quadrantes e Estratos.

O rendimento industrial dos frutos cítricos é dado pelo índice tecnológico que considera as características físicas e químicas do fruto, enquanto o método utilizado para determinar a maturidade e a época da colheita dos frutos de laranja, é a razão entre as porcentagens de Sólidos Solúveis Totais (SST) e de Acidez Titulável Total (ATT), conhecida como índice de maturidade (SST/ATT) ou, simplesmente, Ratio. O Índice Tecnológico, além de indicador da maturidade, pode ser utilizado como indicador da qualidade do fruto (Sinclair, 1984; Soule & Grierson, 1986 citados por Volpe, 2002).

Na tabela 19 observa-se que, houve interação entre as laranjas dos diferentes Quadrantes e Estratos, no entanto não foi observado efeito significativo para os efeitos de Estratos e Quadrantes sobre os frutos.

No Estrato Basal, nota-se que apenas os frutos do Quadrante Sudoeste apresentaram menor valor médio para o Índice Tecnológico, embora não tenha diferido dos Quadrantes Sudeste e Nordeste, e estes por sua vez não diferiram dos frutos situados no Quadrante Noroeste. No Estrato Mediano observa-se que as laranjas do Quadrante Sudeste induziram maior valor médio (4,24), diferindo estatisticamente dos frutos do Quadrante Sudoeste onde foi detectado menor valor médio de IT.

Tabela 19. Valores médios do Índice Tecnológico (IT) dos frutos de laranja ‘Pera-Rio’ em diferentes posições na copa das plantas, Manaus (AM), 2011.

Quadrantes	Estratos			Médias dos quadrantes
	Basal	Mediano	Apical	
Nordeste	3.73 abAB	4.12 abA	3.39 bB	3.74 a
Sudeste	3.88 abA	4.24 aA	3.97 abA	4.03 a
Sudoeste	3.50 bA	3.49 bA	4.05 aA	3.68 a
Noroeste	4.23 aA	3.71 abA	3.86abA	3.93 a
Médias dos estratos	3.84 A	3.89 A	3.82 A	

*Médias seguidas de mesma letra, minúsculas nas colunas (quadrantes) e maiúsculas nas linhas (estratos), não diferem entre si, pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Analisando as diferenças de laranjas no Estrato Apical para cada Quadrante, nota-se que o maior valor médio obtido do Índice Tecnológico (IT) dos frutos foi referente ao Quadrante Sudoeste, sendo que este não diferiu dos Quadrantes Sudeste e Noroeste, no entanto o Estrato apical proporcionou às laranjas do Quadrante Nordeste menor valor de IT.

No estudo realizado por Iriarte-Martel *et al.* (2005) de frutos cítricos na Amazônia Central, obtiveram IT igual a 3,1 para laranja ‘Pera-Rio’ enxertada em limão ‘Cravo’ e limão ‘Volkameriano’. As médias encontradas na tabela 22 estão próximas dos valores encontrados pelos autores, no entanto é válido ressaltar que, o Índice Tecnológico não constitui um resultado de uma medida, mas de um cálculo, cujos parâmetros são o teor de Sólidos Solúveis Totais e o rendimento de suco; portanto, ele é influenciado por todos os fatores que afetam o comportamento destes parâmetros, o que certamente os valores médios ainda poderiam ser maiores se o teor de Sólidos Solúveis Totais encontrados também fossem maiores. De acordo com a tabela 16 é possível observar o baixo teor de Sólidos Solúveis Totais, o que possivelmente pode ter influenciado no valor obtido para o Índice Tecnológico já que o percentual de suco está acima das médias consideradas mínimas para os frutos de consumo *in natura* de acordo com Salibe (1977).

5.2.12 Cor do suco

A cor laranja na polpa e suco de laranjas é devido à presença de carotenóides, que são pigmentos cujas cores podem variar entre o amarelo e o vermelho. As variações de cor da polpa de frutos observadas em variedades são, portanto, devidas às flutuações na quantidade dos diferentes carotenóides (Gama e Sylos, 2005).

A cor do suco das laranjas também pode ser considerada uma característica muito importante para consumo *in natura*. Com a crescente atividade da citricultura na região e

viabilidade de implantação de indústrias de processamento de frutos cítricos, esta variável pode servir como subsídio de maturação e palatabilidade, características relevantes no processamento de frutos ou mesmo no consumo de frutas frescas.

Segundo a Carta de Cores da Royal Horticulture Society, para os frutos localizados nos Quadrantes Nordeste, Sudeste e Noroeste a coloração do suco que mais predominou foi YG13B e no Quadrante Sudoeste YG13C. Para os frutos nos Estratos a coloração do suco variou de YG12B, YG13C e YG13B, nas porções Basais, Mediano e Apical respectivamente.

A coloração do suco de laranja, de maneira geral, apresentou coloração amarelo esverdeado, no entanto pode-se observar que nas áreas mais sombreadas houve tendência de frutos com suco de coloração menos acentuada em relação às áreas com maior insolação. No estudo realizado por Carvalho (2010), observou que os frutos de laranja colhidos da posição externa da copa e na parte apical foram os que exibiram polpa com coloração mais acentuada.

6 CONCLUSÕES

Foram necessários nove meses, período entre a antese a maturação de laranjeira ‘Pera-Rio’ nas condições edafoclimáticas de Manaus (AM);

A combinação Nordeste/Apical apresentou maior precocidade de maturação em frutos de laranjeira ‘Pera-Rio’;

Os frutos localizados nos Quadrantes (Sudeste) e (Noroeste) promoveram maior massa de suco, pH, Sólidos Solúveis Totais e coloração do suco. As laranjas situadas nos Estratos Apicais e Medianos foram superiores ao Estrato Basal quanto ao: diâmetro longitudinal e diâmetro equatorial, massa de suco, número de sementes e cor do suco.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Agabio, M.; Lovicu, G.; Pala, M.; D’Hallewin, G.; Mura.; Schirra. M. 1999. Fruit canop position effects on quality and storage response of ‘Tarocco’ oranges. *Acta Horticulture*. V. 485, 19-24 pp.
- Agustí, M.; Almela, V.; Aznar, M.; Juan, M.; Eres, V. 1995. *Desarrollo y tamaño final del fruto em los agrios*. Valência: Generalilat Valenciana, 80 pp.
- Agustí, M. 2000. *Citricultura*. Madrid: Mundi-Prensa. 416 pp.
- Agustí, M. 2003. *Citricultura*. Segunda edición. Ediciones Mundiprensa, Madrid, España. 422 pp.
- Agustí, M. 2004. *Fruticultura*. Ediciones Mundiprensa, Madrid, España. 423 pp.
- Albrigo, G. 1992. Influências ambientais no desenvolvimento dos frutos cítricos. In: Donadio. L.(Ed.). *Seminário internacional de citros: fisiologia*. 2. Bebedouro, SP: Fundação Cargill. 6-100 pp.
- Araújo, E. F.; Roque, N. Taxonomia dos citros. In: Mattos-Junior, D.;Negri, J. D.; Pio, R. M.; Pompeu Junior, J. *Citros*. 2005. Campinas: Instituto Agrônômico; Fundag, 926p.
- Araújo, P. S.R.; Mourão Filho, F.A.A.; Sposito, M.B. 1999. Pegamento de frutos de laranjeira “Pêra” em diferentes alturas na copa relacionados aos quadrantes geográficos. *Sci. Agric*. Piracicaba, 56:1, 157-162 pp.
- Amaral, J.D. 1979. *Os citrinos*. 2^o edição. Livraria Clássica editora. Praça Restaurantes, Lisboa.
- Armando, L.F.; Ravelo, A.C.1975. *Climatologia y fenologia agricolas*. 2^a ed. Editora Universitária de Buenos Aires.
- Arrigoni-Blank, M. de F.; Carvalho, D. A. de; Blank, A. F.; Alvarenga, A. A.; Vilela, E. de A. 1996. Comportamento fenológico da casaqueira (*Campomanesia rufa* (Berg.) Nied.) durante o período de 1991-1992. *Ciência e Agrotecnologia*, Lavras, v. 20, n. 3, 352-356 pp.
- Avilés, T.G. 2009. *Avaliação horticultural da laranjeira ‘Folha Murcha’, tangerina ‘Satsuma’ e limeira ácida ‘Tahiti’ sobre doze porta-enxertos*. Tese de Doutorado, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, São Paulo. 129 pp.
- Azevêdo, C.L.L. 2003. *Sistema de Produção de Citros para o Nordeste*. Embrapa Mandioca e Fruticultura, EMBRAPA, Sistema de produção, 16 pp.
- Barbasso, D. V. 2005. *Caracterização fenológica e físico-química de variedades de tangerinas em três porta-enxertos*. Dissertação de Mestrado, Instituto Agrônômico de Campinas, Campinas, São Paulo. 108 pp.

- Barbasso, D. V.; Júnior, M. J. P.; Pio, R. M. 2005. Caracterização fenológica de variedades do tipo Murcot em três porta-enxertos; *Revista Brasileira de Fruticultura*, 27: 399- 403.
- Barbera, G.; Fatta Del Bosco, G.; Lo Cascio, B. 1985. Effects of water stress on lemon summer bloom: The “forzatura” technique in the Sicilian citrus industry. *Acta Hort.*, v.171, 391-397 pp.
- Bastos, J.B.; Teixeira, L.B. 1990. Parâmetros físicos e químicos da laranja Pêra na região de Manaus, AM. EMBRAPA-CPATU, *Boletim de Pesquisa*. 18 pp.
- Benicasa, M. M. P. 1986. *Análise de Crescimento de Plantas (Noções Básicas)*. Jaboticabal, FUNEP, 42 pp.
- Ben Mechlia, N. & Carroll, J.J. 1989. Agroclimatic modelling for the simulation of phenology yield and quality of crop production. I – Citrus response formulation. *Int. J. Biometeorol*, 33: 36-51.
- Boteon, M; Neves, E. M. 2005. Citricultura brasileira: aspectos econômicos. In: Mattos Junior, D.; Negri, J. D.; Pio, R. M.; Pompeu Junior, J. *Citros*. 2005. Campinas: Instituto Agrônomo; Fundag, 20-35 pp.
- Boteon, M. *Cadeia agroindustrial de citros*. Disponível em: <<http://cepea.esalq.usp.br>>. Acesso em: 12/12/2011.
- Bustan A, Goldschmidt E. 1998. Estimating the cost of flowering in a grapefruit tree. *Plant Cell Environ*. 21:217-224 pp.
- Camargo, P. C.; Camargo, M. B.P. 2001. Definição e esquematização das fases fenológicas do cafeeiro Arábica nas condições tropicais do Brasil. *Bragantia*. Campinas, 60:1, 65-68 pp.
- Campos, J. S. 1976. *Cultura dos citros: diagnóstico da situação e medidas de controle*. Boletim técnico. Campinas: CATI. 100pp.
- Carvalho, L.M. 2010. *Características físicas e químicas de laranjas provenientes de diferentes posições da copa*. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Viçosa, Minas Gerais. 65 pp.
- Castro, P. R. de C. 1994. Comportamento dos citros sob déficit hídrico. *Laranja*, Cordeirópolis. 15:2, 139-154pp.
- Castro, P. R. de C.; Marinho, C. S.; Paiva, R. 2001. Fisiologia da produção dos citros. *Informe Agropecuário*, Belo Horizonte, v.22, n.209, 26-38 pp.
- CEAGESP- Centro de qualidade em horticultura. 2000. *Classificação da laranja (Citrus sinensis Osbeck)*. Programa de adesão voluntária.
- Chitarra, M. I. F.; Chitarra, A. B. 1990. *Pós-colheita de frutos e hortaliças – Fisiologia Manuseio*. ESAL – Lavras, Minas Gerais. 320 pp.

- Chitarra, M.I.F. 1994. Colheita e qualidade pós-colheita de frutos. *Informe Agropecuário*, Belo Horizonte, v. 17, n. 179, 8-18 pp.
- Chitarra, M.I.F. 2005. *Pós-colheita de frutos e hortaliças: fisiologia e manuseio*. 2. Ed. Rev. e ampl. Lavras, Minas Gerais: UFLA, 785 pp.
- Coelho, Y.S.; Nascimento, H.G. 2004. *Citricultura no Amazonas: Problemas, Potencial Produtivo e Qualidade dos Frutos*. EMBRAPA n 26.
- Coelho, Y.S., Pompeu, Jr.J., Bastos, J.B., Dornelles, C.M., Souza, E.S. & Caldas, R.C. Maturation and quality of 'Pera' sweet orange in Brazil. 1984 In: Int. Citrus Congress, 6. São Paulo, Proc. v.2. 517-520 pp.
- Colour Chart. 1995. The Royal Horticulture Society, *Colour chart*. London, England.
- Corazza-Nunes M. J.; Novelli, V.M.; Nunes, M. W.C.; Moreira, A.L.O.R.; Carvalho, S.A.; Machado, M.A. 2005. Aurantioideae: uma revisão da taxonomia e filogenia, com as contribuições da sistemática molecular. *Laranja*, Cordeirópolis, 26:2, 359-374 pp.
- Corrêa, A. R.; Oliveira, D. De; Mariot, E. J. 1992. Exigências climáticas. In: Carvalho, S. M. de; Carneiro, R.G.; Marlot, E.J. et al. A citricultura no Paraná. Londrina: IAPAR (Instituto Agrônomo do Paraná), cap. 2, 29-52 pp.
- Costa, M.G. dos S.da. 2009. *Uso de etileno no desverdecimento da tangerina Poncã produzidas nas regiões Norte e Zona da Mata de Minas Gerais*. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia)- Universidade Federal de Viçosa, Visoça, Minas Gerais, 89 pp.
- Cruz, M. do C. M, da; Ramos, J. D.; Oliveira, D.L de; Marques, V.B.; Villar, L. 2010. Características físico-químicas da tangerina Ponkan submetida ao raleio químico em relação à disposição na copa. *Revista Ciência Agrotecnologica*, Lavras, 34:1, 37-42 pp.
- Davenport, T.L.1990. Leaves not necessary for foral induction of Citrus latifolia. In: *annual meeting of the plant growth regulation society of America*, 13., 1990. Proceedings... Plant Growth Regulation Society of America, 18-19 pp.
- Davies, F.S.; Albrigo, L.G. 1994. *Citrus*. Wallingford: Cab International, 254 pp.
- Detoni, A.M; Herzog, N.F.M.; Ohland, T.; Kotz, T.; Clemente, E.2009. Influência do sol nas características físicas e químicas da tangerina Ponkan cultivada no Oeste do Paraná. *Revista Ciência e Agrotecnologia*, Lavras, 33:2, 624-8 pp.
- Dewar, R. 1996. The correlation between plant growth and intercepted radiation: An interpretation in terms of optimal plant nitrogen content. *Annals of Botany*. 78: 125-136.
- Di Giorgi, F.; Ide, B. Y. Dib, K.; Marchi, R.J.; Triboni, H.R.; Wagner, R. L.; Andrade, G. 1991. Influência do clima na produção de laranja. *Laranja*, Cordeirópolis, v. 1, 92-163 pp.
- Donadio, L.C. Figueiredo, J.O.; Pio, R.M. 1996. *Variedades Cítricas Brasileiras*, Funep, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal-SP, 228 pp.

- Donadio, L.C.; Stuchi, S. E.; Pozzan, M.; Sempionato, O.R. 1999. *Novas variedades e clones de laranja doce para indústria*. Jaboticabal-SP: FUNEP, v.1, 42 pp.
- Domingues, E.T.; Teófilo Sobrinho, J.; Tulmann Neto, A.; Mattos Jr., D. 1999. Seleção de clones de laranja Pêra e variedades assemelhadas quanto à qualidade do fruto e ao período de maturação. *Laranja*, Cordeirópolis, v. 20, n. 2, 55-433 pp.
- Doorenbos, J.; Kassam, A.H. 1994. Efeito da água no rendimento das culturas. Campina Grande: UFPB/ FAO, 306 pp. (*Paper 33*).
- Erickson, L.C.; Brannaman, B.L. 1960. Abscission of reproductive structures and leaves of orange trees. *Proc. Am. Soc. Hortic. Sci.*, v.75, 222-229 pp.
- Erickson, L. C. The general physiology of *Citrus*. In: Reuther, W.; Batchelor, L.D.; Webber, H.J. 1968. (Eds). *The citrus industry*. Riverside: UCA Press, 86-126 pp.
- FAO. 2008. *Oranges; tangerines, mandarins, clementines and satsumas; lemons and limes, grapefruit and pumelos*. Disponível em: (<http://faostat.fao.org>.) acesso em 05 /09 /2010.
- FAO. 2010. *Agriculture production: orange production*. Disponível em: <http://faostat.fao.org/site/567/default.aspx>> Acesso em: 29/08/10.
- Feichtenberger, E. *et al.* 1994. Evaluation of tolerance to Phytophthora species in scion rootstock combinations of citrus in Brazil: a review. *Proc. Int. Soc. Citriculture*, v.2, p.854-858 pp.
- Ferraz D K, Artes R, Mantovani W & Magalhães L M 1999. Fenologia de árvores em fragmento de mata em São Paulo, SP. *Revista Brasileira de Biologia*. 59: 305-317 pp.
- Figueiredo, J.O. 1991. Variedades copas de valor comercial. In: Ody Rodrigues (ed) *Citricultura Brasileira*. 2.ed. Campinas. Fundação Cargill, v.1. 57-228pp.
- FNP-CONSULTORIA E COMERCIO LTDA 2005. (http://www.fnp.com.br/agricultura/citros/prod_area_laranja.php Acesso: 13/05/2010.
- FNP Consultoria e Comércio. Citrus. In: *Agriannual 2009: anuário da agricultura brasileira*, Editora FNP, São Paulo. 267p.
- Fonfria, M. A.; Orenge, V. A.; Alcaina, M. A.; et al. 1996. *Citros: Desenvolvimento e tamanho final do fruto*. Porto Alegre: Cinco Continentes, 102pp.
- Frost, H.B., Soost, R.k. 1968. Seed reproduction: development of gametes and embryos. In: Reuther, W.; Webber, H.J & Batchelor L.D. (Ed) *The citrus industry*. Berkeley: Califórnia Division of Agricultural Sciences, University of California, v.2, 291-300pp.

- Gama, J.J.T.; Sylos, C. M. 2005. Major carotenoid composition of Brazilian Valencia orange juice: identification and qualification by HPLC. *Food Research International*, v.38, 899-903pp.
- Garcia-Luis, A. *et al.* 1988. The regulation of flowering and fruit set in Citrus: relationship with carbohydrate levels. *Isr. J. Bot.*, v.37, 189-201 pp.
- Galston, A.W. & Davies, P.S. 1972. *Mecanismos de controle do desenvolvimento vegetal*. São Paulo, EDUSP. 171 pp.
- Garlaça, S.P.; Lima, C.S.M; Tomaz, Z. 2009. Variação das características físico-químicas da tangerina Montenegrina em função da posição na planta. In: *Congresso de Iniciação Científica. Pesquisa e Responsabilidade Ambiental*, Pelotas. Resumos.
- Gat, Z.; Erner, Y.; Goldschmidt, E.E. 1997. *The effect of temperature on the citrus orchard*. Geneve: World Meteorological Organization, 27 pp.
- Gayet, J. P. 1993. Qualidade dos frutos cítricos para exportação. *Laranja*, Cordeirópolis, 14: 1, 87-96 pp.
- Goldschmidt, E.E.; Monselise, S.P. 1978. Physiological assumptions toward the development of a Citrus fruiting model. *Proc. Int. Soc. Citriculture*, v.2, p.668-672 pp.
- Goldschmidt, E.E, Huberman, M. 1974. The coordination of organ growth in developing Citrus flowers: a possibility for sink type regulation. *J. Exp. Bot.* 25:534-541pp.
- Gondim Neto, Mozar Alves ; Melo, M.S.de ; Iriarte Martel, J.H. 2010. Avaliação da qualidade e aspectos físico-químicos de laranjas em Manaus.. In: XXI Congresso Brasileiro de Fruticultura, 2010, Natal-RN. *Anais. XXI Congresso Brasileiro de Fruticultura*. Jaboticabal-SP : SBF.
- Gondim Neto, Mozar Alves ; Melo, M.S.de ; Iriarte Martel, J.H. 2010. Caracterização físico-química de limão Tahiti em diferentes tipos de solos em comunidades agrícolas próximas a Manaus.. In: XXI Congresso Brasileiro de Fruticultura, 2010, Natal-RN. *Anais do XXI Congresso Brasileiro de Fruticultura*. Jaboticabal-SP : SBF.
- Goren, R. 1993. Anatomical, physiological and hormonal aspects of abscission in citrus. *Hortic. Rev.*, v.15, 145-182 pp..
- Guardiola, J.L. 1992. Frutificação e crescimento. In: Seminário Internacional de Citros: Fisiologia, 2, Bebedouro. *Anais.... Bebedouro*. 225 pp.
- Guardiola, J.L.; Garcia-Luis, A. 1998. Thinning effects on citrus yield and fruit size. *Acta Hort.*, 209-217 pp.
- Habermann, G., 1999. *Trocas gasosas e relações hídricas em laranjeiras-doce (Citrus sinensis L. Osbeck cv. Pera) com clorose variegada dos citros (CVC)*. Tese de mestrado, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, São Paulo.

Instituto Adolfo Lutz. 2005. *Métodos físico-químicos para análises de alimentos*. IV edição. Brasília, 1018 pp.

IBGE. *Lavoura permanente 2009*. Disponível em: (<http://www.ibge.gov.br/estadosat/temas.php?sigla=am&tema=lavourapermanente2009>) acesso: em 16/08/2010.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. *Levantamento sistemático da produção agrícola: Confronto das safras 2009 e 2010*. Outubro de 2010, Disponível em: http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/indicadores/agropecuaria/lspa_200910_5.shtm Acesso em: 05/02/2012.

IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística) 2011. *Sistema IBGE de recuperação automática, Rio de Janeiro*. 2011. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br> > Acesso em: 19/04/2011.

ICET- Instituto Centro de Ensino Tecnológico. 2004. *Produtor de citros*. 2.ed. Fortaleza. Demócrito Rocha.

Iglesias, D. J.; Cercós, M.; Colmenero-Flores, J. M.; Naranjo, M. A.; Ríos, G.; Carrera, E.; Ruiz-Rivero, O.; Lliso, I.; Morillon, R.; Tadeo, F. R.; Talon M. 2007. Physiology of citrus fruiting. *Brazilian Journal of Plant Physiology*. (19):4.

Iriarte-Martel, J. H.; Donadio, L.C.; Figueireido, J.O. 1999. Efeito de onze porta-enxertos sobre a qualidade dos frutos e desenvolvimento das plantas de lima ácida 'Tahiti'. *Rev. Frutic. Jaboticabal-SP*, 21: 2. 235-238 pp.

Iriarte-Martel, J.H.; Mendonça, M. A.F; Clement, C. 2005. Aspectos físico-químicos de frutos cítricos na Amazônia Central. In: CIBRAN- Consórcio de Instituições Brasileiras de Alimentação e Nutrição, Manaus, Amazonas. Anais.

Jones, W.; Cree, C.B. 1965. Environmental factors related to fruiting of Washington Navel oranges over a 38-year period. *Proceedings of the American Society Horticultural Science*, Alexandria, v.86, 267-271pp.

Kimball, D. A. 1984. Factors affecting the rate of maturation of citrus fruits, *Proceeding of the Florida State Horticultural Society*, v.97, 4-40 pp.

Koller, O.C, 1994. *Citricultura: laranja, limão e tangerina*. Editora Rigel. Porto Alegre-RS: Rigel, 446 pp.

Krajewski, A.J.; Rabe, E. 1995. Citrus flowering: a critical evaluation. *Journal of Horticultural Science*, v.70, 357-374 pp.

Ladaniya, M. 2008. *Citrus fruit: biology, technology and evaluation*. Academic, New York.

Larcher, W. 2000. *Ecofisiologia vegetal*. São Carlos: Ed. Rima, 531 pp.

Lima, J.E.O., 1990. Florescimento e frutificação em *Citrus*. *Laranja* 10:243-253.

- Lima, S. M.; Tomaz F. P.; Galarça, S.P; Betempes, , D.L; Gonçalves, C.X; Gonçalves, M.A; Rufato, A. de R. 2007. Características físico-químicas dos frutos de laranja Natal (*Citrus sinensis* L. Osbeck) em função de sua posição na planta. In: XVI CIC/IX ENPOS. Meio de divulgação: Digital.
- Lopes, E. B.; Albuquerque, I. C.; Moura, F.T. 2007. Perfil da citricultura de Matinhas, PB, visando ao mercado nacional. *Tecnol. & Ciênc. Agropec*, João Pessoa, 1:1, 1-7 pp.
- Lovatt, C.J. *et al.* 1984. Phenology of flowering in *Citrus sinensis* (L.) Osbeck, cv. Washington navel orange. *Proc. Int. Soc. Citriculture*, v.1, 186-190 pp.
- Lupo, A.; Eisikowitch, D.; Brosh, P. 1990. Pollination in Mucott cultivar of *Citrus* (Rutaceae), the influence on seed number and productivity. International Symposium on Pollination, 6., Tilburg. *Proceedings...* tilburg: Netherlands. 27-31pp.
- Machado, M. A.; Cristofani, M.; Amara L, A. M.; Oliveira, A. C.; Genética, melhoramento e biotecnologia de citros. In: Mattos Junior, D.; Negri, J. D.; Pio, R. M.; Pompeu Junior, J. *Citros*. 2005. Campinas: Instituto Agrônômico; Fundag, 926p.
- Marchi, R.J. 1993. *Determinação das curvas de maturação de laranja Pêra na região de Bebedouro, SP*. Dissertação de Mestrado-Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, São Paulo. 129 pp.
- Mattos Júnior, D.; De Negri, J.D.; Pio, R.M.; Pompeu Júnior, J. 2005. *Citros*. Campinas: IAC. 929 pp.
- Medina, C. L.; Rena, A.L.; Siqueira, D. L.; Machado, E.C. Fisiologia dos citros. In: Mattos Júnior, D.; De Negri, J.D.; Pio, R.M.; Pompeu Júnior, J. 2005. *Citros*. Campinas: IAC. 147-195 pp.
- Miele, A. 1989. Influência do sistema de condução na evolução dos açúcares redutores e da acidez total durante a maturação da uva: relação com área foliar. Radiação solar e fotossíntese. *Revista Brasileira Fisiologia Vegetal*, v. 1, 31-40 pp.
- Monteiro, J.E.B.A. 2009. *Agrometeorologia dos cultivos: o fator meteorológico na produção agrícola*. Brasília, DF: INMET. 530-589 pp.
- Moreira, C. S. 1985. Clima e produtividade na citricultura. In: Simpósio sobre produtividade de citros, 1, *Anais...*, Jaboticabal, 14-19 pp.
- Neves, M. F.; Kalaki, R.B.; Trombin, V.G. 2010. *O retrato da citricultura brasileira*. São Paulo: Centro de Pesquisas e Projetos em Marketing e Estratégia (Markestrat). 137 pp.
- Ometto, J.C. 1981. *Bioclimatologia vegetal*. Ed. Agrônômica Ceres- São Paulo. 440 pp.
- Ortolani, A.A.; Júnior, M.J.; Alfonsi, R.R. 1991. Agroclimatologia e o cultivo dos citros. In: Rodriguez, O.; Viéga S, F.C.P.; Pompeu Júnior, J. 2 Ed. *Citricultura brasileira*. Campinas: Fundação Cargill, 153-188 pp.

- Pedro Junior, M.J. 1991. Modelos agrometeorológicos para a simulação de curvas de maturação em citros. *Laranja*, Cordeirópolis, 12:1, 225-234 pp.
- Pereira F. M.; São José, A. R. 1987. Estudos do desenvolvimento dos frutos da goiabeira 'Paluma' e 'Rica'. In: Congresso Brasileiro de Fruticultura, 9, Campinas Resumos... Campinas: SBF, 469-474 pp.
- Pereira, T. S.; Costa, M. L. M. N. da, Moraes, L. F. D.; Luchiari, C. 2008. Fenologia de espécies arbóreas em Floresta Atlântica da Reserva Biológica de Poço das Antas, Rio de Janeiro, Brasil. *Iheringia, Série Botânica*, Porto Alegre, 63:2, 329-339 pp.
- Pio, R.; Gontijo, T.C. A.; Ramos, J. D.; Chanlfun, N.N.J. 2005. Características físico-químicas de frutos de pintangueiras em função da altura de inserção na planta. *Revista Brasileira Agrociência*. 11:1, 5-107 pp.
- Pio, R.M.; Figueiredo, J.O.; Stuchi, E.D.; Cardoso, S.A.B. 2005. Variedades copa. In: Mattos Junior, D.; Negri, J. D.; Pio, R. M.; Pompeu Junior, J. *Citros*. 2005. Campinas: Instituto Agrônômico; Fundag, 37-60 pp.
- Pires, R.C.M.; Luchiari, D.JF.; Arruda, F.B.; Mossak, I. Irrigação. In: Mattos Júnior, D.; De Negri, J.D.; Pio, R.M.; Pompeu Júnior, J. 2005. *Citros*. Campinas: IAC. 369-406 pp.
- Poggiani, F.; Zamberlan, E.; Egas Junior, M.; Gava, I.C. 1987. Quantificação da deposição de folheto em talhões experimentais de *Pinus taeda*, *Eucalyptus viminalis* e *Mimosa scabrella* plantados em uma área degradada pela mineração do xisto betuminoso. *IPEF*. n, 37. 21-29 pp.
- Pompeu Junior, J. 2001. Rootstocks and scions in the citriculture of the São Paulo. In: *Int. Cong. Citrus Nurserymen*, 6..Proceedings... Ribeirão Preto, São Paulo: [s.n.], 75-82 pp.
- Pompeu Junior. 2005. Porta-enxertos. In: Mattos Junior, D.; Negri, J. D.; Pio, R. M.; Pompeu Junior, J. *Citros*. 2005. Campinas: Instituto Agrônômico; Fundag, 61-103 pp.
- Pompeu Júnior, J.; Blumer, S.; Garcia, V.X.P. 2009. Características dos frutos das Laranjas Gardner, Midsweet e Sunstar. *Laranja*, Cordeirópolis, 30:1:2, 65-73 pp.
- Ramos, J. D.; Carrijo, E. P.; Pio, R.; Gontijo, T. C.A.; Coelho, J.H.C. 2003. Características físico-químicas de frutos de Mexerica-do-Rio em função da disposição geográfica e altura de inserção na planta. *Revista Científica Rural*, Bagé, 8:2, 87-91 pp.
- Rasmussen, G.K.; Peynado, A.; Hilgeman, R. 1996. The organic acid content of Valência oranges from four locations in the United States. *Proceeding of American Society of Horticultural Science*, Chicago, v.89, 10-206 pp.
- Reuther.; Rios-Castaño, D. 1969. Comparison of growth, maturation and composition of citrus fruits in subtropical California and tropical Colombia. In: *Citrus Simp. Riverside. Proceedings...*Riverside: University of Califórnia.. 277-300 pp.
- Reuther, W. Climate and citrus behavior. In: Reuther, W. 1973. (Ed). *The citrus industry*.Riverside: UCA Press. 280-337pp.

- Reuther, W. Citrus. In: Alvim, P.T.; Kozlowski, T.T. 1977. *Ecophysiology of tropical crops*. New York: Academic Press. 409-439 pp.
- Ribeiro, R.V. Machado, E.C.; Oliveira, R.F. 2004. Growth and leaf-temperature effects on photosynthesis of sweet Orange seedlings infected with *Xylella fastidiosa*. *Plant Pathology*, Oxford, v.53, p.334-340.
- Rocha, A.C.; Tavares, E.D.; Sandrini, M.; Paiva, R.; Carvalho, S.A. 1990. Época e intensidade de florescimento e pegamento de frutos segundo a distribuição pelos quadrantes da laranjeira. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, DF. 25:1, 85-88 pp.
- Rodriguez, O. 1987. Ecofisiologia dos citros. In: Castro, P.R.C. (Ed.). *Ecofisiologia da produção agrícola*. Piracicaba: Potafos, 151-164 pp.
- Rolim, G.S. O Clima e o desenvolvimento dos citros 2010. *VII Simpósio de Citricultura Irrigada*. Bebedouro, São Paulo.
- Salibe, A. A. 1974. *Curso de especialização em citricultura em nível de pós-graduação*. Botucatu. 190 pp.
- Sartori, I.A.; Koller, O.C.; Schwarz, S.F.; Bender, R.J.; Schäfer, G. 2002. Maturação de frutos de seis cultivares de laranjas-doces na Depressão Central do Rio Grande do Sul. *Revista Brasileira de Fruticultura*, Jaboticabal-SP, n. 2, 364-369 pp.
- Sentelhas, P.C. Agrometeorologia dos citros. In: Mattos Júnior, D.; De Negri, J.D.; Pio, R.M.; Pompeu Júnior, J. 2005. *Citros*. Campinas: IAC. 317-344 pp.
- Silva, S.E.L. da.; Garcia, T.B. 1999. *A cultura da laranjeira no Amazonas*. Manaus: Embrapa Amazônia Ocidental, 20p. (Embrapa Amazônia Ocidental. Documentos, 5).
- Silva, S. E. L.; Berni, R.F.; Souza, A.G.C.; Souza, M.G.; Tavares, A.M. 2004. *Cultivo de citros para o Amazonas*. (EMBRAPA Amazônia Ocidental. Sistemas de produção 3). Manaus. 50 pp.
- Sites, J. W.; Reitz, H.J. 1949. The variation in individual Valencia oranges from locations of the tree as a guide to sampling methods and spot-picking for quantity. I. Soluble solids in the juice: *Proceedings American Society Horticultural Science*. Alexandria. V.54, 1-10 pp.
- Sites, J. W.; Reitz, H.J. 1950. The variation in individual Valencia oranges from locations of the tree as a guide to sampling methods and spot-picking for quantity. II. Titrable acid and soluble solids/ titrable acid ratio of the juice. In: *Proceedings American Society Horticultural Science*. [S.1: s.n]. v.55, 73-80 pp.
- Soares, C. P. 2005. *Caracterização fenológica do banco de germoplasma de camu-camu (Myrciaria dubia (H.B.K) McVaugh, Myrtaceae) do INPA*. Dissertação de Mestrado, Universidade do Estado do Amazonas/ Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Manaus, Amazonas. 98 pp.

- Spiegel-Roy, P.; Goldschmidt, E.E. 1996. *Biology of citrus*. Cambridge: Cambridge University Press, 230 pp.
- Syvertsen, J.P.; Albrigo, L.G. 1980. Some effects of grapefruit tree canopy position on microclimate, water relations, fruit yield, and juice quality. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, v. 105, 9-454 pp.
- Souza, M.J.H. 2004. *Análises do manejo de água, graus-dia, radiação interceptada e produtividade na lima ácida 'Tahiti'*. Dissertação de Mestrado– Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, Minas Gerais. 94 pp.
- Souza, V. C.; Lorenzi, H. 2008. *Botânica sistemática, guia ilustrado para identificação das famílias das angiospermas da flora brasileira, baseada em APGII*. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 640 pp.
- Taiz, L.; Zeiger, E. 2004. *Fisiologia vegetal*. Porto Alegre. 722 pp.
- Talón, M. *et al.* 1998. Hormonal regulation of fruit set and abscission in citrus: classical concepts and new evidence. *Acta Hortic.*, v.463, 209-218 pp.
- Tonietto, S. A; Tonietto. A. 2005. Floração da variedade Tobias (*Citrus sinensis* Osbeck.) sobre três porta-enxertos no Vale do Taquari-RS. *Revista Brasileira de Fruticultura*. Jaboticabal, 27:1.
- Volpe, C. A; Barbosa, J. C., Minchio, C.A. 1989. Análise da precipitação mensal em Jaboticabal (SP). *C.I. Agrônômica*, Jaboticabal, 4:2, 5-6 pp.
- Volpe, C.A. Fenologia dos citros. 1992. In: Seminário Internacional de Citros: Fisiologia, 2, Bebedouro. *Anais...*225 pp.
- Volpe, C. A.; Schoffel, E.R.; Barbossa. J.C. 2002. Influência da soma térmica e da chuva durante o desenvolvimento de laranjas Valência e Natal na relação entre sólidos solúveis e ácidos e no índice tecnológico do suco. *Revista Brasileira Fruticultura*, Jaboticabal, 24:2, 41-436 pp.
- Zanini, J. R.; J. R.; Pavani.;L. C.; Silva, A da A. 1998.Irrigação em citros. Jaboticabal: Funep, (*Boletim Técnico*, 7). 35 pp.
- Weiler, R. L.; Brugnara, E.C.; Schwarz, S.M.; Batianel, M.; Machado, M.A.; Schifino-Wittmann, M.T. 2010. Caracterização molecular de uma progênie de tangerineira 'Clementina Fina' e 'Montenegrina'. *Ciência Rural*, Santa Maria, 40:7, 1523-1529 pp.

APÊNDICE

GLOSSÁRIO

ANTESE

Período de abertura do botão floral.

COPA

É a parte terminal do eixo principal da árvore. É toda a ramificação acima do tronco.

COTONETE

Estádio de flor completa com pétalas fechadas.

CHUMBINHO

Estádio de frutos em início de formação.

BOLA DE GUDE

Estádio de frutos com diâmetro maior ou igual a 3,0 cm.

BOLA DE PINGUE-PONGUE

Estádio de frutos com diâmetro maior ou igual a 4,5 cm.

ESTRATOS

Representa a divisão dos terços da copa das plantas no sentido transversal.

GRAUS-DIA

Parâmetro para determinar o período entre o florescimento e a maturação dos frutos em diferentes regiões e/ou cultivares.

QUADRANTE

Representa uma parte do total de quatro divisões da copa das plantas.

‘RATIO’

Parâmetro para determinação do índice de maturação dos frutos a partir da relação de Sólidos Solúveis Totais (SST) pela Acidez Títulável Total (ATT).

Tabela 20- Resumo da análise de variância para as variáveis: índice de pegamento dos frutos, duração em dias dos sub-períodos (3-5) antese a chumbinho, sub-períodos de chumbinho a bola de gude (5-7), sub-períodos de bola de gude a colheita (7-9) e sub-períodos da antese a colheita (3-9) de laranjas 'Pera-Rio', situadas em diferentes posições da copa, Fazenda Brejo do Matão, Manaus-AM, (2010-2011).

Causas de variação	GL	Quadrados Médios das Variáveis				
		² Índice de pegamento dos frutos	¹ Sub-períodos (3-5)	¹ Sub-períodos (5-7)	¹ Sub-períodos (7-9)	¹ Sub-períodos (3-9)
Quadrantes	3	0.17831 ^{ns}	0.01571 ^{ns}	0.05550 ^{ns}	0.69119 ^{ns}	0.60851 ^{ns}
Estratos	2	0.22184 ^{ns}	0.08250 ^{ns}	7.59218 ^{**}	4.54798 ^{**}	6.60378 ^{**}
Interação	6	0.04186 ^{ns}	0.01964 ^{ns}	1.23509 ^{**}	1.81779 ^{**}	3.67471 ^{**}
Tratamentos	11	0.11180 ^{ns}	0.03429 ^{ns}	2.06922 ^{**}	2.00693 ^{**}	3.37103 ^{**}
Resíduo	108	0.14082	0.04714 ^{ns}	0.27795	0.33426	0.57442
Coef.variação		69,14	4,80	5,31	4,69	6,11

ns = não significativo, * significativo a 5% pelo Teste Tukey e ** significativo a 1% pelo Teste Tukey. ¹ Dados transformados em \sqrt{x} , ² Dados transformados em $\text{arc sen } \sqrt{\frac{x}{x+100}}$.

Tabela 21- Resumo da análise de variância para as características físico-química de laranjas ‘Pera-Rio’, situadas em diferentes posições da copa, Fazenda Brejo do Matão, Manaus-AM, (2011).

Causas de variação	GL	Quadrados Médios das Variáveis					
		Diâmetro Longitudinal	Diâmetro Equatorial	Espessura da casca	¹ Número de sementes	Massa do fruto	Massa do suco
Quadrantes	3	0.66889 [*]	0.28742 ^{ns}	0.02041 ^{**}	19.25278 ^{**}	1781.08292 ^{ns}	3,1852 [*]
Estratos	2	2.27308 ^{**}	2.70625 ^{**}	0.00765 ^{ns}	26.80833 ^{**}	15305.63180 ^{**}	24,7594 ^{**}
Interação	6	0.19131 ^{ns}	0.19425 ^{ns}	0.00295 ^{ns}	3.01944 ^{ns}	757.11516 ^{ns}	1,9223 ^{ns}
Tratamentos	11	0.70006 ^{**}	0.67639 ^{**}	0.00857 [*]	11.77197 ^{**}	3681.56394 ^{**}	6,4189 ^{**}
Resíduo	108	0.16906	0.14647	0.00370	2.82870	667.02744	167.18890
Coef.variação		5,76	5,68	15,00	29,29	15,24	14,54

ns = não significativo, * significativo a 5% pelo Teste Tukey e ** significativo a 1% pelo Teste Tukey. ¹ Dados transformados em \sqrt{x} .

Tabela 22- Continuação da tabela 21.

Causas de variação	GL	Quadrados Médios das Variáveis					
		² Rendimento de suco	pH	Sólidos solúveis	² Acidez	Ratio	Índice Tecnológico
Quadrantes	3	0.00067 ^{ns}	0.09182 ^{**}	2.46867 [*]	0.00007 ^{ns}	10.30163 ^{ns}	0.79715 ^{ns}
Estratos	2	0.00047 ^{ns}	0.00670 ^{ns}	1.61233 ^{ns}	0.00008 ^{ns}	2.33127 ^{ns}	0.0615 ^{ns}
Interação	6	0.00233 ^{ns}	0.01998 ^{ns}	0.92167 ^{ns}	0.00004 ^{ns}	10.23433 ^{ns}	1.11052 ^{**}
Tratamentos	11	0.00154 ^{ns}	0.03716 ^{**}	1.46915 [*]	0.00006 ^{ns}	8.81576 ^{ns}	0.83433 ^{ns}
Resíduo	108	0.00131	0.01136	0.66450	0.00003	4.20812	0.29919
Coef.variação		4,47	2,85	10,96	6,67	2,18	14,20

ns = não significativo, * significativo a 5% pelo Teste Tukey e ** significativo a 1% pelo Teste Tukey. ² Dados transformados em $\arcsin \sqrt{\frac{x+100}{200}}$.

ANEXOS

Tabela 23. Dados climáticos para a região de Manaus (AM) nos anos de 2010 e 2011.

Mês	2010						2011					
	Temperatura (°C)			Precipitação (mm)	UR (%)	Radiação Global	Temperatura (°C)			Precipitação (mm)	UR (%)	Radiação Global
	Máx	Mín	Méd				Máx	Mín	Méd			
Jan	31,1	23,2	25,7	215,1	87	29,5	30	22	24,7	267,0	88	25,9
Fev	30,5	23,1	25,7	289,8	89	26,6	29,6	21,7	24,4	587,5	89	25,5
Mar	32,2	23,8	26,2	257,3	86	32,3	29,9	22,2	24,7	319,0	89	18,7
Abr	30,4	23,2	25,3	456,4	89	24,7	29,7	22	24,6	497,6	89	12,9
Mai	31,0	23,6	25,7	208,9	88	24,6	29,7	22,5	24,9	230,4	90	11,4
Jun	31,6	22,7	25,3	155,7	87	28,4	31,3	22,5	25,6	118,4	86	14,7
Jul	31,2	22,4	25,4	102,5	84	28,7	31,7	22,1	25,8	68,3	82	16,6
Ago	33,3	22,3	26,7	115,8	79	34,6	33,1	22,1	26,4	169,7	80	18,6
Set	34,2	22,8	27,4	149,4	78	38,6	32,8	21,9	26,0	115,1	83	17,6
Out	33,7	22,4	26,7	159,0	81	36,2	32,5	22,5	26,3	175,3	83	16,4
Nov	32,4	22,4	26,0	131,3	84	34,0	32,2	22,4	26,2	141,2	86	19,4
Dez	31,6	21,9	25,4	268,2	86	28,8	31,1	21,2	25,8	115,1	87	20,0

Fonte: Estação Climatológica Adolfo Ducke – Coordenação de Pesquisas em Clima e Recursos Hídricos/CPCR-INPA.

Tabela 24. Resultado de análise química do solo, laranjeira ‘Pera-Rio’ fazenda Brejo do Matão Manaus (AM), 2010.

pH (H ₂ O)	P	K	Ca	Mg	Ca+MG	Al	Na	H+Al	S	CTC	V	M_O
	mg/dm ³	Cmolc/dm ³									%	g/kg
6,2	47	0,05	2,7	1,1	3,8	0,1	0,01	2,42	3,87	6,26	62	18,21

Fonte: Embrapa Mandioca e Fruticultura (2010).