

EFEITOS DA PERDA DE ÁGUA EM FRUTOS DE PIMENTA **(*Capsicum spp.*)**

VIVIANE DE OLIVEIRA SANTOS CABRAL

Tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Fisiologia Vegetal, para obtenção do título de *Magister Scientiae*

Orientador: Prof. Dr. Fernando Luiz Finger

VIÇOSA
MINAS GERAIS – BRASIL
2005

EFEITOS DA PERDA DE ÁGUA EM FRUTOS DE PIMENTA (*Capsicum spp.*)

VIVIANE DE OLIVEIRA SANTOS CABRAL

Tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa,
como parte das exigências do Programa de Pós-
Graduação em Fisiologia Vegetal, para obtenção do título
de *Magister Scientiae*

Aprovada em 04 de março de 2005

Comissão Examinadora:

Prof^ª. Marília Contin Ventrella (Dep. Biologia Vegetal)

Prof. Mario Puiatti (Dep. de Fitotecnia)

Prof. Raimundo Santos Barros (Conselheiro)

Prof. Vicente Wagner Dias Casali (Conselheiro)

Prof. Fernando Luiz Finger (Orientador)

*Aos meus pais Anilton e Juciara
Às minhas irmãs Patrícia, Caroline e Carine,
Ao meu querido Marcelo.*

1. INTRODUÇÃO

As pimentas e os pimentões são membros da família Solanaceae (Cronquist, 1988) uma grande família de plantas tropicais da qual também fazem parte o tomate e a batata. As plantas do gênero *Capsicum* são cultivadas em regiões tropicais e temperadas do globo. Dentre as espécies de pimenta, as mais conhecidas são: *C. annuum* L. (jalapeño), *C. baccatum* L. (dedo-de-moça), *C. chinense* Jacq. (de-cheiro, bode, cumari-do-Pará) e *C. frutescens* L. (malagueta). As três primeiras espécies são as mais importantes comercialmente cultivadas (Bosland & Votava, 2000).

Capsicum annuum é a espécie que apresenta a maior variabilidade genética e também a mais cultivada do gênero. Sua domesticação ocorreu na América Central, mais precisamente no México (Casali & Couto, 1984). É a precursora da grande variedade de pimentas atualmente encontrada naquele país. A espécie *C. baccatum* tem como centros de origem a Bolívia e o Peru. *C. chinense* e *C. frutescens* também têm origem latino-americana (Casali & Couto, 1984).

Em *Capsicum*, o fruto é do tipo bacóide, geralmente globoso ou elipsóide, mas pode ser alongado, com epicarpo fino, mais ou menos coriáceo ou carnoso, geralmente vermelho, amarelo ou alaranjado. O pericarpo é carnoso, mas de pouca espessura, e as placentas podem se tornar muito aumentadas e carnosas, como nos pimentões, ou sofrerem pouco aumento, como nas pimentas, deixando entre as placentas e a parede do fruto, um amplo espaço vazio (Barroso *et al*, 1999).

A natureza pungente das pimentas é devido a uma mistura de sete ou mais homólogos de cadeia ramificada de alquil vanililamidas, chamados de capsaicinóides, cujo principal é a capsaicina (Bosland & Votava, 2000). Os teores dessas substâncias dependem de uma série de fatores, tais como, espécie, cultivar, local de cultivo, estágio de desenvolvimento, armazenamento pós-colheita, entre outros (Bosland & Votava, 2000).

Os frutos de pimenta variam no tamanho, forma, cor, aroma, sabor e ardor. Essa variação também se reflete na composição nutricional, que é determinada pela

espécie, cultivar, condições de crescimento e maturidade do fruto (Bosland & Votava, 2000).

Do ponto de vista nutricional, as pimentas representam uma das mais importantes fontes de vitamina C e pró-vitamina A (Minguez-Mosquera & Hornero-Mendez, 1993), sendo importante ressaltar que a hipovitaminose A permanece ainda como um sério problema de saúde pública no Brasil. A ingestão diária recomendada de vitamina A pode ser obtida pelo consumo de 3-4 g de pimenta em pó. Carotenóides e vitamina C também possuem propriedades antioxidantes, existindo evidências de que reduzem o risco do desenvolvimento de câncer e outras doenças degenerativas (Hertog *et al*, 1997).

As pimentas são muito apreciadas devido às suas propriedades melhoradoras do sabor, aroma e cor dos alimentos. Sendo assim, possuem grande importância no mercado de condimentos no mundo, movimentando milhões de dólares. No mercado brasileiro, a participação desse produto ainda é pequena se comparada à de países como China, Espanha, México e Turquia (DeWitt & Bosland, 1993). Estima-se que a área de pimentas plantada no Brasil seja de 5.000 ha.ano⁻¹, com uma receita anual de 79 milhões de reais, mas há uma carência de dados estatísticos mais precisos sobre essa cultura no Brasil (Embrapa, 2000).

Frutos carnosos, em geral, apresentam teores de água que variam de 75 a 94 %. Mesmo a água sendo o principal componente da matéria fresca dos frutos, não há tolerância para perdas elevadas de massa fresca sem que apareçam sintomas como murchamento e enrugamento da superfície (Finger & Vieira, 1997). Sendo assim, as pimentas, por apresentarem baixa tolerância à perda de água, são classificadas como produto de alta perecibilidade, o que dificulta a sua comercialização como fruto *in natura* (Medina, 1984). A redução da massa total e o enrugamento são considerados sintomas iniciais da excessiva perda de água e, na maioria dos produtos hortícolas, a perda de massa apresenta correlação linear inversa com a umidade relativa, acima de 75 % e temperatura de armazenamento constante (Finger & Vieira, 1997).

Uma alternativa encontrada por Shibairo *et al* (1998) para reverter a perda de massa fresca durante o armazenamento foi a rehidratação do produto. Os autores relataram, nesse estudo, que a imersão de cenouras em água promoveu aumento na massa e conseqüentemente prolongamento da vida de prateleira das raízes, sem afetar a qualidade final do produto.

Além do efeito de redução da matéria fresca do produto, a perda de água pós-colheita pode estar associada a efeitos severos sobre a fisiologia dos produtos hortícolas, incluindo-se alterações na respiração, produção de etileno, degradação de clorofila e alterações no padrão de síntese de proteínas (Finger & Vieira, 1997). Finger *et al* (1995) observaram que a perda de água antecipou o amadurecimento de bananas, pois quando esses frutos foram armazenados sob baixa umidade relativa, a elevada perda de água estimulou a produção de etileno e o aumento da respiração durante o estágio pré-climatérico. Em relação a pimentas, não há conhecimento dos efeitos fisiológicos provocados pela perda de água.

É amplamente aceito que frutos não-climatéricos não apresentam aumento significativo da respiração e produção de etileno durante o amadurecimento, como observado nos frutos climatéricos (Yang & Hoffman, 1984; Gross *et al*, 1986; Lilièvre *et al*, 1997). Dados recentes indicaram que frutos de diferentes acessos de quatro espécies de *Capsicum* (*C. annuum*, *C. baccatum*, *C. chinense* e *C. frutescens*) apresentaram padrão de respiração e produção de etileno semelhante ao de frutos não-climatéricos durante o amadurecimento (Pereira, 2004). Porém, não há estudos prévios que mostrem os efeitos da perda de água sobre o padrão de respiração e produção de etileno em frutos dessas espécies de pimentas.

Diante do exposto acima, este trabalho com acessos de pimentas teve como objetivos:

- Avaliar as alterações no teor hídrico de frutos e folhas durante a fase final da maturação dos frutos na planta;
- Avaliar a possível relação entre o teor relativo de água, a espessura do pericarpo e do epicarpo cutinizado de frutos em diferentes estádios de maturidade;

- Analisar os efeitos da rehidratação de frutos maduros inteiros sobre a sua conservação;
- Avaliar a relação entre o tamanho e a forma dos frutos sobre as taxa de perda de água;
- Analisar os efeitos da perda de água sobre o metabolismo respiratório e a produção de etileno.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Frutos

Foram avaliadas três espécies de *Capsicum*: *C. annuum* (Figura 1), *C. baccatum* (Figura 2) e *C. chinense* (Figura 3) cujas características dos acessos estão descritas na Tabela 1. As sementes da primeira espécie foram cedidas pela New Mexico State University e as das outras duas foram provenientes do Banco de Germoplasma de Hortaliças da Universidade Federal de Viçosa (BGH – UFV).

As sementes foram colocadas para germinar em bandejas de isopor contendo substrato comercial. Após 60 dias as mudas foram transplantadas para vasos de 12 L, contendo uma mistura de solo e esterco. Foi colocada uma planta por vaso, que permaneceram em casa de vegetação. Nos experimentos, foram utilizados frutos em três estádios do desenvolvimento: verde-maduro, 50 % maduro e completamente maduro.

Tabela 1: Características dos acessos de *Capsicum* avaliados durante os experimentos

Acessos	Espécie	Cor do fruto	Forma do fruto	Maior largura do fruto (mm)	Comprimento do fruto (mm)
¹ Ca 2	<i>C. annuum</i>	vermelha	alongada	52,00	197,40
¹ Ca 5	<i>C. annuum</i>	vermelha	alongada	24,30	82,5
¹ Ca 6	<i>C. annuum</i>	vermelha	alongada	26,25	84,30
¹ Ca 9	<i>C. annuum</i>	vermelha	alongada	49,75	188,35
¹ Ca 13	<i>C. annuum</i>	vermelha	alongada	50,80	168,55
² BGH 1646	<i>C. baccatum</i>	vermelha	sino	51,90	43,85
² BGH 1739	<i>C. baccatum</i>	vermelha	alongada	24,10	159,60
² BGH 4366	<i>C. baccatum</i>	vermelha	cônica	32,00	43,60
² BGH 6029	<i>C. baccatum</i>	amarela	alongada	12,60	63,85
² BGH 1716	<i>C. chinense</i>	alaranjada	alongada	18,70	41,35
² BGH 1723	<i>C. chinense</i>	vermelha	alongada	35,24	75,12
² BGH 4213	<i>C. chinense</i>	vermelha	cônica	15,90	30,50

Frutos descritos por ¹Pereira (2004) e ²Teixeira (1996).

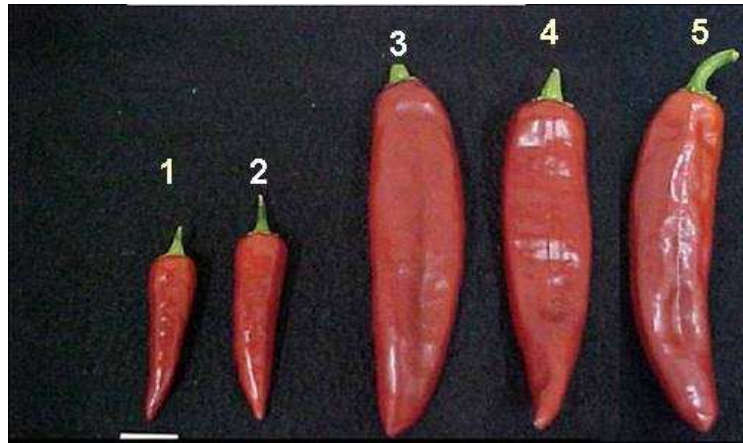


Figura 1: Frutos de *C. annuum*. 1) Acesso Ca 5; 2) Acesso Ca 6; 3) Acesso Ca 13
4) Acesso Ca 9; 5) Acesso Ca 2.



Figura 2: Frutos de *C. baccatum*. 1) Acesso BGH 4366; 2) Acesso BGH 1646;
3) Acesso BGH 6029; 4) Acesso BGH 1739

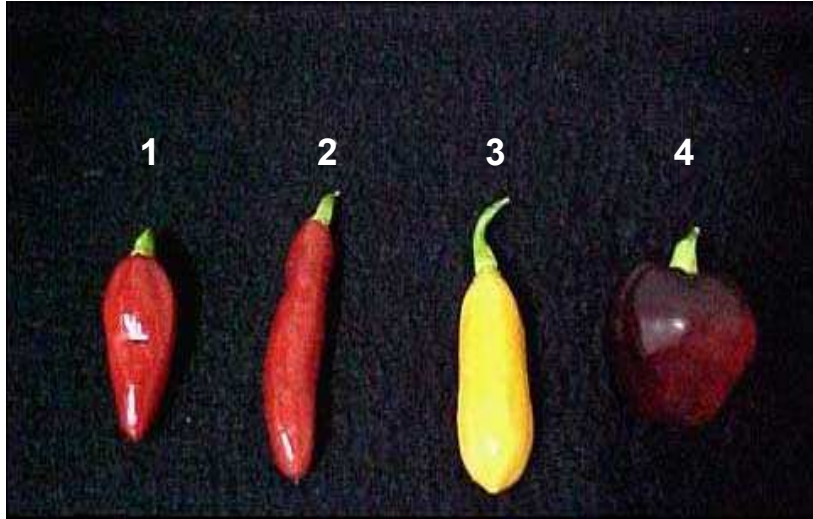


Figura 3: Frutos de *C. chinense*. 1) Acesso BGH 4213; 2) Acesso BGH 1723; 3) Acesso BGH 1716; 4) Acesso BGH 6371

2.2. Determinação do teor relativo de água

2.2.1. Determinação do teor relativo de água de frutos e folhas de acessos de *Capsicum annuum* ao longo de 12 horas

Às 18 horas do dia anterior à realização do experimento, as plantas foram regadas até o completo encharcamento do solo, de maneira que houvesse maior disponibilidade de água para as folhas e frutos no dia do experimento. Ao longo das doze horas do experimento, a temperatura e a umidade relativa do ar da casa de vegetação foram determinadas a cada 30 minutos.

Frutos no estágio verde-maduro e folhas jovens totalmente expandidas dos acessos Ca 2, Ca 5, Ca 6, Ca 9 e Ca 13 (*C. annuum*) foram colhidos manualmente e o teor relativo de água (TRA) foi estimado segundo o método descrito em Cătsky (1974) às 6, 9, 12, 15 e 18 horas.

Discos de 0,83 cm de diâmetro retirados do pericarpo dos frutos e do limbo foliar, após pesagem para obtenção da massa fresca, foram depositados em espuma de poliuretano saturada com água. Os discos permaneceram na espuma até completa saturação dos mesmos, então, foi realizada nova pesagem para obtenção da massa túrgida. Em seguida, os discos foram colocados em estufa a 70 °C por aproximadamente 48 horas até obtenção de massa constante (massa seca). O TRA foi calculado de acordo com a equação proposta por Watherley (1950):

$$\text{TRA} = 100 (\text{MF} - \text{MS}) / (\text{MT} - \text{MS}),$$

em que MF, MS e MT representam respectivamente, massa da matéria fresca, massa da matéria seca e massa da matéria túrgida.

2.2.2. Determinação do teor relativo de água de frutos de *Capsicum*

Os frutos dos acessos Ca 2, Ca 5, Ca 6, Ca 9, Ca 13 (*C. annuum*), BGH 1646, BGH 1739, BGH 4366 (*C. baccatum*), BGH 1716, BGH 1723 e BGH 6371 (*C. chinense*) foram colhidos com o auxílio de tesoura para o corte do pedicelo. Foram escolhidos três estádios de desenvolvimento: frutos verdes-maduros, parcialmente amadurecidos (50 % de cor vermelha ou amarela) e completamente maduros (Figura 4). O teor relativo de água (TRA) foi estimado conforme descrito no item 2.2.1, imediatamente após a colheita.

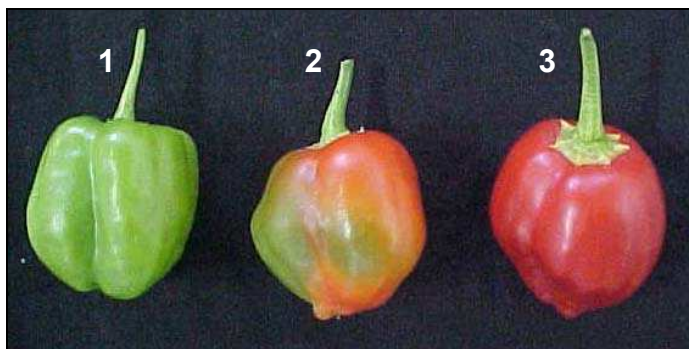


Figura 4: Frutos de *C. baccatum* BGH 4366 em três estádios de desenvolvimento: 1 – verde-maduro; 2 – 50 % maduro e 3 – completamente maduro

2.3. Determinação da área de parede cutinizada do exocarpo de frutos de *Capsicum chinense* acesso BGH 4213

Para estudo anatômico, foram utilizadas porções da região mediana de frutos de *Capsicum chinense* acesso BGH 4213 nos estádios verde-maduro, 50 % maduro e vermelho-maduro. As amostras foram tratadas com solução saturada de sacarose em tampão fosfato 0,1 M, por 12 horas e seccionadas transversalmente em criomicrotomo (CM 1850, Leica), com 50 μ m de espessura. Os cortes foram corados com Sudam IV (Pearse, 1980) e montados entre lâmina e lamínula com gelatina glicerinada.

As imagens digitalizadas dos cortes foram obtidas em microscópio de luz (Olympus AX 70) acoplado à filmadora e microcomputador, por meio do software SPOT. A área cutinizada do exocarpo foi mensurada com auxílio do software Image Pro Plus versão 4.5.

2.4. Rehidratação de frutos de *Capsicum*

Frutos maduros dos acessos BGH 1716 e BGH 4366 foram colhidos, lavados em água fria e secos com papel toalha. Os frutos foram selecionados quanto à uniformidade e colocados em bandejas de polietileno. Um grupo de frutos (0 % de perda de água) foi imediatamente submetido a rehidratação, enquanto os outros foram mantidos a temperatura de 22 °C e umidade relativa de 60 % para que alcançassem 5 e 10 % de perda acumulada de massa fresca, antes de serem submetidos ao processo de rehidratação.

Para a rehidratação, os frutos dos três tratamentos (0, 5 e 10 % de perda de massa acumulada) foram colocados, completamente imersos, em banho-maria à temperatura de 21 °C, por 3, 6 ou 9 horas conforme Shibairo *et al* (1998). Após o tempo de rehidratação, os frutos foram mantidos novamente a temperatura de 22 °C e umidade relativa de 60 % e a massa fresca dos mesmos foi avaliada a cada 24 horas, até que alcançassem a murcha aparente. O tratamento controle consistiu de frutos que não sofreram rehidratação ao longo do experimento.

2.5. Relação da razão superfície: volume com a perda de massa de frutos frescos de *Capsicum*

Para determinar-se a medida da superfície dos frutos dos acessos BGH 1739, BGH 6029 (*C. baccatum*), BGH 1716, BGH 1723, BGH 4213 e BGH 6371 (*C. chinense*), esses foram cortados e retiradas sementes e mucilagem. A área da superfície externa dos frutos foi estimada pela projeção da imagem digitalizada dessa superfície no QuantPoro – Software para Micromorfometria, versão 1.0 (Departamento de Solos – UFV).

O volume dos frutos foi estimado por meio de sua completa imersão numa proveta graduada contendo água a 20 °C. O volume de água deslocado foi considerado como o volume do fruto.

A taxa de perda de massa dos frutos frescos foi estimada por meio da sua pesagem diária em balança analítica.

2.6. Acúmulo de CO₂ e de etileno em frutos de *Capsicum* com e sem embalagem

Foram colhidos frutos de *C. baccatum* BGH 4366 e *C. chinense* BGH 1716 nos estádios: verde-maduro e completamente maduro. Os frutos foram pesados e separados em quatro grupos: verdes (controle), maduros (controle), verdes embalados e maduros embalados em sacos de polietileno (50 µm de espessura) de alta densidade. Os sacos foram perfurados com uma agulha para evitar a condensação de água no interior dos mesmos. Todos os frutos foram armazenados à temperatura de 22 °C. A umidade relativa no interior da embalagem foi de 90 % e no ambiente externo 60 %.

A atividade respiratória e a produção de etileno foram estimadas por cromatografia gasosa. Para essas análises foi utilizado o cromatógrafo a gás (modelo GC-14B, Shimadzu, Japão), com coluna Poropak Q de 1,60 m de comprimento. Para análise de CO₂, utilizou-se detector de condutividade térmica a 140 °C, corrente de 85 A; a temperatura da coluna foi de 40 °C e do injetor 100 °C. Para etileno, as temperaturas da coluna e do injetor foram 60 °C e 100 °C, respectivamente, e o detector utilizado foi de ionização de chama, com temperatura de 140 °C.

Foram tomados cinco frutos de cada tratamento para realizarem-se as análises de CO₂ e de etileno. De cada fruto, foi retirada, com seringa hipodérmica uma amostra de 1 cm³ da atmosfera da cavidade locular. Essas análises foram

realizadas diariamente até que a murcha fosse alcançada. O acúmulo de CO₂ e de etileno foi determinado através de regra de três simples, comparando-se as áreas dos picos das amostras dos frutos analisados com as áreas de padrões de concentração conhecida (Moura, 2002).

2.7. Análise dos dados

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com cinco repetições por tratamento, sendo cada repetição constituída de um fruto. O experimento de rehidratação foi realizado com quatro repetições por tratamento, com um fruto por repetição. Em todos os experimentos foi estimado o erro-padrão da média.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. Determinação do teor relativo de água dos acessos de *Capsicum* na planta

Sendo a pimenta um produto muito perecível e que perde água facilmente depois de colhido, é importante saber se há variação do teor relativo de água dos frutos ao longo do dia antes de serem retirados da planta. A necessidade de se conhecer o ponto de hidratação máximo dos frutos possibilita determinar-se um horário-ótimo para a colheita, no qual eles estejam mais túrgidos e, por conseqüência, com maior frescor. Isso propiciaria maior conservação pós-colheita dos frutos. Por isso, comparamos o TRA dos frutos e das folhas de acessos de *C. annuum* ao longo de 12 horas.

Na Figura 5 são apresentados os dados de variação da temperatura e da umidade relativa no interior da casa de vegetação durante o período em que o experimento foi realizado. Observa-se que, às 15 horas houve um considerável aumento na temperatura, enquanto a umidade relativa reduziu.

De acordo com a Figura 6, os frutos de *C. annuum* acesso Ca 2 exibiram teor relativo de água (TRA) próximo de 100 % durante todo o dia. Assim, o horário de colheita não seria muito importante nesse acesso, desde que as plantas não estejam sob deficiência hídrica. Nas folhas, os valores do TRA apresentaram pequenas alterações ao longo do dia, reduzindo-se de 65 % às 6 horas para 53 % às 15 horas, quando a temperatura ambiente foi máxima e a umidade relativa do ar mínima (Figuras 5 e 6). Nesse acesso, os frutos se apresentaram como fortes drenos para retenção de água e as folhas foram capazes de manter bom estado de turgescência ao longo do dia.

No acesso Ca 5, nota-se que houve relação inversa no TRA das folhas e dos frutos, isto é, os frutos exibiram valores crescentes de TRA, enquanto as folhas tiveram valores decrescentes de TRA até às 15 horas (Figura 7). O TRA das folhas caiu de 45 %, às 6 horas da manhã, atingindo o mínimo de 10 % entre 12 e 15 horas, mas, às 18 horas, recuperaram em parte a turgidez, quando houve redução da temperatura ambiente e aumento da umidade relativa do ar (Figura 5). No início da avaliação, às 6 horas, o TRA dos frutos era de aproximadamente 80 % e, ao final do dia, alcançou 100 % (Figura 7).

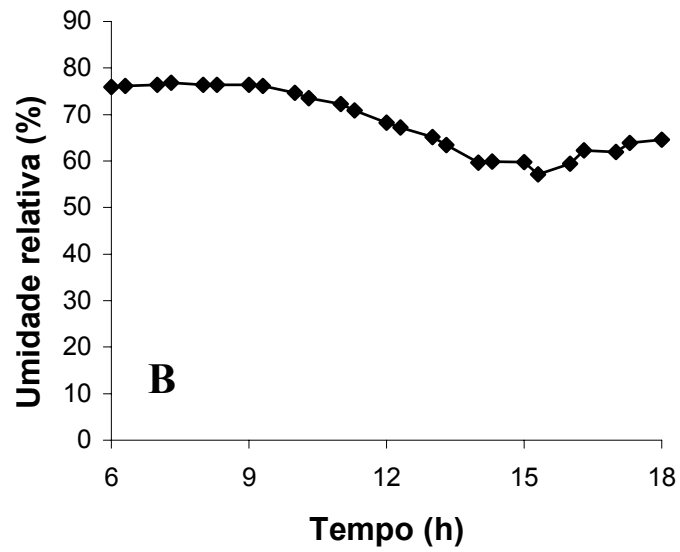
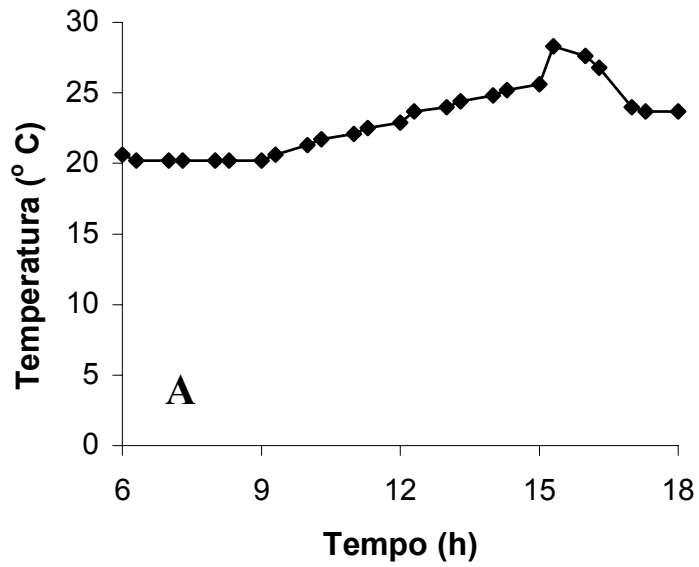


Figura 5: Temperatura (A) e Umidade relativa (B) na casa de vegetação ao longo do dia em que foi realizado o experimento.

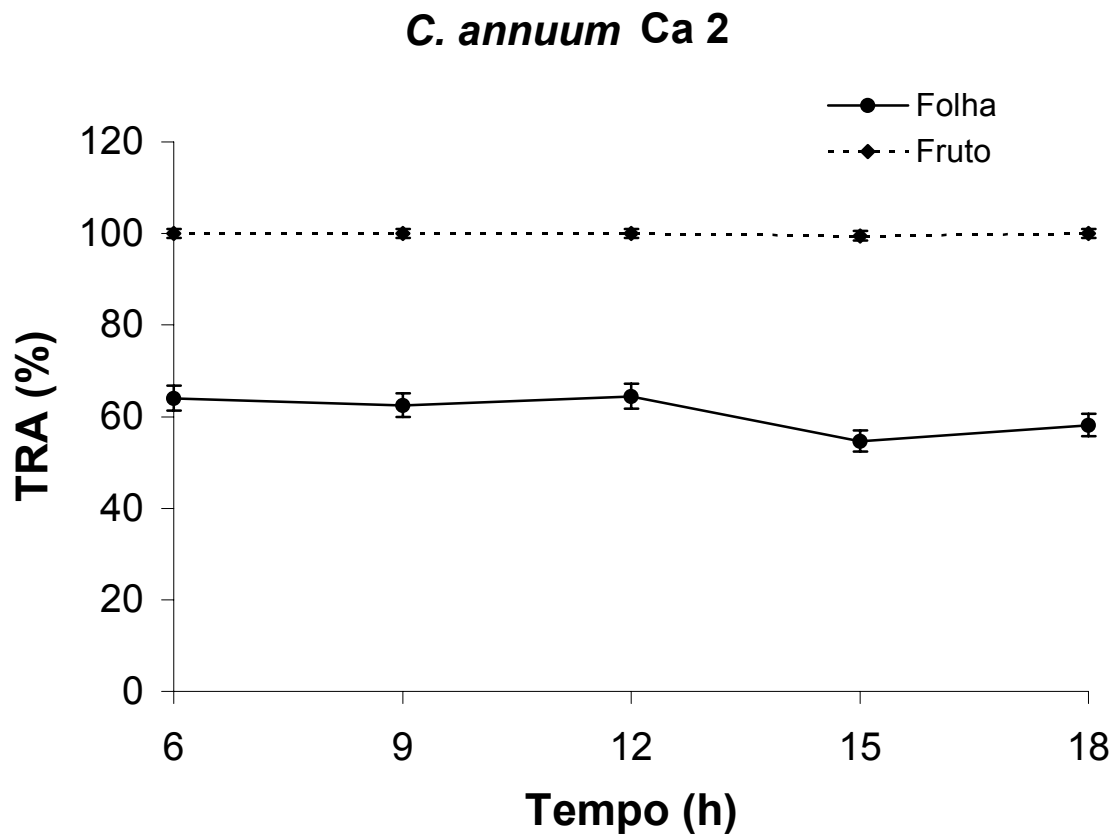


Figura 6: Teor relativo de água de frutos no estágio verde-maduro e folhas de *Capsicum annuum* (Ca 2) ao longo de 12 horas. As barras verticais representam o erro-padrão da média

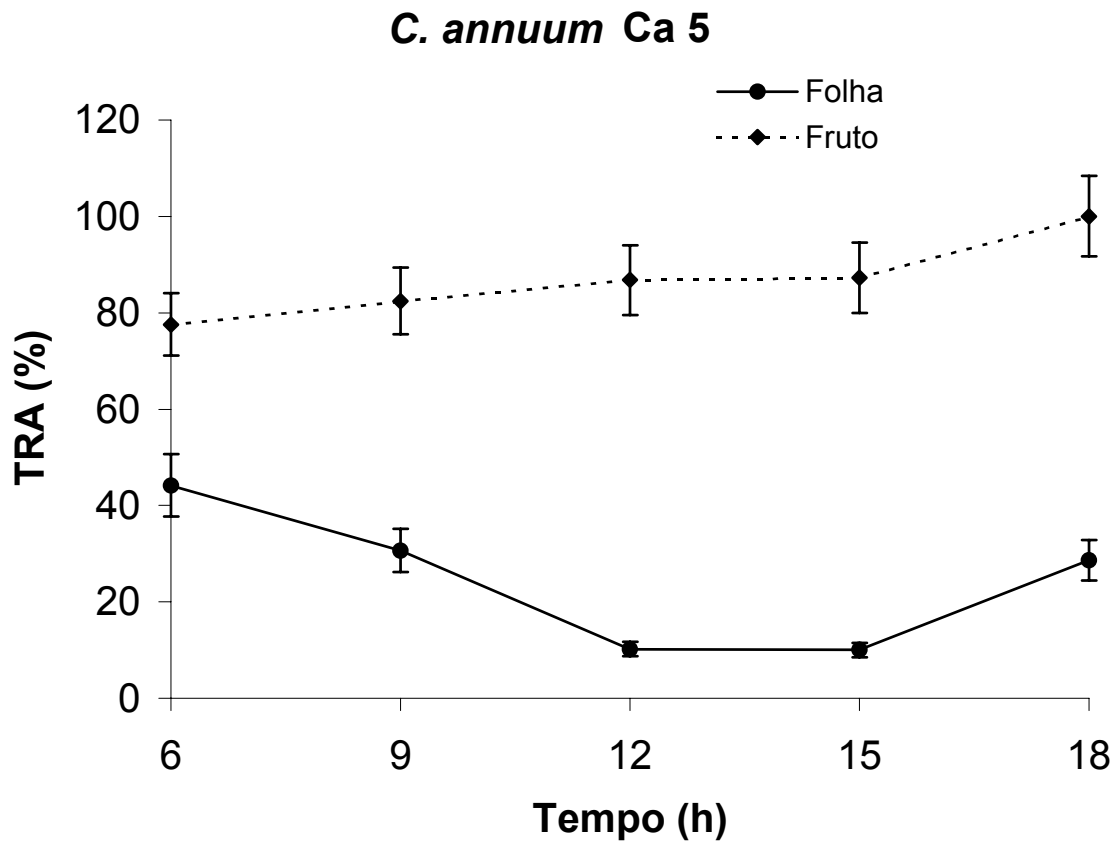


Figura 7: Teor relativo de água de frutos no estágio verde-maduro e folhas de *Capsicum annuum* (Ca 5) ao longo de 12 horas. As barras verticais representam o erro-padrão da média

A Figura 8 retrata o comportamento hídrico do acesso Ca 6, na qual se observou que os frutos apresentaram TRA constante durante o dia, de forma semelhante ao acesso Ca 2. As folhas tiveram o conteúdo de água decrescente a partir das 9 horas, de cerca de 60 % para valor inferior a 10 %, às 18 horas (Figura 8). A manutenção do TRA dos frutos próximo a 100 % ao longo do dia indica que eles possuem alta capacidade de retenção de água, enquanto a queda contínua no TRA das folhas, após às 12 horas, evidencia que essa planta, provavelmente, não reduz a perda de água pelo fechamento dos estômatos e que possui pouca capacidade de recuperar o estado hídrico das folhas com a redução da temperatura ambiente e aumento da umidade relativa do ar, após às 15 horas (Figura 5).

O TRA dos frutos do acesso Ca 9 manteve-se praticamente constante, em torno dos 100 % (Figura 9). Após às 9 horas, as folhas apresentaram diminuição em cerca de 20 % no TRA entre o meio-dia e às 15 horas, seguido de novo aumento, após às 15 horas mostrando que, as plantas recuperaram a turgidez, com a redução da temperatura e elevação da umidade do ar (Figura 5).

Na Figura 10, observa-se que o TRA dos frutos de Ca 13 foi praticamente constante, assim como nos outros acessos de *Capsicum annuum*. As folhas apresentaram comportamento interessante, pois nas primeiras horas de avaliação, o TRA foi constante (aproximadamente 50 %), mas, ao meio-dia, houve aumento de 20 %. Nesse horário, a temperatura estava aumentando e, se não houvesse algum mecanismo de proteção da planta, as folhas apresentariam redução no TRA (Figura 5). Como não foi observado baixo valor de TRA nesse horário, sugere-se que tenha ocorrido fechamento estomático, resultando na elevação do TRA. Às 15 horas, o TRA retornou ao valor de 50 % para, em seguida, aumentar até 65 %, às 18 horas, quando a temperatura baixou e umidade do ar elevou-se (Figura 5).

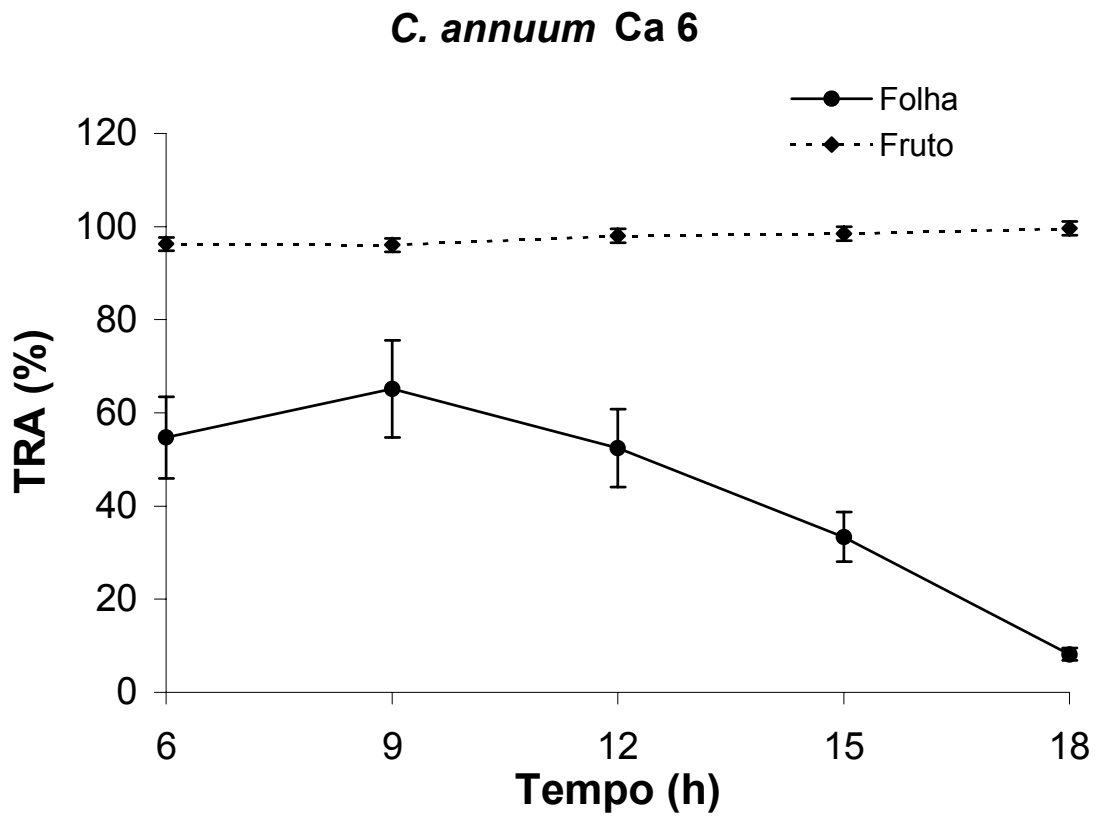


Figura 8: Teor relativo de água de frutos no estágio verde-maduro e folhas de *Capsicum annuum* (Ca 6) ao longo de 12 horas. As barras verticais representam o erro-padrão da média

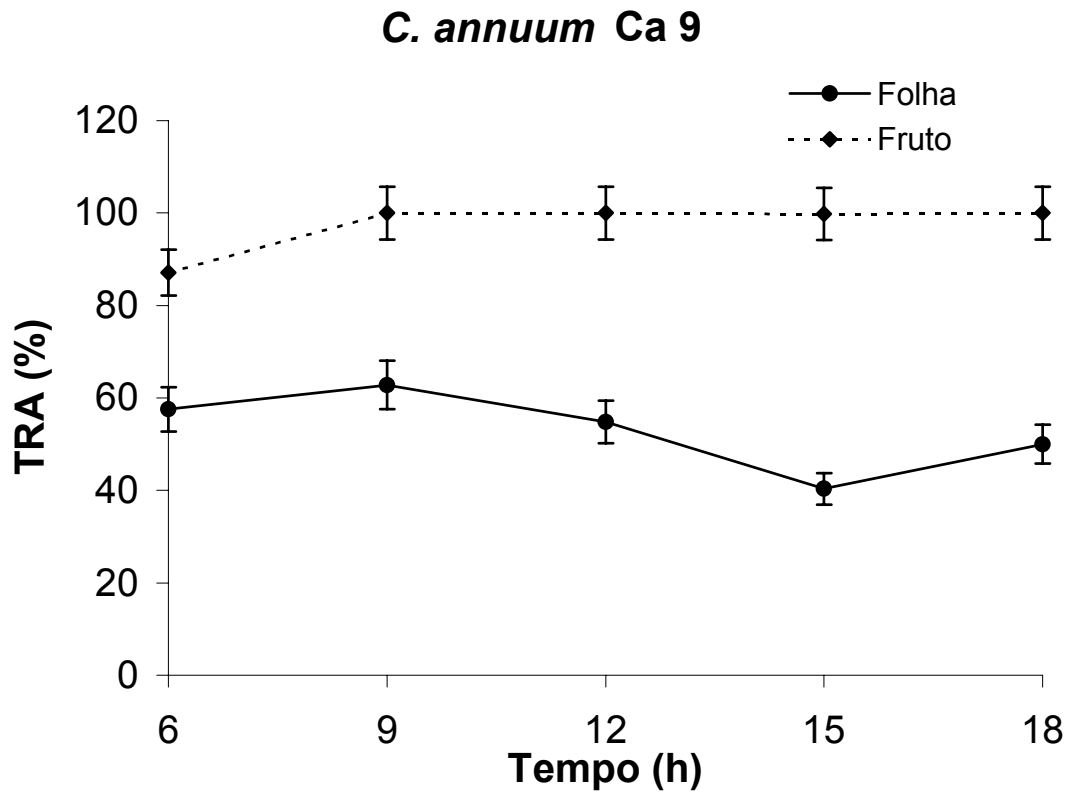


Figura 9: Teor relativo de água de frutos no estágio verde-maduro e folhas de *Capsicum annuum* (Ca 9) ao longo de 12 horas. As barras verticais representam o erro-padrão da média

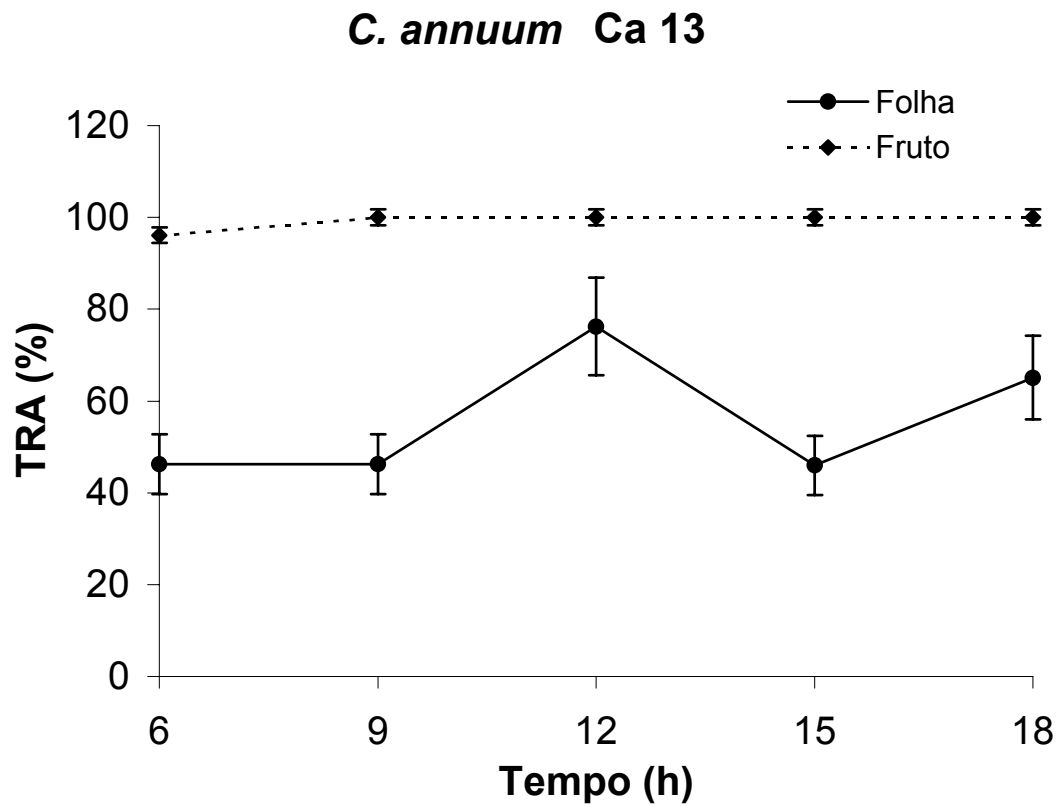


Figura 10: Teor relativo de água de frutos no estágio verde-maduro e folhas de *Capsicum annuum* (Ca 13) ao longo de 12 horas. As barras verticais representam o erro-padrão da média

Por meio desse experimento, pode-se sugerir que, o melhor horário para colheita do acesso Ca 5 é após às 18 horas, foi quando os frutos alcançaram hidratação máxima. Para os acessos Ca 2, Ca 6, Ca 9 e Ca 13 não foi observado um horário-ótimo de colheita, pois o TRA manteve-se praticamente constante ao longo do dia.

De acordo com os resultados obtidos, mostram que ao longo do dia, as folhas têm TRA variando, de modo que os frutos mantenham nível de hidratação máximo. O mecanismo pelo qual as folhas regulam seu TRA não foi estudado neste trabalho, mas sugere-se o envolvimento de estômatos

3.2. Determinação do teor relativo de água de frutos de *Capsicum* em diferentes estádios de amadurecimento

Este experimento foi feito com o objetivo de determinar se há diferença no teor relativo de água (TRA) dos frutos de *Capsicum* em diferentes estádios de desenvolvimento. O TRA desses frutos foi comparado com a espessura do pericarpo, para verificar se haveria uma possível relação entre esses dois parâmetros e o amadurecimento.

Verificou-se que o TRA e a espessura do pericarpo dos três acessos de *C. annum*, sofreram redução com o avanço do amadurecimento dos frutos (Figura 11) e essa redução mostrou-se mais acentuada nos acessos Ca 5 (Figura 11B) e Ca 6 (Figura 11C). O TRA inicial dos frutos (estádio 1 ou verde-maduro) foi aproximadamente de 100 % em todos os acessos. Em relação ao TRA do estágio 3 (vermelho-maduro), nota-se que o acesso Ca 2 (Figura 11A) apresentou o maior valor, cerca de 90 %, enquanto nos acessos Ca 5 e Ca 6 o TRA dos frutos no mesmo estágio de maturação foi de aproximadamente 50 %. Os valores de TRA têm relação direta com a espessura do pericarpo, pois no acesso Ca 2 (Figura 11B) a espessura do pericarpo no estágio 1 foi de aproximadamente 4 mm e nos acessos

Ca 5 (Figura 11D) e Ca 6 (Figura 11E) esse valor foi aproximadamente 1,5 mm, justificando-se os maiores valores de TRA em Ca 2. Assim, o TRA tende a sofrer um decréscimo ao longo do amadurecimento do fruto, com paralela redução da espessura do pericarpo (Figura 11). A redução no TRA do estágio 1 até o estágio 3 foi de 10,0; 44,8 e 45,0 % nos acessos Ca 2, Ca 5 e Ca 6, respectivamente, e para a espessura do pericarpo esses valores foram de 1,37; 0,4 e 0,42 mm (Figura 11).

Na Figura 12, pode-se observar que semelhante aos acessos Ca 2, Ca 5 e Ca 6, o TRA de *C. annuum* Ca 9 e Ca 13 (Figura 12A e 12C) decresceu ao longo dos estádios de desenvolvimento. O mesmo ocorreu com a espessura do pericarpo dos frutos (Figura 12B e 12D). A redução no TRA do estágio 1 até o estágio 3 foi de 16,7 %, em Ca 9, e 15,5 % em Ca 13 e a diferença na espessura do pericarpo dos frutos entre esses dois estádios foi de 0,77 mm e 0,17 mm, respectivamente.

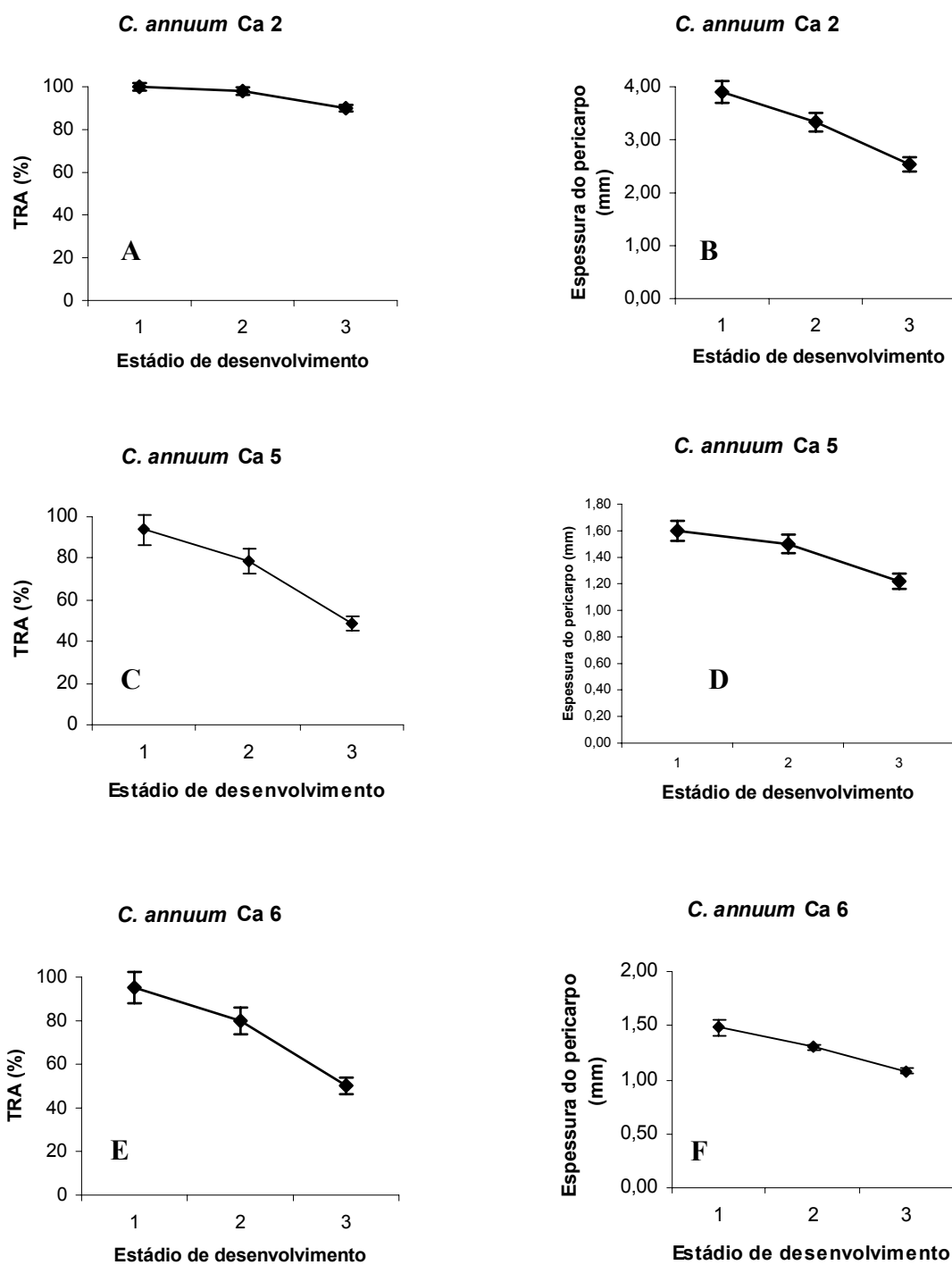


Figura 11: Teor relativo de água (A, C e E) e espessura do pericarpo (B, D e F) de frutos de *Capsicum annuum* em três estádios de desenvolvimento. As barras verticais representam o erro-padrão da média

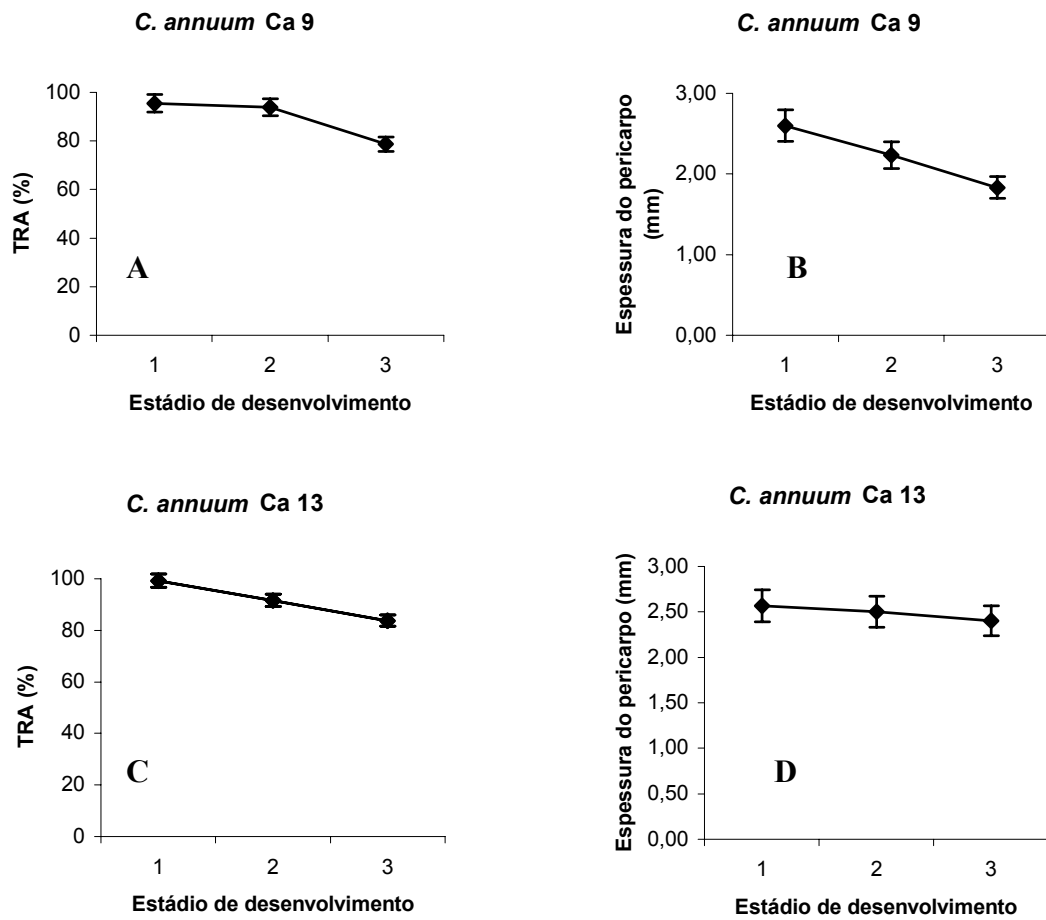


Figura 12: Teor relativo de água (A e C) e espessura do pericarpo (B e D) de frutos de *Capsicum annuum* em três estádios de desenvolvimento. As barras verticais representam o erro-padrão da média

O TRA dos frutos analisados de *C. baccatum*, também tendeu a redução ao longo dos três estádios de desenvolvimento (Figura 13A, 13C e 13E). A redução do TRA no estágio verde-maduro para completamente maduro foi de 14,1; 33,4 e 9,1 % nos acessos BGH 1646, BGH 1739 e BGH 4366, respectivamente. Quanto ao pericarpo, sua espessura também reduziu-se ao longo do desenvolvimento dos frutos, exceto o acesso BGH 4366 no qual ocorreu o contrário. O pericarpo de BGH 4366 aumentou 0,58 mm do estágio 1 para o estágio 3, correspondendo a um acréscimo de 18,8 % (Figura 13F). A redução do pericarpo de BGH 1646 foi de 0,56 mm e, em BGH 1739 essa redução foi mais acentuada, alcançando 1,44 mm (Figura 13B e 13D).

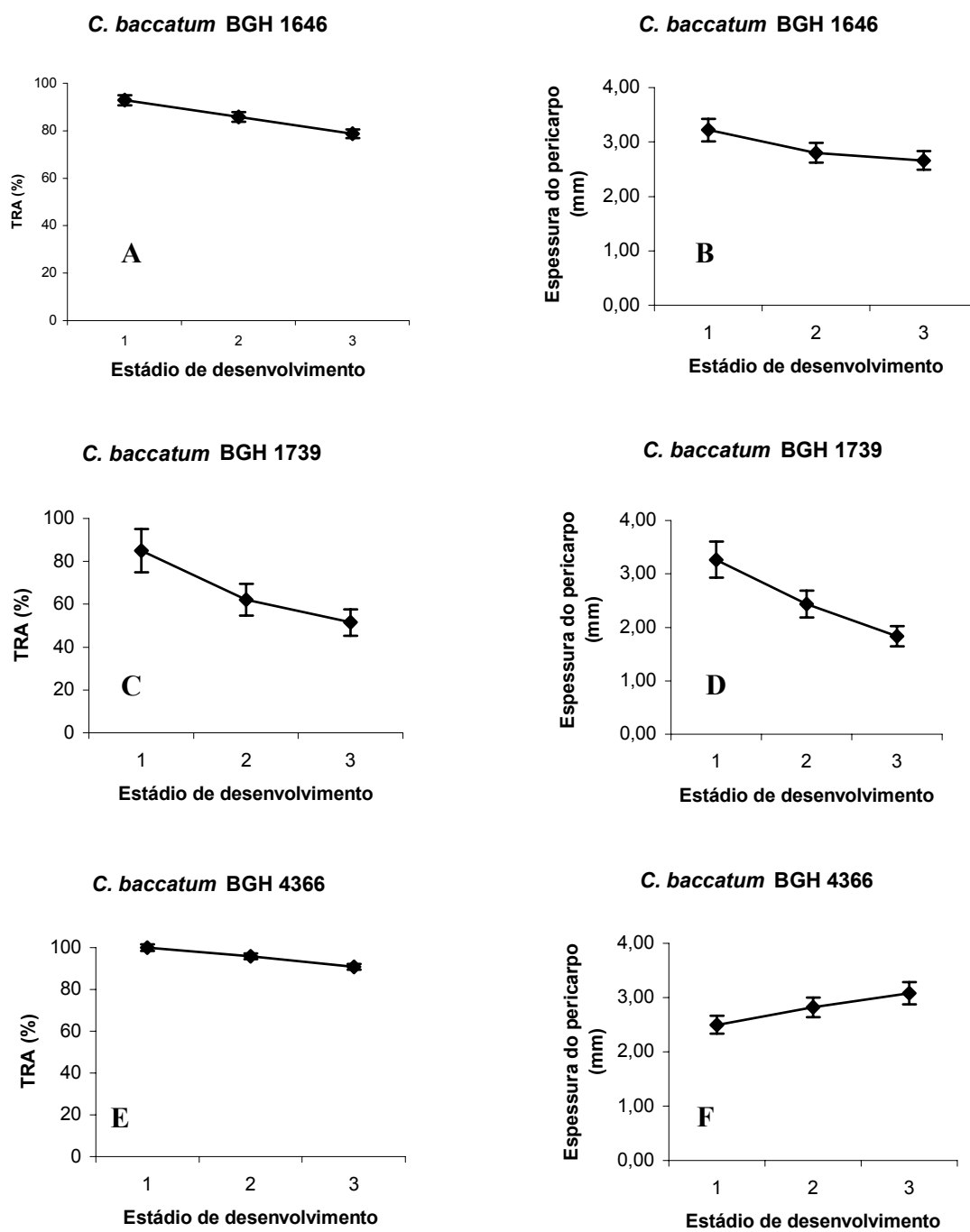


Figura 13: Teor relativo de água (A, C e E) e espessura do pericarpo (B, D e F) de frutos de *Capsicum baccatum* em três estádios de desenvolvimento. As barras verticais representam o erro-padrão da média

Observando-se a Figura 14 (A e C), é notável o decréscimo acentuado no TRA ao longo do amadurecimento dos frutos de *C. chinense* BGH 1716 e BGH 1723. Esse decréscimo foi de 21,1 e 29,4 %, respectivamente. Em BGH 6371, a redução no TRA foi de apenas 3,9 % (Figura 14E). Quanto à espessura do pericarpo, a redução foi de 0,63; 0,1 e 0,28 mm, respectivamente.

De acordo com os resultados apresentados, os frutos de todas as espécies estudadas apresentaram maior conteúdo de água no estágio verde-maduro. Essa redução no conteúdo de água foi acompanhada pela redução na espessura do pericarpo, exceto para o acesso BGH 4366 (Figura 13F). Assim, quando colhidos no estágio verde-maduro, os frutos podem exibir maior potencial de conservação do estado de turgidez para comercialização *in natura*.

Os acessos com menor TRA quando maduros (Ca 5, Ca 6, BGH 1723 e BGH 1739) seriam mais indicados para o processamento de páprica, visto que, menor quantidade de água necessitaria ser removida até atingir 6 % de água, teor indicado para essa especiaria (Carvalho, 1984).

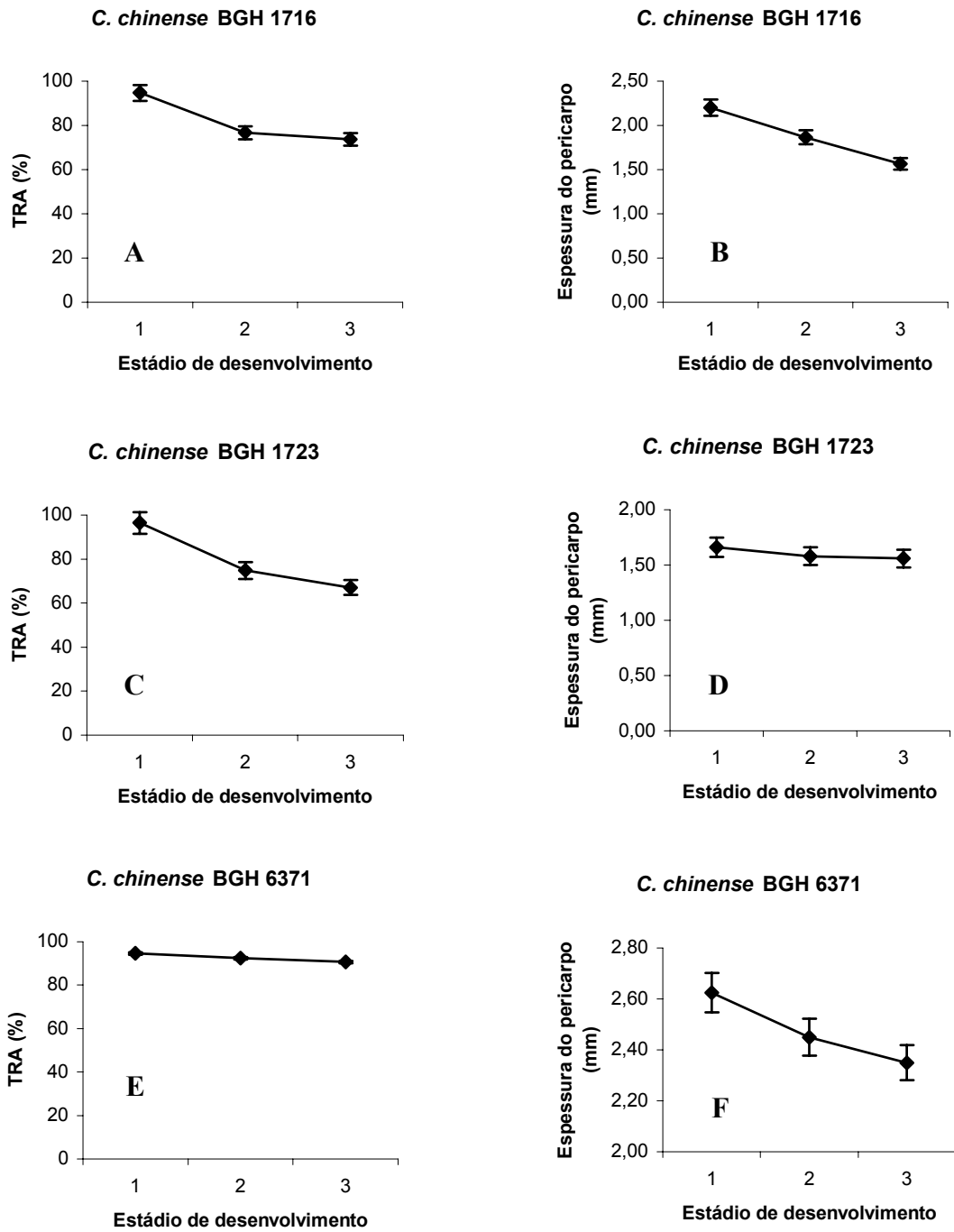


Figura 14: Teor relativo de água (A, C e E) e espessura do pericarp (B, D e F) de frutos de *Capsicum chinense* em três estádios de desenvolvimento. As barras verticais representam o erro-padrão da média

3.3. Área de parede cutinizada, teor relativo de água e espessura do pericarpo de *Capsicum chinense* acesso BGH 4213

A perda de água por difusão é controlada pela diferença de gradiente de potencial hídrico entre o interior do fruto e o exterior e pela resistência à difusão do vapor de água. A diferença de potencial hídrico pode ser função da temperatura de armazenamento e da umidade relativa, enquanto a resistência à difusão pode estar associada com as propriedades físicas e químicas da cutícula do fruto. Espessura da cutícula, quantidade, distribuição e química de cera epicuticular podem influenciar na diferença de perda de água entre as espécies ou entre os estádios de desenvolvimento do fruto (Ben-Yehoshua, 1983). Assim, para identificar se há diferenças no teor relativo de água devido a alterações na área ocupada pelas paredes celulares cutinizadas do exocarpo de *Capsicum chinense* BGH 4213 em três diferentes estádios de desenvolvimento, foi realizado este experimento.

Como pode ser observado na Figura 15, o pericarpo de *C. chinense* é revestido externamente por uma camada de células com parede celular cutinizada nas faces periclinal externa, anticlinal e, às vezes, periclinal interna, constituindo o exocarpo.

De acordo com a Figura 16 foi observado que houve diferença na área ocupada pelas paredes cutinizadas dos frutos nos três estádios de maturação. O estágio 50 % maduro (estádio 2) foi aquele que apresentou a maior área cutinizada. Nota-se que no estágio 1 e 3 a área de parede cutinizada foi praticamente a mesma. Quando se comparou a área ocupada pelas paredes cutinizadas com o teor relativo de água (TRA) nos estádios correspondentes não foi observada uma correlação, visto que nos estádios 1 e 3, nos quais a área de parede cutinizada foi menor, o TRA foi maior. De modo semelhante, no estágio 2 em que a área de parede cutinizada foi maior, o TRA foi menor que nos outros dois estádios (Figura 17). É visível que durante o amadurecimento do fruto há um alongamento das células epidérmicas e colenquimáticas (Figura 15). Esse alongamento, possivelmente, pode estar associado com o crescimento do fruto em diâmetro, o que justificaria a redução na

espessura do pericarpo ao longo do amadurecimento e a redução da área ocupada pelas paredes cutinizadas no estágio 3 (Figura 17B).

Não foram avaliadas, nesse estudo, a composição química, a distribuição ou a quantidade de cera epicuticular que são fatores que poderiam estar associados diretamente com a perda de água ou TRA dos frutos nos diferentes estádios.

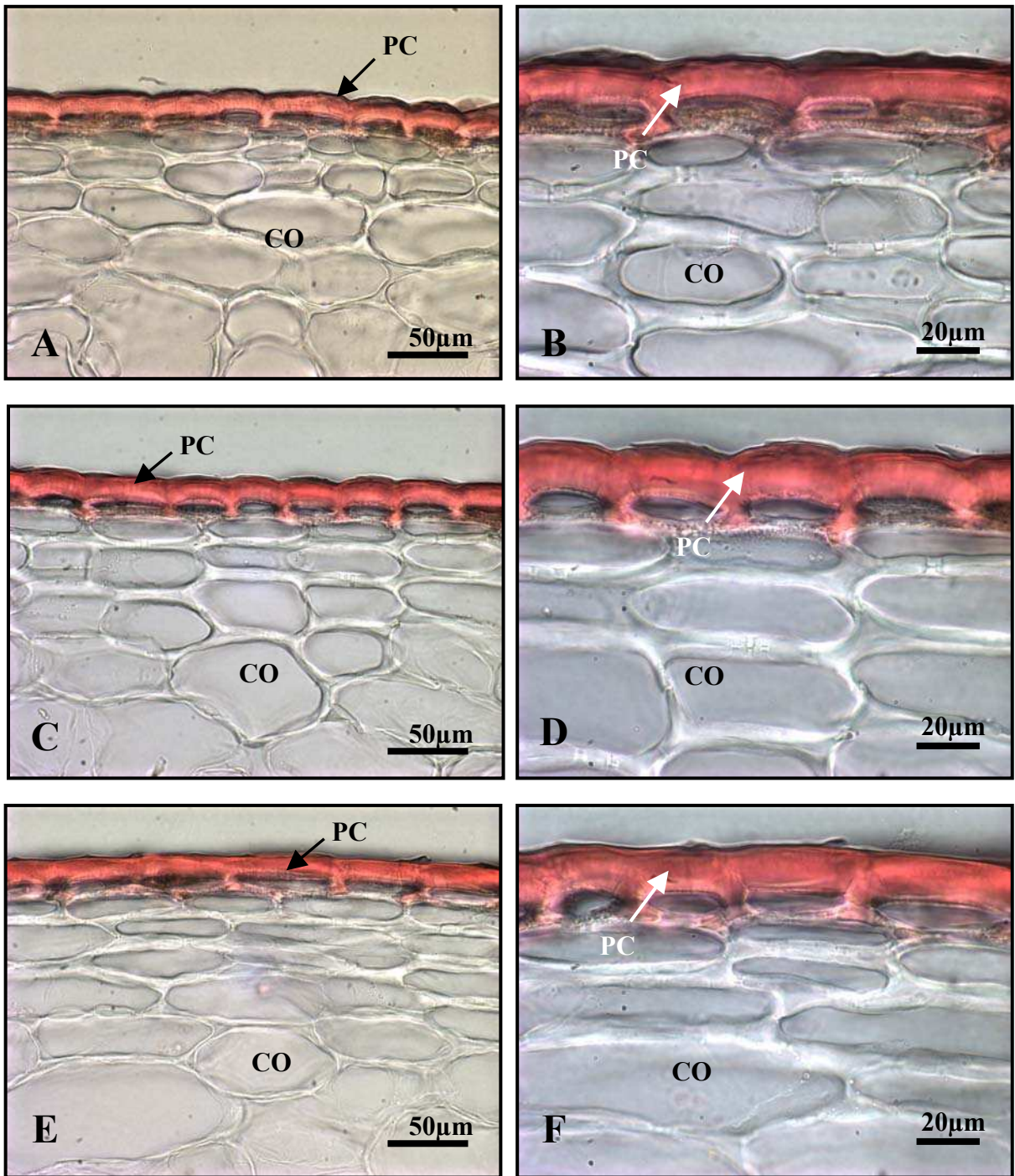


Figura 15: Exocarpo de *C. chinense* acesso BGH 4213 em três estádios de desenvolvimento, corado com Sudan IV. A, B- estágio verde-maduro; C, D- estágio 50 % maduro e E, F- estágio completamente maduro. PC- parede celular cutinizada; CO- colênquima

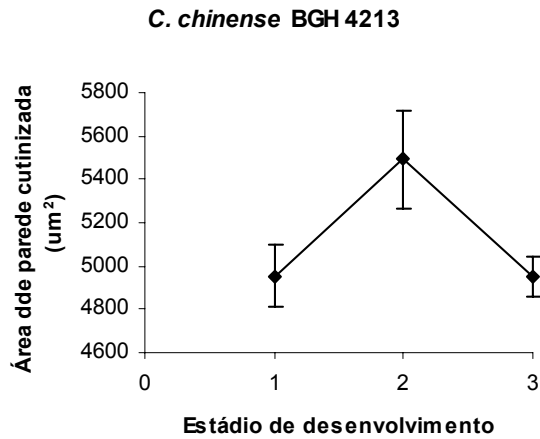


Figura 16: Área de parede celular cutinizada de frutos de *Capsicum chinense* acesso BGH 4213 em três estádios de desenvolvimento. As barras verticais representam o erro-padrão da média

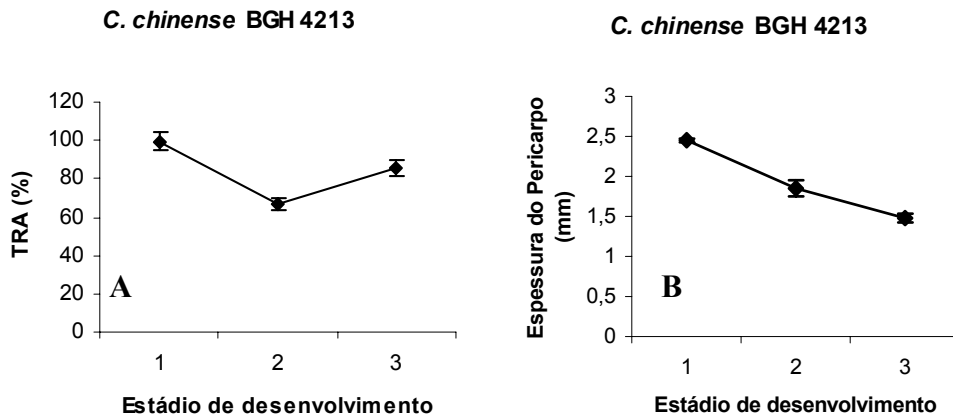


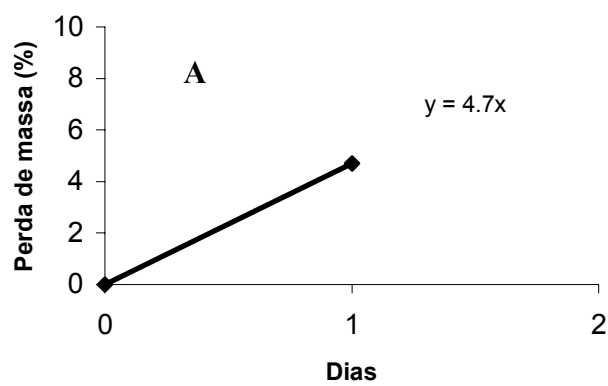
Figura 17: Teor relativo de água (A) e espessura do pericarpo (B) de frutos de *Capsicum chinense* acesso BGH 4213 em três estádios de desenvolvimento. As barras verticais representam o erro-padrão da média

3.4. Rehidratação de frutos de *Capsicum*

Os frutos da pimenteira, por perderem água facilmente, tornam-se murchos e enrugados, o que inviabiliza a conservação *in natura* por período prolongado (Medina, 1984).

Visando-se verificar se os frutos de *Capsicum* absorvem água após a colheita, de maneira a reestabelecer a turgescência total ou parcial, foram realizadas rehidratações por 3, 6 e 9 horas por meio da imersão dos frutos inteiros em água, à temperatura de 21 °C. Essa prática pode se tornar uma alternativa interessante para produtores que comercializam pimentas *in natura*.

***C. chinense* BGH 1716**



***C. baccatum* BGH 4366**

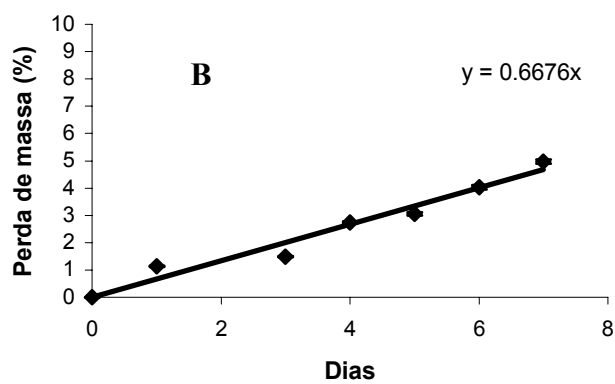


Figura 18: Perda diária de massa dos frutos de *C. chinense* acesso BGH 1716 (A) e *C. baccatum* BGH 4366 (B)

Neste experimento, foram avaliados dois acessos de *C. chinense*: BGH 1716 e BGH 4366. Foram escolhidos esses acessos porque os frutos do acesso BGH 1716 são mais susceptíveis à perda de água, enquanto em BGH 4366, os frutos são mais resistentes. O acesso BGH 1716 possui uma taxa de perda de água de 4,7 % por dia (Figura 18 A). Por isso, um dia após a colheita, já apresentava murcha aparente, isto é, enrugamento da superfície. Observando-se a Figura 18 B, nota-se que a perda de massa do acesso BGH 4366 é mais lenta, ou seja, os frutos levam em média 6 dias para murchar, com uma taxa diária de perda de massa de 0,67 % (Figura 18B). No entanto, 5 % de perda de massa foram suficientes para os frutos de BGH 1716 murcharem, enquanto que em BGH 4366 a murcha aparente ocorreu acima de 10 % de perda de massa.

Na Tabela 2, pode-se observar que, em geral, os frutos que ainda não perderam massa, ou seja, rehidratados imediatamente após a colheita, foram os que absorveram maior quantidade de água. O teor relativo de água (TRA) antes da rehidratação desses frutos foi de 86,53 %. Nota-se que com 9 horas de hidratação tiveram um aumento da massa de 7,67 %. A vida de prateleira foi até 4 vezes maior nos frutos rehidratados por 6 e 9 horas, quando comparados com os frutos controle (não-rehidratados) (Tabela 2). A rehidratação dos frutos com 0 % de perda de massa foi o tratamento mais eficiente, porque esse acesso (BGH 1716) não tolera perda de água maior que 5 % sem que o enrugamento da superfície do fruto ocorra.

A perda de massa inicial de 5 % mostrou-se danosa para os frutos do acesso BGH 1716, pois nesse ponto, a murcha aparente teve início. O TRA inicial foi de 84,72 % (Tabela 2). A rehidratação foi eficiente, pois, após ter sido realizada, os frutos retomaram a turgescência apresentando aspecto de recém-colhidos. Houve aumento de um dia na vida de prateleira nos frutos hidratados por 6 e 9 horas, em relação aos frutos hidratados por apenas 3 horas.

Com 10 % de perda de massa acumulada, os frutos do acesso BGH 1716 estavam murchos e o TRA nesse ponto foi de 77,85 % (Tabela 2). Assim, mesmo havendo absorção de água de quase 5 % para 9 horas de rehidratação, esta não foi

eficiente para recuperar a turgescência dos frutos, portanto não houve prolongamento na vida de prateleira.

Tabela 2: Rehidratação dos frutos maduros de *C. chinense* BGH 1716

Perda de massa inicial	TRA inicial (%)	Tempo de hidratação (h)	Ganho de massa (%)	Perda de massa (%/dia)	Murcha (dias)
0 %	86,53 ± 0,55	0	---	4,70 ± 0,43	1
0 %		3	2,32 ± 0,45	2,6 ± 0,37	2
0 %		6	6,08 ± 0,39	1,86 ± 0,35	4
0 %		9	7,67 ± 0,42	1,83 ± 0,39	4
5 %	84,72 ± 1,36	0	---	4,70 ± 0,43	---
5 %		3	1,93 ± 0,23	3,2 ± 0,39	2
5 %		6	3,95 ± 0,28	2,9 ± 0,45	3
5 %		9	6,19 ± 0,32	2,7 ± 0,31	3
10 %	77,85 ± 1,20	0	---	4,70 ± 0,43	---
10 %		3	1,22 ± 0,34	4,2 ± 0,56	0
10 %		6	3,45 ± 0,29	3,9 ± 0,48	0
10 %		9	5,07 ± 0,31	3,9 ± 0,62	0

Para o acesso BGH 4366, a rehidratação foi bastante eficiente em retardar a murcha dos frutos. Como foi dito anteriormente, os frutos desse acesso são menos susceptíveis à perda de água que *C. chinense* BGH 1716. Um fator que pode estar influenciando a redução na perda de água dos frutos de BGH 4366 pode ser a espessura do pericarpo. Esse acesso tem frutos com pericarpo de 3,2 mm de espessura (Figura 13F) enquanto em BGH 1716 é de 1,96 mm (Figuras 14B).

No acesso BGH 4366, o TRA foi de 98,90 % após a colheita e os frutos rehidratados tiveram um ganho de massa de até 10 % (Tabela 3).

Os frutos com perda de massa inicial de 5 % tiveram TRA de 97,32 % e, ao passarem pelo processo de rehidratação, tiveram um ganho de massa de até

aproximadamente 7 %, com 9 horas de rehidratação (Tabela 3). Comparando-se os frutos reidratados por 3 horas com aqueles reidratados por 6 horas, nota-se que a diferença no ganho de massa foi de 2,4 %. Com relação à vida de prateleira, os frutos reidratados por 6 horas ganharam 2 dias em relação aos reidratados por 3 horas. Os frutos reidratados por 9 horas ganharam 0,8 % de massa a mais que os reidratados por 6 horas e a diferença em ganho na vida de prateleira foi de um dia (Figura 19A).

A perda de massa de 10 % nos frutos do acesso BGH 4366 representou o início da murcha aparente com TRA de 95,48 % e a rehidratação por 3 horas proporcionou um ganho de massa de 3,02 % (Tabela 3). Após rehidratação por 6 horas, os frutos ganharam 4,70 % de massa. Frutos reidratados durante 9 horas tiveram um aumento na massa de 8,88 %. Observa-se, assim, que em nenhum dos tratamentos os frutos alcançaram rehidratação de 10 %, que teoricamente seria o valor necessário para alcançar a turgescência máxima no momento da colheita. Comparando-se a vida de prateleira após a rehidratação entre os tratamentos, observa-se que, de 3 para 6 horas houve, um aumento de 2 dias na vida de prateleira dos frutos, enquanto de 6 para 9 horas de rehidratação, a diferença foi de apenas um dia (Figura 19B).

Tabela 3: Rehidratação dos frutos de *C. baccatum* BGH 4366

Perda de massa inicial	TRA inicial (%)	Tempo de hidratação (h)	Ganho de massa (%)	Perda de massa (%/dia)	Murcha (dias)
0 %	98,90 ± 0,47	0	---	1,94 ± 0,35	6
0 %		3	6,26 ± 0,25	1,62 ± 0,45	9
0 %		6	8,64 ± 0,32	1,41 ± 0,30	11
0 %		9	10,04 ± 0,21	1,29 ± 0,21	12
5 %	97,32 ± 0,26	0	---	1,94 ± 0,35	2
5 %		3	3,68 ± 0,52	1,70 ± 0,28	5
5 %		6	6,08 ± 0,51	2,60 ± 0,32	7
5 %		9	6,88 ± 0,23	2,80 ± 0,22	8
10 %	95,48 ± 0,91	0	---	1,94 ± 0,35	---
10 %		3	3,02 ± 0,86	4,78 ± 0,55	2
10 %		6	4,70 ± 0,48	3,46 ± 0,57	4
10 %		9	8,88 ± 0,22	4,31 ± 0,42	5

Com o aumento da perda de massa foi observado um decréscimo no TRA dos frutos dos dois acessos estudados. No entanto, os frutos que não sofreram perda de massa inicial, apresentaram maiores valores de TRA e absorveram mais água do que aqueles que inicialmente haviam sofrido perda de massa de 5 ou 10 % (Tabelas 2 e 3).

Por meio desse experimento, também foi possível notar que houve influência do tempo de hidratação no ganho de massa, pois a rehidratação por 6 horas foi mais eficiente que por 3 horas, quando se compara tanto o ganho de massa quanto a durabilidade pós-rehidratação. Comparando-se os frutos reidratados por 6 horas com os reidratados por 9 horas, estes conseguiram absorver maior quantidade de água, mas a diferença na vida de prateleira foi de apenas um dia. Portanto, a

rehidratação por 6 horas parece a mais interessante, quando se trata da relação custo-benefício.

Segundo Shibairo *et al* (1998), quando cenouras foram submetidas à rehidratação por meio de imersão em água fria, foi observado que houve absorção de água e, conseqüentemente, um acréscimo no período de armazenamento das raízes. Foi observado, também, que o tempo de imersão foi significativo para a absorção. No caso das cenouras, a melhor rehidratação foi conseguida com imersão por 12 horas.



Figura 19: Frutos de *C. baccatum* BGH 4366 no dia 5º dia após a rehidratação por 0, 3, 6 e 9 horas, respectivamente. (A) com 5 % de perda de massa e (B) com 10% de perda de massa

3.5. Relação da razão superfície: volume com a perda de massa fresca de frutos de *Capsicum*

Neste experimento, foi possível observar que dentre os acessos de *C. chinense*, aquele que apresentou menor taxa de perda diária de massa foi o BGH 6371, com 0,90 % de perda por dia (Figura 20D). O acesso que apresentou maior perda diária de massa foi o BGH 1723, com 3,25 % de perda por dia (Figura 20B). Em *C. baccatum*, o acesso BGH 1739 mostrou uma taxa de perda diária de massa de 4,70 % (Figura 21A) e BGH 6029 perdeu 8,29 %, por dia (Figura 21B).

Foi observado também que quanto maior a razão superfície: volume, maior a taxa de perda de massa fresca, com exceção do acesso BGH 1739 (Tabela 4). Esse acesso possui uma peculiaridade, pois, ainda na planta, no momento da colheita, o fruto apresenta um início de murcha na parte basal.

Verificou-se que as taxas de perda diária de massa foram maiores nos acessos de *C. baccatum*, quando comparados com os acessos de *C. chinense*.

Tabela 4: Relação superfície: volume com a perda de massa de acessos de *Capsicum*

Acesso	Superfície: volume	Perda de massa (%/dia)	Ponto de murcha (dias)
BGH 1716	3,38	2,63	5
BGH 1723	5,27	3,25	3
BGH 1739	1,51	4,70	1
BGH 4213	2,78	1,73	5
BGH 6029	6,05	8,29	1
BGH 6371	1,17	0,90	8

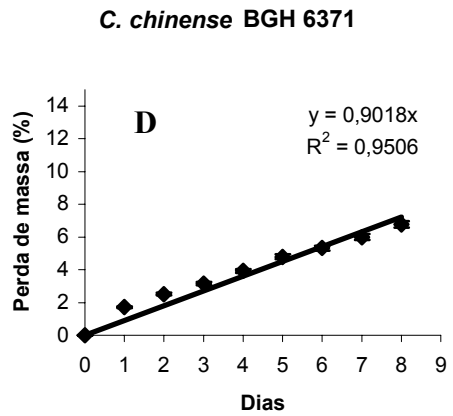
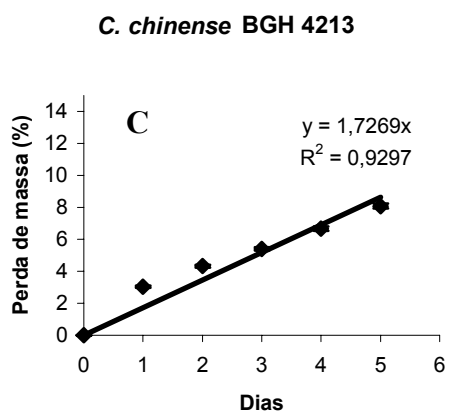
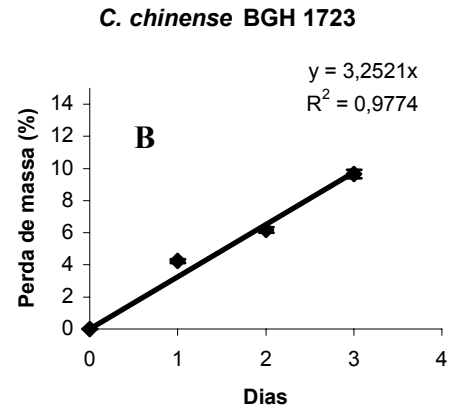
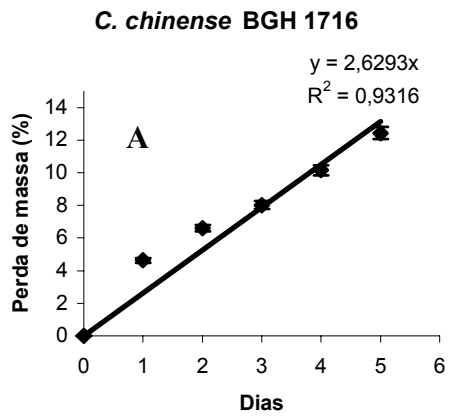


Figura 20: Perda diária de massa dos frutos de *Capsicum chinense* acessos BGH 1716 (A), 1723 (B), 4213 (C) e 6371 (D). As barras verticais representam o erro-padrão da média

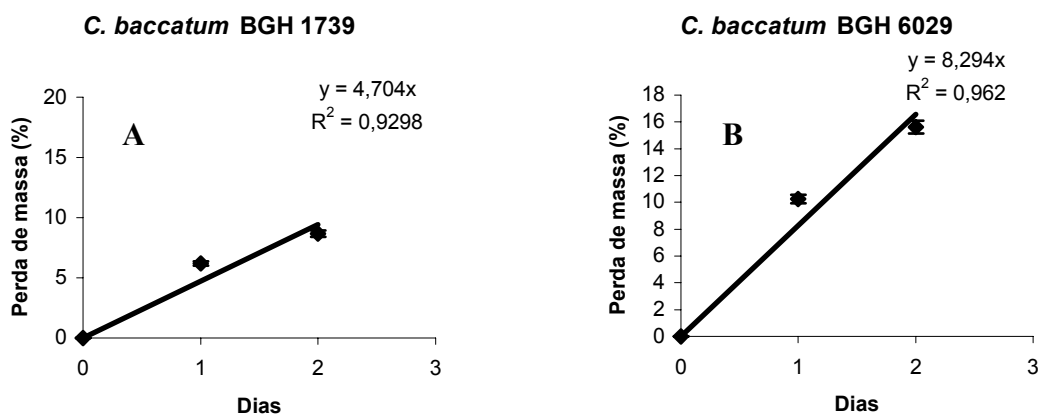


Figura 21: Perda diária de massa dos frutos de *Capsicum baccatum* acessos BGH 1739 (A) e 6029 (B). As barras verticais representam o erro-padrão da média

3.6. Acúmulo de CO₂ e de etileno de frutos sem e com embalagem

Foi possível observar, por meio desse experimento que, com o uso da embalagem, a vida de prateleira dos frutos de BGH 4366 aumentou em 3 dias, ou seja, os frutos embalados alcançaram a murcha aparente 3 dias após os frutos sem embalagem. (Figuras 22 e 23). Entre fruto verde e o maduro não houve diferença no tempo de vida pós-colheita, apesar de o fruto verde ter maior perda diária de massa nos dois tratamentos (Figuras 22 e 23).

A diferença na vida pós-colheita entre os frutos sem embalagem (Figura 23A) e os frutos com embalagem (Figura 23B) em BGH 1716 foi de um dia. Assim como no acesso BGH 4366 (Figura 22), não houve diferença de dias para alcançar a murcha entre os frutos verdes e maduros do acesso BGH 1716, mas os frutos verdes apresentaram maiores taxas de perda de massa (Figura 23).

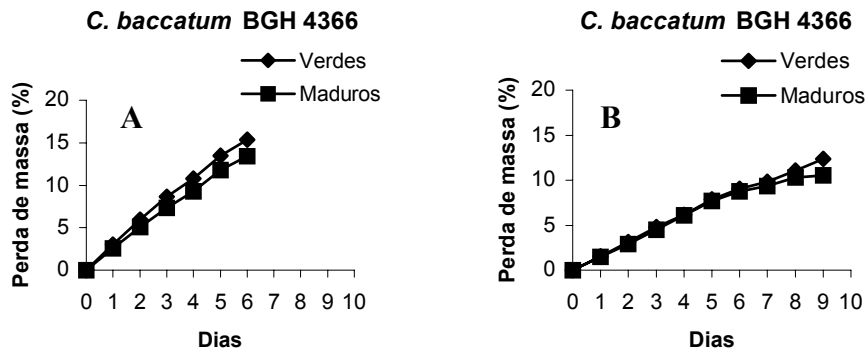


Figura 22: Perda diária de massa dos frutos sem embalagem (A) e com embalagem (B) de *Capsicum baccatum* acesso BGH 4366. As barras verticais representam o erro-padrão da média

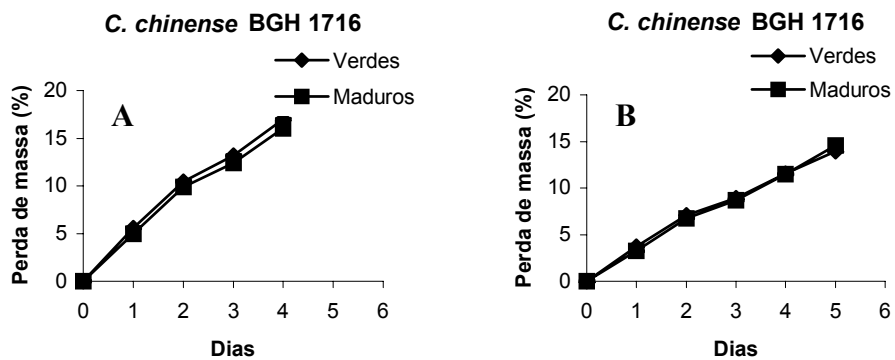


Figura 23: Perda diária de massa dos frutos sem embalagem (A) e com embalagem (B) de *Capsicum chinense* acesso BGH 1716. As barras verticais representam o erro-padrão da média

De acordo com os resultados obtidos nesse experimento, foi possível observar que não houve influência da perda de água sobre a produção de CO₂ e etileno em pimentas, pois, em nenhum dos tratamentos, observou-se um aumento da produção

de etileno associado a um aumento da produção de CO₂ (Figuras 24 a 31). Resultados semelhantes foram encontrados por Finger (1985) quando estudou o comportamento de pimentão (*C. annuum*).

Foi possível observar que os frutos verdes de BGH 4366, sem embalagem, apresentaram concentração de CO₂ variando entre 1 e 7 %, enquanto nos frutos maduros, sem embalagem, esses valores oscilaram entre 0,5 e 3 % (Figuras 24A e 25A), ou seja, os frutos verdes sem embalagem exibiram maior concentração de CO₂ que os frutos maduros. Nos frutos embalados tal comportamento não foi observado. Então, os frutos verdes sem embalagem poderiam apresentar maiores taxas de respiração que os frutos maduros, assim como apresentaram maiores taxas de perda de massa (Figura 22A e B). Em relação à concentração de etileno, não foram observadas grandes diferenças entre frutos verdes e maduros. Segundo Villavivencio (1999), frutos de *C. annuum* var. *annuum* L. 'Cherry Bomb' apresentaram produção de CO₂ significativamente maior no estágio verde-maduro. Essa produção decresceu uniformemente ao longo dos estádios de maturidade do fruto, alcançando os menores valores no estágio vermelho-maduro. Em geral, tecidos imaturos tendem apresentar maiores taxas respiratórias que tecidos mais velhos ou maduros (Kays, 1991).

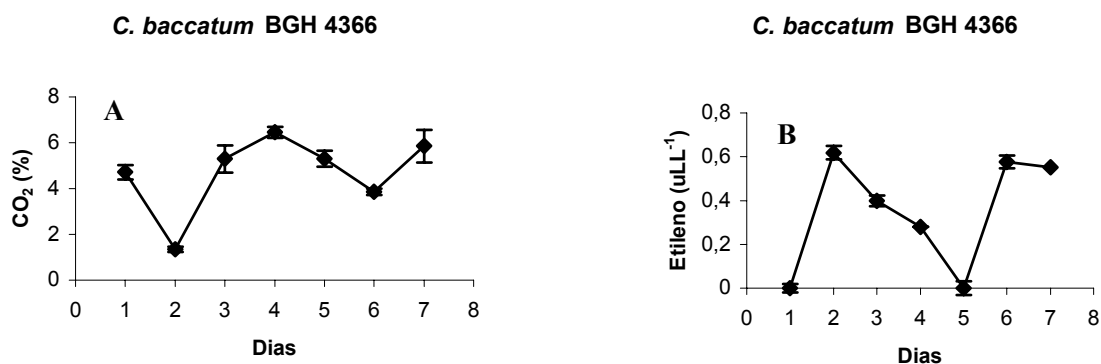


Figura 24: Acúmulo de CO₂ (A) e de etileno (B) nos frutos verdes-maduros sem embalagem de *Capsicum baccatum* acesso BGH 4366. As barras verticais representam o erro-padrão da média

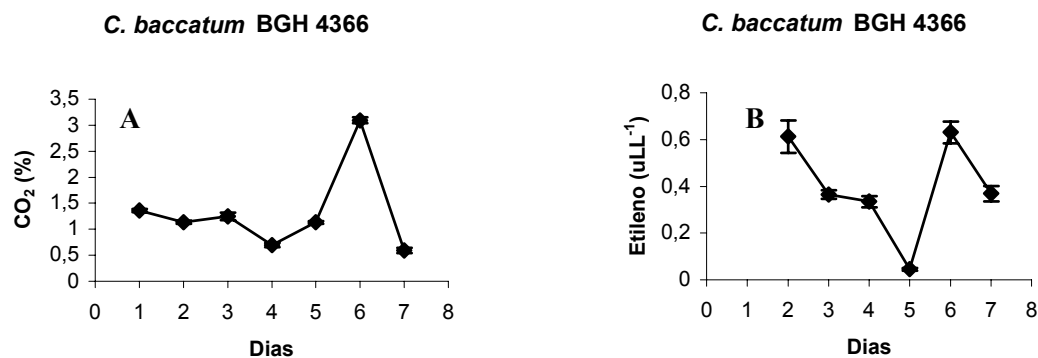


Figura 25: Acúmulo de CO₂ (A) e de etileno (B) nos frutos maduros sem embalagem de *Capsicum baccatum* acesso BGH 4366. As barras verticais representam o erro-padrão da média

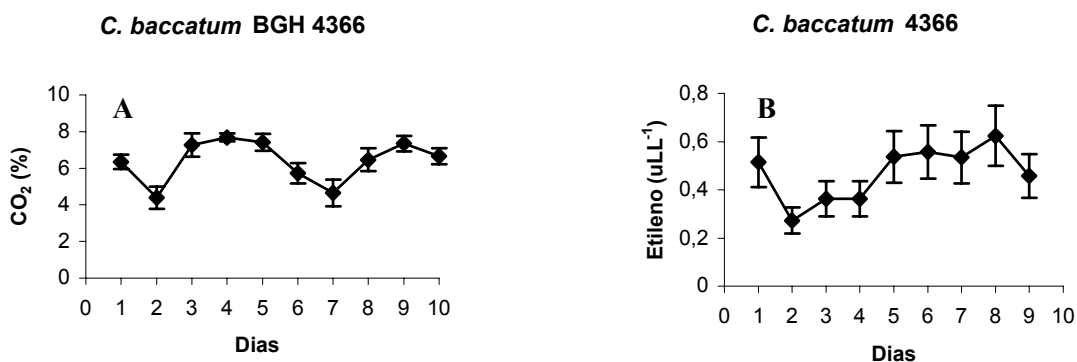


Figura 26: Acúmulo de CO₂ (A) e de etileno (B) nos frutos verdes-maduros com embalagem de *Capsicum baccatum* acesso BGH 4366. As barras verticais representam o erro-padrão da média

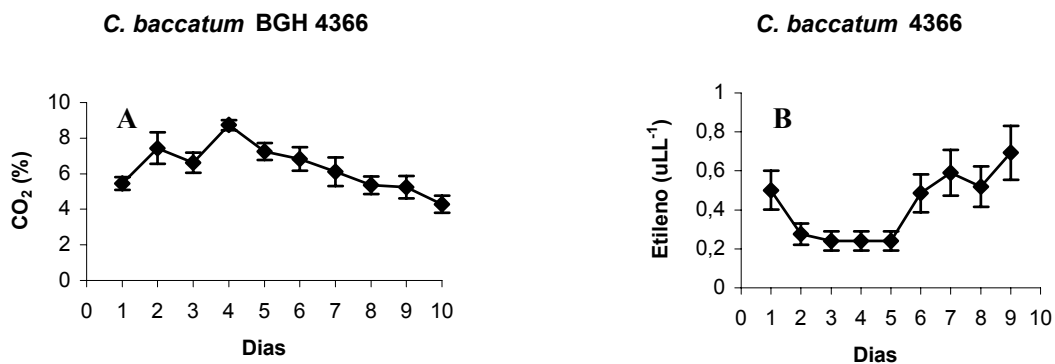


Figura 27: Acúmulo de CO₂ (A) e de etileno (B) nos frutos maduros com embalagem de *Capsicum baccatum* acesso BGH 4366. As barras verticais representam o erro-padrão da média

A concentração de CO₂ dos frutos verdes e maduros, sem embalagem, de BGH 1716 mostrou-se decrescente ao longo dos quatro dias de avaliação, com valores máximos de até 12 % e valores mínimos de até 5 %, nos frutos verdes (Figura 28A) e quase zero nos frutos maduros (Figura 29A). A concentração de etileno nos frutos verdes variou de 0,8 a 0,25 μL.L⁻¹ e nos frutos maduros os valores oscilaram entre 0,65 e 0,15 μL.L⁻¹ (Figuras 28B e 29B).

Comparando-se os dois acessos estudados pode-se notar que a concentração de CO₂ no acesso BGH 1716 é maior que no acesso BGH 4366, enquanto o primeiro tem concentração máxima de 12 % no segundo acesso esse valor alcança apenas 7 %. Esse comportamento também pode estar contribuindo para a maior vida pós-colheita de BGH 4366 em relação a BGH 1716.

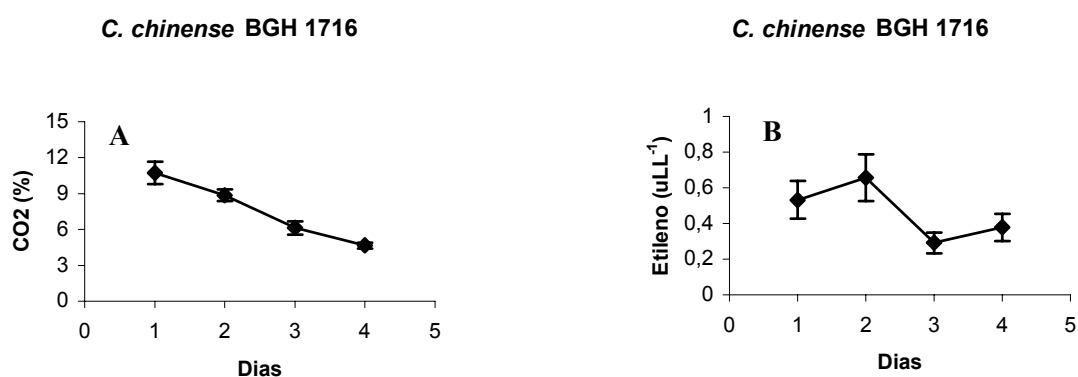


Figura 28: Acúmulo de CO₂ (A) e de etileno (B) nos frutos verdes-maduros sem embalagem de *Capsicum chinense* acesso BGH 1716. As barras verticais representam o erro-padrão da média

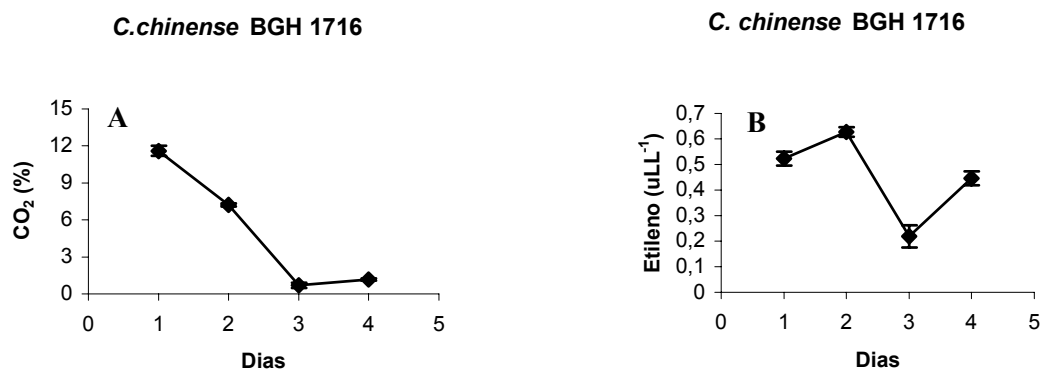


Figura 29: Acúmulo de CO₂ (A) e de etileno (B) nos frutos maduros sem embalagem de *Capsicum chinense* acesso BGH 1716. As barras verticais representam o erro-padrão da média

Nos frutos embalados de BGH 1716, houve um aumento na concentração de CO₂ entre o 1^o e o 2^o dia, seguido de decréscimo. Esse comportamento foi observado tanto nos frutos verdes quanto nos maduros. Em relação à concentração de etileno os frutos verdes e maduros apresentaram comportamento semelhante, pois houve um decréscimo até o 3^o dia e, em seguida, a concentração tornou-se constante.

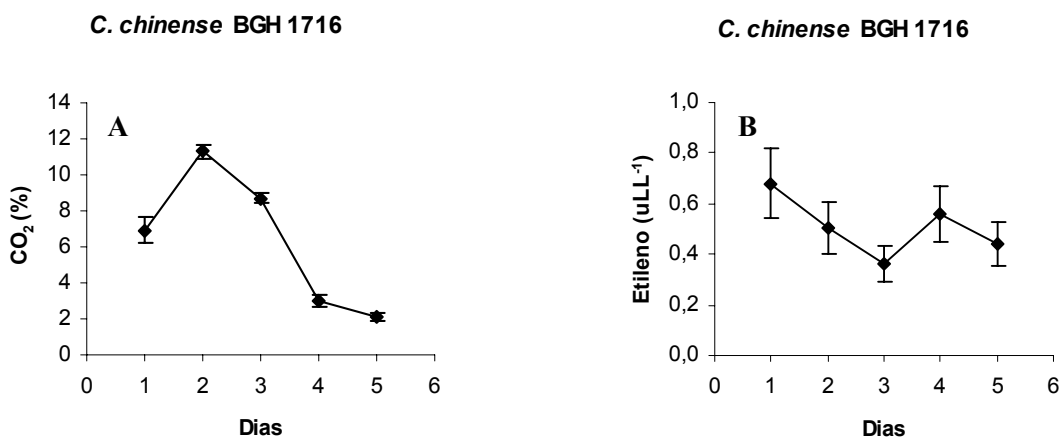


Figura 30: Acúmulo de CO₂ (A) e de etileno (B) nos frutos verdes-maduros com embalagem de *Capsicum chinense* acesso BGH 1716. As barras verticais representam o erro-padrão da média

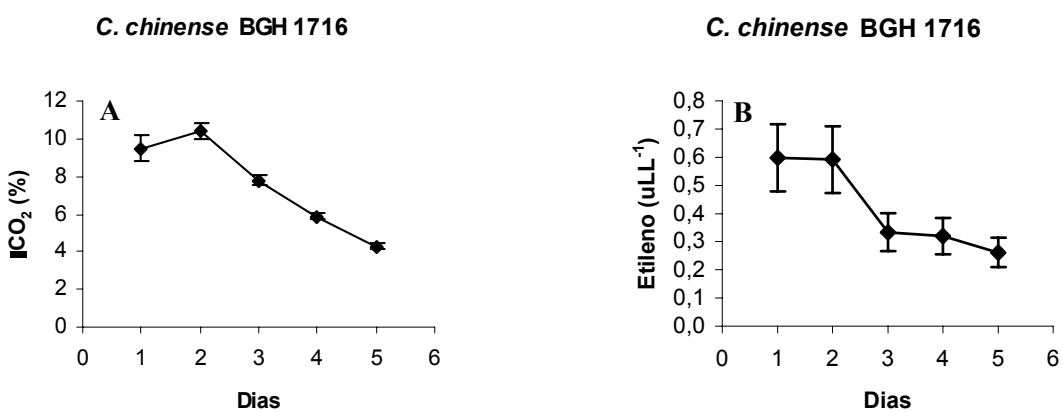


Figura 31: Acúmulo de CO₂ (A) e de etileno (B) nos frutos maduros com embalagem de *Capsicum chinense* acesso BGH 1716. As barras verticais representam o erro-padrão da média

4. CONCLUSÕES

Os acessos Ca 2, Ca 6, Ca 9 e Ca 13 de *C. annuum* não apresentaram um horário-ótimo para colheita (hidratação máxima). O acesso Ca 5 apresentou hidratação máxima dos frutos após às 18 horas.

O conteúdo de água e a espessura do pericarpo sofreram redução com o amadurecimento dos frutos na planta nos três estádios de desenvolvimento estudados, verde-maduro, 50 % maduro e 100 % maduro, exceto para o acesso BGH 4366.

No acesso BGH 4213 foram observadas diferenças na área de parede cutinizada nos três estádios de desenvolvimento estudados.

Frutos rehidratados de *Capsicum* apresentaram aumento na vida pós-colheita, havendo influência do tempo de hidratação e do estágio inicial dos frutos no ganho de massa, com maior absorção de água quando os frutos foram rehidratados imediatamente após a colheita.

Frutos com maior razão superfície: volume tiveram maior taxa de perda de massa fresca.

O uso de embalagem foi eficaz no armazenamento de pimentas, aumentando a vida de prateleira em até três dias. Não houve, no entanto, relação entre a respiração e a concentração de etileno na cavidade locular dos frutos e o estresse hídrico pós-colheita.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BARROSO, G.M., Morim, M.P., Peixoto, A.L., Ichaso, C.L.F. (1999) Frutos e sementes: morfologia aplicada à sistemática de dicotiledôneas. Viçosa; Editora UFV.

BEN-YEHOSHUA, S., Shapiro, B., Even Chen, Z. and Lurie, S. (1983) Mode of action of plastic film in extending life of lemon and bell pepper fruits by alleviation of water stress. **Plant Physiol.**, 73: 87-93.

BOSLAND, P.W., Votava, E.J. (2000) **Peppers: vegetable and spice Capsicums**. New York; CABI publishing, 204 p.

CARVALHO, V.D. Características químicas de pimentões e pimentas. (1984) **Inf. Agrop.**, 10: 76-78.

CASALI, V.W.D., Couto, F.A.A. Origem e Botânica de *Capsicum*. (1984) **Inf. Agrop.**, 10:108.

CÀTSKY, J. (1974) Water content. In: Slavik, B. Berlin; Springer-Verlag, **Methods of studying plant water relations**. p 121-131.

CRONQUIST, A. (1988) **The evolution and classification of flowering plants**. New York; The New York Garden, 555 p.

DEWITT, D., Bosland, P.W. (1993) **The pepper garden**. Berkeley, CA; Ten Speed Press.

EMBRAPA. (2000) **Capsicum: pimentas e pimentões no Brasil**. Brasília: Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia/ Embrapa Hortaliças. 113p.

FINGER, F.L. (1985) **Efeitos da perda de água sobre a fisiologia pós-colheita de frutos de pimentão (*C. annuum* L.) e banana (*Musa acuminata* Colba)**. Tese de Mestrado. Universidade Federal de Viçosa, Minas Gerais. 54 p.

FINGER, F.L., Puschmann, R., Barros, R.S. (1995) Effects of water loss on respiration, ethylene production and ripening of banana fruit. **Rev. Bras. Fisiol. Veg.**, 7: 115-118.

FINGER, F.L., Vieira, G. (1997) **Controle da perda pós-colheita de água em produtos hortícolas**. Viçosa – MG; Cadernos Didáticos, Editora UFV. 29 p.

GROSS, K., Watada, A.E., Kang, M.S., Kim, S.D., Lee, S.W. (1986) Biochemical changes associated with the ripening of hot pepper fruit. **Physiol. Plant.** 66, 31-36.

HERTOG, M.G.L., Van Poppel, G., Verhoeven, D. (1997) Potentially anticarcinogenic secondary metabolites from fruit and vegetables. In: **Phytochemistry of fruit and vegetables**. Tomas-Barberan, F.A. & Robins, R.J., Clarendon Press, Oxford.

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

LILIEVRE, J.M., Latchè, A., Jones, B., Bouzayen, M., Pech, J.C. (1997) Ethylene and fruit ripening. **Physiol. Plant.** 101: 727- 739.

MEDINA, P.V.L. (1984) Manejo pós-colheita de pimentões e pimentas. **Inf. Agrop.**, 10: 72-76.

MINGUEZ-MOSQUERA, M.I., Hornero-Mendez, D. (1993) Separation and quantification of the carotenoid pigments in red peppers (*Capsicum annuum* L.), paprika and oleoresin by reversed-phase HPLC. **J. Agric. Food Chem.**, 41:1616-1620.

MOURA, M.L., Moura, M.A., Pinto, C.M.F., Finger, F.L. (2002) Amadurecimento de tomateiro cv. Santa Clara e de seu mutante natural "firme". **Rev. Bras. Armaz.** 27: 3-8.

PEARSE, A.G.E. (1980) **Histochemistry theoretical and applied**. Longman Group Limited, vol. II, 4a ed.

PEREIRA, G.M. (2004) **Variabilidade no padrão de amadurecimento dos frutos de acessos de *Capsicum***. Tese de Mestrado. Universidade Federal de Viçosa, Minas Gerais. 51 p.

SHIBAIRO, S.I., Upadhyaya, M.K. (1998) Replacement of postharvest moisture loss by recharging and its effect on subsequent moisture loss during short-term storage of carrots. **J. Amer. Soc. Hort. Sci.** 123: 141-145.

TEIXEIRA, R. (1996) **Diversidade em *Capsicum*: Análise Molecular, Morfoagronômica e Química**. Tese de Mestrado. Universidade Federal de Viçosa, Minas Gerais. 81 p.

VILLAVINCENCIO, L., Blankenship, S.M., Sanders, D.C., Swallow, W.H. (1999) Ethylene and carbon dioxide production in detached fruit of select pepper cultivars. **J. Amer. Soc. Hort. Sci.** 124: 402-406.

YANG, S.F., Hoffman, N.E. (1984) Ethylene biosynthesis and its regulation in higher plants. **Annu. Rev. Plant Physiol.**, 35: 155-189.

WEATHERLEY, P.E. (1950) Studies in water relations of cotton plant. I. The field measurement of water deficits in leaves. **New Phytol.** 49: 81-97.