

## SISTEMAS DE ARMAZENAGEM NO PÓS-COLHEITA DOS RAMOS DE AMOREIRA (*Morus sp.*)

Antonio José Porto<sup>1</sup>  
Ciniro Costa<sup>2</sup>  
José Eduardo de Almeida<sup>1</sup>

### RESUMO

Conduzido na Unidade de Pesquisa e Desenvolvimento de Gália (APTA/SAA) em março de 2007, o trabalho teve por objetivo avaliar sistemas de armazenagem de ramos de amoreira, quanto à eficiência de conservação e tempo de armazenamento. Teores de umidade dos ramos, folhas e caules de amoreira foram obtidos diariamente até o quinto dia, para ramos armazenados em quatro sistemas: na sirgaria, cobertos com tecido úmido, com as extremidades basais imersas em água, e cobertos e com as extremidades imersas e no depósito de ramos. O delineamento experimental utilizado foi em blocos ao acaso com parcelas subdivididas, cinco repetições (blocos), quatro tratamentos principais (parcelas) e cinco tratamentos secundários (subparcelas, um a cinco dias de armazenamento). O sistema onde os ramos de amoreira foram armazenados em sirgaria, cobertos com tecido úmido e com as extremidades imersas em água foi mais eficiente, pois as folhas mantiveram teor de umidade apropriado para alimentação do bicho-da-seda (69,13%) por até quatro dias de armazenamento.

**Palavras-chave:** tempo de armazenamento, eficiência de conservação, imersão, água.

## STORAGE SYSTEMS IN THE POS-HARVEST OF MULBERRY BRANCHES (*Morus sp.*)

### ABSTRACT

Carried out at Unidade de Pesquisa e Desenvolvimento de Gália (APTA/SAA) in march of 2007, the work evaluated storage systems of mulberry branches, with regard to conservation efficiency and warehousing time. Moisture purport of branches, leaves and stems of mulberry were obtained daily until the fifth day, for branches stored in four systems: in the shelter, covered with wet cloth, with the basal extremities immersed in water, and covered and with the extremities immersed and in the branches depository. The experimental design utilized was split plot, with five replications (blocks), four principal treatments (parcels) and five secondary treatments (sub parcels, one until five days of warehousing). The system where the mulberry branches were stored in shelter, covered with wet cloth and with the extremities immersed in water was more efficient, because the leaves maintained appropriate moisture purport for silkworm feeding (69,13%) for until four days of warehousing.

**Key words:** warehousing time, conservation efficiency, immersion, water.

<sup>1</sup> Pesquisador Científico da Unidade de Pesquisa e Desenvolvimento de Gália, APTA/SAA do Estado de São Paulo. Caixa Postal 16 - CEP 17 450 000. Fone/Fax: (14) 3274 1140. 1º autor: porto@apta.sp.gov.br

<sup>2</sup> Prof. Titular do Departamento de Melhoramento e Nutrição Animal, FMVZ/UNESP, Botucatu-SP. Caixa Postal 560-18 618 000-Rubião Junior s/n. Fone: (14) 3811 7178. ciniro@fmvz.unesp.br

## SISTEMAS DE ALMACENAGEM EN LA POST-COSECHA DE LAS RAMAS DE MORERA (*Morus* sp.)

### RESUMEN

Conducido en la Unidad de Pesquisa y Desenvolvimento de Gália (APTA/SAA) en marzo del 2007, el estudio tuvo por objetivo evaluar sistemas de almacenagem de las ramas de la morera, en cuanto la eficiencia de conservación y tiempo de almacenamiento. El contenido de humedad de las ramas, hojas y tallos de la morera se obtuvieron todos los días hasta el quinto día, para ramos almacenados en cuatro sistemas: en el barracón, cubiertos con tejido húmedo, con los extremos basales inmersas en agua, y cubiertos y con los extremos inmersas y en el depósito de ramos. El delineamiento experimental utilizado fue en bloques al acaso con parcelas subdivididas, cinco repeticiones (bloques), cuatro tratamientos principales (parcelas) y cinco tratamientos secundários (subparcelas, uno hasta cinco días del almacenamiento). El sistema donde los ramos de morera fueron almacenados en el barracón, cubiertos con tejido húmedo y con los extremos inmersas en agua fue más eficiente, pues las hojas mantuvieron contenido de humedad apropiada para alimentación del gusano de seda (69,13%) por hasta cuatro días de almacenamiento.

**Palabras-clave:** tiempo de almacenamiento, eficiencia de conservación, inmersión, agua.

### INTRODUÇÃO

A adoção de tecnologias que permitam maior eficiência de produção, elevando a rentabilidade e competitividade no mercado mundial é uma das grandes metas da produção agropecuária. Na Sericicultura, considerando as condições atuais no Brasil, diversas técnicas agrícolas são utilizadas no cultivo da amoreira, de forma a elevar a produtividade e baixar os custos, incluindo mecanização, irrigação, novas técnicas de plantio e formação, entre outras. No entanto, pouca tecnificação tem sido aplicada na criação do bicho-da-seda, onde o dispêndio com mão-de-obra e instalação ainda é elevado.

Na produção comercial do bicho-da-seda a maior exigência de mão-de-obra ocorre quando as lagartas estão se alimentando, principalmente no quarto e quinto ínstar, quando o consumo de folhas corresponde a mais de 80% do consumo total da lagarta (1). Neste período, de acordo com técnicas preconizadas no Brasil, são realizadas colheitas diárias dos ramos de amoreira, nas horas do dia quando as temperaturas estão mais amenas (manhã e tarde) e as folhas estão mais túrgidas (2,3). Para a armazenagem desse material são utilizados depósitos com características estruturais próprias, como piso ladrilhado ou cimentado, parede em alvenaria e aterrada, forramento e ausência de janelas de forma a manter condições de pouca luminosidade, alta umidade (igual ou próxima a 100%) e temperatura inferior à 25 °C, de forma a retardar ao máximo o murchamento das folhas (4-6).

Embora o depósito de ramos, quando bem planejado, evite a secagem das folhas por determinado tempo, este tempo de conservação é relativamente curto e o murchamento é inevitável, principalmente nas épocas do ano onde a temperatura é alta e a umidade relativa é baixa, tornando-se grande problema na Sericicultura, sem considerar o custo desta instalação, que representa 10% da área da sirgaria.

A utilização de estratégias que permitam melhor conservação das folhas de amoreira, do período da sua colheita até a utilização pelas lagartas do bicho-da-seda, tem sido enfatizada como primordial no processo de produção sericícola (7).

Algumas técnicas, utilizadas na Horticultura e Fruticultura, por exemplo, retardam a deterioração das plantas, aumentando a durabilidade no pós-colheita, principalmente durante

o armazenamento, quando alguns fatores podem ser controlados. Segundo Nowak (8), a exaustão das reservas nutricionais, a ocorrência de fungos e bactérias, que causam danos aos tecidos e bloqueio dos vasos condutores, a produção de etileno, relacionada com a senescência e a perda excessiva de água são os principais causadores da deterioração na plantas após a colheita.

Para se obter aumento da longevidade de flores de corte, após a colheita, além da refrigeração, tem sido utilizado o fornecimento de água e açúcares para a continuidade das atividades metabólicas (9), além da aplicação de produtos conservantes nas soluções de manutenção (10-12).

Na literatura, alguns métodos para armazenagem das folhas de amoreira são descritos, sendo empregados por período de 24 horas (7,13-18).

A adaptação e aplicação de técnicas que possibilitassem o aumento do período de conservação da amoreira, a racionalização do uso das instalações e da mão-de-obra, nos processos de colheita e alimentação das lagartas, traria grandes benefícios à atividade sericícola.

Desta forma, o presente estudo foi proposto com o objetivo de avaliar quatro sistemas para armazenagem dos ramos de amoreira, quanto à eficiência de conservação e o tempo de armazenamento.

## MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi conduzido em março de 2007 (26/3 a 30/03) na Unidade de Pesquisa e Desenvolvimento de Gália (UPD/Gália-SP)/Pólo Regional de Desenvolvimento Tecnológico dos Agronegócios do Centro Oeste – Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios – Secretaria de Agricultura e Abastecimento do Estado de São Paulo. Utilizou-se uma sirgaria (480 m<sup>2</sup> - 8,00 x 60,00 m), em alvenaria, coberta com telha cerâmica e com dispositivo para controle de ventilação (janelões móveis) e um depósito de ramos (48 m<sup>2</sup> – 6,00 x 8,00 m) acoplado, também em alvenaria, forrado, sem janelas e com as paredes revestidas internamente com cimento queimado e externamente aterradas até sua metade.

No primeiro dia, pela manhã (07h30min), foram colhidos aproximadamente 170 ramos de amoreira da cultivar IZ 56/4 (*Morus* sp.), com aproximadamente 70 dias de desenvolvimento vegetativo após poda e com características de uniformidade quanto ao tamanho, coloração e número de folhas. Imediatamente após o corte os ramos foram levados ao depósito, onde se coletou aleatoriamente cinco amostras, procedendo-se a desfolha e pesagem, em balança eletrônica, das folhas e caules para cada amostra. Tanto as folhas como os caules (picados) foram colocados em sacos de papel perfurados, etiquetados e levados à estufa (65 °C por 72 horas) para determinação da matéria seca e posterior cálculo da umidade inicial. Os demais ramos foram distribuídos nos tratamentos (40 ramos/tratamento), sendo coletadas amostras diárias (cinco), para determinação da umidade das folhas e caules. Os tratamentos foram:

Depósito de ramos. Os ramos foram posicionados em feixe no depósito, sob condições normais de uma criação comercial, permanecendo por período de cinco dias. O piso do depósito foi umedecido por meio de pulverização com água (20 litros/pulverização) em três momentos do dia (08h00min, 12h00min e 16h00min), utilizando-se pulverizador costal, para se manter elevada as condições de umidade relativa do ar.

Cobertura dos ramos com tecido úmido. Os ramos foram posicionados em feixe, junto à parede, no interior da sirgaria, permanecendo cobertos com tecido de algodão umedecido por cinco dias.

Imersão das extremidades basais dos ramos. Os ramos foram posicionados em feixe, junto à parede, no interior da sirgaria, permanecendo com cerca de 10 cm das extremidades

basais imersas em água, por cinco dias. Utilizou-se, para imersão dos ramos, tambor plástico cortado no sentido longitudinal, em forma de cocho, com 32 cm de largura, 55 cm de comprimento e 16 cm de altura.

**Cobertura e Imersão.** Os ramos foram posicionados em feixe, junto à parede, no interior da sirgaria, permanecendo com as extremidades basais imersas em água e cobertos com tecido úmido, por cinco dias.

Foi utilizado o delineamento experimental em blocos ao acaso com parcelas subdivididas e cinco repetições. Os tratamentos principais (parcelas) foram: depósito de ramos, cobertura com tecido de algodão úmido, imersão das extremidades basais dos ramos em água e cobertura com tecido e imersão em água. Foram considerados como tratamentos secundários (subparcelas) cinco períodos de armazenamento dos ramos (um a cinco dias).

O período máximo de cinco dias de armazenamento dos ramos foi utilizado, considerando a duração dos três últimos ínstaes, com uma média próxima a cinco dias em cada ínstar e o planejamento da criação do bicho-da-seda no período de uma semana.

Utilizou-se uma quantia superior de ramos, nos tratamentos, sendo as amostragens efetuadas nos ramos internos dos feixes, no intuito de minimizar os erros experimentais devido ao contato dos ramos periféricos com o material de cobertura.

Nos tratamentos com cobertura, o tecido foi fixado na sua posição superior à parede interna da sirgaria, utilizando-se parafusos embutidos e arame, de modo a formar uma cortina estendida sobre os ramos, cobrindo-os até o piso. O tecido foi mantido úmido, porém sem escorrimento de líquido, por meio de pulverização com água (20 litros/pulverização) em três momentos do dia (08h00min, 12h00min e 16h00min), utilizando-se pulverizador costal. A água utilizada nos tratamentos foi obtida de mina natural (rede hidráulica da UPD/Gália-SP), estando livre de qualquer tratamento físico ou químico.

A temperatura e umidade relativa do ar, no depósito de ramos, na sirgaria e sob cobertura, foram monitoradas duas vezes ao dia (08h00min e 16h00min), em todo o período experimental, utilizando-se termo-higrômetro. Na sirgaria e no depósito de ramos o aparelho foi fixado a parede interna da instalação, a uma altura de dois metros do piso e próximo aos tratamentos. Nos tratamentos sob cobertura com tecido úmido, o aparelho foi pendurado ao arame de fixação do tecido, internamente a cobertura, tomando-se o cuidado para evitar o contato direto do mesmo com o tecido e com as folhas de amoreira e mantendo uma altura aproximada de dois metros do piso.

A qualidade dos ramos, folhas e caules de amoreira, conforme os tratamentos, foi avaliada em função da porcentagem de umidade e perda de água durante o processo de conservação.

As variáveis foram submetidas ao teste F e as médias comparadas pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade, utilizando-se o programa SAS (19).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Analisando-se os valores médios de porcentagem de umidade no ramo de amoreira (folhas e caule), verifica-se que houve interação entre os sistemas de conservação e os períodos de armazenamento dos ramos (Tabela 1).

Entre os sistemas avaliados, observa-se que aquele onde os ramos permaneceram cobertos com tecido úmido e com suas bases imersas em água a umidade se manteve mais elevada (média geral). Para os ramos de amoreira mantidos somente com a base imersa em água, nas condições ambientais da sirgaria, os valores de umidade foram significativamente menores.

Tabela 1. Porcentagem de umidade no ramo de amoreira (média  $\pm$  desvio padrão) quando submetido a quatro sistemas de armazenagem (depósito de ramos – DR, cobertura úmida – Cob, imersão – I e cobertura e imersão – Cob e I), por cinco dias (26/03 a 30/03 de 2007) e respectivo coeficiente de variação.

Sistemas	Período de armazenamento (dias)					Média Geral	CV (%)
	1°	2°	3°	4°	5°		
DR	70,76 $\pm$ 3,07 aA*	66,08 $\pm$ 4,25 aAB	59,72 $\pm$ 1,86 bB	48,00 $\pm$ 8,62 cC	32,00 $\pm$ 1,92 dB	55,30 C	
Cob	70,59 $\pm$ 3,02 aA	67,15 $\pm$ 1,62 aAB	65,96 $\pm$ 1,69 aA	55,22 $\pm$ 5,79 bB	53,72 $\pm$ 4,87 bA	62,53 B	
I	70,80 $\pm$ 3,09 aA	62,10 $\pm$ 2,05 bB	51,00 $\pm$ 4,27 cC	44,86 $\pm$ 3,34 dC	30,29 $\pm$ 1,65 eB	51,81 D	4,44
Cob e I	70,35 $\pm$ 3,01 aA	70,67 $\pm$ 1,00 aA	66,08 $\pm$ 2,55 abA	63,59 $\pm$ 2,40 bcA	59,18 $\pm$ 3,27 cA	66,00 A	

\* Médias seguidas de letras distintas, minúsculas nas linhas e maiúsculas nas colunas, indicam diferenças significativas pelo teste de Tukey.

Analisando cada sistema, quanto ao período de armazenamento e capacidade de manutenção da umidade, constata-se que nos ramos de amoreira que permaneceram cobertos e com a base imersa em água, a umidade não variou até o terceiro dia de armazenamento. No quarto dia houve queda significativa em relação aos dois primeiros dias, ficando mais evidente esta queda de umidade no quinto dia. No sistema onde foi utilizada cobertura úmida houve diminuição significativa da umidade dos ramos, a partir do quarto dia de armazenamento.

No depósito de ramos, onde se esperava período de conservação de 12 a 24 horas, o sistema atendeu as expectativas. Entretanto, no sistema de imersão das bases dos ramos em água, houve diminuição progressiva da umidade desde o primeiro dia de armazenamento.

Embora a umidade no ramo seja importante, quando seus componentes são analisados em separado, as folhas ocupam posição de destaque no estudo da conservação da amoreira, pois nelas estão contidos os maiores teores de água, sendo a única fonte de alimento para as lagartas de *Bombyx mori* L. Conforme Bongale et al. (20), o teor de umidade na folha de amoreira é um dos principais fatores que condicionam sua qualidade como alimento, portanto sua preservação, no pós-colheita, é condição essencial para assegurar o sucesso na produção sericícola (7).

Assim como no ramo, a umidade na folha variou em função dos sistemas, do período de armazenamento e da interação entre eles (Tabela 2).

Tabela 2. Porcentagem de umidade na folha de amoreira (média  $\pm$  desvio padrão) quando os ramos foram submetidos a quatro sistemas de armazenagem (depósito de ramos – DR, cobertura úmida – Cob, imersão – I e cobertura e imersão – Cob e I), por cinco dias (26/03 a 30/03 de 2007) e respectivo coeficiente de variação.

Sistemas	Período de armazenamento (dias)					Média Geral	CV (%)
	1°	2°	3°	4°	5°		
DR	75,67 $\pm$ 1,69 aA*	71,79 $\pm$ 3,61 abAB	65,62 $\pm$ 2,32 bB	40,43 $\pm$ 12,95 cC	14,87 $\pm$ 1,94 dC	53,67 C	
Cob	75,61 $\pm$ 1,63 aA	73,60 $\pm$ 1,04 aA	71,80 $\pm$ 1,52 aAB	55,82 $\pm$ 8,01 bB	54,09 $\pm$ 6,71 bB	66,18 B	
I	75,70 $\pm$ 1,73 aA	65,69 $\pm$ 2,81 bB	42,77 $\pm$ 6,41 cC	30,60 $\pm$ 5,40 dD	5,14 $\pm$ 1,27 eD	43,98 D	5,99
Cob e I	75,66 $\pm$ 1,65 aA	75,99 $\pm$ 1,43 aA	73,74 $\pm$ 4,31 aA	69,13 $\pm$ 1,53 abA	62,17 $\pm$ 3,53 bA	71,34 A	

\* Médias seguidas de letras distintas, minúsculas nas linhas e maiúsculas nas colunas, indicam diferenças significativas pelo teste de Tukey.

Entre os sistemas analisados, na média geral, as folhas de amoreira provenientes de ramos sob cobertura úmida e imersão das bases apresentaram maior porcentagem de umidade. O tratamento com imersão das bases dos ramos resultou nos menores valores.

Quando se compara as duas técnicas propostas (cobertura e imersão), nota-se que a cobertura úmida proporcionou melhor efeito na contenção da umidade das folhas, que a imersão dos ramos. No entanto, com a junção dessas duas técnicas em um sistema de cobertura e imersão foram obtidos resultados significativamente superiores. Esses resultados vêm ressaltar a importância das técnicas como alternativas de manejo no processo de conservação.

Com base nos dados originais, utilizados na Tabela 2, foram calculadas as perdas totais de umidade na folha de amoreira, no período de armazenamento, considerando os sistemas em estudo. Pela análise dos extremos, verificou-se que o tratamento com cobertura e imersão dos ramos proporcionou perda de umidade na folha de 13,49%, inferior ao tratamento onde os ramos foram mantidos apenas imersos em água, com perda de 70,53%, registrando-se diferença próxima a 60% (57,04%). Se for considerada a informação de que lagartas do bicho-da-seda não se alimentam bem com folhas que perderam umidade acima de 10% (21), nenhum dos tratamentos estudados manteve teor de umidade adequado à alimentação das lagartas do bicho-da-seda, após período de cinco dias de armazenamento. Entretanto, avaliação durante este período, pode trazer informações interessantes.

Análise preliminar da porcentagem de umidade na folha, no primeiro dia de armazenamento (Tabela 2), demonstra estar este valor próximo aos apresentados na literatura. Bongale et al. (20) observaram valores entre 71,60 e 75,50% de umidade nas folhas de amoreira, para plantas com 60 dias de desenvolvimento vegetativo e 69,70 e 74,70% para folhas de plantas com 75 dias. Porto et al. (22), quando analisaram folhas da cultivar IZ 56/4 obtiveram médias de umidade entre 77,21 e 73,63%, com plantas de 7 e 13 semanas de desenvolvimento vegetativo, respectivamente.

A manutenção dos teores iniciais de umidade (folha fresca), por período determinado, é um dos principais objetivos dos sistemas de armazenagem, além dos demais componentes nutricionais. Neste processo, deve ser considerada ainda a necessidade fisiológica do inseto por água. De acordo com Scriber & Slansky (23), lagartas que se alimentam de folhas apresentam melhor desempenho, no último ínstar, quando o teor de água na folha estiver entre 75 e 95%. Em dietas artificiais para o bicho-da-seda, cerca de 5% de agar é adicionado para manter o teor de água em um nível constante de 70 a 75% (24).

Em estudos descritos por Paul et al. (25), foi observada taxa de sobrevivência de lagartas do bicho-da-seda de apenas 12% quando alimentadas com folhas de amoreira com teor de 55% de água. Considerando essa informação, os autores estipularam o limite mínimo de 60% de umidade nas folhas de amoreira, quando avaliaram o impacto da umidade nos índices nutricionais e no crescimento do *Bombyx mori* L.

Analisando-se ainda o período de armazenamento, observa-se que as folhas de amoreira, provenientes de ramos cobertos e com as bases imersas, apresentaram boas condições de alimentação, quanto à umidade, até o quarto dia de armazenamento, com perda de 8,63% (1º dia-75,66%, 4º dia-69,13%), portanto inferior aos 10% descritos por Benchamin & Nagaraj (21). O sistema com cobertura úmida permitiu a manutenção da umidade na folha, em condições apropriadas para o bicho-da-seda, até o terceiro dia de armazenamento (71,80%), com perda de 5,04%. No sistema tradicional a umidade na folha foi mantida até o segundo dia (71,79%), com perda de 5,15%. Folhas, cujos ramos foram mantidos imersos em água, apresentaram perda de 13,22%, no segundo dia de armazenamento, inviabilizando o seu uso para alimentação das lagartas.

Os sistemas de armazenagem avaliados neste estudo foram aplicados em ramos de amoreira, como é normalmente utilizado no Brasil. Entretanto, na literatura internacional são

descritos métodos para conservação das folhas, por período máximo de armazenamento de 24 horas. Assim, teores de umidade de 74,95% e 68,70% foram observados para folhas de amoreira cobertas com tecido de juta molhado e com polietileno, respectivamente, por período de armazenamento de 24 horas (26). Singh et al. (27) observaram, após 24 horas, menor perda de umidade nas folhas de amoreira (4,25%), quando as pulverizaram, logo após a colheita, com produto anti-transpirante (Cycocoel, na concentração de 150 ppm).

Durante o verão, Muniraju et al. (17,18) obtiveram as maiores porcentagens de retenção de umidade na folha de amoreira e, conseqüentemente, as menores perdas, quando estas foram mantidas armazenadas por período de 24 horas, nos seguintes sistemas de conservação: em pote de barro com tampa, enterrado em areia molhada até o gargalo (97,83% e 2,17% respectivamente), empilhadas sobre esteira e coberta com tecido úmido (97,05% e 2,95%) e em pote de barro coberto com tecido úmido (96,20% e 3,8%).

O outro componente do ramo, o caule, além da função de sustentação é o canal de ligação das partes da planta, possibilitando a troca de nutrientes entre raízes e folhas pelos sistemas vasculares. Sua relação com o teor de umidade na planta ocorre pela manutenção do sistema hídrico, que permite a água chegar a todas as partes, mantendo-as túrgidas mesmo em um período após o corte do ramo. Pelo caule também pode ocorrer perda de água, por meio das lenticelas (28).

A interação entre os sistemas e o período de armazenamento dos ramos, quanto à porcentagem de umidade no caule de amoreira, está apresentada no Tabela 3.

Tabela 3. Porcentagem de umidade no caule de amoreira (média  $\pm$  desvio padrão) quando os ramos foram submetidos a quatro sistemas de armazenagem (depósito de ramos – DR, cobertura úmida – Cob, imersão – I e cobertura e imersão – Cob e I), por cinco dias (26/03 a 30/03 de 2007) e respectivo coeficiente de variação.

Sistemas	Período de armazenamento (dias)					Média Geral	CV (%)
	1º	2º	3º	4º	5º		
<b>DR</b>	65,85 $\pm$ 4,54 aA*	60,36 $\pm$ 5,44 abAB	53,82 $\pm$ 1,64 cdB	55,55 $\pm$ 4,72 bcA	49,03 $\pm$ 2,21 dB	56,92 B	
<b>Cob</b>	65,71 $\pm$ 4,50 aA	60,71 $\pm$ 2,25 abAB	60,11 $\pm$ 2,08 bcA	54,62 $\pm$ 4,57 cdA	53,35 $\pm$ 3,11dAB	58,90 AB	
<b>I</b>	65,84 $\pm$ 4,58 aA	58,51 $\pm$ 1,84 bB	59,22 $\pm$ 2,68 bcB	59,12 $\pm$ 1,67 bcA	53,50 $\pm$ 2,74cAB	59,24 AB	6,76
<b>Cob e I</b>	65,79 $\pm$ 4,52 aA	65,36 $\pm$ 1,52 aA	58,42 $\pm$ 0,80 bAB	58,06 $\pm$ 3,27 bA	56,19 $\pm$ 3,23 bA	60,76 A	

\* Médias seguidas de letras distintas, minúsculas nas linhas e maiúsculas nas colunas, indicam diferenças significativas pelo teste de Tukey.

Pela análise dos sistemas, considerando a média geral, observa-se que os caules, no tratamento onde os ramos foram submetidos à cobertura e imersão das bases, apresentaram maior porcentagem de umidade somente em relação aqueles cujos ramos foram armazenados no depósito de ramos.

Nos sistemas avaliados, houve tendência do teor de umidade no caule se manter (sem variação significativa) até o segundo dia de armazenamento, exceto para o tratamento de imersão, onde os teores diminuíram a partir do primeiro dia.

Promovendo-se uma análise geral das informações apresentadas até o momento, algumas considerações podem ser levantadas. Os melhores resultados de conservação são observados quando se utilizou o sistema onde os ramos foram mantidos cobertos com tecido úmido e com as bases imersas em água. Na interpretação desses resultados, importantes fatores devem ser considerados e discutidos.

A armazenagem da amoreira na forma de ramos (folhas e caule) e não apenas as folhas, permite, por determinado período, que o complexo sistema hídrico da planta seja parcialmente mantido. Assim, o objetivo de se imergir a base dos ramos em água, o quanto antes após a

colheita, é evitar que o fluxo hídrico da planta seja interrompido e se quebre a “coluna contínua de água”, pois, segundo Awad & Castro (28), em plantas vivas as moléculas de água são mantidas em continuidade desde o solo, ao redor das raízes, até os locais de evaporação das folhas, sendo este movimento da água, dado por um gradiente decrescente de potencial hídrico entre o solo a planta e a atmosfera ao redor das folhas. Portanto, o potencial hídrico é a força que condiciona a absorção e perda de água pelas plantas (29).

No entanto, apenas a manutenção da “coluna de água” nos ramos de amoreira, utilizando-se o sistema de imersão, não foi suficiente para manter a umidade na folha no período de armazenamento. Assim como apresentado na Tabela 2, a umidade decresceu significativamente no período, principalmente no quinto dia, quando se registrou um valor médio (5,14%) bem inferior aos obtidos nos demais sistemas.

É possível, no sistema de imersão, que o fluxo hídrico nos ramos tenha sido mantido e até mesmo acelerado, funcionando como uma eficiente “bomba de sucção”, onde os processos de perda de água pela planta tenham superado a absorção, visto que não havia um mecanismo para contenção dessas perdas. Por outro lado, pode ter havido a interrupção da coluna de água nos ramos, ocasionada talvez por um déficit de água, uma vez que a ausência de cobertura poderia ter facilitado o processo de evaporação da água do recipiente, associado com a hipótese de aumento da absorção pelos ramos.

Desta forma, outro problema deve ser minimizado, que é a perda de água nos ramos, principalmente pela transpiração, pelas folhas (via estomatal, de 95 a 97% e via cuticular, cerca de 5%) e pelas lenticelas dos caules (28,30,31), assim como pelos processos fisiológicos de fotossíntese e respiração, que envolvem moléculas de água.

Mesmo após o corte o ramo continua vivo, realizando fotossíntese por período relativamente longo, assim como mantendo o processo respiratório até que a umidade esteja com teores próximos a 30% e a temperatura ao redor de 45 °C (32).

Alguns fatores foram descritos por Vilela (33) como determinantes da taxa de perda de água de uma planta, sendo estes a disponibilidade de água na superfície das células, a força de evaporação no ar e a abertura dos estômatos. Conforme o autor, quando as folhas são cortadas há aumento temporário na taxa de transpiração, que diminui após uma hora, quando os estômatos se fecham. Ocorre também baixa taxa respiratória, que se mantém por poucas horas, dependendo das condições, quando então se observa forte e pronunciado aumento, que está associado com o murchamento, onde a planta perde aproximadamente 10% da água, cessando sua capacidade de regular a transpiração.

O aumento da taxa de transpiração das folhas, logo após o corte, pode ser explicado, segundo Ferri (34), pelo “efeito de Iwanoff” no qual o corte do pecíolo determina a liberação de tensões sob os quais se encontram os vasos, o que resulta em impulso da água dos vasos para a periferia das folhas, promovendo um estado temporário de supersaturação.

Quando se promove a cobertura dos ramos, o tecido úmido funcionaria como uma “câmara”, criando-se um micro-clima próprio com condições de temperatura, umidade relativa, ventilação e luminosidade divergente do ambiente externo, interferindo nos processos de trocas de umidade entre planta e ambiente.

Através dos dados apresentados na Tabela 4, verifica-se que no ambiente sob cobertura com tecido úmido e imersão dos ramos houve queda da temperatura (- 2,6 °C) e elevação da umidade relativa (+ 24,9%), com valores significativos em relação ao ambiente externo (sircaria).

É possível que o tecido constantemente úmido e permeável, ao mesmo tempo em que elevou a umidade relativa do ar no interior da cobertura, possibilitou a evaporação da água do tecido para o ambiente, dissipando o calor do meio interno para o meio externo. A temperatura menor, por sua vez, pode ter funcionado como fator inibidor das taxas de transpiração, das reações de fotossíntese e mesmo da respiração. De acordo com Freitas (31),

com a diminuição da temperatura do ar ao redor da planta haverá menor perda de água, pela diminuição das taxas de transpiração.

Tabela 4. Valores médios de temperatura (T) e umidade relativa do ar (UR), coletados em quatro locais durante o período de armazenamento dos ramos de amoreira (26/03 a 30/03 de 2007).

Dias de Arm.	Local de Coleta							
	Dep. ramos		Sirgaria		Sob cobertura		Sob cob. e imersão	
	T (°C)	UR (%)	T (°C)	UR (%)	T (°C)	UR (%)	T (°C)	UR (%)
1°	26,00	75,50	29,50	60,50	26,50	84,00	26,00	90,50
2°	25,50	85,00	27,00	67,50	25,50	92,50	26,00	94,00
3°	26,00	83,00	27,50	66,00	26,50	83,00	26,00	91,00
4°	25,50	81,00	28,50	61,50	26,50	77,50	25,50	81,00
5°	28,00	72,50	28,00	67,50	25,50	78,00	24,00	91,00
Média	26,20±1,04	79,40±5,24	28,10±0,96	64,60±3,36	26,10±0,55	83,00±6,05	25,50±0,87	89,50±4,95
±d.p.	b*	B	A	C	b	AB	b	A

\* Médias seguidas de letras distintas, minúsculas para temperatura e maiúsculas para umidade relativa, indicam diferenças significativas pelo teste de Tukey.

Outro fator relevante é a luz, pois em condições de incidência de luz solar a abertura dos estômatos será estimulada, assim como a elevação da temperatura das folhas (31). Por outro lado, na sua ausência (sob cobertura) o processo da fotossíntese possivelmente tenha sido inibido, mas não a respiração, condicionando uma provável elevação do teor de CO<sub>2</sub> neste ambiente. Assim, a falta de luz, a diminuição da temperatura e o aumento do CO<sub>2</sub> no ar são fatores que estimulam o fechamento dos estômatos, conforme descrito por Awad & Castro (28) e Ferri et al. (34) e, conseqüentemente, há menor perda de água.

A ausência de ventilação, por sua vez, deve ter pouco alterado as condições de umidade e temperatura ao redor dos ramos, mantendo o vapor d'água na superfície das folhas, dificultando assim a transpiração. Em condições de ventilação moderada, ocorre perda de água pela planta, uma vez que o vapor d'água da superfície das folhas é retirado (31).

No entanto, o principal fator a ser considerado é a umidade relativa do ar. A relação entre a umidade relativa do ar e a velocidade de difusão de vapor d'água na planta, conforme Freitas (31) é inversa, portanto em ambiente úmido a taxa de transpiração diminui. A umidade proveniente do tecido úmido e da evaporação da água do recipiente manteve a umidade relativa do ar, no tratamento sob cobertura e imersão, próximo a 90% (Tabela 4), provavelmente interferindo de forma negativa na perda de água da planta, principalmente pelas folhas.

Em condições atmosféricas onde haja presença de radiação solar, vento e principalmente umidade relativa abaixo da saturação, o potencial hídrico na planta é negativo, condicionando a dissipação do vapor d'água das folhas, pelos estômatos, para a atmosfera (29). No caso do tratamento com cobertura úmida e imersão das bases dos ramos, os fatores contribuíram para uma reação inversa, possibilitando até mesmo elevação, embora não significativa, da porcentagem de umidade no ramo e folhas, verificado no segundo dia de armazenamento (Tabelas 1 e 2). Essa reação pode ter sido desencadeada, em parte, pela alta umidade relativa neste dia (94% - Tabela 4), estando próxima ao ponto de saturação. Nos demais dias, entretanto, houve perdas gradativas de umidade, porém em níveis inferiores aos demais tratamentos.

Considerando as informações levantadas e o objetivo traçado, de avaliação de sistemas de armazenagem de ramos de amoreira, quanto à eficiência de conservação e tempo de armazenagem, foi possível obter respostas satisfatórias, com resultados promissores, principalmente quando comparou o sistema convencional com o sistema de cobertura e imersão. Cabe ressaltar, no entanto, as limitações de se abranger todas as particularidades e implicações relativas ao assunto, em apenas um experimento, por se tratar de uma nova

proposta, em fase inicial de estudos. Portanto, justifica-se a continuidade dos trabalhos para o aprimoramento das informações e elucidação de questões técnicas e econômicas relativas à viabilidade e aplicabilidade do sistema no meio produtivo.

## CONCLUSÕES

O sistema de conservação das folhas de amoreira é mais eficiente quando os ramos são armazenados cobertos com tecido úmido e com as bases imersas em água, por manter as folhas com teor médio de umidade apropriado para alimentação das lagartas do bicho-da-seda (69,13%) por período de até quatro dias de armazenamento.

## REFERÊNCIAS

1. Muniraju E, Sekharappa BM, Raghuraman R. Effect of temperature on leaf-silk conversion in silkworm *Bombyx mori* L. *Sericologia*. 1999;39(2):225-31.
2. Fonseca TC, Fonseca AS. Cultura da amoreira e criação do bicho-da-seda. São Paulo: Nobel; 1988.
3. Tinoco STJ, Porto AJ, Almeida AM, Souza CG, Okamoto F, Okawa H, et al. Manual de sericicultura. Campinas: Coordenadoria de Assistência Técnica Integral; 2000. Manual técnico, 75.
4. Hanada Y, Watanabe JK. Manual de criação do bicho-da-seda. Curitiba: COCAMAR; 1986.
5. Tinoco STJ, Almeida RAC. Manual de Sericicultura. Campinas: Coordenadoria de Assistência Técnica Integral; 1992.
6. Yoshida MS, Nakata N, Silva DR, Ribeiro J, Paluan ME. Sirgaria e depósito de folhas. Duartina: Fiação de Seda Bratac S/A; 1994.
7. Singh GP, Mathur VB, Kamble CK, Datta RK. Young age rearing of silkworm, *Bombyx mori* L., a review. *Sericologia*. 1998;38(2):199-213.
8. Nowak J, Goszczynska D, Rudnicki RM. Storage of cut flowers and ornamental plants: present status and future prospects. *Postharvest News Inf*. 1991;2:255-60.
9. Brackmann A. Armazenamento de crisântemos *Dedranthema grandiflora* cv. Red Refocus em diferentes temperaturas e soluções conservantes. Santa Maria/RS; 2008 [cited 2008 Mai 20]. Available from: <<http://br.monografias.com/trabalhos/armazenamento-crisantemos-temperaturas/armazenamento-crisantemos-temperaturas2htm>>.
10. Arriaga NRM, Guerrero JE. Efecto de diferentes soluciones preservativas en la vida de florero de tallos florales de crisântemo "Polaris" bajo dos condiciones ambientales. *Rev Chapingo Ser Hortc*. 1995;1(3):103-7.
11. Lima JD, Moraes WS, Silva CM. Tecnologia pós-colheita de flores de corte. São Paulo: Instituto Biológico; 2006 [cited 2008 Mai 20]. Available from: <<http://www.biologico.sp.gov.br/rifib/xivrifib/lima.pdf>>.

12. Almeida EFA, Paiva OPD, Lima OLC, Silva C, Resende ML, Paiva R, et al. Conservação pós-colheita de rosas: efeito de diferentes conservantes e condições de armazenamento. Lavras; 2005 [cited 2008 Mai 20]. Available from: <<http://www.maa.gba.gov.ar/agriculturaganaderia/floricultura/cultivo/55%20conservacao%20pos-colheita%20de%20rosas.doc>>.
13. Krishnaswami S. Improved methods of rearing young (chawki) silkworms. Bangalore: Central Silk Board; 1986.
14. Vindhya G, Hariyanna S, Kumar B, Gangadha R. Frequency of feeding during young age rearing. Mysore: Ann Report, CSR & TI; 1987.
15. Pang Chuan W, Da Chuang C. Silkworm rearing [bulletin]. Rome: FAO, Agriculture Services; 1992.
16. Kumar V, Himantharaj MT, Rajan RK, Singh GP, Mathur VB, Kamble CK, et al. Studies on the effect of mulberry leaf preservation and its impact on cocoon crop and cocoon quality in silkworm, *Bombyx mori* L. J Zool. 1994;14(1):65-9.
17. Muniraju E, Sekharappa BM, Raghuraman R. Seasonal bioassay moulting response of silkworm (*Bombyx mori* L.) to the nutritive quality of preserved mulberry (*Morus* spp.) leaf. Sericologia. 2000;40(3):433-43.
18. Muniraju E, Sekharappa BM, Raghuraman R. Seasonal bioassay response of silkworm (*Bombyx mori* L.) to the mulberry (*Morus* spp.) leaf preservation methods. Sericologia. 2000;40(4):623-31.
19. SAS Institute. SAS Language: reference. Version 6. Cary: SAS Institute Inc.; 1990.
20. Bongale UD, Chaluvachari T, Mallikarjunappa RS, Narahari BV, Anantharaman MN, Dandin SB. Leaf nutritive quality associated with maturity levels in fourteen important varieties of mulberry (*Morus* spp.). Sericologia. 1997;37(1):71-81.
21. Benchamin KV, Nagaraj CS. Silkworm rearing techniques. In: Jolly MS. Appropriate sericulture techniques. Mysore: ICTRETS; 1987. p.63-106.
22. Porto AJ, Funari SRC, Dierckx SMAG. Consumo e utilização do alimento pelo bicho-da-seda (*Bombyx mori* L.), alimentado com dois cultivares de amoreira em diferentes idades de corte. Cienc Anim Bras. 2006;7(2):153-66.
23. Scriber JM, Slansky Jr. F. The nutritional ecology of immature insects. Annu Rev Entomol. 1981;26:183-211.
24. Chowdhary SK. Rearing of the silkworm, *Bombyx mori* L., on artificial diets: retrospect and prospects. Sericologia. 1996;36(3):407-18.
25. Paul DC, Subba Rao G, Deb DC. Impact of dietary moisture on nutritional indices and growth of *Bombyx mori* and concomitant larval duration. J Insect Physiol. 1992;38(3):229-35.
26. Kasiviswanathan K, Krishnaswami S, Venkataramu CV. Effects of storage on the moisture content of mulberry leaves. Ind J Seric. 1973;12:13-21.

27. Singh GP, Himanthraj MT, Mathur VB, Kamble CK, Datta RK. Use of anti-transpirants to preserve the mulberry leaves for young age silkworm, *Bombyx mori* L. rearing and its impact on cocoon production. *Sericologia*.1999;39(4):629-33.
28. Awad M, Castro PRC. Introdução à fisiologia vegetal. São Paulo: Nobel; 1992.
29. Corsi M, Nascimento Jr D. Princípios de fisiologia e morfologia de plantas forrageiras aplicados no manejo das pastagens. In: Peixoto AM, Moura JC, Faria VP. Pastagens: fundamentos da exploração racional. Piracicaba: FEALQ; 1986. p. 11-37.
30. Costa AR. As relações hídricas das plantas vasculares. Departamento de Biologia Universidade de Évora Portugal. 2001 [cited 2001 Nov 10]. Available from: <<http://www.angelfire.com/ar3/alexcosta0/relhid/hhw4.htm>>.
31. Freitas HMB. Os vegetais e a água, transporte no xilema. [cited 2006 Fev 10]. Available from: <<http://www.ufba.br/~qualibio/txt020.html-10k>>.
32. Faria VP. Técnicas de produção de feno. In: Peixoto AM, Moura, JC, Faria VP. Pastagens: fundamentos da exploração racional. Piracicaba: FEALQ; 1986. p. 311-21.
33. Vilela H. Agronomia, feno e fenação. [cited 2006 Fev 10]. Available from: <[http://www.agronomia.com.br/conteudo/artigos/artigos\\_feno\\_fenacao.htm](http://www.agronomia.com.br/conteudo/artigos/artigos_feno_fenacao.htm)>.
34. Ferri MG. Fisiologia vegetal 1. São Paulo: EPU; 1985.

**Recebido em: 24/06/2010**

**Aceito em: 13/01/2011**