

**SUPLEMENTAÇÃO DA AMOREIRA NA ALIMENTAÇÃO DO *Bombyx mori* L.**Antonio José Porto<sup>1</sup>**RESUMO**

O desempenho na criação comercial do bicho-da-seda (*Bombyx mori* L.) depende, em grande parte, da qualidade da folha de amoreira fornecida. Embora existam dietas artificiais especificamente formuladas, a folha ainda é a fonte alimentar mais barata e utilizada na maioria dos países produtores. Assim, esforços têm sido conduzidos no sentido de produzir e disponibilizar material de alto valor nutricional, que atenda as necessidades biológicas e produtivas do inseto. O levantamento e apresentação das principais técnicas, estratégias e substâncias, que aplicadas direta ou indiretamente na amoreira, promovam a suplementação alimentar no bicho-da-seda é o propósito desta revisão, assim como sugerir e discutir novas possibilidades, dando ao produtor alternativas para um manejo nutricional mais dinâmico e racional.

**Palavras-chave:** bicho-da-seda, folha da amoreira, nutrição.

**SUPPLEMENTATION OF MULBERRY IN FEEDING OF *Bombyx mori* L.****ABSTRACT**

The performance in the commercial breeding of silkworm (*Bombyx mori* L.) depend largely on the quality of the leaf provided. Although there are artificial diets specifically formulated, the mulberry leaf is still the cheapest source of food and used in most producing countries. Thus, efforts have been conducted to produce and make available material of high nutritional value, which meets the biological and productive needs of the insect. The lifting and presentation of the main techniques, strategies and substances that directly or indirectly applied in the mulberry, promote food supplementation in silkworm is the purpose of this review, as well as suggest and discuss new possibilities, giving the producer an alternative to nutritional management more dynamic and rational.

**Keywords:** silkworm, mulberry leave, nutrition.

**COMPLEMENTACIÓN CON MORERA PARA LA ALIMENTACIÓN DE *Bombyx mori* L.****RESUMEN**

El desempeño en la crianza comercial del gusano de seda (*Bombyx mori* L.) depende en gran medida de la calidad de la hoja de morera proporcionada. A pesar de de la existencia de dietas artificiales especificamente formuladas, la hoja de morera sigue siendo la fuente de alimento más barata y utilizada en la mayoría de los países productores. Por lo tanto, se han llevado a cabo programas para producir y poner a disposición material con alto valor nutricional, que satisfaga las necesidades biológicas y productivas de estos insectos. La recopilación y

---

<sup>1</sup> Pesquisador Científico. Rodovia Eduardo Dias de Castro, Km 1,5 – CP. 16 CEP. 17450 000 - Gália, SP, Brasil. Unidade de Pesquisa e Desenvolvimento de Gália. Pólo Regional Centro Oeste, Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios da Secretaria de Agricultura e Abastecimento do Estado de São Paulo (UPD/APTA/SAA). Tel./Fax: 0XX(14) 3274 1140, E-mail: porto@apta.sp.gov.br

presentación de las principales técnicas, estrategias y sustancias que directa o indirectamente aplicado a la morera, promueven la complementación alimenticia del gusano de seda es el propósito de esta revisión, así como sugerir y discutir nuevas posibilidades, dando alternativas al productor para un manejo nutricional más dinámico y racional.

**Palabras claves:** gusano de seda, hoja de morera, nutrición.

## INTRODUÇÃO

O bicho-da-seda, *Bombyx mori* L. (Lepidoptera: Bombycidae), em sua evolução desenvolveu alta afinidade nutricional com uma espécie vegetal específica, a amoreira (*Morus* sp.), podendo ser classificado, conforme o hábito alimentar, em monófago (um tipo de alimento), fitófago (origem vegetal) e filófago (folhas) (1). As interações entre insetos e plantas hospedeiras são determinadas por estímulos, relacionados com a presença de substâncias primárias (estímulo nutritivo) e secundárias (estímulo de odor, sabor) nas plantas (2).

No caso do bicho-da-seda, as lagartas são inicialmente atraídas por odores das folhas da amoreira (fatores de atração, ex.: citral). Quando ocorre o contato, a presença de algumas substâncias estimula a maxila do inseto, desencadeando o comportamento da mordida (fator de mordida, ex.:  $\beta$ -sitosterol, morin ou isoquercitrin). Dentro do aparelho bucal, outro agente estimula o processo de contínua deglutição (fator de deglutição, ex.: pó de celulose). Além desses, ocorre ação de outras substâncias, denominadas de fatores suplementares (ex.: difosfato de potássio, sucrose, inositol, silicasol). O conjunto dos fatores induz a alimentação do inseto (3).

Apenas em condições extremas, como no Japão, onde as adversidades do clima e os altos custos restringem a produção da amoreira, a substituição da folha por dietas artificiais tornou-se uma necessidade (3, 4). Na maioria dos países produtores de seda, localizados em regiões tropicais, a folha da amoreira ainda é o único alimento das lagartas, sendo utilizada na sua forma natural.

A estreita relação de dependência do bicho-da-seda com a amoreira simplifica o manejo alimentar, quando se considera a produção de um único tipo de alimento, as facilidades de implantação, formação e manutenção do amoreiral, entre outros fatores. Por outro lado, a necessidade de um alimento sempre fresco coloca o inseto em condição vulnerável frente às variações que afetam a qualidade da folha. Assim, mesmo apresentando características que normalmente atendem as necessidades básicas, a amoreira está sujeita a significativas alterações em sua composição, relacionadas com a cultivar utilizada, com condições climáticas, espaçamento, disponibilidade de água, tipos de solo, podas, crescimento e maturidade das folhas, transporte e armazenamento das folhas, entre outros (5). Além das exigências intrínsecas à espécie, deve-se levar em conta que, em criações comerciais, utilizam-se lagartas híbridas de alto desempenho produtivo, com conseqüente aumento das exigências nutricionais.

Frente a essas condições, torna-se imprescindível a produção e disponibilização de material alimentar de alto valor nutricional. Nesse sentido, estudos vêm sendo desenvolvidos com o objetivo de avaliar substâncias que, aplicadas de forma direta ou indireta na amoreira, supram as deficiências ou elevem os componentes nutricionais da folha, promovendo efeitos benéficos para o inseto e conseqüentemente na produção de seda. O levantamento e apresentação das principais técnicas, estratégias e substâncias utilizadas para suplementação alimentar do bicho-da-seda é o propósito deste trabalho, assim como sugerir e discutir novas possibilidades.

## Técnicas e estratégias para suplementação alimentar do bicho-da-seda

### 1. Adubação

O uso de fertilizantes é uma das mais antigas e preconizadas práticas para melhorar a produção da amoreira, em quantidade e qualidade. De acordo com Abramides (6), o principal fator de recuperação do amoreiral é a adubação, provendo-o de condições para aumentar a produção de massa foliar, assim como elevar o teor de nutrientes das folhas e conseqüentemente melhorar a produção de casulos. A adubação pode ser realizada no solo ou diretamente nas folhas.

#### a) Solo

A aplicação de adubos orgânicos e químicos na cultura da amoreira é descrita nos manuais de Sericicultura, sendo comumente recomendada em função dos resultados de análises e exigências nutricionais da planta. Efeitos da adubação na amoreira sobre o desempenho do bicho-da-seda têm sido amplamente investigados.

Dentre os fertilizantes mais estudados estão os nitrogenados. Lagartas do bicho-da-seda alimentadas com folhas de amoreira obtidas de plantas que receberam 200 Kg de nitrogênio/ha/ano apresentaram aumento significativo no peso larval, peso do casulo, peso da casca sérica e comprimento do fio de seda (7). A incorporação de nitrogênio no amoreiral e sua influência no desempenho do bicho-da-seda foi avaliado por Sudo, Sho e Okajima (8). Os autores concluíram que houve correlação positiva entre os níveis de adubação e os teores de nitrogênio nas folhas e alta correlação entre o nitrogênio das folhas e características como peso das lagartas, peso dos casulos e quantidade de seda. Purohit e Kumar (5) relataram, no entanto, que mesmo havendo tendência de que o aumento no teor de proteína na folha de amoreira eleve a produção de casulo em cerca de 6% para cada adicional de 100 Kg de nitrogênio/ha/ano, não existem efeitos pronunciados do nível de nitrogênio acima de 300 Kg/ha/ano sobre as características do casulo.

Casulos mais pesados foram obtidos de lagartas do bicho-da-seda alimentadas com folhas de amoreira provenientes de plantas adubadas com 200 gramas de sulfato de amônio/planta, quando parcelado em três vezes ao invés de dose única (9).

Além dos adubos nitrogenados, outros tipos são analisados e comparados entre si, quanto aos efeitos na produção da amoreira e características do *Bombyx mori* L. Takahashi (10) obteve casulos mais pesados para lagartas do bicho-da-seda que receberam folhas de amoreira provenientes de plantas fertilizadas com adubo orgânico (2 Kg de esterco de galinha/planta) em relação aos tratamentos com adubo químico (20 g de N, 10 g de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e 15g de K<sub>2</sub>O/planta) e sem adubação. No entanto, para peso das glândulas sericígenas (7º dia do 5º ínstar) não observou variação significativa entre os dois tipos de adubação. Munhoz et al. (11) também analisaram a influência da adubação química (NPK: 20:05:20) e orgânica (esterco de galinha) sobre a produção da amoreira e caracteres biológicos e produtivos do bicho-da-seda. Os autores observaram aumento significativo na produção de biomassa das folhas de amoreira com uso de adubo orgânico, no entanto quanto ao desempenho do bicho-da-seda, poucas variações foram obtidas frente aos tratamentos.

A aplicação de matéria orgânica na amoreira, na forma pura (2 Kg de esterco de galinha/planta) e associado ao gesso agrícola (2 Kg de esterco de galinha + 250 gramas de gesso/planta) foi estudado por Bellizzi, Marchini e Takahashi (12). Pelos resultados apresentados, a cultivar IZ 56/4, adubada com matéria orgânica mais gesso produziu mais folhas e ramos, influenciando positivamente o desempenho do bicho-da-seda quanto ao peso dos casulos e teor de seda.

Combinando N e K na dose de 400 -200 Kg N-K<sub>2</sub>O/ha/ano, aplicado em cinco vezes no amoreiral, Shankar e Rangaswamy (13) obtiveram aumento nos parâmetros de qualidade do bicho-da-seda, como peso do casulo e comprimento do fio de seda.

### **b) Foliar**

A aplicação de nutrientes diretamente nas folhas da amoreira é uma estratégia de adubação considerada muito eficiente como fertilização suplementar (14), podendo ser utilizada em situações específicas, como secas prolongadas e quando se requer uma resposta rápida (15). De acordo com Sihghvi e Bose (16), a resposta das plantas aos nutrientes aplicados na folha é mais rápida, pois esses são facilmente absorvidos pelas folhas e transportados para diferentes partes da planta, ativando reações metabólicas e de assimilação das plantas, contribuindo assim para superar situações de estresse e promover a absorção de nutrientes pela raiz.

Inúmeras fórmulas e compostos vem sendo testados como fertilizante foliar na amoreira. A pulverização foliar com nutrientes primários (N, P e K), secundários (Mg) e micronutrientes (B, Cu, Fe, Mn, Mo e Zn) têm proporcionado bons resultados de produção da amoreira, com ressalva para o potássio, onde injúrias foram observadas nas folhas, sendo recomendado sua aplicação no solo (16).

Aumento na produção total e na composição bioquímica da folha da amoreira também foi observado em plantas pulverizadas com solução de uréia (17). Para Sarker e Absar (14), a suplementação de uréia na folha é mais efetiva que sua aplicação no solo. Esses autores observaram que folhas de amoreira pulverizadas com 0,5 % de uréia mais 2% de solução de FeSO<sub>4</sub>, ZnSO<sub>4</sub>, H<sub>3</sub>BO<sub>4</sub> e MnSO<sub>4</sub> superaram o tratamento controle (pulverização com água) quanto ao conteúdo de nutrientes nas folhas e proporcionaram elevação dos caracteres relacionados ao desempenho do bicho-da-seda como: peso larval, peso de casulo, peso de casca sérica, produção de casulo e comprimento do fio de seda.

## **2. Suplementos foliares**

Neste item será abordada a estratégia de aplicação de substâncias na folha da amoreira, não com o objetivo de elevar a produção de massa foliar, mas melhorar o seu valor nutricional, suplementando a alimentação das lagartas do bicho-da-seda. Benefícios como auxílio no controle de doenças, enriquecimento dos constituintes da folha, crescimento do bicho-da-seda, assim como melhoria de caracteres relacionados com a produção do casulo são associados à aplicação de nutrientes foliares na planta da amoreira (18). Várias substâncias vêm sendo avaliadas como suplemento foliar para o bicho-da-seda, sendo os principais grupos os minerais, vitaminas e proteínas (aminoácidos), além de extratos vegetais e compostos químicos diversos.

### **a) Minerais**

A suplementação mineral do bicho-da-seda traz efeitos no crescimento larval e na qualidade dos casulos (19). De acordo com esses autores, em lagartas do bicho-da-seda alimentadas com folhas de amoreira suplementadas com mistura de biosal (fosfatos de Ca, Mg, K, Fe e soda) foi observado aumento significativo na quantidade de alimento ingerido, assimilado e convertido e na eficiência de conversão.

A alimentação do bicho-da-seda com folhas de amoreira suplementadas com cálcio (1% de cloreto de Ca) e magnésio (1% de cloreto de Mg) resultou em aumento no peso, comprimento e largura do casulo e no peso e porcentagem de casca sérica, quando comparado com o tratamento controle. Valores mais elevados das proteínas da seda (sericina e fibroína) também foram observados com a suplementação de magnésio (20).

Resultados de máximo peso e comprimento corporal em lagartas do bicho-da-seda, assim como superior produção de casulo, foram obtidos nos tratamentos onde os insetos receberam folhas de amoreira mergulhadas em solução de 0,2 % de nitrogênio, 0,3% de potássio, 0,1% de cálcio e 0,05% de cobre (21).

Testando três métodos de administração de minerais na amoreira (solo, injeção na raiz e pulverização foliar), Aslam e Ashfaq (22) concluíram que a pulverização foliar foi o melhor método, pois resultou em valores mais elevados para coeficiente de utilização do alimento pelo bicho-da-seda, para peso e comprimento larval e para peso de casulo, assim como menor porcentagem de mortalidade e menor duração larval.

### **b) Vitaminas**

A suplementação com vitaminas é considerada como forma alternativa para o enriquecimento da folha da amoreira e melhoria na nutrição do bicho-da-seda (23).

Valores superiores para peso de casulo (24) foram obtidos quando lagartas do bicho-da-seda receberam como alimento folhas de amoreira pulverizadas com solução de cloreto de colina (complexo B) a 1%, em relação aquelas que receberam folhas não suplementadas.

Conforme Chandrakala et al. (25), cuidados devem ser tomados nas concentrações de vitaminas utilizadas para suplementação do bicho-da-seda, que são requeridas em micro quantidades, evitando assim os efeitos deletérios.

Babu et al. (26) observaram maiores valores para peso e comprimento do fio de seda quando forneceram suplementação oral de ácido ascórbico (1,5% de ácido ascórbico na folha da amoreira) para lagartas do bicho-da-seda nos primeiros dois ínstares. No entanto há relatos que doses altas de vitamina C causam decréscimo do peso larval, podendo ocasionar a morte das lagartas do *Bombyx mori* L. (27).

A aplicação de determinadas concentrações de tiamina (vitamina B<sub>1</sub>) na folha da amoreira, como suplemento alimentar para lagartas do bicho-da-seda, resultou em aumento significativo na duração larval, peso do casulo, peso da casca sérica e fecundidade (28).

Entretanto, doses excessivas de vitamina B<sub>3</sub> (concentrações de 1,2 e 3,0 gramas/litro), quando aplicadas na folha da amoreira e fornecidas às lagartas do bicho-da-seda no quarto e quinto ínstar, provocaram a interrupção na alimentação e no crescimento normal das lagartas, sintomas de hipervitaminose, diminuição no peso larval em relação ao grupo controle e aumento do período larval (29).

As vitaminas, aplicadas nas folhas da amoreira como compostos, tem sido objeto de estudos. Resultados positivos no peso da lagarta e do casulo foram obtidos por Evangelista, Carvalho e Takahashi (30), quando suplementaram a folha da amoreira com um complexo multi-vitamínico. Também Etebari e Matindoost (31), quando pulverizaram vitaminas (multi-vitaminas) na folha da amoreira e alimentaram o bicho-da-seda, obtiveram resultados significativamente superiores ao controle para peso larval e peso de casulo.

### **c) Proteínas e aminoácidos**

No bicho-da-seda mais de 60% dos aminoácidos absorvidos são utilizados na produção de seda, sendo que 72 a 86% dos aminoácidos obtidos são provenientes das folhas da amoreira (32), o que exige folhas com alto teor protéico, variando de 15 a 28% (33).

De acordo com Ullal e Narasimhanna (34), ingredientes protéicos de alto valor nutricional e alta digestibilidade, quando fornecidos ao bicho-da-seda como suplementos da dieta, podem melhorar o desenvolvimento larval e a produção de casulos.

A suplementação com éster metil leucina (Leu-OMe) aumentou significativamente a atividade do sistema de transporte digestivo do bicho-da-seda, estimulando a absorção de aminoácidos e conseqüente rapidez no crescimento da lagarta e aumento de 20% no peso da casca sérica (35).

Valores significativamente superiores para peso larval e pupal e para diferentes características do casulo do bicho-da-seda, assim como aumento da fecundidade, fertilidade, emergência de adultos e longevidade, foram obtidos por Laz (36), quando alimentaram lagartas com folhas de amoreira mergulhadas em solução de metionina e triptofano.

O enriquecimento da folha de amoreira com Extrato Hidrossolúvel de Soja (EHS), em quantidade equivalente a 10% da demanda protéica de PB, na dieta a base de folhas da cultivar de amoreira IZ 56/4, proporcionou menor ingestão de alimento pelas lagartas do bicho-da-seda e maior qualidade dos casulos produzidos (37). Também Sedano et al. (38) obtiveram melhores resultados para peso de casulo e teor de seda bruta, quando adicionaram à folha da amoreira EHS e treonina, na quantidade de 10% do total de EHS fornecido na dieta.

Radjabi (39), no entanto, estudando o enriquecimento de folhas de amoreira com diferentes concentrações de aminoácidos (aspergina e alanina), não observaram efeito significativo dos tratamentos sobre a produção de seda.

#### **d) Extratos vegetais**

Vários extratos de plantas têm sido testados como suplementos para o bicho-da-seda, sendo observados efeitos no peso corporal, peso das glândulas de seda e comprimento do fio de seda (40). De acordo com Chandrakala et al. (25), extratos vegetais podem não conter os principais nutrientes em quantidade suficiente, mas certamente contém fitoquímicos/aleloquímicos que podem influenciar o metabolismo larval do bicho-da-seda.

Grande é o número de estudos conduzidos com o objetivo de avaliar extratos de diferentes espécies de plantas, utilizadas como suplemento para o bicho-da-seda. Conforme Gururaja e Patil (41), o pó da semente de *Amaranthus* é rico em carboidratos, proteínas, ferro e caroteno, tendo efeito benéfico no *Bombyx mori* L., elevando a produção de seda devido ao aumento no peso do casulo e da casca sérica.

Extrato de café (*Coffea arabica*), quando aplicado sobre folhas de amoreira, sendo essas utilizadas na alimentação do bicho-da-seda, resultou em aumento no peso do casulo, indicando a presença de estimulantes de crescimento (42).

Diferentes concentrações de extrato da folha de *Acacia indica* e *Vitex negundo*, aplicadas no bicho-da-seda, promoveram ganhos significativos no peso de casca e comprimento do fio de seda (43).

Kumar et al. (44), embebendo folhas de amoreira em solução de micro alga azul-verde (*Spirulina*) e alimentando lagartas do bicho-da-seda, observaram, na concentração de 300 ppm, que os resultados para peso de casulo, peso de casca, peso de pupa e comprimento do fio foram significativamente superiores ao controle e aos tratamentos com 100 e 200 ppm.

Efeitos do *Tridax procumbens*, *Tribulus terrestris* e *Parthenium hysterophorus* foram observados no bicho-da-seda, com aumento significativo do peso larval em relação ao tratamento controle e diminuição da mortalidade larval (45).

O desenvolvimento larval e caracteres de produção do casulo do bicho-da-seda foram melhorados quando as lagartas foram alimentadas com folhas de amoreira enriquecidas com extrato de *Aloe vera* L. (46).

#### **Aspectos da alimentação do bicho-da-seda com dietas artificiais**

Grande parte dos conhecimentos acumulados sobre alimentação do bicho-da-seda, relacionados com suas necessidades nutricionais, composição química e física da folha de amoreira e as complexas relações inseto/planta foram obtidos em função dos avanços nos estudos com dietas artificiais (3).

A busca por um alimento preparado que substitua a folha da amoreira e atenda às exigências nutricionais do *Bombyx mori* L., possibilitando adequado desempenho biológico e produtivo, tem sido objeto de vários estudos. Essas pesquisas ganharam força a partir da

década de 60 e representaram importante avanço na criação do *Bombyx mori* L., tanto para fins experimentais quanto para fins comerciais, principalmente em países temperados, com tradição na Sericicultura (4).

No Japão, o desenvolvimento e uso de dietas artificiais na criação do bicho-da-seda tornou-se uma necessidade devido a fatores como a impossibilidade de produção da amoreira o ano todo, frente às condições adversas do clima, os altos custos de manutenção do amoreiral e criação das lagartas (colheitas e tratos) e as vantagens da aplicação dessa técnica para criação de lagartas “jovens” (1<sup>as</sup> ínstars) em cooperativas, possibilitando máximo rendimento na produção, melhor controle de patógenos, automatização e uso de dietas balanceadas e ricas em nutrientes (4).

O maior empecilho para a utilização de dietas artificiais em larga escala, na criação do bicho-da-seda, é o custo elevado. Conforme Yanagawa, Shinbo e Yamamoto (47), o custo calculado da dieta artificial é de cerca de 35% e 50% dos gastos totais da criação do bicho-da-seda, compreendendo os períodos do 1º ao 2º ínstar e do 1º ao 3º ínstar, em uma cooperativa de criação, respectivamente.

Nas regiões sericícolas do Brasil, as condições favoráveis de clima, na maior parte do ano, propiciam a produção e uso da amoreira para alimentação do bicho-da-seda, não havendo registros da utilização de dietas artificiais, mesmo para criação das lagartas nos primeiros ínstars. Embora não haja, no momento, demanda para uso dessa técnica na Sericicultura nacional, estudos vêm sendo conduzidos. Miranda e Takahashi (48) avaliaram a eficiência de utilização do alimento pelo bicho-da-seda, quando receberam, no 5º ínstar, diferentes dietas artificiais. A produção de casulos foi avaliada e comparada, entre lagartas de *Bombyx mori* L. alimentadas com dietas artificiais e com folhas de amoreira (49).

### **Perspectiva de nova técnica para suplementação**

Diferente dos países asiáticos, onde normalmente se colhem as folhas da amoreira para fornecimento ao bicho-da-seda (50), no Brasil padronizou-se o corte dos ramos, efetuados rente ao solo (baixo fuste) em plantas com 80 a 90 dias de brotação, após o último corte (51). Nesse sistema, embora sejam utilizadas técnicas que buscam maximizar a produção de massa foliar, com ótima qualidade alimentar para as lagartas (calagem, adubação, estágio de desenvolvimento da planta, cultivares, entre outros), processos degradativos são desencadeados logo após o corte da planta, perdurando por todo o período entre a colheita e utilização, com significativa perda na qualidade das folhas.

Conforme Nowak, Goszczynska e Rudnichi (52), as principais causas de danos pós-colheita são a exaustão de reservas, principalmente carboidratos pela respiração, a ocorrência de fungos e bactérias, responsáveis pela deterioração dos tecidos e o bloqueio dos vasos condutores do xilema, a produção de etileno, relacionado com a aceleração da senescência e a perda de água em excesso. O desbalanço hormonal e a ativação de enzimas associadas com o amarelecimento das folhas (perda de clorofila) também podem ser citados como processos biológicos que ocorrem nas plantas após a colheita (53).

Os ramos de amoreira, após o corte e por um determinado tempo, continuam realizando suas funções vitais, como transpiração, respiração e reações bioquímicas. Narasimhamurty, Donatus e Pillai (54) observaram decréscimo nos conteúdos de proteína total e carboidratos de folhas da amoreira após 12 horas de preservação em câmara de folhas, embora não tenham notado mudanças significativas nos conteúdos de polissacarídeos e lipídeos quando comparados com folhas frescas. Para esses autores, a redução nos conteúdos de proteína e carboidratos das folhas pode ser devido ao aumento da proteólise (quebra da proteína em aminoácidos) e ao consumo de certa quantia de carboidratos para o metabolismo oxidativo durante a respiração. Conforme Singh et al. (55), uma considerável perda de umidade e exaustão de nutrientes na folha da amoreira ocorre no período entre sua colheita e utilização

na alimentação das lagartas, principalmente em países tropicais devido à alta taxa de transpiração.

Considerando a forma como a amoreira é manejada no Brasil, sendo toda a parte aérea colhida (caule e folhas: ramos), e as perdas que ocorrem durante os processos de colheita, transporte, armazenamento e utilização, algumas similaridades podem ser observadas, quando se compara a Sericicultura com outros sistemas produtivos. Assim, na Horticultura e em alguns setores da Floricultura (flores de corte), também ocorre o corte da parte aérea, ficando o material sujeito aos processos catabólicos e perdas na qualidade. Nessas atividades citadas, a técnica de aplicação de soluções nutrientes e conservantes no período do pós-colheita é muito difundida, tendo por objetivo retardar a deterioração e aumentar a durabilidade das plantas.

Segundo Brackmann (56), o aumento da longevidade de flores de corte tem por base o fornecimento de água e açúcares para a continuidade das atividades metabólicas. A sacarose é muito utilizada nas soluções de manutenção de flores de corte, repondo carboidratos consumidos pela respiração e proporcionando redução na transpiração das flores e folhas, uma vez que age no fechamento dos estômatos e na regulação osmótica dos tecidos (52).

Nas flores, a capacidade de absorção de água pela haste é uma função importante, sendo que seu bloqueio provocará o murchamento prematuro, pois o processo de transpiração continua e não ocorre ganho líquido de água pelos tecidos vegetais (57). A obstrução dos vasos condutores de água das hastes pode ser ocasionada pela proliferação de micro-organismos como fungos e bactérias, assim como por embolia por ar ou como uma resposta fisiológica da planta ao corte do caule (58).

O crescimento de micro-organismos nos vasos condutores pode ser inibido pelo uso de germicidas. Assim, reduz-se o bloqueio vascular estimulando a absorção de água e a manutenção da turgidez (52). Nas soluções de manutenção de flores, além dos açúcares e germicidas, outros compostos são utilizados, como íons prata, cobalto, potássio, alumínio e cálcio, ácidos orgânicos e seus sais, antioxidantes, inibidores de etileno e os reguladores vegetais, como auxinas, giberelinas e citocininas (59).

Diante dos resultados positivos, relacionados com o aumento da longevidade de flores de corte tratadas com soluções nutritivas/conservantes, abre-se a possibilidade de adaptação da técnica para aplicação em ramos de amoreira, durante o período de armazenamento. Alguns benefícios poderiam ser obtidos, como o retardo dos processos degradativos, aumentando o tempo de armazenamento, além de ser um meio de se prover água e nutrientes para o enriquecimento nutricional das folhas e conseqüentemente suplementar a alimentação do bicho-da-seda.

Porto (60) testou um sistema de armazenagem onde ramos de amoreira receberam cobertura úmida e as extremidades basais foram imersas em água. Por essa técnica, a umidade e composição nutricional das folhas da amoreira foram mantidas, com teores apropriados para alimentação do bicho-da-seda, por um período de armazenamento de até 72 horas.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Quando se aborda o tema nutrição animal, para a maioria das espécies de interesse zootécnico, depara-se com uma gama enorme de variáveis que envolvem desde os alimentos utilizados, suas diferentes categorias e combinações, formas de processamento, tipos de suplementos, até as necessidades nutricionais do organismo, conforme a espécie, idade, sexo e produção.

Para o bicho-da-seda, embora sejam utilizadas dietas artificiais em situações específicas, o alimento básico das lagartas é a folha da amoreira. Essa opção aparentemente restringe a nutrição do inseto a um único alimento, cuja variação qualitativa dependerá dos fatores relacionados com a planta.

O levantamento e apresentação das principais técnicas, estratégias e substâncias para suplementação alimentar do bicho-da-seda, utilizando a folha da amoreira como substrato, dará ao produtor novas perspectivas e alternativas para um manejo nutricional mais dinâmico, possibilitando a adequação do alimento a diferentes necessidades, conforme o ínstar, época do ano, exigências específicas de nutrientes e mesmo a administração de medicamentos, contribuindo assim para o desenvolvimento da Sericicultura Nacional.

## REFERÊNCIAS

1. Silveira Neto S, Nakano O, Barbin D, Villa Nova NA. Manual de ecologia dos insetos. São Paulo: Editora Agronômica Ceres; 1976.
2. Pizzamiglio MA. Ecologia das interações inseto/planta. In: Panizzi AR, Parra JRP. Ecologia nutricional de insetos e suas implicações no manejo de pragas. São Paulo: Manole; 1991. p.101-21.
3. Hamamura Y. Silkworm rearing on artificial diet. Enfield: Science Publishers Inc.; 2001.
4. Chowdhary SK. Rearing of the silkworm, *Bombyx mori* L., on artificial diets: Retrospect and prospects. *Sericologia*. 1996;36:407-18.
5. Purohit KM, Kumar TP. Influence of various agronomical practices in India on the leaf quality in mulberry, a review. *Sericologia*. 1996;36:27-39.
6. Abramides P. Adubação do amoreiral. *Bol Ind Anim*. 1960;6:30-2.
7. Narayanan ES, Kasiviswanathan K, Iyengar MNS. Effects of varietal feeding, irrigation levels and nitrogen fertilization on the larval development and cocoon characters of *Bombyx mori* L. *Indian J Seric*. 1966;5:13-7.
8. Sudo M, Sho Y, Okajima T. The relation between the leaf quality at different leaf order and silkworm growth or cocoon quality. *J Seric Sci Jpn*. 1981;50:306-10.
9. Gomide JTB, Takahashi R. Efeito da adubação nitrogenada na produção da amoreira e sua influência na produção de casulos do bicho-da-seda (*Bombyx mori* L.). *Cienc Zootec*. 1987;2:5-6.
10. Takahashi R. Efeito dos diferentes tipos de adubação na produção da amoreira (*Morus alba* L.) sua influência no desenvolvimento da glândula sericígena e na produção de casulos do bicho-da-seda (*Bombyx mori* L.) [tese]. Jaboticabal: Instituto de Biociências, Universidade Estadual Paulista; 1988.
11. Munhoz REF, Mendes TA, Reginato ET, Gomes Neto G, Davies TR, Bravo JP, et al. A influência de cultivares de amoreira adubadas sobre características biológicas e

- produtivas do bicho-da-seda (*Bombyx mori* L.). Arq Cienc Vet Zool UNIPAR. 2009; 12:129-34.
12. Bellizzi NC, Marchini LC, Takahashi R. Híbridos de amoreira adubados com matéria orgânica e gesso agrícola na produção de bicho-da-seda. Sci Agric. 2001;58:349-55.
  13. Shankar MA, Rangaswamy BT. Effect of applied Nitrogen and Potassium on mulberry leaf yield and quality in relation to silkworm cocoon characters. Better Crops Int. 1999;13:20-1.
  14. Sarker AA, Absar N. Foliar treatment effect of urea and micronutrients on mulberry (*Morus* sp.) and silkworm (*Bombyx mori* L.). Sericologia. 1995;35:713-20.
  15. Takahashi R. Adubação da amoreira e exigências nutricionais do bicho-da-seda. In: Anais do 13º Encontro Nacional de Sericicultura; 1995, Campinas. Campinas: CATI/SAA; 1995. p.37-46.
  16. Singhvi NR, Bose PC. Using foliar fertilization to increase the productivity of mulberry. Indian Silk. 1990;28:27-8.
  17. Fotedar RK, Chakrabarty S. Comparative studies on foliar and soil application of nitrogen on the leaf yield of mulberry. Indian J Seric. 1985;25:58-63.
  18. Dhiraj K, Kumar V. Application of foliar nutrients to increase productivity in sericulture. J Entomol. 2011;32:1-12.
  19. Rathinam KMS, Krishnan M, Chetty JS. Effect of minerals on the bioenergetics of the silkworm, *Bombyx mori* L. Sericologia. 1993;33:509-14.
  20. Subburathinam KM, Kabila V, Chetty JS. Mineral spray can increase cocoon quality. Indian Silk. 1990;28:35-6.
  21. Ashfaq M, Ahmad N, Ali A. Effects of optimum dosages of nitrogen, potassium, calcium and copper on silkworm, *Bombyx mori* L. development and silk yield. South Pac Study. 1998;18:47-50.
  22. Aslam M, Ashfaq M. Influence of methods of nutritional administration on the developmental and productive aspects of mulberry silkworm *Bombyx mori* L. Pak Entomol. 2004;26:43-5.
  23. Kanafi RR, Ebadi R, Mirhosseini SZ, Seidavi AR, Zolfaghari M, Etebari K. A review on nutritive effect of mulberry leaves enrichment with vitamins on economic traits and biological parameters of silkworm *Bombyx mori* L. Invertebrate Survival J. 2007;4: 86-91.

24. Zanlorenzi G, Lavorenti NA. Quantificação da influência do cloreto de colina na produção de casulos de *Bombyx mori* L. Rev Agric. 1981;56:31-3.
25. Chandrakala MV, Maribashetty VG, Gururaj CS, Dharani P, Sekharappa BM. Nutritional aspects and survival in the silkworm, *Bombyx mori* L. – a new perspective. Sericologia. 2007;47:347-57.
26. Babu M, Swamy MT, Kameshwar R, Seshagiri RM. Effect of ascorbic acid-enriched mulberry leaves on rearing of *Bombyx mori* L. larvae. Indian J Seric. 1992;31:111-4.
27. Etebari K, Ebadi R, Matindoost L. Effect of feeding mulberry's enriched leaves with ascorbic acid on some biological, biochemical and economical characteristics of silkworm *Bombyx mori* L. Int J Indust Entomol. 2004;8:81-7.
28. Nirwani RB, Kaliwal BB. Effect of thiamine on commercial traits and biochemical contents of the fat body and haemolymph in the silkworm, *Bombyx mori* L. Sericologia. 1998;38:639-46.
29. Etebari K, Matindoost L. Effects of hypervitaminosis of B3 on silkworm biology. J Biosci Bioeng. 2004;29:417-22.
30. Evangelista A, Carvalho AD, Takahashi R. Performance of silkworm (*Bombyx mori* L.) fed with vitaminic and mineral supplement. Rev Agric. 1997;72:199-204.
31. Etebari K, Matindoost L. Application of multi-vitamins as supplementary nutrients on biological and economical characteristics of silkworm *Bombyx mori* L. J Asia Pac Entomol. 2005;8:107-12.
32. Lu SL, Jiang ZD. Absorption and utilization of amino acids in mulberry leaves by *Bombyx mori* L. Acta Sericol Sin. 1988;14:198-204.
33. Sánchez MD. Mulberry: an exceptional forage available almost worldwide. In: Mulberry for animal production. Rome: Food and Agriculture Organization of United Nations-FAO; 2002. p.271-89.
34. Ullal SR, Narasimhanna MN. Handbook of practical sericulture. Bangalore: Central Silk Board; 1987.
35. Leonardi MG, Casartelli M, Fiandra L, Parenti P, Giordana B. Role of specific activators of intestinal amino acid transport in *Bombyx mori* larval growth and nutrition. Arch Inset Biochem Physiol. 2001;48:190-8.
36. Laz R. Effects of methionine and tryptophan on some quantitative traits of silkworm, *Bombyx mori* L. (Lepidoptera: Bombycidae). Univ J Zool Rajshahi Univ. 2010;28:15-9.

37. Polycarpo GV, Nicodemo D, Fruchi VM, Silva AAR. Enriquecimento da dieta do bicho-da-seda com extrato hidrossolúvel de soja [Internet]. Jaboticabal; 2010 [acesso em 2010 Ago 20]. Disponível em: [http://www.prope.unesp.br/xxi\\_cic/27-33814174879.pdf](http://www.prope.unesp.br/xxi_cic/27-33814174879.pdf)
38. Sedano AA, Nubiato KEZ, Fernandes J, Nagata MM, Takahashi LS, Nicodemo D. Peso de casulos do bicho-da-seda alimentados com folhas de amoreira enriquecidas com treonina e valina. In: Anais do 2º Simpósio de Ciências Aplicadas a Sericicultura; 2010, Cascavel. Cascavel: Universidade Estadual do Oeste do Paraná; 2010. p.31-2.
39. Radjabi R. Effect of mulberry leaves enrichment with amino acid supplementary nutrients on silkworm, *Bombyx mori* L. at north of Iran. *Acad J Entomol.* 2010;3:45-51.
40. Murugan K, Jeyabalan D, Senthikumar N, Senthilnathan S, Sivaprakasam N. Growth promoting effect of plant products on silkworm – A biotechnological approach. *J Sci Ind Res.* 1998;57: 740-5.
41. Gururaja GK, Patil GM. Impact of potassium iodide, Amaranthus grain powder on silk output. *Indian Text J.* 1997;62:62-3.
42. Jeypaul C, Padmalatha C, Ranjt Singh AJA, Murugesan AG, Dhasarathan P. Effect of plant extracts on nutritional efficiency in mulberry silkworm, *Bombyx mori* L. *Indian J Seric.* 2003;42:128-31.
43. Sujatha K, Rao AP. Efficacy of certain botanicals against disease and post cocoon characters of silkworm, *Bombyx mori* L. *J Exp Zool.* 2004;7:229-35.
44. Kumar VR, Kumar D, Kumar A, Dhama SS. Effect of blue green micro algae (spirulina) on cocoon quantitative parameters of silkworm (*Bombyx mori* L.). *J Agr Biol Sci.* 2009;4:50-3.
45. Murugesan KA, Bhaskar RN. Efficacy of botanicals on larval growth of silkworm, *Bombyx mori* L. and its impact on silk productivity. *Bull Ind Acad Seric.* 2007;11:11-5.
46. Manimuthu M, Isaiarasu L. Influence of herbal tonic Aloe on the overall performance of the mulberry silkworm, *Bombyx mori* L. *J Biopest.* 2010;3:567-72.
47. Yanagawa H, Shinbo H, Yamamoto T. Recent studies on low-cost artificial diets and polyphagous silkworm in Japan (Sec II: *Bombyx mori*). In: Anais do 17º Congresso da Comissão Sericícola Internacional; 1997, Londrina. Londrina: Governo do Estado do Paraná; 1997. p.1-4.
48. Miranda JE, Takahashi R. Efficiency of food utilization by the silkworm, *Bombyx mori* L. (Lepidoptera: Bombycidae) fed on artificial diets. *Sericologia.* 1998;38:601-10.

49. Evangelista A, Takahashi R. Produção de casulos do *Bombyx mori* L. alimentado com dietas artificiais e folhas “in natura” de *Morus alba* L. *Acta Sci.* 2001;23:1055-8.
50. Singh GP, Mathur VB, Kamble CK, Datta RK. Young age rearing of silkworm, *Bombyx mori* L., a review. *Sericologia.* 1998;38:199-213.
51. Tinoco SJT, 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).
52. Nowak J, Goszczynska D, Rudnichi RM. Storage of cut flowers and ornamental plants: present status and future prospects. *Postharvest News Inf.* 1991;2:255-60.
53. Ferrante A. Fisiologia postraccolta dei fiori recisi M S Reid. *Italus Hortus.* 2006;13:29-41.
54. Narasimhamurth CV, Donatus E, Pillai SV. Chemical composition of mulberry during preservation and leaf storage. *Sericologia.* 1987;27:623-7.
55. 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;39:629-33.
56. Brackmann A. Armazenamento de crisântemos *Dendranthema grandiflora* cv. Red Refocus em diferentes temperaturas e soluções conservantes [Internet]. São Paulo; 2008 [acesso em 2008 Maio 20]. Disponível em: <http://br.monografias.com/trabalho/armazenamento-crisantemos-temperatura/armazenamento-crisantemos-temperatura2htm>
57. Lima JD, Moraes WS, Silva CM. Tecnologia pós-colheita de flores de corte [Internet]. São Paulo; 2008 [acesso em 2008 Maio 20]. Disponível em: <http://www.biologico.sp.gov.br/rifib/xivrifib/lima.PDF>
58. Ichimura K, Kojima K, Goto R. Effects of temperature, 8-hidroxyquinoline sulphate and sucrose on the vase life of cut rose flowers. *Postharvest Biol Technol.* 1999;15:33-40.
59. Castro CEF. Armazenamento de flores. *Casa Agric.* 1985;7:18-21.
60. Porto AJ. Valor alimentício da folha de amoreira (*Morus* sp.) para o bicho-da-seda (*Bombyx mori* L.) em função de sistemas de armazenagem dos ramos no pós-colheita [tese]. Botucatu: Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade Estadual Paulista; 2009.

**Recebido em: 07/12/11**

**Aceito em: 13/11/12**