

Universidade de Brasília – UnB
Instituto de Ciências Biológicas - IB
Departamento de Botânica - BOT
Mestrado em Botânica



Fisiologia Pós-colheita de frutos das palmeiras

Syagrus oleracea (Mart.) Becc.

e

Mauritia vinifera Mart.

Paulo Santelli

Brasília – DF.

Junho 2005

Fisiologia Pós-colheita de frutos das palmeiras

Syagrus oleracea (Mart.) Becc.

e

Mauritia vinifera Mart.

Dissertação apresentada ao
Departamento de Botânica, do Instituto de
Ciências Biológicas da Universidade de
Brasília, como parte dos requisitos
necessários à obtenção do título de Mestre
em Botânica.

Aluno: Paulo Santelli

Orientadora: Maria Elisa Ribeiro Calbo

Brasília – DF.

Junho 2005

Termo de Aprovação

Paulo Santelli

Fisiologia Pós-colheita de frutos das palmeiras *Syagrus oleracea* (Mart.) Becc. e *Mauritia vinifera* Mart.

Dissertação aprovada como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Botânica, Departamento de Botânica, Instituto de Ciências Biológicas da Universidade de Brasília.

Membros da Banca Examinadora:

Prof^a. Dr^a. Maria Elisa Ribeiro Calbo
Departamento de Botânica, UnB.
(Orientadora)

Dr^a. Cristina Maria Monteiro Machado
Pesquisadora da EMBRAPA Hortaliças (CNPQ).
(Membro externo)

Dr. Adonai Gimenez Calbo
Pesquisador da EMBRAPA Hortaliças (CNPQ).
(Membro externo vinculado ao programa)

Prof. Dr. Fabian Borghetti
Departamento de Botânica, UnB.
(Suplente)

Brasília – DF, 29 de junho de 2005

Dedico a todos, especialmente aos meus avôs **João** e **Raffaele** que, mesmo sem nunca ter sentido sua presença física e podido compartilhar momentos únicos, são presença intrínseca. A minha avó **Luiza**, eterna em sabedoria. A nonna **Dolores**, sabor inigualável.

**“But a fruit’s beauty serves merely as a guide to
birds and beasts in order that the fruit may be
devoured and the manured seeds disseminated”**

Charles R. Darwin

Agradecimentos

A todos os professores, desde tempos remotos, que souberam abrir portas e transmitir suas experiências fazendo mais instigante e desejosa a busca do conhecimento.

Aos grandessíssimos mais do que técnicos dos laboratórios: **Marinho e Elias (Fisiologia Vegetal)** e **João e Zé Carlos (EMBRAPA Hortalças)**.

Aos grandes amigos da graduação, especificamente: **João, Carlos, Angela e Edmar, Luiz Guilherme, Rafael, Fernanda, Adriana, Samuel, Quinho, Wel, Guilherme, Rodrigo's Gustavo, Fabiano, entre outros.**

Aos amigos da PósBot: **Adriana, Ari, Leo, Fernanda, Janaína, Margareth, Bárbara, Carol Machado, Zé Geraldo, Andréia, Astríd, Nazareth, Iriode, Regina, Camila, Janayna, Vanessa, Luciano, José Paulo, Paulo, Eduardo, Beatriz, Josemília, Simone, Stefano, Silvio, Giovana e Loise**

Aos professores Bot: **Eneida, Fabian, Augusto, Linda, Lourdes, Lúcia Helena, Graça, Dalva, Carolyn, Cecília, Paulo Câmara, José Carlos, Torres e Zé Ricardo**

A professora **Maria Elisa** por tudo, simplesmente tudo. A tranquilidade e a sabedoria, nos momentos sérios e na distração. Por ter aberto a minha visão e me colocado no mundo da Botânica de forma tão sutil e ao mesmo tempo avassaladora. Ao professor **Adonai**, pela paciência, genialidade, criatividade e sapiência. A este **Casal** em especial faço aqui minha reverência, tanto pelo seu precioso tempo despendido comigo, quanto pelos ensinamentos e momentos únicos que levarei por toda a minha vida.

A **Cristina Maria** pela disponibilidade e interesse em estar aqui colaborando com esta derradeira e importante fase do trabalho.

A **Deus** pela grande oportunidade que é trilhar este caminho repleto de incógnitas, mas, seguramente, cheio de mistério, beleza e fantasia, permeado de obstáculos transponíveis e de rico aprendizado.

A minha **Mãe**, Simonetta Santelli, e todo o seu espírito que é uma verdadeira luz guia, uma imensidão de sincretismos, onde toda forma é plena de emoção e sentimento.

A meu **Pai**, João Santelli Junior, que através de tamanha razão nos guia magistralmente pelos caminhos possíveis da lógica, encaminhando-nos ao mais profundo saber.

A meu **Irmão**, Fabio Santelli, que em sua sinceridade e visão prática da vida faz de um minuto uma eternidade e aproveita cada grão de areia para construir um instante de sabedoria. A sua esposa, **Ana Carolina (Carô)**, que com enorme delicadeza passeia pela cura e pelo ensinar e aprender profundos.

A **Carol**, constante presença de amor enamorado, todo dia uma imensidão, cada hora uma realidade, minutos e segundos se vão e ficamos cada vez mais.

Aos colegas, amigos dos cursos e da vida. **Amo Todos.**

Sumário

Resumo	xii
Abstract	xiv
1. Introdução	1
2. Objetivos	4
3. Revisão Bibliográfica	5
3.1. Cor.....	6
3.2. Climatério, Etileno e Respiração	7
3.3. Volumes Gasosos Intercelulares e Atmosfera Interna.....	10
4. Hipóteses	12
5. Material e Métodos.....	13
5.1. Medidas de Respiração – Evolução de Etileno e CO ₂	14
5.2. Atmosfera Interna	15
5.3. Cor.....	18
5.4. Medidas de Volumes Gasosos Intercelulares	19
5.5. Firmeza	20
5.5.1. Método de Aplanção.....	20
5.5.2. Penetrômetro.....	22
5.6. Medidas de Transpiração	23
5.7. Constante de Conversão.....	26
5.8 Análise Estatística	26
6. Resultados e Discussão	27
6.1 Syagrus oleracea – guerocha	27
6.1.1. Cromatografia.....	27
6.1.2. Atmosfera Interna	32
6.1.3. Cor.....	34
6.1.4. Medidas de Volumes Gasosos Intercelulares	37
6.1.5. Firmeza - Método de Aplanção	37
6.1.6. Medidas de Condutância de vapor d’água	38
6.2 Mauritia vinifera – buriti	42
6.2.1. Cromatografia.....	42
6.2.2. Atmosfera Interna	50
6.2.3. Cor.....	53
6.2.4. Medidas de Volumes Gasosos Intercelulares	58
6.2.5. Firmeza - Penetrômetro.....	58
6.2.6. Medidas de Condutância de vapor d’água	59
7. Conclusões.....	63
8. Bibliografia.....	65

Lista de Tabelas

Tabela 1 – Exemplo de valores (cm) medidos pela diferença de nível entre a superfície da água na cuba e o menisco interno do cilindro graduado em diferentes espaços de tempo (min).	39
--	----

Lista de Figuras

Figura 1 – Esquema do FACILI (à esquerda) (www.cnph.embrapa.br/laborato/pos_colheita/faciliti.htm) e Câmara de Devaux (à direita) utilizados para as medições da concentração de O ₂ e CO ₂ na atmosfera interna dos frutos. No detalhe fruto de gueroba (<i>Syagrus oleracea</i>).	15
Figura 2 – Colorímetro utilizado para avaliação da cor. Pode-se observar um exemplo de leitura em <i>Lab</i> com um fruto de gueroba (<i>Syagrus oleracea</i>).	18
Figura 3 – Aplanador utilizado durante o experimento. No detalhe observa-se a elipse formada na área amassada em fruto de gueroba (<i>Syagrus oleracea</i>)...21	
Figura 4 – Penetrômetro a gás utilizado no experimento com frutos de buriti (<i>Mauritia vinifera</i>) e detalhe da ponta de prova escolhida para a realização das medições.	22
Figura 5 – Porômetro pós-colheita montado para a realização dos experimentos. No detalhe, disposição dos frutos de gueroba (<i>Syagrus oleracea</i>) antes do fechamento da câmara do porômetro.....	24
Figura 6 – Evolução de etileno ($\mu\text{L.kg}^{-1}.\text{h}^{-1}$) em frutos de gueroba (<i>Syagrus oleracea</i>) armazenados em conjunto a 25 °C (◆) e a 8 °C (■) e frutos individuais armazenados a 25 °C (▲). As barras de intervalo representam o erro padrão da média.	28
Figura 7 – Evolução de CO ₂ ($\text{mL.kg}^{-1}.\text{h}^{-1}$) em frutos de gueroba (<i>Syagrus oleracea</i>) armazenados em conjunto a 25 °C (◆) e a 8 °C (■) e frutos individuais armazenados a 25 °C (▲). As barras de intervalo representam o erro padrão da média.....	28

Figura 8 – Aparência externa de frutos de gueroba (<i>Syagrus oleracea</i>) ao oitavo dia de armazenamento a 8°C. São visíveis sintomas de injúrias causadas pelo resfriamento (chilling), tais como escurecimento da casca e manchas.....	29
Figura 9 - Aspecto da polpa de frutos de gueroba (<i>Syagrus oleracea</i>) ao oitavo dia de armazenamento a 8°C. São visíveis sintomas de injúrias causadas pelo resfriamento (chilling) tais como escurecimento da polpa, não amadurecimento ou amadurecimento irregular e pontos pretos.	30
Figura 10 – Porcentagem de perda de peso de 6 frutos de gueroba (<i>Syagrus oleracea</i>) armazenados em conjunto a 25 °C (◆) e a 8 °C (■) e frutos individuais armazenados a 25 °C (▲). As barras de intervalo representam o erro padrão da média.	31
Figura 11 - Concentração interna de O ₂ (porcentagem) em frutos de gueroba (<i>Syagrus oleracea</i>) durante o processo de amadurecimento. As barras de intervalo representam o erro padrão da média.	32
Figura 12 - Concentração interna de CO ₂ (porcentagem) em frutos de gueroba (<i>Syagrus oleracea</i>) durante o processo de amadurecimento. As barras de intervalo representam o erro padrão da média.	33
Figura 13 – Mudança de cor em frutos de gueroba (<i>Syagrus oleracea</i>) ao longo do processo de amadurecimento (12 dias).	35
Figura 14 - Tabela de médias diárias das cores da casca da gueroba (<i>Syagrus oleracea</i>) obtidas com o colorímetro minolta (<i>Lab</i>).	36
Figura 15 – Mudança na firmeza dependente da turgidez celular, em kgf.cm ⁻² , durante o amadurecimento dos frutos da gueroba (<i>Syagrus oleracea</i>). As barras de intervalo representam o erro padrão da média.	38
Figura 16 - Condutância do vapor de água (mol kg ⁻¹ .s ⁻¹) em frutos de gueroba (<i>Syagrus oleracea</i>) ao longo do processo de amadurecimento. As barras de intervalo representam o erro padrão da média.	40
Figura 17 - Evolução de etileno (μL.kg ⁻¹ .h ⁻¹) em frutos de buriti (<i>Mauritia vinifera</i>) armazenados: em conjunto de cinco frutos a 25 °C em frascos mantidos abertos no ambiente(■), a 25 °C em frascos com frutos individuais mantidos abertos no ambiente(▲), em conjunto de cinco frutos a 25 °C em frascos	

- fechados com pouca passagem de ar (♦) e em conjunto de cinco frutos a 8 °C em frascos mantidos abertos (×). As barras de intervalo representam o erro padrão da média. 43
- Figura 18 - Evolução de CO₂ (mL.kg⁻¹.h⁻¹) em frutos de buriti (*Mauritia vinifera*) armazenados: em conjunto de cinco frutos a 25 °C em frascos mantidos abertos no ambiente(■), a 25 °C em frascos com frutos individuais abertos no ambiente(▲), em conjunto de cinco frutos a 25 °C mantidos em frascos fechados com pouca passagem de ar (♦) e em conjunto de cinco frutos a 8 °C em frascos mantidos abertos(×). As barras de intervalo representam o erro padrão da média. 44
- Figura 19 – Porcentagem de perda de peso em relação ao peso inicial, em função do tempo de armazenamento, em frutos de buriti (*Mauritia vinifera*) armazenados a: 25 °C em frascos mantidos abertos no ambiente contendo 5 frutos(■), 25 °C em frascos mantidos abertos no ambiente com frutos individuais (×), 25 °C em frutos mantidos em frascos fechados com reduzida passagem de ar contendo 5 frutos(♦) e a 8 °C em frascos mantidos abertos contendo 5 frutos(▲). As barras de intervalo representam o erro padrão da média. 47
- Figura 20 – Fruto de buriti (*Mauritia vinifera*) armazenado a 8 °C onde pode-se observar a coloração opaca da polpa, aqui caracterizada como injúria causada pelo resfriamento (chilling). 48
- Figura 21 - Sintoma de injúria causado pelo resfriamento (chilling). Espaçamento formado entre as escamas de fruto de buriti (*Mauritia vinifera*) armazenado a 8 °C..... 49
- Figura 22 – Fruto de buriti (*Mauritia vinifera*) armazenado a 8 °C com os sintomas apresentados nas figuras 19 e 20. É possível notar a coloração opaca em toda a polpa. Este fruto não completou o seu processo de amadurecimento mesmo quando recolocado em temperatura ambiente. 49
- Figura 23 - Concentração interna de O₂ (porcentagem) em frutos de buriti (*Mauritia vinifera*) durante o processo de amadurecimento a 25 °C para frutos armazenados em conjunto em frascos que foram mantidos fechados com

passagem reduzida de ar por meio de pequenos furos(■) e em frascos mantidos abertos (◆). As barras de intervalo representam o erro padrão da média.	51
Figura 24 - Concentração interna de CO ₂ (porcentagem) em frutos de buriti (<i>Mauritia vinifera</i>) durante o processo de amadurecimento a 25 °C para frutos armazenados em conjunto em frascos que foram mantidos fechados com passagem reduzida de ar por meio de pequenos furos(■) e em frascos mantidos abertos (◆). As barras de intervalo representam o erro padrão da média.	52
Figura 25 – À esquerda, tabela de médias diárias das cores obtidas para a polpa do buriti (<i>Mauritia vinifera</i>) ao longo do processo de amadurecimento (10 dias) com o colorímetro minolta (<i>Lab</i>), a 25 °C. À direita, tabela fotográfica da mudança de cor da polpa de frutos de buriti no mesmo experimento.	54
Figura 26 – Mudança de cor em frutos de buriti (<i>Mauritia vinifera</i>) ao longo do processo de amadurecimento (10 dias), a 25 °C.	56
Figura 27 – Tabela de médias diárias das cores obtidas para a casca do buriti (<i>Mauritia vinifera</i>) ao longo do processo de amadurecimento (10 dias) com o colorímetro minolta (<i>Lab</i>), a 25 °C.	57
Figura 28 – Mudança na firmeza dependente da composição bioquímica e amadurecimento na polpa dos frutos de buriti (<i>Mauritia vinifera</i>), em kgf, ao longo do processo de amadurecimento. As barras de intervalo representam o erro padrão da média.	59
Figura 29 - Condutância do vapor de água (mol.s ⁻¹ .kg ⁻¹) ao longo do processo de amadurecimento em frutos de buriti (<i>Mauritia vinifera</i>) armazenados em conjunto em frascos que foram mantidos fechados com passagem reduzida de ar por meio de pequenos furos(◆) e em frascos mantidos abertos (■). As barras de intervalo representam o erro padrão da média.	60

Resumo

Este trabalho foi desenvolvido para ampliar o conhecimento da fisiologia e do comportamento pós-colheita dos frutos de duas espécies de palmeiras nativas na região Centro-Oeste Brasileira a *Syagrus oleracea* (Mart) Becc. (gueroba) e a *Mauritia vinifera* Mart. (buriti). Foram estudados alguns aspectos de mudanças durante o amadurecimento dos frutos e suas características tais como: a perda de peso, as alterações de cor da casca e da polpa, volumes gasosos intercelulares, a concentração interna de CO₂ e de O₂, a condutância do vapor d'água e a firmeza a temperatura ambiente (25°C); bem como as evoluções de CO₂ e etileno tanto à temperatura ambiente (25°C) quanto à baixa temperatura (8°C). Os frutos da gueroba e do buriti se mostraram sensíveis à injúria por resfriamento e quando armazenados a temperatura de 8°C apresentaram sinais de injúria pelo frio e não amadurecem mesmo quando foram recolocados a temperatura ambiente (25°C). Mantidos sobre umidade relativa elevada e com baixa transpiração os frutos de buriti duraram cerca de três vezes mais do que quando armazenados sob umidades mais baixas (65 a 85%). Em outros frutos já estudados nunca foi observado tamanho efeito da transpiração no amadurecimento. As escamas dos frutos do buriti se “soltam” durante o amadurecimento e injúria de frio. Isto causa grande aumento na condutividade ao vapor d'água e de outros gases da atmosfera interna do fruto. Nos frutos de buriti as curvas de concentração interna de CO₂ e O₂ evidenciam o afrouxamento das escamas, possivelmente no climatério. O pico de evolução de em CO₂ em frutos de buriti ocorreu dois dias após o pico de etileno, diferentemente da gueroba na qual estes dois picos ocorreram de maneira coincidente no mesmo dia. Nos frutos de gueroba as curvas de concentração de CO₂ e O₂ na atmosfera interna são evidências de que se trata de um fruto climatérico. O valor obtido para os volumes gasosos intercelulares da gueroba coloca os seus frutos dentro da faixa de órgãos com média quantidade de volumes gasosos, com baixa susceptibilidade à injúria de impacto e alta susceptibilidade injúrias de amassamento. Já o

volume gasoso intercelular encontrado para o fruto do buriti o coloca na faixa de órgãos com baixa quantidade destes volumes, o que pode indicar que os frutos de buriti tenham uma alta susceptibilidade à injúria de impacto e sejam mais propensos à ocorrência de rachaduras ou ao descolamento de sua casca. Por outro lado este valor dos volumes gasosos é indicativo de que os frutos do buriti têm uma baixa susceptibilidade a injúrias de amassamento durante o seu armazenamento e transporte caso estejam ainda firmes com coloração marrom clara.

Abstract

Many aspects of post harvest changes on fruits of two native palm species of Central Plateau of Centralwestern Brazil where studied. The species *Syagrus oleracea* (Mart) Becc. known as gueroba and the *Mauritia vinifera* Mart. commonly known as buriti where evaluated in aspects such as loss of weight, changes of pulp and skin color, internal gaseous volumes, internal concentration of CO₂ and O₂, water vapor conductance, firmness, chilling injury and CO₂ and ethylene evolution. *S.oleracea* and *M.vinifera* fruits are sensible of chilling injury and when stored at low temperature such as 8°C they failed to ripe. *M.vinifera* fruit stored on high humidity chambers, subjected to low transpiration rate kept their integrity for as long as three times the storage life of the fruits that were held on low humidity chambers (65 to 85%). The hard peel of *M.vinifera* fruits loses its tight and perfect scale arrangement during ripening and chilling injury, and this causes a tremendous increase in the water vapor and other gases conductance from its internal atmosphere. In *M.vinifera* fruits the curves of internal CO₂ and O₂ are an evidence of the formation of openings in the hard peel scales, possibly at the beginning of climacteric rise. The climacteric peak of CO₂ on *M.vinifera* fruits has occurred two days after the ethylene peak, differently of *S.oleracea* fruits where these two peaks have occurred simultaneously. In *S.oleracea* fruits the curves of internal concentrations of CO₂ and O₂ are evidences that these are a climacteric fruit. The gaseous intercellular volumes that were obtained for *S.oleracea* fruits put them among other organs with medium quantity of these volumes, which means that they may have low susceptibility for impact injury and a high susceptibility for compression injury. In the case of *M.vinifera* fruits, the low intercellular gaseous volumes found express that these fruits have a high susceptibility for impact injury and that they have a tendency of splitting or ungluing their hard peel dermal scales. They also have a low susceptibility for compression injury while they are still firm with a light brown peel color.

1. Introdução

As espécies da família Arecaceae, plantas conhecidas como palmeiras, apresentam grande importância econômica e são exploradas comercialmente na produção de óleo, amido, palmito, cera e fibras. São também utilizadas como fonte de alimento, bebidas e como matéria-prima para construção de barcos, pontes e casas. Plantas de inegável valor estético são utilizadas na ornamentação de praças, jardins e ambientes internos há vários séculos.

Todas as espécies nativas, e aqui se incluem as palmeiras, estão inseridas em um contexto ecológico, cada qual em seu ambiente de origem, com suas funções e importância em seu ecossistema específico, relacionadas com o ambiente e a fauna da região.

As palmeiras são de ocorrência predominantemente tropical (Henderson *et al.*, 1995), têm a capacidade de se estabelecer em diversos tipos de habitat, como: mata de terra firme, matas periodicamente inundadas, Cerrado, e em ambientes degradados. Na floresta de terra firme a maioria das espécies adultas são pequenas palmeiras de sub-bosque e a minoria é arborescente. Em áreas periodicamente inundadas, ocorre pouca diversidade de espécies e muita abundância de indivíduos (Miranda *et al.*, 2001). No Brasil encontram-se extensamente distribuídas (Lorenzi *et al.*, 2004). Inclusive no Cerrado que está localizado no Planalto Central do Brasil e em áreas isoladas ao Norte, nos estados do Amapá, Amazonas e Roraima, e ao Sul no estado do Paraná, e que representam juntas o segundo maior bioma do país em área ocupada, com mais de 2.000.000 km², sendo aproximadamente 23% do território nacional (Ratter *et al.*, 1997; Ribeiro & Walter 1998).

A realização de estudos fisiológicos é fundamental para o conhecimento da ecofisiologia desta família, que pode ainda, contribuir para a preservação e propagação de suas espécies. Foram, então, selecionadas

duas espécies muito comuns no Distrito Federal (DF) para realizar estudos fisiológicos de seus frutos, a *Syagrus oleracea* (Mart) Becc e a *Mauritia vinifera* Mart.

A espécie *Mauritia vinifera* Mart. é popularmente conhecida como buriti. Possui tronco ereto, com flores de sexos separados em indivíduos diferentes, com até cerca 35 m de altura e caule liso medindo de 23 a 50 cm de diâmetro. Suas folhas são perenes, em número de 8 a 25, e em forma de leque do qual os segmentos partem da raque ou costa e apresentam saliências no sentido do eixo maior. Possuem bainha de até 2,5 m de comprimento e 3,0 m de largura e o pecíolo pode chegar a 4 m de comprimento. A inflorescência está localizada entre as folhas e possui entre 2 e 4 m de comprimento. Os frutos medem cerca de 4,0 cm de diâmetro e são em forma de uma drupa levemente ovalada, simples, com a presença de uma única semente ovóide de consistência dura e amêndoa comestível. Possuem polpa amarela, carnosa e comestível e são recobertos por escamas extremamente duras, de coloração marrom-avermelhado na maturidade (Correa, 1931; Lorenzi, 1992).

A polpa do buriti é utilizada em uma infinidade de receitas caseiras tais como: sorvetes, refrescos e o vinho, que é consumido com açúcar e farinha de mandioca. Ainda da polpa prepara-se o doce de buriti e extrai-se óleo comestível, com características organolépticas de sabor e aroma agradáveis, qualificado por um alto teor de Pró-vitamina "A" (carotenóides), podendo vir a ter um variado número de aplicações para a indústria de produtos alimentícios, farmacêuticos e cosméticos (Miranda *et al.*, 2001). Esta mesma polpa pode ser consumida *in natura*, seca e transformada em farinha ou fermentada. Da amêndoa extraí-se um carburante líquido que é ainda pouco utilizado. Da medula do tronco obtém-se uma fécula amilácea. As folhas novas são usadas na confecção de cordas e redes e as adultas na cobertura de canoas e casas. Os talos são usados na construção de canoas e casas e para confecção de rolhas e esteiras. Da árvore cortada pode-se obter uma

seiva que é transformada em mel e este em açúcar com uma concentração de cerca 92% de sacarose (Henderson *et al.* 1995; Miranda *et al.* 2001).

Esta espécie é largamente distribuída por toda a América do Sul, ocorre no Brasil nos estados do Amazonas, Pará, Maranhão, Piauí, Bahia, Ceará, Tocantins, Mato Grosso, Goiás, São Paulo e Distrito Federal, sendo freqüente nas baixadas úmidas de áreas de Cerrado do Brasil Central. Segundo Lorenzi *et al.*, 2004, o buriti é a palmeira mais abundante no território brasileiro e ocorre comumente em agrupamentos quase homogêneos chamados buritizais (Lorenzi *et al.*, 2004). O buriti é de pleno sol e adaptado a solos permanentemente inundados, sendo bastante comum em solos arenosos encharcados, igapós, beira de rios, igarapés e matas de galeria, onde são muito abundantes. Parte de seu tronco pode ficar imerso na água por longos períodos, sem sofrer quaisquer danos. A água é o possível agente de dispersão dos frutos (Correa, 1931; Henderson *et al.*, 1995).

A segunda espécie estudada, a *Syagrus oleracea* (Mart) Becc, popularmente conhecida como gueroba, é comum nos campos sujos. Ocorre nos estados de São Paulo, Minas Gerais, Mato Grosso, Goiás, Mato Grosso do Sul, Bahia e no Distrito Federal (Lorenzi, 1992). O gênero *Syagrus* é um dos três mais freqüentes em número de espécies de palmeiras no Brasil, sendo o de maior representatividade na região do Cerrado (Henderson *et al.*, 1995). A gueroba é uma palmeira de tronco simples, com cerca de 5 a 20 m de altura e 20 a 30 cm de diâmetro. As suas folhas são perenes, em geral, em número de 15 a 20, verde-escuras, com comprimento de 2 a 3 m e dispostas em forma de espiral e levemente arqueadas. Os folíolos são em número de 100 a 160, arranjados em grupos de 2 a 5, dispostos em diferentes planos dos dois lados. Sua inflorescência é protegida por uma folha modificada de consistência lenhosa e que possui uma pequena haste que a liga ao tronco. Os frutos são ovalados, com uma terminação em forma de ponta do lado oposto a inserção do pedúnculo, possuem cerca de 6 a 7 cm de comprimento. Em geral são em número de 8 a 19 em cada cacho e

sua coloração externa verde-amarelada. Os frutos possuem polpa fibrosa amarelada quando madura, contendo amêndoa sólida, dura, branca e oleaginosa, são comestíveis e de sabor agradável e servem de alimento também à fauna. A gueroba é uma palmeira muito ornamental apresentando bom potencial para o uso no paisagismo em geral. Seu cultivo é fácil porque ela é pouco exigente quanto à fertilidade do solo. O seu palmito é largamente empregado na culinária local na confecção de pratos típicos ou apenas cozido (Correa, 1931; Henderson *et al*, 1995; Lorenzi *et al.*, 1999; Lorenzi, 2004).

Este trabalho foi desenvolvido para ampliar o conhecimento da fisiologia e do comportamento pós-colheita dos frutos destas duas espécies. Para frutos nativos do cerrado existem poucos trabalhos em que se tenha avaliado a respiração e a evolução de etileno. Dentre estes, podemos citar o estudo da cagaita (*Eugenia dysenterica*) (Calbo *et al*, 1990) e do pequi (*Caryocar brasiliense*) (Calbo & Miranda, 1991). A carência é maior ainda para os frutos das palmeiras brasileiras que precisam ser estudados quanto à respiração e a evolução de etileno e ao seu comportamento em ambientes de armazenamento. Souza (1982) estudou alguns aspectos da maturação do buriti como: perda de peso, alterações de cor da casca e firmeza ao tato em frutos no ambiente e climatizados a uma temperatura de 18°C e 85% de umidade.

2. Objetivos

Esta pesquisa teve como objetivos analisar os frutos de *Mauritia vinifera* Mart. e *Syagrus oleracea* (Mart.) Becc. da seguinte forma:

- a) acompanhar a evolução de CO₂ e etileno em duas temperaturas;
- b) analisar a atmosfera interna de seus frutos e determinar o fator de conversão ou resistência difusiva;
- c) quantificar os volumes gasosos intercelulares;
- d) analisar a firmeza;

e) criar uma tabela visual com a gradação de cor dos frutos ao longo do processo de amadurecimento;

f) medir a transpiração do fruto.

3. Revisão Bibliográfica

Os frutos passam por uma série de fases durante seu desenvolvimento. Estas descrevem os processos desde a formação até a morte destes órgãos vegetais. Nestas fases a começar pela antese ocorre o crescimento que pode ser definido como o acúmulo irreversível de peso e volume. O fruto maduro que atingiu o máximo de seu tamanho passa à fase subsequente que é o amadurecimento. Os diversos processos que estão envolvidos no amadurecimento, por vezes, ocorrem simultaneamente ou têm correlações (Biale, 1964; Sacher, 1973; Ryall & Lipton, 1979; Wills *et al.* 1998). Desta maneira o amadurecimento pode ser entendido como as mudanças que ocorrem desde os estágios finais do crescimento e desenvolvimento pelos estágios iniciais da senescência e resultam em mudanças nas características estéticas e de qualidade dos frutos (Brady, 1987), tais como: amaciamento, mudanças em sua textura que são oriundas de uma desagregação das paredes celulares primárias (Fischer & Bennet, 1991), mudanças de cor, com a degradação da clorofila e com a síntese e o aparecimento de carotenóides; alterações no sabor, com o acúmulo de açúcares e o desaparecimento de ácidos orgânicos e compostos fenólicos, usualmente associados à diminuição da acidez e da adstringência e o aumento dos compostos aromáticos. Nestas mudanças está incluído o acúmulo de açúcares em forma de sacarose ou frutose, em diferentes proporções (Coombe, 1976).

Os frutos possuem processos similares quanto à mudança de cor, normalmente do verde para o amarelo, laranja ou vermelho, perda de clorofila e produção de carotenóides, além de mudanças na textura e firmeza

devido à degradação de pectina e perda de turgescência, ocasionando, conseqüentemente, alterações no aroma, textura e no sabor. (Coombe, 1976; Siriphanich 2002).

A maturação e o posterior amadurecimento são oriundos de uma série de alterações físico-químicas que determinam a qualidade do fruto. O amadurecimento é este complexo de eventos que culminam com o fruto apresentando-se maduro, no ponto ótimo para o seu consumo. A senescência que se segue à maturação e ao amadurecimento e leva o fruto a sua degradação e ao seu apodrecimento (Wills *et al.* 1998). A senescência é a fase final na ontogenia do órgão, na qual esta série, normalmente, irreversível de eventos leva ao colapso celular e a morte do órgão (Sacher, 1973; Coombe, 1976).

3.1. Cor

De maneira geral, a alteração que ocorre nos frutos durante o amadurecimento que é mais fácil e diretamente notada é a de sua coloração. A mudança mais comumente observada durante o amadurecimento é a perda da cor verde que é oriunda da presença de clorofila (Ulrich, 1958). A perda desta cor está relacionada com a degradação estrutural da clorofila, ocasionada por mudanças no pH, em sistemas oxidativos ou devido à síntese de clorofilases (Wills *et al.* 1998).

De acordo com Park *et al.* (2002), a degradação da clorofila está normalmente associada com a síntese ou a simples revelação de pigmentos de cores como o amarelo e o vermelho. Esta mudança de coloração e a sua intensificação são percebidas ao longo dos diferentes estágios de amadurecimento. As alterações de coloração dos frutos podem ser ocasionadas pela conversão de cloroplastos em cromoplastos, estes ricos em carotenóides, e/ou também pela expressão dos carotenóides que já estão presentes nos cloroplastos (Wachowicz & Carvalho, 2002). Nestes últimos os carotenóides que participam ativamente do aparato fotossintético

acabam por tornar-se visíveis com a degradação da clorofila (Coombe, 1976).

3.2. Climatério, Etileno e Respiração

Como um organismo vivo, o fruto é um órgão de intensas trocas gasosas principalmente de respiração. Dióxido de carbono, oxigênio e etileno são os principais gases envolvidos, que possuem forte atividade biológica, sendo produtos e substratos que influenciam diretamente o fenômeno do amadurecimento. Adicionalmente a respiração possui várias reações que são responsáveis pela formação de diversos compostos como pigmentos, fitohormônios e compostos fenólicos estão diretamente acopladas a respiração (Wills *et al.* 1998). Para cada 10 °C de aumento na temperatura, a taxa de respiração aumenta cerca de duas a três vezes, devido ao aumento na velocidade das reações bioquímicas (Hardenburg, 1986).

Os frutos podem ser classificados em frutos climatéricos e não climatéricos, de acordo com o padrão de sua respiração e produção de etileno durante o processo de amadurecimento. Os frutos climatéricos são caracterizados por um pico de respiração depois que o fruto atinge o seu tamanho máximo. Associado a este ocorre um pico de etileno, que pode ocorrer antes, durante ou após o pico de CO₂ climatério. Muito interessante é que o pico climatérico de evolução de CO₂ é antecipado pela aplicação de etileno nos frutos climatéricos (Rhodes, 1980).

Frutos climatéricos são às vezes colhidos ainda verdes, podendo ser armazenados sob refrigeração para retardar o amadurecimento e para aumentar o seu período de conservação. Formas de armazenamento que diminuam a temperatura ambiente ou que aumentem a concentração de CO₂ ou diminuam a concentração de O₂ no ambiente podem diminuir a produção de etileno e suprimir o pico de respiração climatérica, aumentando a vida após a colheita dos frutos.

Muitos frutos entram no climatério assim que são colhidos ou logo após a colheita, ao passo que se ficassem presos à planta de origem estes eventualmente poderiam permanecer verdes por vários meses (Biale, 1964). Este comportamento se deve a uma mudança na sensibilidade ao etileno e na intensificação de sua produção após a colheita (Burg & Burg, 1965). Na medida em que os frutos vão amadurecendo ocorre um aumento na sensibilidade ao etileno (Sacher, 1973).

Os frutos não climatéricos não apresentam picos de evolução de CO₂ e etileno. Apesar de frutos não climatéricos como os cítricos (*Citrus* spp.), laranjas, limas e limões, por exemplo, poderem responder ao estímulo do etileno exógeno com um aumento reversível na sua taxa de respiração, este não é necessário para o amadurecimento desses frutos. A seqüência do amadurecimento de frutos não climatéricos é lenta e, normalmente, a sua respiração se mantém em declínio até a senescência, ou seja, a intensidade de sua respiração é alta quando recém colhidos diminuindo com o tempo (Rhodes, 1980).

As plantas durante o seu ciclo de vida sofrem diversos efeitos induzidos pelo hormônio gasoso etileno. Este hormônio tem um importante papel na regulação de muitos de seus processos que vão desde a germinação de sementes, desenvolvimento de pêlos radiculares, senescência floral até o amadurecimento de frutos (Yang & Hoffman, 1984). A produção de etileno é finamente regulada por sinais internos durante o desenvolvimento da planta, bem como uma resposta ao meio em que estão inseridas e a fatores bióticos (ataques de patógenos, por exemplo) ou estresses abióticos, como inundação, resfriamento, congelamento, falta de O₂, alta temperatura ou baixa umidade relativa (Kevin *et al.* 2002).

O etileno em condições fisiológicas normais é um gás que regula muitos aspectos do crescimento, desenvolvimento e senescência das plantas. É biologicamente ativo em quantidades muito pequenas e seus efeitos são comercialmente importantes. O etileno é produzido

essencialmente por todas as partes dos vegetais superiores, incluindo folhas, raízes, flores, sementes e frutos (Yang & Hoffman, 1984). É também produzido por alguns microrganismos. É considerado um hormônio de amadurecimento e é necessário para a coordenação e finalização do processo de amadurecimento dos frutos climatéricos (Giovanonni, 2001). O etileno é produzido em diferentes quantidades por diversas partes da planta. Quantidades estas que variam, por exemplo, de 0,01 a 0,1 $\mu\text{l kg}^{-1} \text{h}^{-1}$ em mangas, *Mangifera indica* (Burg & Burg, 1962), 0,037 $\mu\text{l kg}^{-1} \text{h}^{-1}$ em mamão papaia, *Carica papaya* (Biale *et al.* 1954), até de 0,02 a 100 $\mu\text{l kg}^{-1} \text{h}^{-1}$ em maçãs, *Malus sp.* (Burg & Thimann, 1960). Seus efeitos nos frutos, após a colheita, podem ser desejáveis ou não, pois o aumento na produção de etileno eleva a taxa respiratória e acelera o amadurecimento e a senescência dos frutos.

Seja em frutos que apresentam um pico respiratório durante o amadurecimento (climatéricos), seja naqueles que apresentam respiração sem grandes flutuações (não climatéricos), é importante um adequado tratamento pós-colheita, quanto a condições de temperatura e umidade para que a qualidade dos frutos seja mantida (Shellie *et al.* 1993; Ospital, 1995).

A transpiração, por exemplo, pode ser diminuída quando se eleva a umidade relativa do ar, reduz-se a temperatura deste, bem como o seu movimento (Hardenburg, 1986). Em temperaturas mais altas a perda de água é maior do que em temperaturas mais baixas com a mesma umidade relativa. A perda de água em frutos pode ser observada até mesmo em ambientes cuja atmosfera esteja saturada, com alta umidade relativa, neste caso o fruto deve estar a uma temperatura mais elevada que a do ambiente (Ulrich, 1958). A taxa de respiração tem uma contribuição menor para a perda de peso do fruto e esta também depende da temperatura dos frutos. A perda de água é uma função linear do déficit de pressão de vapor (DPV) do ambiente e é proporcional a área do fruto e a velocidade ou movimento do ar que o circunda (Ulrich, 1958). Quanto maior o DPV maior será a transpiração. A perda de peso total em frutos é resultado do somatório da

perda de água pela transpiração e a perda de matéria seca devido à atividade respiratória. Baseando-se nas taxas respiratórias de produtos hortícolas, Ben-Yehoshua (1987) situou a perda de peso pela respiração entre 3 e 5% da perda de peso total observada na pós-colheita. Sendo os outros 95 a 97% oriundos da transpiração. Portanto, a intensidade da transpiração pós-colheita determina a quase totalidade da perda de peso.

Muitos frutos e vegetais sofrem danos fisiológicos quando armazenados a baixas temperaturas (Pentzer & Heinze, 1954). Maçãs, por exemplo, suportam temperaturas ao redor de 0°C sem que haja sinais de injúria, mas no caso de bananas a temperatura mínima recomendada é de cerca de 12°C. Frutos tropicais de maneira geral podem sofrer injúrias quando submetidos a temperaturas baixas, mesmo que estas se situem acima do seu ponto de congelamento. Este estresse conhecido como “chilling” (injúria por resfriamento) é dependente da temperatura e do período de tempo a que o fruto foi submetido a ela. De maneira geral, origina sintomas como manchas na casca do fruto, descoloração interna, escurecimento do mesocarpo e da polpa (Pesis *et al.* 2002; Wang, 2002) e o não amadurecimento do fruto (Hardenburg, 1986). A injúria por resfriamento é considerada o maior obstáculo à expansão do comércio mundial de frutas tropicais (Siriphanich, 2002).

3.3. Volumes Gasosos Intercelulares e Atmosfera Interna

Entende-se por atmosfera interna aquela contida nos espaços gasosos intercelulares e cavidades dos órgãos vegetais. Estes espaços gasosos são de formatos irregulares e atuam como uma camada de ar não agitada pela qual as substâncias como: vapor de água, oxigênio e dióxido de carbono, por exemplo, devem se difundir (Nobel, 1999).

O volume de espaços intercelulares e cavidades existentes varia consideravelmente nos diversos órgãos das plantas. Isto também ocorre no caso específico de órgãos carnosos como frutos, tubérculos e rizomas, tanto

para órgãos de espécies diferentes como para variedades diferentes de uma mesma espécie. Estes volumes podem variar de 0,5 a 1,0% em batata (*Solanum tuberosum*), 1,5 a 2,3% em cenoura (*Daucus carota*), de 3,8 a 4,3% em batata doce (*Ipomea batatas*) e 14 a 36% em maçãs (*Malus* sp.), por exemplo, (Biale, 1964; Calbo *et al.* 1995).

Baixa quantidade de volumes gasosos pode indicar alta susceptibilidade à injúria de impacto e vir a ocasionar rachaduras nos órgãos. Alta quantidade de volumes gasosos por sua vez está relacionada a uma maior resistência a injúrias de impacto, porém a uma alta susceptibilidade a injúrias de amassamento durante o seu armazenamento e o transporte. Em geral frutas com uma menor firmeza são mais susceptíveis a este tipo de injúria. Avaliar a firmeza é uma importante ferramenta para determinar o estágio de amadurecimento, bem como para avaliar o potencial dos danos que podem ser causados por impactos e pelo transporte (Crisosto, 2004).

Ao longo do processo de amadurecimento dos frutos ocorrem mudanças na constituição da atmosfera interna que está presente nos volumes gasosos intercelulares. Estas mudanças nas concentrações internas de CO₂ e O₂ são um reflexo das transformações que estão ocorrendo nos frutos durante o seu amadurecimento. São influenciadas pela respiração do fruto, suas trocas gasosas com o meio e as condições de armazenamento a que estejam submetidos. Em tomates (*Lycopersicon esculentum*) armazenados a 30°C, por exemplo, durante o período amadurecimento há uma grande alteração nas concentrações de O₂ e CO₂ e etileno. No amadurecimento o etileno aumenta de 10 a 400 vezes partindo de concentrações da ordem de 2µl/l e atingindo até cerca de 140µl/l. A concentração de CO₂ aumenta de valores ao redor de 2% para aproximadamente 7%, enquanto que o O₂ diminui de valores em torno de 19% e atinge concentrações próximas a 14% (Lyons & Pratt, 1964). Em melões (*Cucumis melo* L. var. *reticularis*) armazenados a 30°C, a concentração interna de CO₂ aumenta de valores próximos a 4% para cerca

de 11% e o O₂ varia desde 18% atingindo um mínimo de 13% de concentração (Lyons *et al.* 1962).

Quando a concentração de O₂ do ambiente diminui a níveis muito baixos, menores que 2%, inicia-se a respiração anaeróbica, que se caracteriza por um rápido consumo de açúcares e, adicionalmente, substâncias tóxicas como acetaldeídos e etanol podem ser acumuladas durante este metabolismo (Hulme, 1951). Segundo James (1963), em maçãs (*Malus sp.*), a concentração ótima de O₂ para o armazenamento é entre 2 a 5%, pois nestas concentrações a respiração aeróbica é minimizada sem no entanto ocorrer à respiração anaeróbica.

A síntese do etileno também depende diretamente do O₂. Em uma primeira etapa, níveis reduzidos de O₂ estimulam a ACC sintetase que é a enzima que converte a S-adenosil-metionina (SAM) em ácido carboxílico 1 - aminociclopropano (ACC) que é o precursor direto do etileno. Em seguida, para que haja a conversão do ACC em etileno é necessária à presença de O₂, visto que este é indispensável para a ação da ACC oxidase, a enzima que converte o ACC em etileno (Yang, 1980; Yang & Hoffman, 1984; Kende, 1993; Kevin *et al.* 2002).

Conhecendo-se a concentração da atmosfera interna de CO₂ do fruto pode-se calcular a taxa de respiração com o uso da constante de conversão ou alternativamente conhecendo-se a taxa de respiração do fruto pode-se estimar a concentração interna de CO₂.

4. Hipóteses

Os frutos de buriti e gueroba são frutos climatéricos.

Os frutos de buriti e gueroba são frutos sensíveis à injúria de resfriamento.

O conhecimento sobre a sensibilidade ao frio será importante para determinar melhores condições de armazenamento e transporte dos frutos.

5. Material e Métodos

Os frutos da *Syagrus oleracea* (Mart) Becc. (gueroba) foram coletados no próprio campus da UnB coordenadas 15° 45,987' S e 47° 52,066'W. As coletas dos frutos de *Mauritia vinifera* Mart. (buriti) foram feitas nas coordenadas 15° 51,463' S/47° 52,555' W, região da bacia do Paranoá próxima a SHIS QI 17. Nesta área encontram-se populações nativas desta palmeira.

Foram colhidos frutos maduros, isto é, com o desenvolvimento máximo, porém ainda verdes, das duas espécies de palmeiras. Para esta determinação de maturidade dos frutos a serem coletados foi considerado seu aspecto visual. Para gueroba apenas coletaram-se frutos que já possuíam pequenas rajadas amarelas (Figura 13, dia 1), visto que os frutos completamente verdes que foram coletados e deixados em bandejas armazenadas a 25°C não vieram a amadurecer. Para o buriti foi feita uma pré-coleta de alguns frutos e constatou-se que estes vieram a amadurecer, então procedeu-se a coleta para a realização dos experimentos. Estes frutos no início do experimento encontravam-se com uma coloração marrom clara conforme a figura 27, dia 1.

Os frutos foram coletados e transportados com cuidado e em quantidade suficiente para que fosse possível realizar cada experimento, seja no laboratório de Fisiologia Vegetal do Departamento de Botânica da UnB, seja no Laboratório de Pós-Colheita da Embrapa Hortaliças. Houve um cuidado quanto a não expô-los a elevada temperatura e luz solar direta durante o trajeto, bem como a ventilação excessiva. Os frutos foram selecionados quanto à homogeneidade de cor e tamanho. Os experimentos foram iniciados imediatamente após a chegada dos frutos aos laboratórios sem que houvesse qualquer tipo de tratamento prévio.

5.1. Medidas de Respiração – Evolução de Etileno e CO₂

Os tratamentos avaliados no experimento foram de 8°C ± 3°C e a 25°C ± 3°C de temperatura para os frutos em conjunto de cada uma das duas palmeiras. Em todos os casos, a temperatura foi registrada diariamente com o auxílio de termômetros instalados dentro da câmara de refrigeração e no ambiente ao lado dos frutos.

Para a realização dos experimentos com frutos em conjunto de gueroba foram feitas 6 repetições por tratamento e cada repetição continha 6 frutos. Para o buriti foram feitas 5 repetições com 5 frutos em cada. Foi feito também, em ambos os casos, o estudo com frutos individuais, sendo 6 repetições para a gueroba e 5 repetições para o buriti. Este último tratamento com frutos individuais foi feito para evitar que caso houvesse a evolução de etileno de frutos amadurecidos precocemente esta não viesse a antecipar o amadurecimento dos demais frutos, no caso dos frutos serem climatéricos.

Com os frutos de buriti o tratamento a temperatura ambiente foi desdobrado em dois, um mantendo-se os frascos plenamente abertos (baixa umidade relativa) após as medições e outro os mantendo com uma reduzida passagem de ar (alta umidade relativa) através de dois orifícios de cerca de 1cm de diâmetro. O fato de ter sido criado um tratamento adicional para os frutos de buriti deveu-se a uma observação casual quando da montagem dos experimentos.

A evolução de CO₂ e etileno foi avaliada em um sistema fechado, no qual os frutos em conjunto foram colocados em frascos de 1350 mL (gueroba) e 2420 mL (buriti) e os frutos individuais em frascos de 131 mL (gueroba) e 602 mL (buriti) por uma hora antes da coleta das amostras gasosas. As amostras de 1 cm³ foram extraídas com seringa hipodérmica graduada, e injetadas em cromatógrafo a gás para as medições das concentrações de CO₂ e etileno.

Para as medidas de CO₂ as amostras de ar foram introduzidas no cromatógrafo gás Finnigan modelo 9001, equipado com uma coluna poropak

e uma coluna de exclusão molecular. Foi usado o gás hidrogênio como gás de arraste a um fluxo de $30 \text{ mL}\cdot\text{min}^{-1}$. O detector foi o de condutividade térmica (TCD). Para as medidas de etileno as amostras gasosas foram introduzidas no mesmo cromatógrafo, equipado com uma coluna poropak e uma coluna de exclusão molecular. Foi utilizado o gás hidrogênio como gás de arraste, a um fluxo de $30 \text{ mL}\cdot\text{min}^{-1}$ e foi feita a leitura em detector de ionização de chama (FID).

5.2. Atmosfera Interna

Para as medições da concentração de O_2 e CO_2 na atmosfera interna dos frutos foram utilizadas a câmara externa de Devaux, para a retirada de amostras da atmosfera interna, e o método FACILI (Figura 5) (Calbo, 2004) para a sua quantificação.

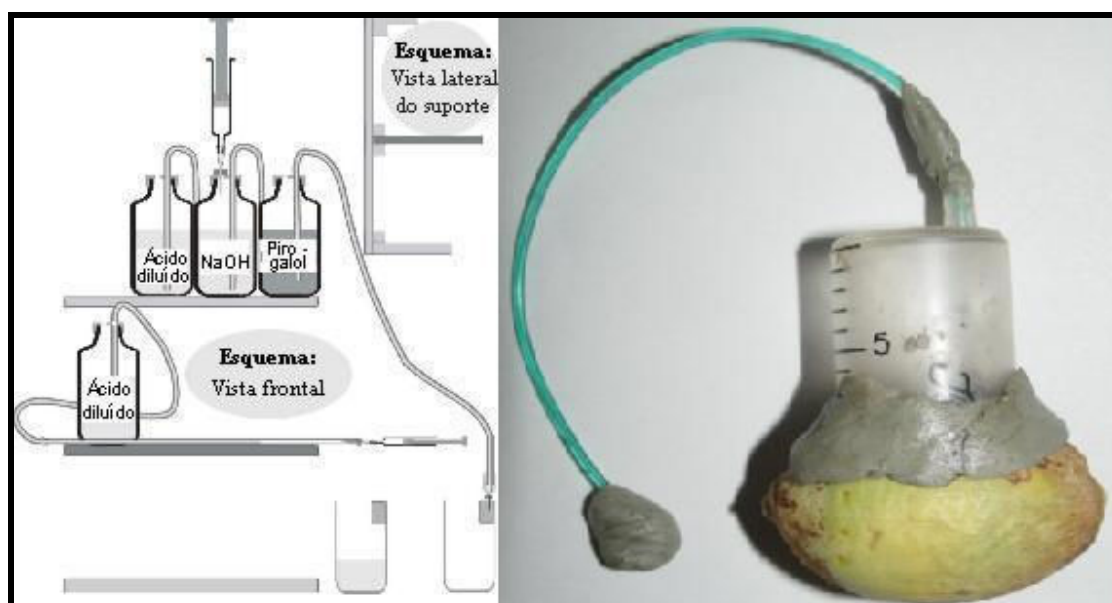


Figura 1 – Esquema do FACILI (à esquerda) (www.cnph.embrapa.br/laborato/pos_colheita/faciliti.htm) e Câmara de Devaux (à direita) utilizados para as medições da concentração de O_2 e CO_2 na atmosfera interna dos frutos. No detalhe fruto de gueroaba (*Syagrus oleracea*).

A câmara externa de Devaux é uma técnica de equilíbrio difusivo. Esta técnica é baseada na obtenção de um equilíbrio gasoso dinâmico, por difusão, entre o volume da câmara e a atmosfera interna do órgão. As câmaras foram construídas com seringas de plástico de 20 mL, cortadas com 5 a 10 mm da base inferior e em seu ápice foi acoplado um capilar, por onde foram retiradas as amostras gasosas.

As câmaras foram fixadas com massa de calafetar à superfície de 10 frutos de ambas as palmeiras, sendo que a totalidade dos frutos de gueroba foi mantida em frascos plenamente abertos e metade dos frutos de buriti foram mantidos em frascos plenamente abertos e a outra metade em frascos fechados com dois orifícios de 1 cm de diâmetro. Foram feitas coletas diariamente de amostras com 0,1 a 0,5 mL com seringas de 1 mL e estas amostras foram introduzidas no FACILI.

O FACILI é um equipamento que consiste de duas partes montadas em forma de prateleiras, uma logo acima da outra. Localizada na prateleira de baixo, a primeira parte é uma pipeta de 200 µL cuja ponta está acoplada, por meio de uma mangueira, a um frasco denominado móvel, este com solução de ácido sulfúrico (H_2SO_4) diluído a aproximadamente 0,002N. Este ácido é utilizado para acidificar a superfície interna da pipeta, minimizando a captura de CO_2 pela água antes que ocorra a leitura inicial do volume da amostra.

Na prateleira de cima está a segunda parte do equipamento. Esta consiste de três frascos, contendo, da direita para a esquerda, soluções de ácido (H_2SO_4) diluído (aproximadamente 0,002N), NaOH $100g.L^{-1}$ e pirogalol $50g.L^{-1}$ dissolvido em NaOH $50g.L^{-1}$, respectivamente. As soluções destes reservatórios superiores fluem através de tubos plásticos e em cada extremidade destes existe uma agulha (25x6).

Para que o processo de medição fosse iniciado foram colocadas às soluções nos frascos. A agulha contida na extremidade final de cada tubo foi enfiada em uma borracha do frasco de coleta correspondente a cada solução. Deixou-se que o ácido diluído escorresse por gravidade através da

pipeta, abrindo-se a torneira do frasco móvel. A amostra gasosa ($\approx 100\mu\text{L}$) foi então injetada na pipeta, com o auxílio de uma seringa de 1ml, contendo uma vedação de borracha. Após a injeção a torneira do frasco móvel foi fechada. Em seguida, o tubo do frasco superior com solução ácida foi acoplado na ponta da pipeta. O frasco móvel foi abaixado até que o seu nível de água ficasse inferior ao nível da pipeta. Com a abertura da torneira a amostra gasosa movimentou-se para a direita até posição de medição. Feito isto à torneira foi fechada e o volume da amostra gasosa foi medido com um paquímetro. Esta medição é o volume inicial da amostra gasosa (V_1) contida na pipeta. Para capturar o CO_2 e medir a sua quantidade na amostra, foi removido o tubo de solução acidulada e inserido o tubo de solução de NaOH. Foi colocada a água do frasco móvel em nível inferior ao da pipeta e foi aberta a torneira. Foi movimentada a bolha da amostra gasosa por pelo menos três vezes, de um lado ao outro da pipeta. Em seguida a torneira foi novamente fechada e foi feita outra leitura do volume, este desprovido de CO_2 (V_2). Para capturar o O_2 e medir a sua quantidade, foi removido o tubo de solução de NaOH da saída da pipeta e introduzido o tubo de pirogalol. Foi repetido o mesmo procedimento utilizado para o NaOH, fazendo-se com que a solução de pirogalol entrasse em contato com a amostra através de um fluxo de solução na pipeta. Em seguida a torneira foi fechada e foi medido o volume remanescente na amostra gasosa, esta desprovida de CO_2 e de O_2 (V_3).

Em suma, após a injeção da amostra gasosa, foi medido o seu volume inicial (V_1), depois foi medido o volume gasoso remanescente após a captura do CO_2 em NaOH (V_2) e finalmente foi medido o volume gasoso remanescente após a captura do O_2 em pirogalol (V_3). Com estes dados foram calculadas as porcentagens de CO_2 e de O_2 :

$$\%CO_2 = 100 \frac{(V_1 - V_2)}{V_1}$$

$$\%O_2 = 100 \frac{(V_2 - V_3)}{V_1}$$

5.3. Cor

A avaliação da cor foi feita utilizando-se um colorímetro marca Minolta (Figura 2) que faz a leitura das cores pelo padrão *Lab*. Este é um sistema subtrativo de cor, proposto pela Comissão Internationale L'Eclairage – CIE, baseado na maneira como a cor é percebida pelo olho humano. Essa combinação de cores subtrativa é usada para definir as cores de materiais não emitentes, especialmente os pigmentos. Este aparelho utiliza um canal de luminância (*L*) e dois de crominância (*a*, *b*) para padronizar a média das cores. Mas aqui a luminância é substituída pela luminosidade, ou seja a medida de como a intensidade luminosa é percebida. “*a*” representa um eixo de cores que variam desde verde até o magenta e “*b*” representa um eixo de cores que variam desde azul até o amarelo. O sistema CIE *Lab* estabelece coordenadas uniformes no espaço tridimensional de cor.



Figura 2 – Colorímetro utilizado para avaliação da cor. Pode-se observar um exemplo de leitura em *Lab* com um fruto de gueroba (*Syagrus oleracea*).

Foram acompanhadas as variações de cor de 15 frutos de gueroba e 5 frutos de buriti durante os seus respectivos ciclos de amadurecimento, com duas repetições por fruto. No buriti observou-se também a mudança na cor da polpa durante o experimento. Em ambos os casos foram avaliadas sempre as porções medianas dos frutos, aleatoriamente.

A média dos valores obtidos com o auxílio do equipamento para cada variável *Lab* foi introduzida, numericamente, na paleta de cores respectiva do Corel Draw 12. Desta maneira foi possível gerar a cor referente a cada dia do ciclo de amadurecimento dos frutos e da polpa, esta última apenas para o buriti, e criar a tabela de referência.

5.4. Medidas de Volumes Gasosos Intercelulares

O método utilizado para as medidas de porosidade ou a quantificação dos volumes gasosos intercelulares foi o de Jensen *et al.* (1969) com modificações. Neste método, denominado picnométrico, a fração de espaços de ar nos tecidos foi determinada com base na remoção da fase gasosa. A modificação introduzida ao método original refere-se à substituição do uso de um homogeneizador por trituração da amostra em almofariz.

Para as determinações, cada fruto foi colocado em um picnômetro de 300 ml. Este foi completado com água e pesado. O fruto foi então retirado do picnômetro, prensado com o auxílio de uma morsa e, em seguida, foi recolocado no picnômetro e o ar dos tecidos foi retirado com a aplicação de vácuo. Após completar o volume com água o picnômetro foi pesado novamente. O mesmo procedimento foi realizado para a semente. O volume gasoso intercelular do tecido foi calculado com a seguinte fórmula (Jensen *et al.*, 1969):

$$Vg = \frac{Mh - M_{p+w}}{Mw + Mp - M_{p+w}}$$

onde:

Vg = volume gasoso

Mh = massa do homogenato no picnômetro completado com água

M_{p+w} = massa da polpa no picnômetro completado com água

Mp = massa da polpa

Mw = massa do picnômetro completado com água

5.5. Firmeza

5.5.1. Método de Aplanção

Foram acompanhados 15 frutos de gueroaba fazendo-se diariamente uma medida por fruto, durante o período de amadurecimento. A firmeza, dependente da turgidez celular, foi medida pelo método de aplanção (Figura 3), proposto por Calbo e Nery (1995). Neste procedimento, um peso de prova acoplado a uma placa aplanadora de vidro comprime a superfície do produto.

Para a realização das medidas foi levantada a placa de vidro, aplicada uma fina camada de óleo mineral com um papel impregnado sob esta placa do peso de prova que foi deixada em repouso por um minuto antes da medição da área amassada. O óleo facilita a visualização da borda da área amassada. Foi tomado o cuidado para que o contato entre o fruto e a placa de vidro ocorresse no ponto de equilíbrio marcado no centro da placa.

A área da elipse aplanada (A) foi calculada através da equação:

$$A = \frac{D_1 \cdot D_2 \cdot \pi}{4}$$



Figura 3 – Aplanador utilizado durante o experimento. No detalhe observa-se a elipse formada na área amassada em fruto de gueroba (*Syagrus oleracea*).

onde D_1 é o diâmetro maior (cm) e D_2 é o diâmetro menor (cm) e o número π considerado foi de 3,1416. A firmeza (Fz), então, foi calculada dividindo-se o peso da placa de prova (P) em kgf pela área aplanada (A) em cm^2 , tendo como resultado a unidade de pressão em kgf.cm^{-2} , através da equação:

$$Fz = \frac{P}{A}$$

5.5.2. Penetrômetro



Figura 4 – Penetrômetro a gás utilizado no experimento com frutos de buriti (*Mauritia vinifera*) e detalhe da ponta de prova escolhida para a realização das medições.

Para as medidas de firmeza nos frutos de buriti foi utilizado o penetrômetro a gás de Calbo e Moretti (2004) (Figura 4). Foram acompanhadas durante 15 dias as mudanças ocorridas em um conjunto de frutos armazenados em frascos abertos na temperatura ambiente de $25^{\circ}\text{C} \pm 3^{\circ}\text{C}$ sob umidade relativa de $75\% \pm 5\%$. A cada dia foram escolhidos ao acaso 5 destes frutos e foram feitas duas medidas por fruto. Após a medição os frutos foram descartados, visto que este é um método destrutivo.

A firmeza, dependente da composição bioquímica e amadurecimento, foi avaliada e calculada com a leitura, no penetrômetro, da força necessária para que uma ponta de prova de diâmetro conhecido perfurasse o fruto. Após testes preliminares optou-se por utilizar uma ponta com diâmetro de

3 mm. A leitura foi feita em frutos nos quais a casca foi removida com uma faca afiada. O penetrômetro foi pressionado no fruto até que este fosse perfurado. O valor da força kgf foi calculado usando-se a seguinte equação:

$$F = A \left[\left(\frac{10mL}{V} \right) - 1 \right] \frac{760}{Pb} \text{kgfcm}^{-2}$$

Onde F é a força em kgf, A é a área do êmbolo do penetrômetro multiplicada pelo diâmetro da ponta utilizada em centímetros quadrados, 10 mL é a leitura inicial de volume e V é o volume final (mL). O valor 760 mm refere-se à pressão barométrica ao nível do mar ($\approx 1,0\text{kgf.cm}^{-2}$) e a pressão barométrica Pb no laboratório da Embrapa Hortaliças é 686 mm Hg.

5.6. Medidas de Transpiração

Foram realizadas medidas de transpiração com o porômetro pós-colheita (Calbo, 2001(a,b)). Este porômetro consiste de uma câmara de transpiração ligada por um tubo flexível a um manômetro de coluna de água com um cilindro graduado móvel (Figura 1). O manômetro foi utilizado para a medição de variações de pressão a volume constante (manometria). A câmara foi montada em uma panela de pressão de alumínio com 4,395 litros. No centro da câmara foi colocado um suporte de arame. Para ventilação foi utilizado um ventilador de 1,5 watts e 12 volts, ligado a uma fonte de 3 volts, de modo a operar com menos de um décimo de sua potência nominal. O manômetro foi composto de uma cuba transparente com água, um cilindro de vidro graduado e uma presilha. A posição do cilindro graduado foi ajustada manualmente por deslizamento na presilha.



Figura 5 – Porômetro pós-colheita montado para a realização dos experimentos. No detalhe, disposição dos frutos de gueroaba (*Syagrus oleracea*) antes do fechamento da câmara do porômetro.

Para realizar as medições os órgãos foram colocados sobre o suporte de arame no interior da câmara de transpiração, esta foi tampada e logo em seguida foram iniciadas as medições. Foram feitas 6 repetições de 5 frutos cada para a gueroaba e 5 repetições de 5 frutos cada para o buriti. Os frutos foram pesados diariamente após a realização das medições para que houvesse um acompanhamento da perda de peso em cada uma das repetições.

Na manometria a volume constante a posição do cilindro graduado é ajustada a fim de manter o menisco interno sempre na posição inicial, assegurando a condição de volume constante. A diferença de pressão é dada a cada instante pela diferença de nível em centímetros entre a

superfície da água na cuba e o menisco interno do cilindro graduado. Para cada tratamento foram feitas 5 medições no tempo: 1, 3, 5, 7 e 9 minutos.

Os valores obtidos com as medições diárias para cada tratamento foram utilizados para calcular dois parâmetros “a” e “b” através de uma regressão não linear da equação (1):

$$V = a.(1 - e^{-b.t})$$

onde “V” é o volume ou a diferença de nível, “a” é o parâmetro que estima a diferença de nível máxima e “b” é o parâmetro constante de tempo. A regressão foi realizada com o programa AAC (Calbo *et al.*, 1989).

Em seguida a resistência difusiva foi calculada com a equação (2):

$$Rd = \frac{RT}{bV}$$

onde R (84,71 cm.mol⁻¹.K⁻¹) é a constante dos gases, T é a temperatura em Kelvin (°C + 273,15), “b” é o coeficiente obtido pela regressão anterior e V é o volume da câmara menos o volume ocupado pelos frutos em litros. O valor de Rd foi então utilizado para calcular a condutância do vapor d’água mol kg⁻¹ s⁻¹ com a equação (3):

$$C' = \frac{Pb}{RdM}$$

onde Pb é a pressão barométrica local em cm de coluna d’água (902 cm) e M é a massa dos frutos em kg.

A condutividade assim calculada faz uso de fração molar e por isto tem unidade igual a da transpiração e segundo Nobel (1999) é independente da pressão barométrica e menos influenciada pela temperatura do que outras formas de expressão da condutividade ao vapor d’água.

5.7. Constante de Conversão

A constante de conversão (r) foi calculada como a razão entre a concentração de CO_2 da atmosfera interna (c_i) contida nos espaços intercelulares em mL.L^{-1} , obtida nas medidas com o Facili, e a taxa de evolução de CO_2 (R) em $\text{mL.kg}^{-1}.\text{h}^{-1}$, obtida na medida de CO_2 no cromatógrafo.

$$r = \frac{c_i}{R}$$

Com esta constante pode-se estimar a concentração interna de CO_2 , sabendo-se a taxa de evolução CO_2 ou pode-se calcular a taxa de respiração sabendo-se a concentração da atmosfera interna. A constante de conversão também é denominada de resistência difusiva do órgão vegetal.

5.8 Análise Estatística

As análises estatísticas, quando cabíveis, foram feitas com o auxílio do software SANEST, de autoria de Zonta & Machado (1995). Foi empregada a análise de variância pelo Teste F e as médias foram comparadas através do Teste de Tukey ao nível de probabilidade de erro de 5%. As barras presentes nas linhas dos gráficos são referentes ao erro padrão da média em cada experimento.

6. Resultados e Discussão

6.1 *Syagrus oleracea* – gueroba

6.1.1. Cromatografia

Nos frutos armazenados em conjunto e individualmente a 25 °C, a evolução de etileno e de CO₂ atingiu o valor máximo ao 6º dia de armazenamento (Figuras 6 e 7). Os valores no pico foram de 120 mL.kg⁻¹.h⁻¹ de CO₂ e 17 µL.kg⁻¹.h⁻¹ de etileno para frutos em conjunto e de 98 mL.kg⁻¹.h⁻¹ de CO₂ e 12 µL.kg⁻¹.h⁻¹ de etileno para frutos individuais.

Valores semelhantes foram encontrados em frutos que apresentaram um padrão climatérico com picos de CO₂, como por exemplo, para frutos de manga (*Mangifera indica*) 130 mL.kg⁻¹.h⁻¹ mantidos a 20°C. Estes valores foram superiores porém aos frutos do mamão papaia (*Caryca papaya*) que apresentaram um valor no pico de 88 mL.kg⁻¹.h⁻¹ quando mantidos a 25°C, segundo Biale *et al* (1954).

No que diz respeito à produção de etileno pode-se comparar os frutos de gueroba com frutos de maçãs (*Malus* sp.) que tem como valores de referência de 0,02 a 100 µL.kg⁻¹.h⁻¹, segundo Burg & Thimann (1960). Nos frutos armazenados em conjunto a 8 °C a evolução de CO₂ e de etileno foi muito menor, sem produção de picos, sendo que a evolução de CO₂ variou entre 7 e 11 mL.kg⁻¹.h⁻¹ e a de etileno variou entre 1,0 e 1,5 µL.kg⁻¹.h⁻¹ (Figuras 6 e 7).

Houve diferença significativa ao nível de 5% entre o tratamento com frio a 8 °C e os demais tratamentos, tanto na evolução de CO₂ quanto na de etileno. Percebe-se nas Figuras 6 e 7 que esta diferença foi marcante, sendo que os frutos que foram armazenados a 8 °C apresentaram uma evolução tanto de CO₂ quanto de etileno sem o aparecimento de picos contrastante com os demais tratamentos ao longo do processo de armazenamento.

Houve uma correlação positiva entre a produção de etileno e de CO₂, ou seja, as evoluções avaliadas tiveram um padrão semelhante.

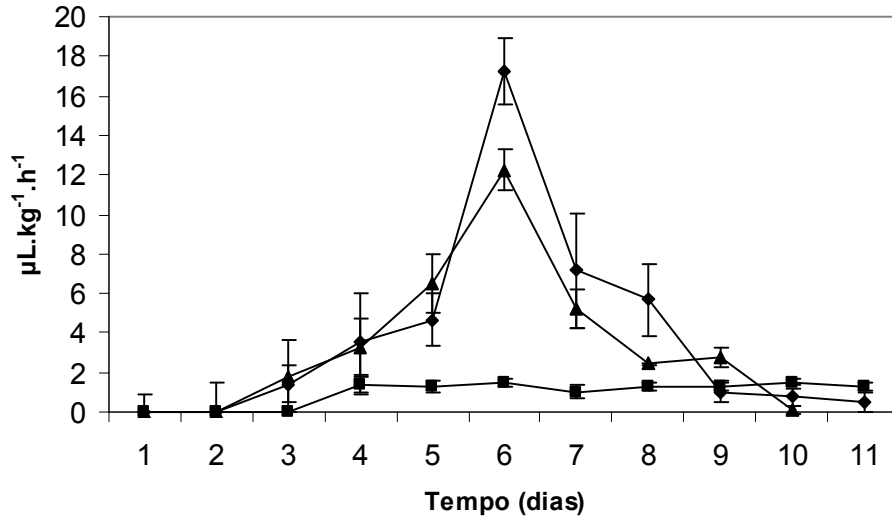


Figura 6 – Evolução de etileno ($\mu\text{L.kg}^{-1}.\text{h}^{-1}$) em frutos de gueroa (*Syagrus oleracea*) armazenados em conjunto a 25 °C (◆) e a 8 °C (■) e frutos individuais armazenados a 25 °C (▲). As barras de intervalo representam o erro padrão da média.

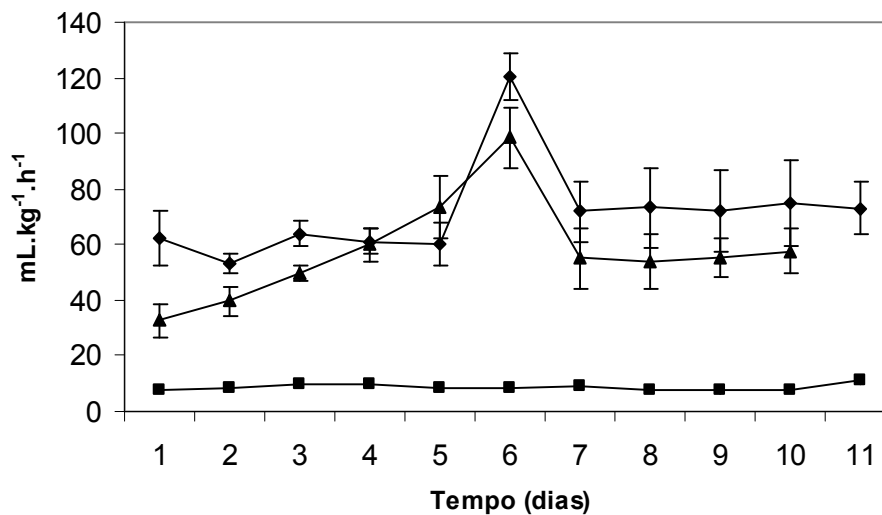


Figura 7 – Evolução de CO₂ ($\text{mL.kg}^{-1}.\text{h}^{-1}$) em frutos de gueroa (*Syagrus oleracea*) armazenados em conjunto a 25 °C (◆) e a 8 °C (■) e frutos individuais armazenados a 25 °C (▲). As barras de intervalo representam o erro padrão da média.

A 25 °C observou-se ao longo do período de armazenamento, o amadurecimento e amolecimento dos frutos que foi seguido de senescência e deterioração. A 8 °C os frutos apresentaram sinais de injúrias por resfriamento, como coloração amarronzada, pontos pretos na superfície externa (Figura 8) e no interior a partir do 8º dia de armazenamento. Não ocorreu também o amadurecimento dos frutos (Figura 9). Sugere-se que pelo fato dos frutos terem sido mantidos por um período de tempo superior a uma semana expostos a uma temperatura baixa, estes tenham começado a apresentar os sintomas de injúria por resfriamento antes mesmo de terem sido retirados da condição de frio. Segundo Wang (2002), normalmente os frutos que apresentam este tipo de injúria mantem-se com boa aparência quando mantidos a baixas temperaturas e somente percebe-se sinais de injúria de resfriamento (chilling) quando são expostos a temperaturas mais altas. No caso da gueroba os frutos apresentaram sinais de injúrias ainda sob a condição de temperatura reduzida.



Figura 8 – Aparência externa de frutos de gueroba (*Syagrus oleracea*) ao oitavo dia de armazenamento a 8 °C. São visíveis sintomas de injúrias causadas pelo resfriamento (chilling), tais como escurecimento da casca e manchas.

Os sintomas de injúria por resfriamento observados em frutos de gueroba são similares aos descritos por Hardenburg (1986); Pesis *et al.* (2002) e Wang (2002), e que são de ocorrência mais comum em frutos de origem tropical. Wang (2002) coloca como temperatura segura para a maioria dos frutos tropicais, dentre os quais podemos citar a banana, o maracujá (*Passiflora* sp.), a fruta pão (*Artocarpus altilis*), alguns cultivares de abacate (*Persea americana*) e a manga (*Mangifera indica*), o patamar mínimo de 10 °C. Valores inferiores a estes de maneira geral dão origem a injúrias de resfriamento.



Figura 9 - Aspecto da polpa de frutos de gueroba (*Syagrus oleracea*) ao oitavo dia de armazenamento a 8 °C. São visíveis sintomas de injúrias causadas pelo resfriamento (chilling) tais como escurecimento da polpa, não amadurecimento ou amadurecimento irregular e pontos pretos.

A perda de peso dos frutos de gueroba (Figura 10) foi gradual nos três tratamentos. Para os frutos de gueroba armazenados em conjunto (seis frutos com peso médio igual a 162 g) a 25 °C esta foi em média de 3 g.dia⁻¹.

Em frutos individuais armazenados a 25 °C a perda de peso média foi de 0,8 g.dia⁻¹. Em frutos de gueroba em conjunto (seis frutos) a 8 °C a média diária de perda de peso foi de 2 g.dia⁻¹. A média dos frutos armazenados a 25 °C apresentou forte queda no último dia devido ao descarte de frutos que já se encontravam em deterioração, tanto para frutos armazenados em conjunto como para frutos individuais. Os frutos em conjunto armazenados a 25 °C perderam até o 10º dia aproximadamente 20% do seu peso inicial ou cerca de 17,3 g.kg⁻¹.dia⁻¹, os mesmos valores foram observados para frutos individuais. Os frutos armazenados a 8 °C perderam 17% de seu peso inicial ou ao redor de 16,7 g.kg⁻¹.dia⁻¹.

A perda de peso a 8 °C poderia ter sido bem menor, porém a umidade relativa na câmara foi em média de 85% ao longo do período de armazenamento e a ventilação possivelmente foi maior do que na câmara a 25 °C. De maneira geral sob condições semelhantes de UR e ventilação um órgão como um fruto perde água mais rapidamente a temperaturas mais elevadas do que a temperaturas mais baixas (Pantástico, 1975).

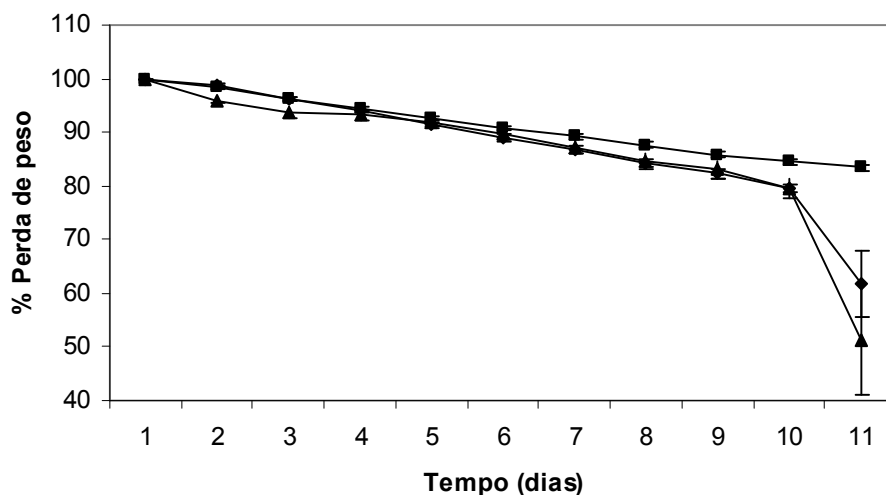


Figura 10 – Porcentagem de perda de peso de 6 frutos de gueroba (*Syagrus oleracea*) armazenados em conjunto a 25 °C (◆) e a 8 °C (■) e frutos individuais armazenados a 25 °C (▲). As barras de intervalo representam o erro padrão da média.

6.1.2. Atmosfera Interna

Na Figura 11, é mostrada a concentração interna de O_2 em função do tempo, e na Figura 12 a concentração interna de CO_2 em função do tempo. Pode-se verificar nestas figuras as mudanças ocorridas na atmosfera interna do fruto da gueroba ao longo do processo de amadurecimento.

No caso do O_2 (Figura 11) parte-se de valores ao redor de 15% no primeiro dia e têm-se um decréscimo até que seja atingido um mínimo de 12 e 12,3% no quinto e sexto dias, respectivamente, voltando novamente ao patamar inicial em torno dos 15% nos dias subseqüentes. Estes valores se aproximam de frutos como a maçã (*Malus sp.*) que chega a ter porcentagens de 16,4 de O_2 na atmosfera interna ou mesmo de tubérculos como a batata (*Solanum tuberosum*) (estocada), segundo Burton, 1982.

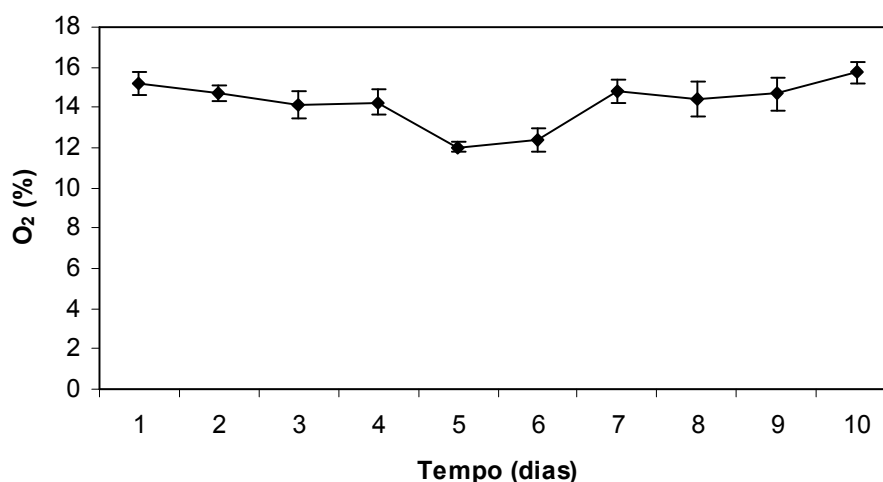


Figura 11 - Concentração interna de O_2 (porcentagem) em frutos de gueroba (*Syagrus oleracea*) durante o processo de amadurecimento. As barras de intervalo representam o erro padrão da média.

Com o CO_2 ocorre o oposto, parte-se de valores tão baixos quanto 5,5% e no quinto e sexto dias têm-se um ponto de máximo entre 9 e 10% de CO_2 . Logo após, a concentração de CO_2 retorna a valores em torno de 5%. Estes valores são próximos dos valores citados por Burton, 1982 para maçãs

(*Malus* sp.), entre 2,7 e 5,6% ou mesmo para maracujá (*Passiflora* sp.), cerca de 6,6% de CO₂.

A observação dos padrões de concentração de O₂ e CO₂ na atmosfera interna (Figuras 11 e 12) são consistentes com os padrões de evolução de CO₂ (Figura 7) e de etileno (Figura 6) e reforçam a noção de que a gueroba realmente é um fruto climatérico.

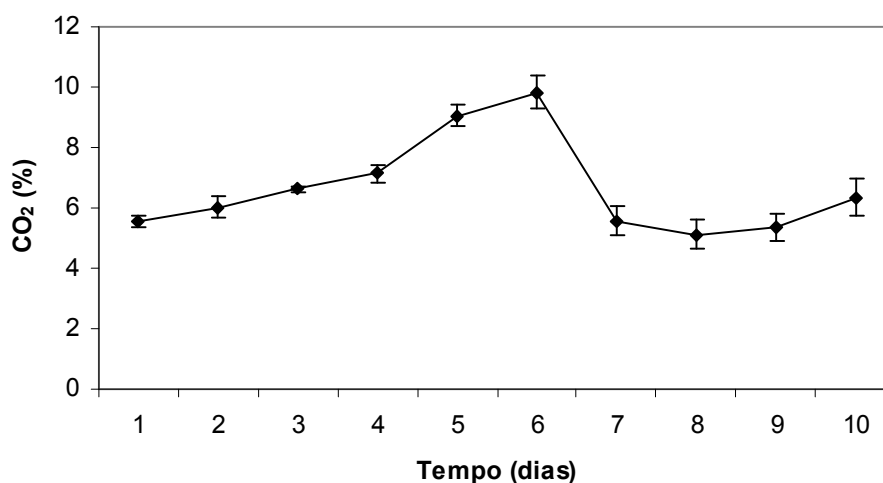


Figura 12 - Concentração interna de CO₂ (porcentagem) em frutos de gueroba (*Syagrus oleracea*) durante o processo de amadurecimento. As barras de intervalo representam o erro padrão da média.

Com o auxílio da análise estatística realizada foi possível identificar uma correlação negativa entre o CO₂ e O₂. Isto significa que estes dois fatores foram, durante o período de armazenamento dos frutos da gueroba, inversamente proporcionais. A medida em que a concentração interna de CO₂ aumentava a de O₂ diminuía.

O padrão observado era esperado e condiz com outros encontrados na literatura como, por exemplo, em melões (*Cucumis melo*) (Lyons *et al.*, 1962) e em abacate (*Persea americana*) (Biale, 1964).

Coincidentemente os valores observados para o CO₂ na atmosfera interna estão de acordo com os valores auferidos na cromatografia gasosa quando da realização do acompanhamento da evolução de CO₂ ao longo do processo de armazenamento dos frutos a temperatura ambiente. Houve uma simultaneidade, uma correlação positiva, na variação da concentração interna (Figura 12) e na evolução de CO₂ (Figura 7) o que é evidência do padrão climatérico de respiração no fruto da gueroaba. Na medida em que o fruto respira e produz CO₂, este se difunde desde sua atmosfera interna até o ar exterior, contribuindo para a evolução deste gás de maneira diretamente proporcional.

A constante de conversão de CO₂ para a gueroaba foi de 0,96. Com este valor pode-se estimar a concentração interna de CO₂ sabendo-se a sua taxa de produção ou estimar a sua produção sabendo-se a concentração interna de CO₂.

6.1.3. Cor

A cor da casca da gueroaba variou de um verde claro para um amarronzado passando pelo amarelo. Pode-se verificar o padrão visual da mudança através da Figura 13.

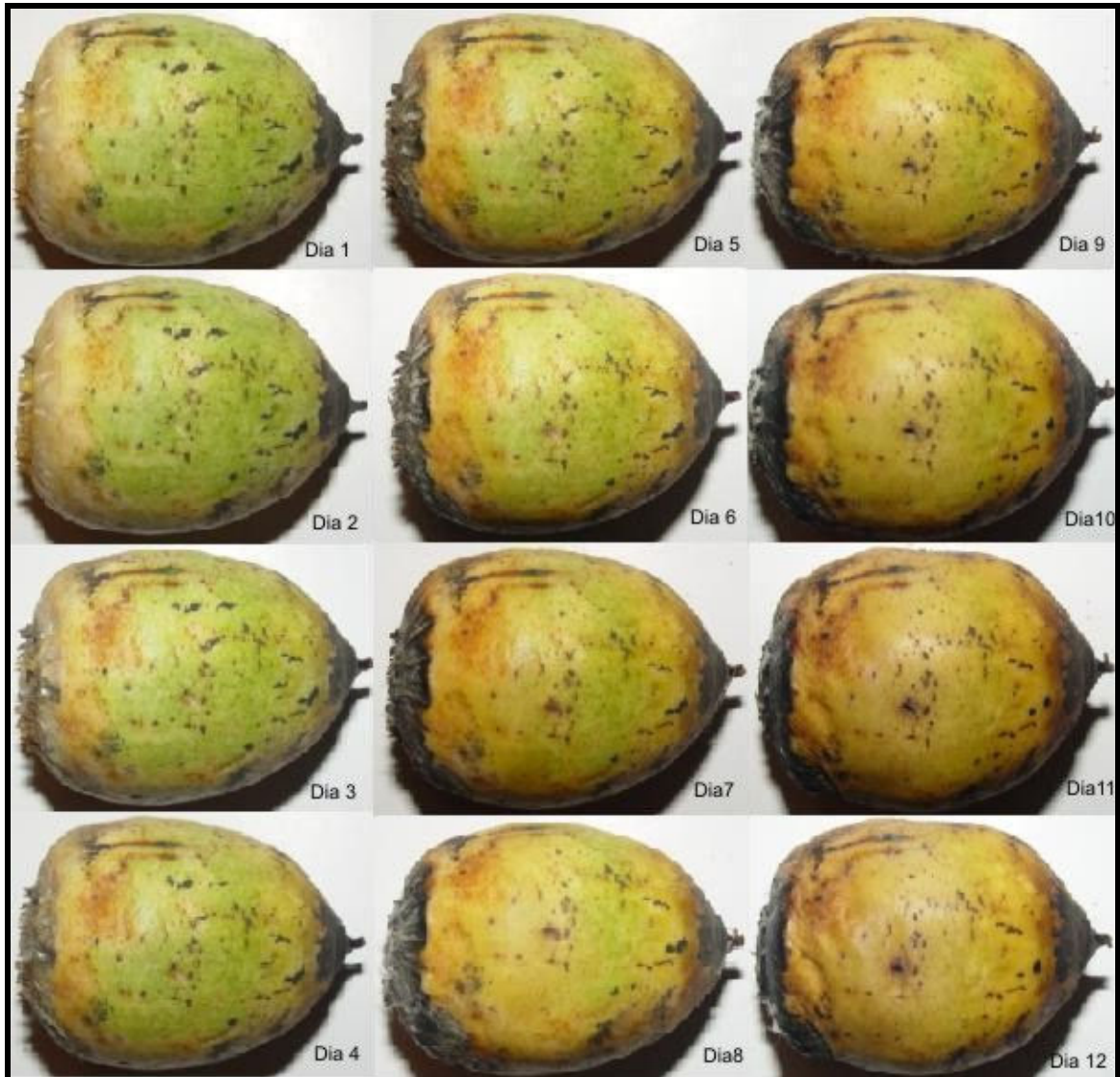


Figura 13 – Mudança de cor em frutos de guerobera (*Syagrus oleracea*) ao longo do processo de amadurecimento (12 dias).

Os frutos após serem destacados da planta apresentam gradual variação de cor. Com o auxílio da Figura 13 é possível fazer comparações visuais no campo, de tal maneira que a identificação do estágio de amadurecimento seja facilitada. Cachos de frutos de plantas que já apresentem alguns frutos caídos no chão ou tenham sido parcialmente consumidos por aves, normalmente, se encontram aptos para serem colhidos e tendem a amadurecer após 4 a 6 dias.

Dia 1	Dia 7
Dia 2	Dia 8
Dia 3	Dia 9
Dia 4	Dia 10
Dia 5	Dia 11
Dia 6	Dia 12

Figura 14 - Tabela de médias diárias das cores da casca da gueroba (*Syagrus oleracea*) obtidas com o colorímetro minolta (*Lab*).

Pode-se observar que a Figura 14 representa uma cor única e absoluta para cada dia do processo de amadurecimento. Isto se deve ao processo de análise do colorímetro que realiza a média dos pontos onde a sua análise é feita. Portanto obtêm-se uma cor única como representação pontual. Ao se fazer à análise dos dados da leitura em *Lab* da casca da gueroba é possível notar que ocorre a passagem da cor verde para a

marrom, sem no entanto ficar destacada a presença do amarelo que na figura 13 se faz claramente presente.

6.1.4. Medidas de Volumes Gasosos Intercelulares

O volume médio de espaços gasosos intercelulares do fruto da gueroba foi de 5,18%, sendo que somente a polpa representa cerca de 61% deste valor enquanto que a semente, mais rígida e menos porosa, perfaz 39% do total. O valor obtido para os volumes gasosos intercelulares da gueroba colocam os seus frutos dentro da faixa de órgãos com média quantidade de volumes gasosos, como, por exemplo, a batata doce (*Ipomea batatas*) e a goiaba (*Psidium guajava*). Segundo Crisosto (2004) esta média quantidade de volumes gasosos está relacionada a uma relativa resistência a injúrias de impacto e a uma susceptibilidade moderada injúrias de amassamento durante o seu armazenamento e o transporte.

6.1.5. Firmeza - Método de Aplanação

Na Figura 15 observa-se a redução da firmeza em função do tempo de armazenamento. A diminuição da firmeza foi gradual ao longo de todo o processo de amadurecimento. A firmeza dependente da turgidez celular apresentou-se inicialmente a níveis ao redor de $0,35 \text{ kgf.cm}^{-2}$. Os frutos nos primeiros dias após a colheita suportavam a carga de peso sem apresentar deformações, apresentando apenas marcas reversíveis. Com o passar dos dias a sua resistência foi diminuindo e chegou-se ao fim do experimento a valores mais baixos que $0,1 \text{ kgf.cm}^{-2}$, onde os frutos passaram a apresentar pequenas fissuras quando submetidos ao método e apresentaram também deformações irreversíveis.

A firmeza dos frutos da gueroba ($0,35 \text{ kgf.cm}^{-2}$) é da mesma ordem, porém ligeiramente menor do que a firmeza de alguns outros frutos relatados na literatura, tais como: tomate meio maduro (*Lycopersicon esculentum*),

mamão (*Caryca papaya*), jiló (*Solanum gilo*) e uva (*Vitis vinefera*) (Luengo *et al.*, 2003). O decréscimo da firmeza no tempo, no entanto, foi bem maior que para outros frutos estudados como o tomate (*Lycopersicon esculentum*) (Freitas *et al.*, 1999) e mamão (Jacomino *et al.*, 2002).

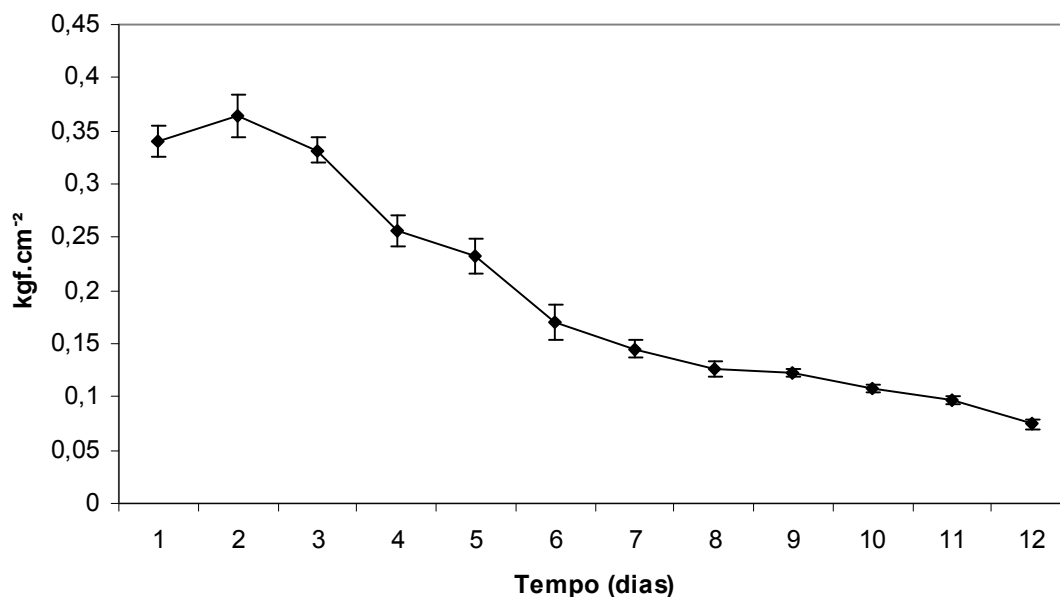


Figura 15 – Mudança na firmeza dependente da turgidez celular, em kgf.cm⁻², durante o amadurecimento dos frutos da gueroba (*Syagrus oleracea*). As barras de intervalo representam o erro padrão da média.

6.1.6. Medidas de Condutância de vapor d'água

Para cada repetição os valores obtidos com as medições diárias no tempo (1,3,5,7 e 9 minutos) foram utilizados para calcular dois parâmetros “a” e “b” através de uma regressão não linear da equação (1):

$$V = a.(1 - e^{-b.t})$$

Para exemplificar o uso desta equação (1) foram considerados os valores experimentais contidos na tabela 1.

Tabela 1 – Exemplo de valores (cm) medidos pela diferença de nível entre a superfície da água na cuba e o menisco interno do cilindro graduado no tempo (s) em *Syagrus oleracea* (gueroba) a 25°C.

Tempo (s)	Altura (cm)
60	4,9
180	8,1
300	10,6
420	11,8
540	12,7

Então ao se fazer à regressão com o programa AAC (Calbo *et al.*, 1989) foram obtidos os valores 12,8 para o “a” e 0,006235 para o “b”. Em seguida a resistência difusiva (Rd) foi calculada com a equação (2):

$$Rd = \frac{RT}{bV}$$

Onde R (84,71 cm.mol⁻¹.K⁻¹) é a constante dos gases, T é a temperatura em Kelvin (298,15), “b” é o coeficiente obtido pela regressão anterior e V é o volume da câmara menos o volume ocupado pelos frutos em litros (4,105). O valor da Rd (986806 mol⁻¹.s.cm) foi então utilizado para calcular a condutância do vapor d’água (C’= 5,506.10⁻³.mol.kg⁻¹.s⁻¹) com a equação (3):

$$C' = \frac{Pb}{RdM}$$

Onde Pb é a expressão barométrica local em cm de coluna d’água (902 cm) e M é a massa dos frutos em kg (0,166).

Observou-se que os valores de condutância do vapor de água mantiveram-se dentro de uma mesma faixa, entre 0,004 e 0,006 mol.kg⁻¹.s⁻¹ ao longo de todo o processo de amadurecimento do fruto (Figura 16). Segundo Ben-Yehoshua (1987) pode-se fazer uma aproximação e estimar-

se a perda d'água pela transpiração como sendo uma fração de cerca de 95% da perda de peso total dos frutos. A perda de peso do fruto, de uma maneira simplificada, é dada pelo produto da condutância do vapor d'água pelo déficit de pressão de vapor, no caso expresso como fração molar. Tendo-se em vista a perda observada de $17,3 \text{ g.kg}^{-1}.\text{dia}^{-1}$ e uma condutância ao vapor d'água média de $0,0045 \text{ mol.kg}^{-1}.\text{s}^{-1}$ para frutos mantidos em conjunto a $25 \text{ }^\circ\text{C}$, pode-se calcular que o déficit de pressão de vapor médio expresso em fração molar foi de $2,47.10^{-3}$ e que isto corresponde a uma UR no meio dos frutos de 93%. O que foi maior do que a UR no ambiente de armazenamento que foi em média 74%, porque no ambiente em que foram colocados os frutos, a camada limítrofe é muito maior do que no porômetro onde se mediu a condutância ao vapor d'água, visto que o porômetro é equipado com um ventilador cuja função é diminuir esta camada limítrofe.

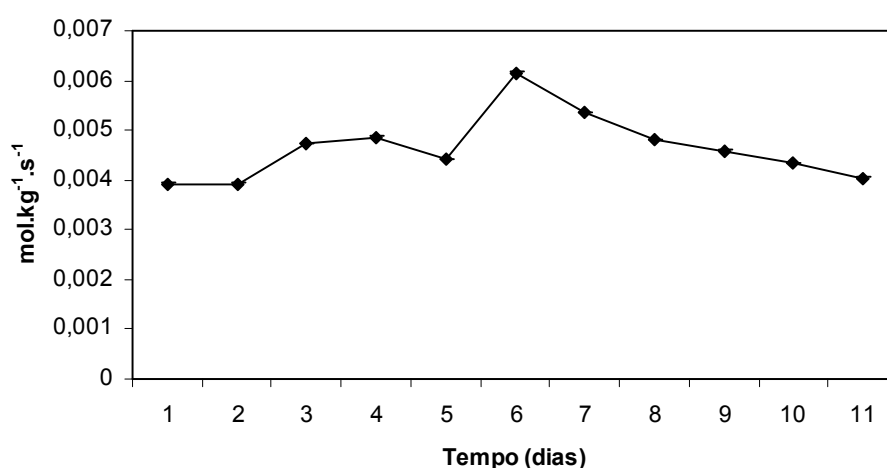


Figura 16 - Condutância do vapor de água ($\text{mol kg}^{-1}.\text{s}^{-1}$) em frutos de gueroba (*Syagrus oleracea*) ao longo do processo de amadurecimento. As barras de intervalo representam o erro padrão da média.

Considerando-se que o peso médio aproximado de um fruto de gueroba seja 27 g e que o volume deste seja 27 mL e com uma superfície de $43,5 \text{ cm}^2$ pode-se calcular a quantidade de frutos por quilo, bem como a sua área de superfície total, que serão respectivamente 37 frutos e 1600 cm^2

($0,16 \text{ m}^2 \cdot \text{kg}^{-1}$). Multiplicando-se o valor médio da condutância do vapor d'água obtido para os frutos de gueroba ($0,0045 \text{ mol} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$) por 1000, teremos os dados expressos em mmol. Deste modo, no caso da gueroba, a condutividade média do vapor d'água será: $g' = 4,5 \text{ mmol} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{s}^{-1} / 0,16 \text{ m}^2 \cdot \text{kg}^{-1} \approx 28 \text{ mmol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$. O que em comparação com os valores apresentados por Nobel (1999), indica que os frutos da gueroba possuem condutância ao vapor d'água menores que a maioria das folhas de árvores. A condutância dos frutos da gueroba ($28 \text{ mmol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$) foi bem menor do que a condutância encontrada para as suas folhas que foi de $230 \text{ mmol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ (Aguiar & Calbo, 2001).

6.2 *Mauritia vinifera* – buriti

6.2.1. Cromatografia

Nos frutos de buriti armazenados em conjunto em frascos destampados a 25 °C a evolução de etileno atingiu o valor máximo com o pico de $31 \mu\text{L.kg}^{-1}.\text{h}^{-1}$ ao 6º dia de armazenamento (Figura 17). Nos frutos armazenados em frascos individuais o valor no pico foi de $17 \mu\text{L.kg}^{-1}.\text{h}^{-1}$, atingido ao 7º dia, porém com um padrão semelhante entre os dois. Neste caso o que pode ter ocorrido é que algum(uns) do(s) fruto(s) em conjunto em estágio mais avançado de amadurecimento tenha(m) liberado etileno e assim tenham causado a antecipação do amadurecimento de outros frutos.

Os frutos que se encontravam dentro da câmara fria não apresentaram pico de etileno e sua evolução foi constante, porém com valores baixos, variando entre 0,5 e $3,5 \mu\text{L.kg}^{-1}.\text{h}^{-1}$ (Figura 17). Caso semelhante foi verificado por Biale *et.al* (1954) em abacates (*Persea americana*) e cherimóia (*Annona cherimola*) mantidos a temperatura de 5°C, onde a evolução de etileno foi, igualmente, muito baixa.

Os frutos armazenados em conjunto a temperatura ambiente mantidos em frascos com restrita passagem de ar através de pequenos furos apresentaram, também, baixos valores na evolução do etileno (Figura 17). Estes valores oscilaram entre 1 e $4 \mu\text{L.kg}^{-1}.\text{h}^{-1}$ durante quase todo o experimento, com uma pequena elevação para $7 \mu\text{L.kg}^{-1}.\text{h}^{-1}$ ao 25º dia de armazenamento, pouco antes de virem a amadurecer completamente.

O valor obtido no pico dos frutos mantidos em frascos abertos a 25 °C situa-se dentro da faixa de frutos climatéricos citados por Biale *et. al* (1954), como por exemplo o abacate que varia de 0,02 a $130 \mu\text{L.kg}^{-1}.\text{h}^{-1}$ e da maçã (*Malus sp.*) 0,02 a $100 \mu\text{L.kg}^{-1}.\text{h}^{-1}$ (Burg & Thimann, 1960).

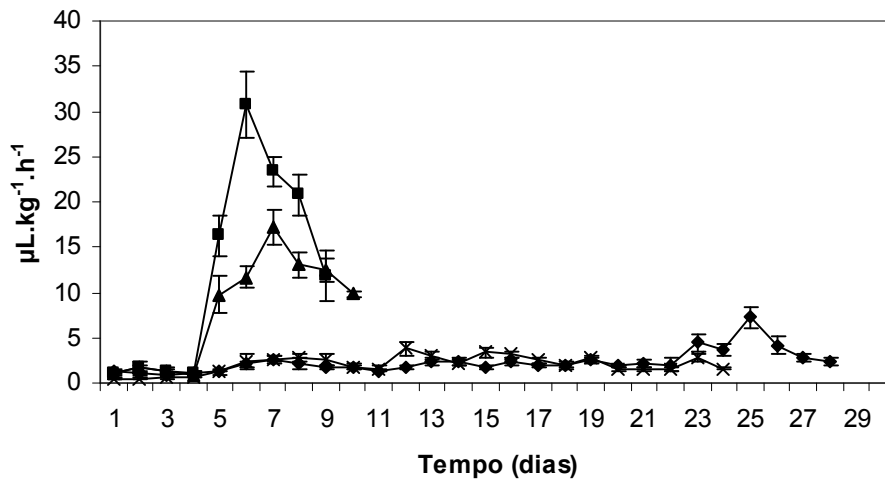


Figura 17 - Evolução de etileno ($\mu\text{L.kg}^{-1}.\text{h}^{-1}$) em frutos de buriti (*Mauritia vinifera*) armazenados: em conjunto de cinco frutos a 25 °C em frascos mantidos abertos no ambiente(■), a 25 °C em frascos com frutos individuais mantidos abertos no ambiente(▲), em conjunto de cinco frutos a 25 °C em frascos fechados com pouca passagem de ar (◆) e em conjunto de cinco frutos a 8 °C em frascos mantidos abertos (×). As barras de intervalo representam o erro padrão da média.

Nos frutos armazenados em conjunto em frascos abertos a 25 °C e nos frutos individuais armazenados a 25 °C, a evolução de CO_2 atingiu o valor máximo, simultaneamente, ao 8º dia de armazenamento, e estes valores no pico foram de $138 \text{ mL.kg}^{-1}.\text{h}^{-1}$ e $77 \text{ mL.kg}^{-1}.\text{h}^{-1}$ de CO_2 , respectivamente.

A 25 °C em frascos fechados com restrita passagem de ar através de pequenos furos houve um pequeno pico de CO_2 , de $61 \text{ mL.kg}^{-1}.\text{h}^{-1}$ também ao 8º dia e um aumento na evolução a partir do 18º dia de armazenamento com valores próximos a $120 \text{ mL.kg}^{-1}.\text{h}^{-1}$ de CO_2 que posteriormente decaíram.

Nos frutos armazenados a 8 °C a evolução de CO_2 foi muito menor tendo esta ficado entre $6,5$ e $17 \text{ mL.kg}^{-1}.\text{h}^{-1}$. Foi notada uma aparente tendência de alta de CO_2 neste último tratamento ao 8º e ao 19º dias (Figura 18).

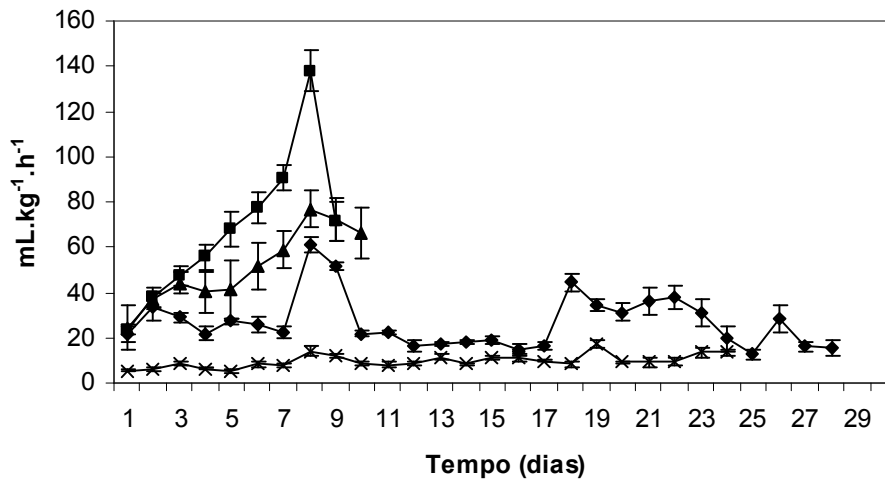


Figura 18 - Evolução de CO_2 ($\text{mL.kg}^{-1}.\text{h}^{-1}$) em frutos de buriti (*Mauritia vinifera*) armazenados: em conjunto de cinco frutos a 25°C em frascos mantidos abertos no ambiente(■), a 25°C em frascos com frutos individuais abertos no ambiente(▲), em conjunto de cinco frutos a 25°C mantidos em frascos fechados com pouca passagem de ar (◆) e em conjunto de cinco frutos a 8°C em frascos mantidos abertos(x). As barras de intervalo representam o erro padrão da média.

Até o nono dia os tratamentos com frutos armazenados em frascos abertos a temperatura ambiente tiveram uma diferença significativa em relação àqueles mantidos em frascos com pouca passagem de ar e no frio. Neste caso tanto a evolução de CO_2 como a de etileno apresentaram picos que contrastaram com os dois outros tratamentos, estando os frutos armazenados em frascos abertos completamente maduros ao nono dia.

Houve uma correlação positiva entre a produção de CO_2 e de etileno em frutos armazenados em conjunto e individualmente em frascos mantidos abertos à temperatura ambiente. À medida que aumentava a evolução do etileno ao longo dos dias, aumentava também a evolução de CO_2 , contudo, houve um atraso no pico de evolução CO_2 com relação à evolução de etileno de cerca de um dia e meio. Ocorreu um aumento na evolução de etileno antes do início do climatério, o que pode indicar que, neste caso, o etileno seja a causa do climatério. Segundo Burg & Burg (1965) a concentração de

etileno aumenta cerca de dez vezes em abacates (*Persea americana*) e ao redor de quinze vezes em banana (*Musa sp.*) no período que marca o início do climatério.

A partir do décimo dia de armazenamento dos frutos de buriti houve o descarte dos frutos dos tratamentos em frascos abertos à temperatura ambiente, pois estes se encontravam completamente maduros. Contudo, os frutos dos outros dois tratamentos (frutos em conjunto mantidos a 8 °C e frutos em conjunto mantidos em frascos com restrita passagem de ar a 25 °C) ainda estavam com suas características iniciais preservadas e não se encontravam amadurecidos. Após o 10º dia não houve diferença significativa entre os dois tratamentos restantes tanto no que diz respeito à evolução de etileno como na de CO₂, mas continuou a existir uma correlação positiva entre a evolução destes.

A principal diferença observada entre estes dois tratamentos restantes foi o amadurecimento completo e perfeito dos frutos mantidos em frascos fechados com restrita passagem de ar e alta umidade relativa e a ocorrência de injúrias por frio e o não amadurecimento dos frutos mantidos a 8°C.

Algumas outras espécies de plantas cujos frutos apresentaram picos de produção de CO₂ na pós-colheita tiveram um valor numérico de grandeza semelhante aos obtidos no experimento com o buriti. Em frutos como a feijoa (*Feijoa sellowiana*) foram registrados 146 mL.kg⁻¹.h⁻¹ e na banana (*Musa sp.*) 160 mL.kg⁻¹.h⁻¹, (Biale *et al.* 1954).

Foram realizadas medidas da atmosfera de armazenamento na qual estavam submetidos os frutos em frascos fechados com restrita passagem de ar. Foi constatado que não houve efeito de atmosfera modificada nestes frutos, visto que os valores da concentração de CO₂ e O₂ dentro dos frascos foi de cerca de 0,5 e 20%, respectivamente. Segundo Burg & Burg (1965) a atmosfera modificada tida como ideal para a preservação de frutos na pós-colheita é aquela que contenha de 5 a 10% de CO₂ e de 1 a 3% de O₂ por ocasionar, nestas quantidades, o efeito de atmosfera modificada que gera benefícios pós-colheita. Baseando-se nos benefícios obtidos com o uso de

atmosfera modificada ou controlada no armazenamento e transporte de frutas e hortaliças citados por Luengo & Calbo (2001), pode-se inferir que valores de CO₂ abaixo de 2% e de O₂ acima de 10% ocasionam pouco ou nenhum efeito como o atraso no amadurecimento de frutos. Desta maneira fica evidenciado que o fato dos frutos não terem amadurecido é devido ao efeito da alta umidade relativa a qual estavam submetidos dentro dos frascos fechados com restrita passagem de ar.

A perda de peso (Figura 19) foi gradual em todos os tratamentos. Para os frutos de buriti armazenados a 25 °C em frascos fechados com restrita passagem de ar por pequenos furos a perda de peso foi mais lenta, aproximadamente 0,1 grama por dia por fruto, sendo que cada fruto de buriti pesava inicialmente cerca de 70 g. Em frutos de buriti armazenados a 25 °C em frascos mantidos abertos no ambiente a média de perda diária foi de 1 grama por dia por fruto. Para os frutos individuais de buriti armazenados a 25 °C a média de perda de peso diária foi de 1,2 g. Para os frutos de buriti armazenados em conjunto a 8 °C a média diária de perda de peso por fruto foi de 0,8 g.

Nos frutos de buriti armazenados em conjunto a 8 °C a perda de peso total em relação ao peso inicial foi de 26% (em 25 dias) ou 10,4 g.kg⁻¹.dia⁻¹. Esta perda de peso nestes frutos foi maior devido a um excessivo afrouxamento das escamas que os envolvem. Com este afrouxamento a parte interna dos frutos fica exposta facilitando a perda de água por transpiração, conseqüentemente, uma maior perda de peso por parte dos frutos.

Para frutos em conjunto armazenados a 25 °C abertos no ambiente a perda foi de 12% do peso inicial (em 11 dias) ou 13,2 g.kg⁻¹.dia⁻¹, valor similar à quantidade perdida por frutos individuais, 15% (10 dias) ou 15,7 g.kg⁻¹.dia⁻¹. Nos frutos mantidos em frascos com restrita passagem de ar a perda de peso foi de apenas 4% em relação ao seu peso inicial (29 dias) ou 1,46 g.kg⁻¹.dia⁻¹.

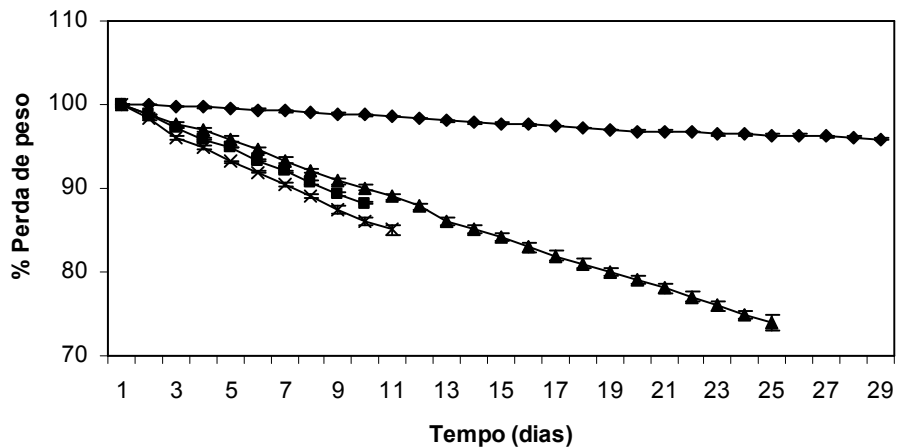


Figura 19 – Porcentagem de perda de peso em relação ao peso inicial, em função do tempo de armazenamento, em frutos de buriti (*Mauritia vinifera*) armazenados a: 25 °C em frascos mantidos abertos no ambiente contendo 5 frutos(■), 25 °C em frascos mantidos abertos no ambiente com frutos individuais (×), 25 °C em frutos mantidos em frascos fechados com reduzida passagem de ar contendo 5 frutos(◆) e a 8 °C em frascos mantidos abertos contendo 5 frutos(▲). As barras de intervalo representam o erro padrão da média.

Souza (1982), obteve em dois ensaios valores bem distintos de perda de peso para frutos de buriti armazenados. Em um primeiro experimento conduzido em câmara climatizada a 18 °C constatou-se a perda de cerca de 0,5 g de peso fresco por dia por fruto. Em um segundo experimento conduzido à temperatura ambiente este valor chegou a 1,8 g.dia⁻¹ por fruto. O valor obtido por Souza *et al.* (1984) em câmara climatizada a 18 °C foi igual ao obtido com frutos que foram armazenados em frascos fechados com restrita passagem de ar a temperatura ambiente de 25 °C, 0,5 g.dia⁻¹ por fruto. Porém estes frutos vieram a amadurecer completamente em 29 dias enquanto que nos frutos avaliados por Souza *et al.* (1984) os frutos encontravam-se completamente maduros ao 7º dia, não tendo sido relatada qualquer alteração no padrão de amadurecimento.

A 25 °C observou-se o amadurecimento dos frutos e o afrouxamento das escamas da casca que foi seguido de senescência e deterioração. Os

frutos que foram mantidos em frascos fechados com passagem reduzida de ar e alta umidade relativa se mantiveram verdes por cerca de três vezes mais tempo que os demais e ao final de um período de aproximadamente 25 dias vieram a amadurecer normalmente completando o seu ciclo natural.

A 8 °C os frutos apresentaram sinais de injúrias por resfriamento (chilling), como coloração opaca da polpa (Figura 20), escamas não tão bem encaixadas, porém firmemente aderidas (Figura 21) e não amadurecimento mesmo quando novamente expostos à temperatura ambiente (Figura 22).



Figura 20 – Fruto de buriti (*Mauritia vinifera*) armazenado a 8 °C onde pode-se observar a coloração opaca da polpa, aqui caracterizada como injúria causada pelo resfriamento (chilling).



Figura 21 - Sintoma de injúria causado pelo resfriamento (chilling). Espaçamento formado entre as escamas de fruto de buriti (*Mauritia vinifera*) armazenado a 8 °C.



Figura 22 – Fruto de buriti (*Mauritia vinifera*) armazenado a 8 °C com os sintomas apresentados nas figuras 19 e 20. É possível notar a coloração opaca em toda a polpa. Este fruto não completou o seu processo de amadurecimento mesmo quando recolocado em temperatura ambiente.

A descoloração observada na polpa de frutos de buriti foi semelhante à relatada por Pesis *et al.* (2002) em abacate (*Persea americana*) e por Wang (2002) em abacaxi (*Ananas comosus*) e banana (*Musa sp.*). Hardenburg (1986) relata o não amadurecimento de melões que sofreram injúria por resfriamento, fato que ocorreu de maneira semelhante com os frutos de buriti.

O único sintoma não relatado na literatura foi com relação às escamas. Com o passar dos dias as escamas que envolvem os frutos do buriti foram ficando não tão bem encaixadas, porém, firmemente aderidas, o que nos leva a crer que se trata de um sintoma de injúria por resfriamento característico destes frutos, visto que estas escamas não se soltavam facilmente, ao contrário do que ocorre com os frutos quando estes vem a amadurecer a temperatura ambiente. Este sintoma causou uma maior perda de peso e conseqüente queda na qualidade do fruto armazenado em condições de baixa temperatura.

6.2.2. Atmosfera Interna

Nas Figuras 23 e 24, pode-se verificar o comportamento das concentrações internas de O₂ e CO₂ no fruto do buriti ao longo do processo de amadurecimento a 25 °C, tanto em frutos mantidos em frascos abertos quanto em frutos mantidos em frascos com restrita passagem de ar.

No caso da concentração interna de O₂ (Figura 23) parte-se de valores ao redor de 15% no primeiro dia para ambos os tratamentos. Frutos mantidos em frascos abertos tiveram uma constância na alta de O₂ em sua atmosfera interna, chegando ao final do 7º dia com valores muito próximos aos 20%. Já os frutos mantidos em frascos com uma restrita passagem de ar tiveram uma evolução distinta, mais prolongada, cerca de 18 dias até o seu completo amadurecimento e atingiram ao longo do processo valores mínimos, em média, de aproximadamente 10% de O₂ em suas atmosferas internas. Ao final do experimento eles apresentaram uma tendência

semelhante aos frutos mantidos abertos no ambiente, ou seja, uma alta na concentração interna de O₂, com valores chegando próximos dos 20%.

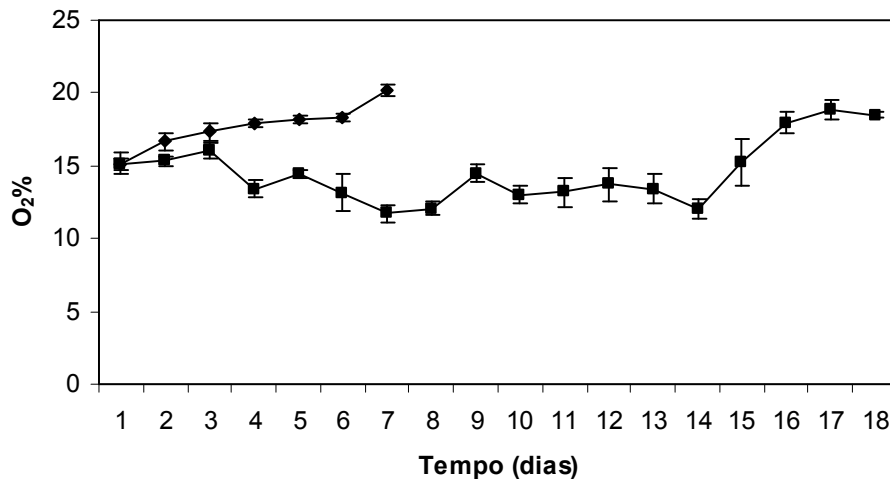


Figura 23 - Concentração interna de O₂ (porcentagem) em frutos de buriti (*Mauritia vinifera*) durante o processo de amadurecimento a 25 °C para frutos armazenados em conjunto em frascos que foram mantidos fechados com passagem reduzida de ar por meio de pequenos furos(■) e em frascos mantidos abertos (◆). As barras de intervalo representam o erro padrão da média.

Com o CO₂ ocorreu o oposto, partiu-se de valores ao redor de 6% para ambos os tratamentos mas frutos mantidos em frascos abertos no ambiente tiveram uma constante queda na quantidade de CO₂ no interior de suas atmosferas internas, enquanto que frutos mantidos em frascos com restrita passagem de ar apresentaram uma elevação e posterior queda. No tratamento de frutos abertos no ambiente houve uma gradual baixa dos valores internos de CO₂ na atmosfera interna destes frutos, sendo que ao 7º dia eles atingiram valores, em média, tão baixos quanto 1%. Para os frutos mantidos em frascos com uma restrita passagem de ar ocorreu uma evolução distinta, mais prolongada, cerca de 18 dias até o seu completo amadurecimento. Estes frutos atingiram ao longo deste processo valores máximos, em média, ao redor de 9% de CO₂ em suas atmosferas internas, sendo que a partir do 14º dia apresentaram tendência de queda e foram

registrados valores tão baixos quanto 2,5 a 3% de CO₂ em suas atmosferas internas.

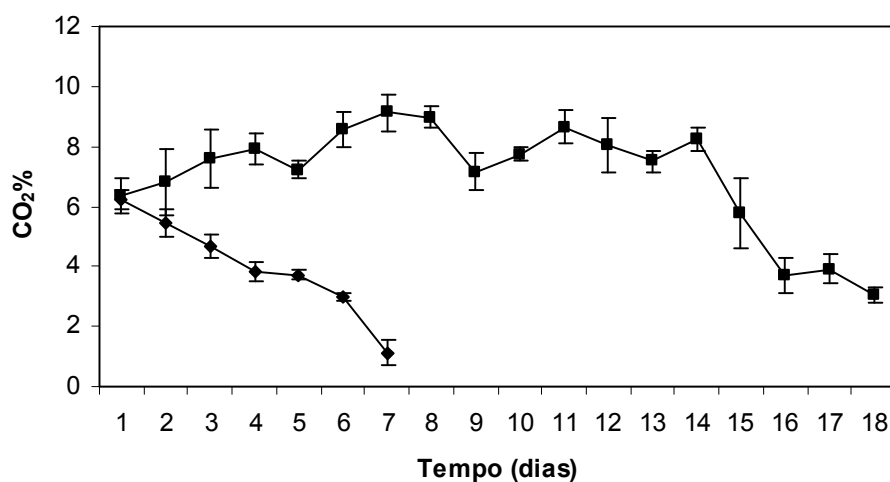


Figura 24 - Concentração interna de CO₂ (porcentagem) em frutos de buriti (*Mauritia vinifera*) durante o processo de amadurecimento a 25 °C para frutos armazenados em conjunto em frascos que foram mantidos fechados com passagem reduzida de ar por meio de pequenos furos(■) e em frascos mantidos abertos (◆). As barras de intervalo representam o erro padrão da média.

Tanto a concentração interna de CO₂ como a de O₂ apresentaram diferenças significativas para os diferentes tratamentos realizados a 25 °C, que foram os que continham frutos armazenados em conjunto em frascos mantidos fechados com passagem reduzida de ar por meio de pequenos furos e em frascos mantidos abertos. Esta diferença significativa é causada pela diferença de durabilidade dos frutos nestes tratamentos (Figuras 23 e 24). Houve uma correlação altamente negativa entre a concentração interna de CO₂ e a de O₂, o que significa dizer que houve um incremento da concentração de CO₂ em proporção muito semelhante a que ocorria e decréscimo de O₂. Isto ocorreu apenas para os frutos armazenados em frascos com reduzida passagem de ar os quais mantiveram suas escamas bem aderidas até o 14º dia de armazenamento.

Os frutos de buriti armazenados em frascos abertos apresentaram uma configuração no padrão de O₂ e CO₂ diferente do usual. Esperava-se que eles tivessem um aumento do CO₂ e uma queda do O₂ em suas atmosferas internas durante o processo de amadurecimento. Isto deveria ocorrer em função do padrão climatérico evidenciado na curva de evolução de CO₂. Devido ao caráter específico e talvez único de sua casca com a presença de escamas, os frutos do buriti apresentaram uma evolução distinta na porcentagem de O₂ e CO₂ em suas atmosferas internas. O que provavelmente ocorreu é que ao longo do processo de amadurecimento suas escamas foram se afrouxando, permitindo que as trocas gasosas se realizassem de forma mais rápida e intensa com o meio externo. Este fato não permitiu que o CO₂ se acumulasse em grandes quantidades nem que a quantidade de O₂ atingisse níveis muito baixos no meio interno destes frutos.

As constantes de conversão relatadas na literatura usualmente variam entre 0,5 em frutos muito permeáveis como a nectarina (*Prunus persica* var. nucipersica) (Calbo e Sommer, 1987) até valores ao redor de 7 em frutos como a maçã (*Malus* sp.) (Burg & Burg, 1965).

A noção de uma constante de conversão entre respiração e concentração da atmosfera interna pode ser utilizada em guerocha, fruto no qual este valor permaneceu estável ao longo do amadurecimento, mas não pode ser utilizada em frutos de buriti, porque nestes o valor deste coeficiente diminuiu conforme o fruto amadureceu.

6.2.3. Cor

A cor da polpa do buriti variou de um verde claro para um tom amarronzado passando por um laranja intenso. Pode-se verificar o padrão visual da mudança na figura 25.

Com o uso da tabela de cores representada na figura 25 é possível fazer comparações visuais no campo ou em laboratório, de tal maneira que a identificação do estágio de amadurecimento da polpa do buriti seja facilitado.

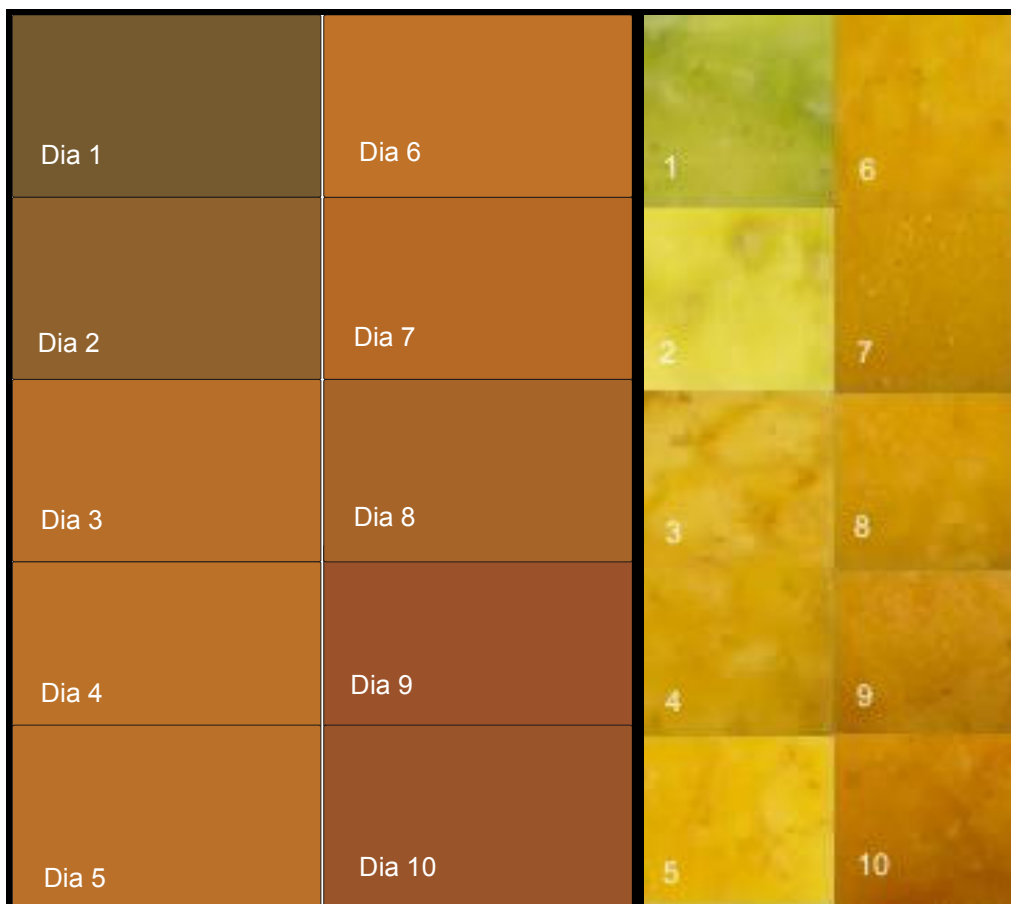


Figura 25 – À esquerda, tabela de médias diárias das cores obtidas para a polpa do buriti (*Mauritia vinifera*) ao longo do processo de amadurecimento (10 dias) com o colorímetro minolta (*Lab*), a 25 °C. À direita, tabela fotográfica da mudança de cor da polpa de frutos de buriti no mesmo experimento.

Percebe-se que os frutos após serem destacados da planta apresentam gradual variação de cor, com uma mudança na coloração da superfície da casca, ao passar do marrom claro para o marrom escuro (Figura 26). Pode-se observar este mesmo padrão de mudança de cor na Figura 27 que representa as médias diárias das cores obtidas com o colorímetro. Nestas duas figuras obteve-se um resultado que expressa a mudança de cor baseada no amadurecimento dos frutos após a sua colheita. Os frutos do buriti demoram meses no processo de maturação e amadurecimento parcial, quando ainda ligados à planta mãe, até que

estejam prontos para a sua utilização. Se estes frutos forem coletados ainda imaturos não amadurecerão.

Nos primeiros dias representados na Figura 26 os frutos têm uma coloração marrom clara e existe uma fina camada verde que se encontra na área de contato entre as escamas, visível a olho nu, podendo servir de parâmetro para ajudar na avaliação do estágio de maturidade do fruto. Caso a coleta tenha sido realizada em um estágio como o do primeiro dia estes frutos levarão cerca de 7 a 9 dias para que haja o seu completo amadurecimento à temperatura ambiente e cerca de 29 a 31 dias se mantidos a temperatura ambiente porém em frascos com restrita passagem de ar e alta umidade. Conforme a variação da cor da casca dos frutos coletados, os dias totais para o seu completo amadurecimento serão alterados. Por exemplo, frutos coletados com casca referente à cor do dia 6 da figura 26 vieram a amadurecer em 5 a 6 dias quando deixados expostos à temperatura ambiente e em 15 a 18 dias quando mantidos em frascos com restrita passagem de ar. De outra forma, os frutos mantidos em frascos com restrita passagem de ar perdem três dias de conservação a cada dia passado na tabela de cor da figura 26. Este é um fator fundamental para que se possa aumentar a vida pós-colheita destes frutos. É importante escolher a correta hora de fazer a colheita.

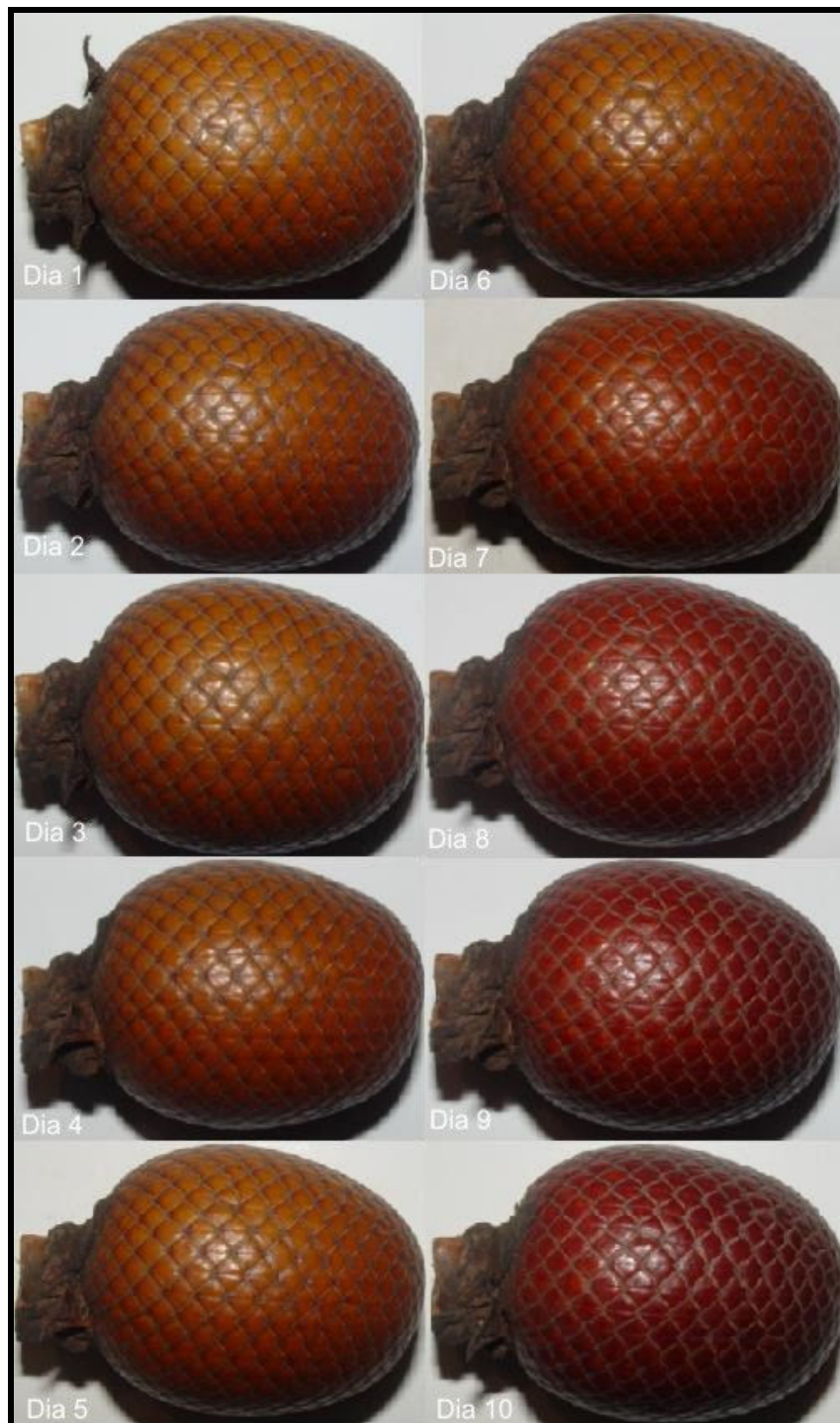


Figura 26 – Mudança de cor em frutos de buri (*Mauritia vinifera*) ao longo do processo de amadurecimento (10 dias), a 25 °C.

Dia 1	Dia 6
Dia 2	Dia 7
Dia 3	Dia 8
Dia 4	Dia 9
Dia 5	Dia 10

Figura 27 – Tabela de médias diárias das cores obtidas para a casca do buriti (*Mauritia vinifera*) ao longo do processo de amadurecimento (10 dias) com o colorímetro minolta (*Lab*), a 25 °C.

As figuras 25 (à esquerda) e 27 são resultado da análise realizada com o colorímetro. Cada cor é a representação da média dos valores obtidos na leitura para aquele dia. Ao se fazer à análise dos dados da leitura em *Lab* da polpa do buriti é possível notar que ocorre a passagem de uma cor verde-amarelada para um alaranjado intenso (Figura 25, à esquerda). Nas figuras 26 e 27 que representam a mudança de coloração da casca do buriti pode-se notar uma mudança gradual e constante.

6.2.4. Medidas de Volumes Gasosos Intercelulares

Os frutos do buriti possuem um volume gasoso intercelular médio de 1,02%. A polpa representa cerca de 59% deste valor enquanto que a semente 41% deste total.

O volume gasoso intercelular encontrado para o fruto do buriti o coloca na faixa de órgãos com baixa quantidade destes volumes, como por exemplo a batata e a cenoura. Como sugere Criosto (2004) este valor baixo pode indicar que os frutos de buriti tenham alta susceptibilidade à injúria de impacto podendo esta ocasionar rachaduras em sua casca ou o descolamento desta. Por outro lado este valor dos volumes gasosos indica que os frutos do buriti têm uma baixa susceptibilidade a injúrias de amassamento durante o seu armazenamento e o transporte, caso estejam ainda firmes com coloração marrom clara (Figura 26, dias 1 e 4).

6.2.5. Firmeza - Penetrômetro

Na figura 28 pode-se observar a queda da firmeza da polpa do buriti em kgf ao longo do processo de amadurecimento em frutos mantidos abertos no ambiente. A firmeza foi decrescendo paulatinamente até o sétimo dia. Do sétimo para o oitavo dia, coincidindo com o climatério, houve uma brusca diminuição da firmeza, com o valor numérico sendo reduzido de 0,3 kgf para 0,05 kgf.

Os frutos nos primeiros dias após a colheita encontravam-se firmes, com as escamas firmemente aderidas a sua superfície. Na mesma proporção em que a firmeza foi decrescendo as escamas foram perdendo a aderência e foram ficando mais fáceis de serem removidas.

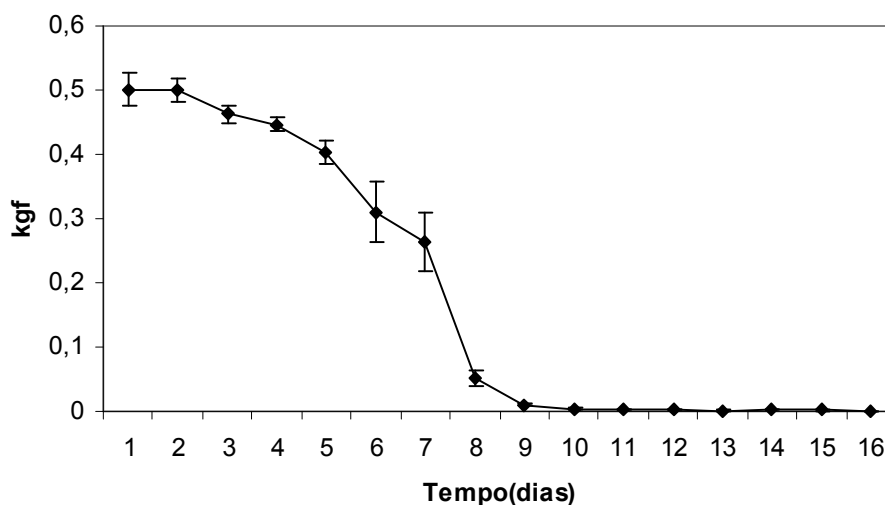


Figura 28 – Mudança na firmeza dependente da composição bioquímica e amadurecimento na polpa dos frutos de buriti (*Mauritia vinifera*), em kgf, ao longo do processo de amadurecimento. As barras de intervalo representam o erro padrão da média.

Segundo Souza (1982) que realizou um experimento no qual foi avaliada a firmeza de frutos de buriti, o desprendimento das escamas da casca e as alterações de firmeza ao tato foram observadas a partir do 6º e 7º dias, coincidindo com os resultados obtidos para os frutos de buriti avaliados com o auxílio do penetrômetro. Estes dois dias neste caso e no experimento conduzido por Souza (1982) foram dias de grandes transformações nos frutos.

O decréscimo da firmeza no tempo foi alto sendo que ao nono dia os frutos apresentavam-se com a polpa mole, com valores de firmeza muito baixos ao redor de 0,01 kgf.

6.2.6. Medidas de Condutância de vapor d'água

Foi observado que a condutância do vapor d'água se manteve oscilando em valores ao redor de 0,002 e 0,003 mol.s⁻¹.kg⁻¹ ao longo de todo o processo de amadurecimento de frutos de buriti mantidos em frascos com

restrita passagem de ar, e a durabilidade destes frutos foi maior do que 3 vezes as de frutos mantidos em frascos abertos no ambiente (Figura 29). Estes frutos amadureceram em apenas uma semana e apresentaram uma média de aumento constante na condutância do vapor de água, sendo este um processo crescente até o seu completo amadurecimento e senescência. Sua condutância partiu de valores ao redor de $0,002 \text{ mol}\cdot\text{s}^{-1}\cdot\text{kg}^{-1}$ no primeiro dia para cerca de $0,004 \text{ mol}\cdot\text{s}^{-1}\cdot\text{kg}^{-1}$ no sétimo e último dia de armazenamento. Houve diferença significativa ao nível de 5% entre os dois tratamentos. Devido à durabilidade dos frutos apresentada no tratamento com frascos com restrita passagem de ar esta diferença se faz completamente marcante.

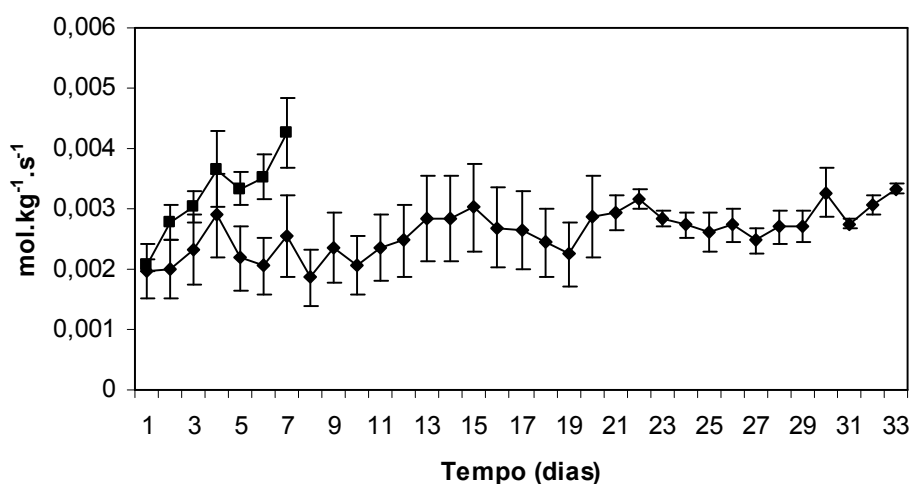


Figura 29 - Condutância do vapor de água ($\text{mol}\cdot\text{s}^{-1}\cdot\text{kg}^{-1}$) ao longo do processo de amadurecimento em frutos de buriti (*Mauritia vinifera*) armazenados em conjunto em frascos que foram mantidos fechados com passagem reduzida de ar por meio de pequenos furos (◆) e em frascos mantidos abertos (■). As barras de intervalo representam o erro padrão da média.

Pode-se entender, de maneira aproximada, a perda de peso do fruto como sendo o produto da condutância do vapor d'água pelo déficit de pressão de vapor expresso como fração molar. Portanto, pode-se calculá-lo baseando-se na perda de peso observada de $13,2 \text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{dia}^{-1}$ e de uma

condutância ao vapor d'água média de $0,003235 \text{ mol.kg}^{-1}.\text{s}^{-1}$, para frutos mantidos em conjunto a $25 \text{ }^\circ\text{C}$ em frascos abertos. Desta maneira o déficit de pressão de vapor médio expresso em fração molar foi de $2,623.10^{-3}$ e isto corresponde a uma UR no meio dos frutos de 92,69%. O mesmo cálculo pode ser feito para frutos mantidos em conjunto a $25 \text{ }^\circ\text{C}$ em frascos com restrita passagem de ar. Sendo a perda de peso de $1,46 \text{ g.kg}^{-1}.\text{dia}^{-1}$, e a condutância ao vapor d'água média de $0,002606 \text{ mol.kg}^{-1}.\text{s}^{-1}$, o déficit de pressão de vapor médio expresso em fração molar foi de $3,6.10^{-4}$ e isto corresponde a uma UR no meio dos frutos de 99,00%. Este valor é muito próximo de 100% neste ambiente de armazenamento e com reflexo direto, neste caso, na baixa perda d'água e conseqüente baixa perda de peso pelos frutos.

Considerando-se como peso médio aproximado de um fruto de buriti 70 g, o volume 70 ml e uma superfície de 82 cm^2 pode-se calcular a quantidade de frutos por quilo de produto, bem como a sua área de superfície total, ou seja, 14 frutos e 1200 cm^2 ($0,12 \text{ m}^2.\text{kg}^{-1}$). Multiplicando-se o valor médio da condutância do vapor d'água obtido para frutos de buriti mantidos em frascos abertos no ambiente ($0,003235 \text{ mol.kg}^{-1}.\text{s}^{-1}$) por 1000, tem-se os dados expressos em mmol. Deste modo, no caso do buriti armazenado em frascos abertos no ambiente, a condutividade do vapor d'água média foi: $g' = 3,235 \text{ mmol.kg}^{-1}.\text{s}^{-1} / 0,12 \text{ m}^2.\text{kg}^{-1} \approx 26,96 \text{ mmol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$. O mesmo cálculo pode ser feito para frutos de buriti armazenados em frascos com restrita passagem de ar. Desta maneira a condutância foi: $g' = 2,606 \text{ mmol.kg}^{-1}.\text{s}^{-1} / 0,12 \text{ m}^2.\text{kg}^{-1} \approx 21,71 \text{ mmol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$. Segundo Nobel (1999), valores de condutância de vapor d'água entre 20 e $120 \text{ mmol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$ estão dentro da faixa de condutância comparáveis a de folhas de árvores com estômatos localizados na parte abaxial. A condutância ao vapor d'água do fruto de buriti ($21,71 \text{ mmol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$) foi bem menor do que a condutância em folhas ($\approx 150 \text{ mmol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$) (Calbo *et al.*, 1998)

Possivelmente o afrouxamento da escamas do buriti está relacionado com a sua perda de água por transpiração e conseqüente perda de peso. À

medida que o fruto perde água suas escamas se inclinam, vão se tornando menos compactas e com fendas abertas para trocas gasosas, permitindo a passagem de vapor de água do fruto para o meio externo com mais facilidade.

Neste processo a resistência à passagem de O_2 e CO_2 e de vapor d'água diminui, como se pode observar na Figura 29, com o aumento da condutância em frutos armazenados em frascos abertos. No tratamento realizado a temperatura ambiente com frutos armazenados em frascos com restrita passagem de ar ocorre um atraso no afrouxamento das escamas, mantendo os valores de condutância do vapor d'água bem menores ao longo dos dias de armazenamento (Figura 29).

No tratamento com frutos armazenados em frascos abertos observou-se maior transpiração e um amadurecimento cerca de três vezes mais rápido, que em frutos armazenados em frascos com restrita passagem de ar.

Em outros frutos já estudados nunca foi observado tamanho efeito da transpiração no amadurecimento. Então, imagina-se que o estresse hídrico por si mesmo não causaria a aceleração tão grande do amadurecimento. Exceto se este estresse hídrico que causa movimentação das escamas cause também rompimento celular (wounding) o que sabidamente induz alta produção de etileno o que aceleraria o amadurecimento. A ocorrência destas rupturas nas escamas deverá ser oportunamente estudada.

7. Conclusões

Os frutos da gueroba (*Syagrus oleracea*) e do buriti (*Mauritia vinifera*) são sensíveis à injúria de resfriamento e quando armazenados a temperatura de 8°C apresentam sinais de injúria pelo frio e não amadurecem mesmo quando recolocados a temperatura ambiente.

Mantidos sob umidade relativa elevada e com baixa transpiração os frutos de buriti (*Mauritia vinifera*) duram cerca de três vezes mais do que quando armazenados sob umidades mais baixas (80 a 90%).

A superfície dos frutos de gueroba (*Syagrus oleracea*) e de buriti (*Mauritia vinifera*) apresentam condutividade ao vapor d'água semelhante à superfície de folhas de árvores.

As escamas dos frutos do buriti (*Mauritia vinifera*) se “soltam” durante o amadurecimento, e injúria de frio, e isto causa grande aumento na condutividade ao vapor d'água e de outros gases da atmosfera interna do fruto.

O pico de evolução de CO₂ em frutos de buriti (*Mauritia vinifera*) ocorreu dois dias após o pico de etileno, diferentemente da gueroba (*Syagrus oleracea*) na qual estes dois picos ocorreram de maneira coincidente no mesmo dia.

Nos frutos de gueroba (*Syagrus oleracea*) as curvas de concentração de CO₂ e O₂ na atmosfera interna são evidências de que se trata de um fruto climatérico.

Nos frutos de buriti (*Mauritia vinifera*) as curvas de concentração interna de CO₂ e O₂ evidenciam o afrouxamento das escamas, possivelmente no início do climatérico.

O valor obtido para os volumes gasosos intercelulares da gueroaba coloca os seus frutos dentro da faixa de órgãos com média quantidade de volumes gasosos, com média susceptibilidade à injúria de impacto e média susceptibilidade a injúrias de amassamento.

O volume gasoso intercelular encontrado para o fruto do buriti o coloca na faixa de órgãos com baixa quantidade destes volumes, alta susceptibilidade à injúria de impacto e alta propensão à ocorrência de rachaduras ou descolamento em sua casca. Por outro lado este valor dos volumes gasosos indica que os frutos do buriti têm uma baixa susceptibilidade a injúrias de amassamento durante o seu armazenamento e transporte caso estejam ainda firmes com coloração marrom clara.

8. Bibliografia

AGUIAR, F.D.D.; CALBO, M.E.R. Efeitos da inundação na fotossíntese, condutância estomática e transpiração em plantas de gueroa (*Syagrus oleracea*) **VII Congresso Brasileiro de Fisiologia Vegetal**. Ilhéus, 2001. CD Rom.

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

BIALE, J.B.; YOUNG, R.E.; OLMSTEAD, A.J. Fruit respiration and ethylene production. **Plant Physiology**, 29:168-174. 1954.

BIALE, J.B. Growth, maturation, and senescence in fruits. **Science**, 146:880-888. 1964.

BRADY, C.J. Fruit Ripening. **Annual Review of Plant Physiology**, 38:155-178. 1987.

BURG, S.P.; BURG, E.A. Role o ethylene in fruit ripening. **Plant Physiology**, 37:179-189. 1962.

BURG, S.P.; BURG, E.A. ethylene action and the ripening of fruits. **Science**, 148:1190-1196. 1965.

BURG, S.P.; THIMANN, K.V. Studies on ethylene production of apple tissue. **Plant Physiology**, 35:24-35. 1960.

BURTON, W.G. **Physiology of food crops**. New York, Longman, 1982. 339p.

CALBO, A. G. & SOMMER, N. F. Intercellular volume and resistance to mass air flow of fruits and vegetables. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, 112:131-134, 1987.

CALBO, A.G.; NERY, A.A. Medida de firmeza de hortaliças pela técnica de aplanção. **Horticultura Brasileira**, 13:14-18. 1995.

CALBO, A.G.; NERY, A.A.; HERRMANN, P.S. de P. Intercellular deformation in compressed organs. **Annals of Botany**, 76:365-370. 1995.

CALBO, A.G. Porômetro de pós-colheita para observar transpiração e calcular resistência difusiva. **PI BR 0104475-3**, 2001 (a).

CALBO, A.G. Porômetro de pós-colheita, novo uso para manometria ou volumetria do vapor de água. **Anais VII Congresso Brasileiro de Fisiologia Vegetal**. Ilhéus. 2001 (b). CD-Rom.

CALBO, A.G. FACILI: uma adaptação eudimétrica para medir CO₂ e O₂ de microamostras de atmosferas modificadas e controladas **Embrapa-Hortaliças**
URL: http://www.cnph.embrapa.br/laborato/pos_colheita/faciliti.htm. Acesso em: 29 set. 2004.

CALBO, A.G.; MORETTI, C.L. Penetrômetro a gás para a avaliação da firmeza de frutos. **Embrapa-Hortaliças** **URL:**
http://www.cnph.embrapa.br/laborato/pos_colheita/penetrometro.htm. Acesso em: 02 maio 2005

CALBO, A.G.; SILVA, W.L.L.; TORRES, A.C. Ajuste de funções não lineares de crescimento. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, 1:9-18. 1989.

CALBO, M.E.R.; LIMA, J.N.; CALBO, A.G. Fisiologia pós-colheita de frutos de cagaita. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, 2:15-18. 1990.

CALBO, M.E.R.; MIRANDA, G.G. Estudos pós-colheita de frutos de pequi. **III Congresso Brasileiro de Fisiologia Vegetal**. Viçosa. Resumos. 1991.

CALBO, M.E.R.; MORAES, J.A.P.V.; CALBO, A.G. Crecimento e condutância estomática, fotossíntese e porosidade do buriti sob inundação. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, 10:51-58. 1998.

CERQUEIRA, R.C.; SILVA, S.de O.; MEDINA, V.M. Características pós-colheita de frutos de genótipos de bananeira (*Musa* spp.). **Revista Brasileira de Fruticultura**, 24:654-657. 2002.

COOMBE, B.G. The development of fleshy fruits. **Annual Review of Plant Physiology**, 27:507-528. 1976.

CORREA, M. PIO. **Dicionário de Plantas Úteis do Brasil**. Ministério da Agricultura. Rio de Janeiro, Imprensa Nacional. 1931.

CRISOSTO, C.H. Handling preconditioned tree fruit at the retail distribution centers. **Central Valley Postharvest Newsletter**, 13:1-3. 2004.

FINGER, F.L. **Controle de perda pós-colheita de água em produtos hortícolas**. Viçosa. Editora UFV. 1997. 29 p.

FISCHER, R.L.; BENNETT, A.B. Role of wall hydrolases in fruit ripening. **Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology**, 45:675-703. 1991.

FREITAS, J.A.; MALUF, W.R.; GOMES, L.A.A.; AZEVEDO, S.M. Efeitos dos alelos *alc og^c* e *hp* sobre as características de maturação e conservação pós-colheita de frutos de tomateiro. **Ciência e Agrotecnia**, 23:569-577. 1999.

GIOVANNONI, J. Molecular Biology of Fruit Maturation and Ripening. **Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology**, 52:725-49. 2001.

HARDENBURG, R.E.; WATADA, A.E.; WANG, C.Y. **The commercial storage of Fruits, Vegetables, and Florist and Nursery Stocks Agriculture Handbook N° 66**. Davis, U.S. Department of Agriculture. 1986. 136 p.

HENDERSON, A.; GALEANO, G.; BERNAL, R. **Field Guide to the Palms of the Americas**. New Jersey, Princeton University Press, 1995. 353 p.

HOFFMAN, N. E.; YANG, S.F. Ethylene biosynthesis and its regulation in higher plants. **Annual review of Plant Physiology**, 35:155-189. 1984.

HULME A.C. Apparatus for the measurement of gaseous conditions of apple fruit. **Journal of experimental botany**, 2:65-85. 1951.

JACOMINO, A.P.; KLUNGE, R.A.; BRACKMANN. A.;CASTRO, P.R.C. Amadurecimento e senescência de mamão com 1-metilciclopropano. **Scientia Agrícola**, 59:303-308. 2002.

JAMES, M.L.; McGLASSON, W.B.; PRATT, H. Ethylene production, respiration, & internal gas concentrations in cantaloupe fruits at various stages of maturity. **Plant Physiology**, 37:31-36. 1962.

JAMES, W.O. **An Introduction to Plant Physiology**. London, Oxford University Press. 6 ed. 1963. 330 p.

JENSEN, C.R.; LUXMORE, R.J.; VAN GRUNDY, S.D.; STOLZY, L.H. Root air space measure by a pycnometer method. **Agronomic Journal**, 61: 474-475. 1969.

KENDE. H. Ethylene Biosynthesis. **Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology**, 44:283-307. 1993.

KEVIN L.C.; WANG, H. L.; ECKER, J.R. Ethylene Biosynthesis and Signaling Networks. **The Plant Cell**, supplement 131-151. 2002.

LORENZI, H. **Árvores Brasileiras**. Nova Odessa, Editora Plantarum. 1992. 352 p.

LORENZI, H. **Plantas Ornamentais no Brasil**. Nova Odessa, Editora Plantarum. 1999. 1088 p.

LORENZI, H.; SOUZA, H.M.; MADEIROS-COSTA, J.T.; CERQUEIRA, L.S.C. de; FERREIRA, E. **Palmeiras Brasileiras e Exóticas Cultivadas**. Nova Odessa, Editora Plantarum, 2004. 432p.

LUENGO, R. de F.A.; CALBO, A.G. **Armazenamento de hortaliças**. Brasília, Embrapa Hortaliças, 2001. 242p.

LUNARDI, R.; BRACKMANN, A.; SESTARI, I. Juiciness and pectins solubilization in 'Gala' apples, stored in controlled atmosphere, in two levels of relative humidity. **Ciência Rural**, 34:743-747. 2004.

LYONS, J.M.; McGLASSON, W. B.; PRATT, H.K. Ethylene production, respiration, & internal gas concentrations in cantaloupe fruits at various stages of maturity. **Plant physiology**, 37:31-36. 1962

LYONS, J.M.; PRATT, H.K. Effect of stage of maturity and ethylene treatment on respiration and ripening of tomato fruits. **Proceedings of American Society Horticultural Science**, 84:491-500. 1964.

MIRANDA, I.P. de A.; RABELO, A.; BUENO, C.R.; BARBOSA, E.M.; RIBEIRO, M.N.S. **Frutos de Palmeiras da Amazônia**. Manaus, MCT INPA. 2001. 120 p.

NOBEL, S.P. **Plant physiology physicochemical & environmental**. San Diego, Academic Press. 1999. 474p. 2ed.

OSPITAL, M. S. **Maduración de frutos**. Buenos Aires, Facultad de Ciencias Agrárias, Universidad Católica, 1995. 184 p.

PANTASTICO, E.B. **Postharvest physiology, handling and utilization of tropical and subtropical fruits and vegetables**. Westport, The AVI Publishing. 1975. 560p.

PARK, H.; KREUNEN, S.S.; CUTTRISS, A.J.; DELLAPENNA, D.; POGSON, B.J.; Identification of the Carotenoid Isomerase Provides Insight into Carotenoid Biosynthesis, Prolamellar Body Formation, and Photomorphogenesis. **The Plant Cell**, 14:321–332. 2002.

PENTZER, W.T.; HEINZE, P.H. Postharvest physiology of fruits and vegetables. **Annual Review of Plant Physiology**, 5:205-224. 1954.

PESIS, E., ACKERMAN, M., BEN-ARIE, R., FEYGENBERG, O., FENG, X., APELBAUM, A., GOREN, R.; PRUSKY, D. Ethylene involvement in chilling injury symptoms of avocado during cold storage. **Postharvest Biology and Technology**, 24:171-181. 2002.

RATTER, J.A.; RIBEIRO, J.F.; BRIDGEWATER, S. The brazilian cerrado vegetation and threats to its biodiversity. **Annals of Botany**, 80:223-230. 1997.

RIBEIRO, J.F.; WALTER, B.M.T. Fitofisionomias do Bioma Cerrado. *In*: SANO S.M. & ALEMIDA S.P. **Cerrado: ambiente e flora**. Planaltina, EMBRAPA-CPAC. 1998. p 89-166.

RODHES, M.J.C. Respiration and Senescence of Plant Organs. *In*: STUMPF, P.K. & CONN, E.E. **The Biochemistry of Plants: a comprehensive treatise Vol. 2: Metabolism and Respiration**. London, Academic Press. 1980. p 419-462.

RYALL, A. L.; LIPTON, W.J. **Handling, transportation and storage of fruits and vegetables**. Westport, 1979. 587p.

SACHER, J.A. Senescence and Postharvest Physiology. **Annual Review of Plant Physiology**, 24:197-224. 1973.

SALES JUNIOR, R.; SOARES, S. P. F.; AMARO FILHO, J. Qualidade do melão exportado pelo porto de Natal. **Horticultura Brasileira**, 22:98-100. 2004.

SHELLIE, K.C.; SALTVEIT, M.E. Jr. The lack of a respiratory rise in muskmelon fruit ripening on the plant challenges the definition of climacteric behaviour. **Journal of Experimental Botany** Oxford University Press, 44:1403-1406. 1993.

SIRIPHANICH, J. Postharvest Physiology of Tropical Fruit. Australia. **Acta Horticulture**, 575:623-633. 2002.

SOUZA, M. do C. P. **Maturação do Buriti (*Mauritia vinifera* Mart.) e Avaliação sensorial do Néctar**. Dissertação de Mestrado. UFC – Universidade Federal do Ceará. 1982. 74p.

SOUZA, M. do C. P.; MAIA, G.A.; GUEDES, Z.B. de L.; ORIÁ, H.F.; HOLANDA, L.F.F. de. Amadurecimento natural e artificial do buriti. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, 19:891-896. 1984.

ULRICH, R. Postharvest physiology of fruits. **Annual Review of Plant Physiology**, 9:385-416. 1958.

WANG, C. Y. Chilling and Freezing Injury In: GROSS, K.C. **Agriculture Handbook 66 (HB-66)**. Beltsville, USDA, ARS. 2002.

WACHOWICZ, C.M.; CARVALHO, R.I.N.de. **Fisiologia Vegetal – Produção e Pós-colheita**. Curitiba, Champagnat. 2002. 424 p.

WILLS, R.; MCGLASSON, B.; GRAHAN, D.; JOYCE, D. **Postharvest: An introduction to the physiology & handling of fruit, vegetables & ornamentals**. Austrália: USNW Press. 1998. 262 p.

YANG, S.F. Regulation of ethylene biosynthesis. **HortScience**. 15:238-243. 1980.

YANG, S.F., AND HOFFMAN, N.E.. Ethylene biosynthesis and its regulation in higher-plants. **Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology**, 35:155–189. 1984

ZONTA, E.P.; MACHADO, A.A. Sistemas de análises estatísticas (SANEST) para microcomputadores. In: **Simpósio de Estatística Aplicada à Experimentação**. Campinas, Fundação Cargil, p.17-18, 1995.