

Efeito do oferecimento de dietas artificiais nos ínstaes iniciais sobre o consumo de dieta natural e metabolismo no ínstar final de lagartas de *Bombyx mori* L. (Lepidoptera: Bombycidae)

Sergio Antonio De Bortoli^{1*}, Roque Takahashi¹, Alessandra Marieli Vacari¹,
Caroline Placidi De Bortoli¹, Dagmara Gomes Ramalho¹, Sergio Leandro Placidi De Bortoli²

¹Universidade Estadual Paulista, Câmpus de Jaboticabal, Jaboticabal, SP, Brasil.

²Faculdade de educação São Luís de Jaboticabal, Jaboticabal, SP, Brasil.

*Autor correspondente, e-mail: bortoli@fcav.unesp.br

Resumo

Apesar de todos os benefícios que uma dieta artificial pode representar para a criação de *Bombyx mori*, como economia de trabalho, maior eficiência na produção, criação em época desfavorável e praticamente livre de doenças, ainda não foi desenvolvido um meio artificial adequado para todos os estágios larvais do inseto. Contudo, no Japão o uso de dietas artificiais é altamente difundido para a criação dos dois primeiros ínstaes da lagarta de bicho-da-seda, abrangendo cerca de 50% das criações. Assim, o objetivo deste trabalho foi determinar os efeitos do oferecimento de dietas artificiais nos ínstaes iniciais sobre o consumo de dieta natural e metabolismo no ínstar final de lagartas de *B. mori*. Foram testados três tipos de sistema de alimentação: (i) dieta artificial adaptada de Miao & Jiang para larvas de primeiro ínstar e dieta natural para os demais ínstaes; (ii) sistema semelhante ao anterior, diferindo dele pela a dieta adaptada de Miao & Jiang ter sido oferecida para lagartas de primeiro e segundo ínstaes; (iii) dieta artificial adaptada de Sadiq para larvas de primeiro ínstar e dieta natural para os demais ínstaes; e (iv) dieta natural para todos os ínstaes larvais (Testemunha). Como dieta natural foram utilizadas folhas frescas de amoreira do híbrido 'Shima-Miura' oferecidas cinco vezes ao dia. O consumo e metabolismo de lagartas de quinto ínstar (estádio larval final) foram estudados avaliando-se a Taxa de Consumo Relativo; a Taxa Metabólica Relativa; a Taxa de Crescimento Relativo; a Eficiência da Conversão do Alimento Ingerido em Biomassa; a Eficiência de Conversão do Alimento Digerido em Biomassa e a Digestibilidade Aproximada. Não foi observado efeito significativo dos sistemas de alimentação sobre nenhum dos parâmetros avaliados, indicando que a oferta das dietas artificiais de Sadiq para lagartas de primeiro ínstar; ou de Miao & Jiang para lagartas de primeiro, ou de primeiro e segundo ínstaes; não afetam o consumo de dieta natural e metabolismo de lagartas de quinto e último ínstar de *B. mori*, podendo ser incorporadas nos sistemas de alimentação do bicho-da-seda.

Palavras-chave: amoreira, Bicho-da-seda, dieta artificial, índices nutricionais

Effect of offering artificial diets in the early instars of *Bombyx mori* L. (Lepidoptera: Bombycidae) larvae on the consumption of natural diet and metabolism in late instar

Abstract

Despite all the benefits that an artificial diet can make to the *Bombyx mori* rearing, as labor savings, greater production efficiency, raising during creating unfavorable conditions, and rearing virtually free of diseases, was not yet developed an adequate artificial diet for all larval stages. However, in Japan the use of artificial diets is highly diffused to rearing first and second instars silkworm larvae, covering about 50 % of the productions. The objective of this study was to determine the effects of offering artificial diets in the early instars on the consumption of natural diet and metabolism in late instar larvae of *B. mori*. Three types of treat systems were tested: (i) artificial diet adapted from Miao & Jiang for the first larvae instar and natural diet for others instars; (ii) similar to the previous system, differing from it by the adapted Miao & Jiang diet have been offered to larvae of first and second instars; (iii) artificial diet adapted from Sadiq for the first larvae instar and natural diet for others instars; and (iv) natural diet for all larval instars (check). As natural diet it was used fresh mulberry leaves of the hybrid 'Shima-Miura', that was offered five times a day. Consumption and metabolism of fifth instar larvae (late larval stage) were studied by assessing: relative consumption rate, the relative metabolic rate, relative growth rate, efficiency of conversion of ingested food into biomass; conversion efficiency the food digest into biomass; and approximate digestibility. No significant effect of feeding treatment systems was observed in any biological parameter studied, indicating that the supply of artificial diets Sadiq for the first instar larvae, or Jiang & Miao diet for the first and second instars larvae, were not affecting the consumption of natural diet and metabolism of fifth larvae of *B. mori*, showing that they can be incorporated into a silkworm food system.

Keywords: artificial diet, mulberry, nutritional indexes, Silkworm silk

Recebido: 18 Março 2012
Aceito: 27 Abril 2015

Introdução

No Brasil, a sericicultura, que envolve a cultura da amoreira (*Morus sp.*) e a criação do bicho-da-seda, *Bombyx mori* L. (Lepidoptera: Bombycidae), é uma atividade de importância sócio-econômica, sendo que os pequenos proprietários agrícolas encontram nesta atividade uma opção para o aumento na renda, utilizando racionalmente a mão-de-obra familiar (Brancahã, 2002).

O alimento que é ingerido na fase larval influencia na taxa de crescimento, no tempo de desenvolvimento, no peso do corpo, na sobrevivência, bem como na fecundidade, longevidade, movimentação e capacidade de competição do adulto (Panizzi & Parra, 2009). No caso particular de *B. mori*, onde sua criação é dependente do cultivo da amoreira, vários estudos sobre ecologia nutricional desenvolvidos na Índia, Japão e no Brasil revelaram que consumo, digestão e assimilação de alimentos influenciam diretamente o desenvolvimento da glândula sericígena (Marchi et al., 2009), muitas vezes afetando a produção de casulos, particularmente quando a suplementação nutricional, como com vitaminas (Etebari et al., 2004; Etebari & Matindoost, 2005). Também, características das folhas da amoreira (produção e valor nutritivo) contribuem para o crescimento, a viabilidade do inseto e a produção de casulos, particularmente de fios de seda (Miranda et al., 2002).

Um dos procedimentos utilizados para avaliar a qualidade de uma dieta, seja ela natural ou artificial, é a análise dos índices nutricionais, que revela como os organismos respondem às diferentes dietas e qual alimento exerce os maiores efeitos no desenvolvimento dos insetos. As interações entre os índices ocorrem de maneira complexa, em parte envolvendo compensações homeostáticas. Os índices mais utilizados são: Taxa de Consumo Relativo (TCR), que representa a quantidade, em miligramas, de alimento que o inseto consome por miligrama de peso vivo, por dia; Taxa Metabólica Relativa (TMR), que representa a quantidade (em mg) de alimento gasto em metabolismo por miligrama de peso corporal, por dia; a Taxa de Crescimento Relativo (TCrR), que indica o ganho de biomassa

do inseto em relação ao seu peso; a Eficiência de Conversão do Alimento Ingerido (ECI), que representa a porcentagem de alimento ingerido que é transformado em biomassa; a Eficiência de Conversão do Alimento Digerido (ECD) que indica a porcentagem de alimento assimilado que é convertido em matéria corpórea; e a Digestibilidade Aproximada (DA), que representa a porcentagem do alimento ingerido que é efetivamente assimilado pelo inseto (De Bortoli, 2009; Panizzi & Parra, 2009).

Apesar de existir dietas artificiais formuladas para criação do bicho da seda em outros países, especialmente para os primeiros instares de desenvolvimento, a folha ainda é a fonte alimentar mais barata e empregada pela maioria dos produtores, particularmente no Brasil (Porto, 2013). Porém, o emprego de dietas naturais para criação de insetos apresenta uma série de desvantagens, como excesso de mão de obra exigido na produção do substrato alimentar e do inseto, possibilidade de contaminações, com espécies diferentes de insetos trazidas ao laboratório e introdução de microrganismos contaminantes; devido a isso a utilização de meios artificiais para insetos é uma área de pesquisa que vem recebendo atenção há algum tempo, com a primeira tentativa sendo feita por Bottger em 1942, conforme citam Panizzi & Parra (2009). Porém, a grande evolução neste campo de pesquisa ocorreu nos últimos 30 anos, com um número considerável de trabalhos publicados sobre meios artificiais para insetos, tantos prejudiciais como benéficos (Hamamura, 2001; Cohen, 2004; Panizzi & Parra, 2009).

As lagartas de *B. mori* são extremamente sensíveis às mudanças na alimentação, sendo que para entender melhor o seu comportamento alimentar têm sido desenvolvidos estudos na área nutricional tentando desvendar o problema da especificidade alimentar do inseto. Estas investigações estão fundamentadas principalmente na elaboração de dietas artificiais, que cada vez mais adquirem maior importância. 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 de primeiros ínstaes em cooperativas, possibilitando máximo rendimento na produção, melhor controle de patógenos, automatização e uso de dietas balanceadas e ricas em nutrientes (Porto, 2013).

A necessidade de se desenvolver uma dieta artificial para *B. mori* assume importância devido a vários fatores: (i) o bicho-da-seda é um dos insetos mais utilizados para a experimentação devido ao seu elevado grau de domesticação; (ii) economia de trabalho, consumindo menor tempo por dia, enquanto que a criação com folhas requer 4 a 5 fornecimentos diários; (iii) maior eficiência na criação dos ínstaes iniciais (1º e 2º ínstaes) com a utilização de uma dieta balanceada em nutrientes e conseqüente menor taxa de mortalidade; (iv) a possibilidade de criação mesmo em épocas desfavoráveis para o cultivo de amoreiras; e (v) a possibilidade da criação praticamente isenta de doenças. No Japão, devido a estas razões, o uso de dietas artificiais é altamente difundido para a criação dos dois primeiros ínstaes da lagarta de bicho-da-seda, abrangendo cerca de 50% das criações, sendo que ainda não se conseguiu, com a eficiência necessária todos os ínstaes (Shinbo & Yanagawa, 1994; Chowdhary, 1996; Evangelista & Takahashi, 2001).

A utilização de um sistema asséptico de criação do bicho-da-seda com dieta artificial pode chegar a propiciar até 36 "crias" ao ano, sendo que Chen et al. (1992) já obtiveram por este sistema resultados satisfatórios em relação aos parâmetros biológicos e de produção: crescimento larval satisfatório; criações isentas de doenças; ciclo de 25-27 dias (da eclosão das larvas até a produção de casulos); sobrevivência de 94-95%, com pouco avanço nos últimos anos.

Nas regiões serícolas 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 ínstaes. Mesmo assim, alguns passos na utilização de dietas artificiais para

o bicho-da-seda já foram efetuados, porém, ainda não foram obtidos resultados plenamente satisfatórios, pois o desempenho do inseto criado com dietas artificiais foi sempre inferior ao das larvas alimentadas com dieta natural (Evangelista & Takahashi, 2001; Porto, 2013).

Desse modo, o presente trabalho está sendo proposto com o objetivo de testar a adequabilidade de diferentes sistemas de alimentação envolvendo as dietas de Sadiq e de Miao & Jiang para lagartas de 1º e 2º ínstaes de *B. mori*, em face da possibilidade de se utilizar uma dieta artificial para a criação do *B. mori* nos ínstaes iniciais, fato este que reduzirá a dependência do sericultor em relação às folhas frescas da amoreira.

Material e Métodos

Ovos de bicho-da-seda, acondicionados e mantidos em placas de Petri, foram obtidos da "Fiação de Sedas Bratac S.A.", Bastos-SP e o experimento foi conduzido em sala climatizada ($25\pm 2^\circ\text{C}$, U.R. de $80\pm 10\%$, e fotofase de 12 horas, sendo testados três tipos de sistema de alimentação: (i) dieta artificial adaptada de Miao & Jiang (2001) (Tabela 1) para larvas de primeiro ínstar e dieta natural para os demais ínstaes (2MIAO); (ii) sistema semelhante ao anterior, diferindo dele pela a dieta adaptada de Miao & Jiang (2001) ter sido oferecida para lagartas de primeiro e segundo ínstaes, ao invés de apenas primeiro (3MIAO); (iii) dieta artificial adaptada de Sadiq (1990) (Tabela 1) para as larvas de primeiro ínstar e dieta natural para os demais ínstaes (2SADIQ); e (iv) dieta natural para todos os ínstaes larvais (Testemunha). Como dieta natural foram utilizadas, em todos os tratamentos, folhas frescas de amoreira do híbrido 'Shima-Miura', lavadas em água corrente, as quais foram oferecidas cinco vezes ao dia (7:30, 11:30, 13:30, 16:30 e 19:30 h). Antes do oferecimento, as folhas foram cortadas longitudinalmente ao meio, retirando-se a nervura principal, sendo uma das metades pesada e destinada à alimentação das lagartas, enquanto que a outra se destinou à composição da alíquota para determinação dos pesos nas amostragens. O trato das lagartas e a coleta das sobras de alimentos e material de excreção

foram realizados diariamente, no período da manhã. Foi determinado o peso fresco de todas as amostras coletadas, bem como das alíquotas e do material alimentar fornecido, sendo esse material acondicionado em sacos de papel. Os índices nutricionais foram calculados com base

no peso de matéria fresca A partir do 3º dia do 4º ínstar as lagartas foram separadas em grupos de 30 indivíduos, os quais foram acondicionados em recipientes plásticos tampados (12x18x6 cm), forrados com papel sulfite.

Tabela 1. Composição das dietas de Sadiq (1990) e Miao & Jiang (2001) (g/mL), utilizadas nos sistemas de alimentação de *Bombyx mori* L.

Ingrediente	Sadiq (1990)	Miao & Jiang (2001)
Pó da folha da amoreira	24,0	30,0
Amido de milho	3,0	20,0
Sacarose	4,0	4,0
Farelo de soja	37,8	32,0
Óleo de soja	1,5	-
Ácido ascórbico	2,0	1,0
Celulose	13,0	-
Ágar	8,0	-
β -Sitosterol	2,0	-
Ácido cítrico	3,0	3,0
Ácido sórbico	0,2	0,1
Sais de Wesson	1,3	2,0
Mistura Vitamínica B	0,2	0,5
Cloreto de colina	-	0,2
Caragenato	-	6,0
Fluconazol	-	0,05
Inositol	-	0,5
Ácido gálico	-	0,5
Ácido propiônico	-	0,15
Água	350	250

Os parâmetros estudados (Índices Nutricionais) foram: Taxa de Consumo Relativo (TCR); Taxa Metabólica Relativa (TMR); Taxa de Crescimento Relativo (TCrR); Eficiência da Conversão do Alimento Ingerido em Biomassa (ECI); Eficiência de Conversão do Alimento Digerido em Biomassa (ECD) e Digestibilidade Aproximada (DA) (. A determinação destes parâmetros foi realizada pelo método gravimétrico, utilizando-se três medidas básicas: peso do alimento fornecido, peso das sobras do alimento fornecido, peso de material excretado e ganho de peso pelo inseto (Panizzi & Parra, 2009).

Este estudo foi repetido seis vezes, em delineamento experimental inteiramente casualizado, sendo os dados obtidos submetidos aos testes de normalidade (teste de Kolmogorov) e de homogeneidade da variância (teste de Bartlett), aplicando-se aos diferentes parâmetros análise de variância, sendo as médias comparadas pelo teste de Tukey ($\alpha=0,05$).

Resultados e Discussão

Na Tabela 2 são apresentadas as Taxas de Consumo Relativo (TCR) (mg/mg/dia) diária e média de lagartas de 5º ínstar de *B. mori*. Independentemente do sistema de alimentação, estas lagartas ingeriram uma grande massa de folhas logo no início do estágio. Este fato já foi observado em outras espécies de insetos, como os lepidópteros (Noctuidae) *Spodoptera litura* (Bhat & Bhattacharya, 1978) e *Mamestra configurata* (Bailey, 1976), sendo atribuído à maior necessidade de alimento para crescimento que os imaturos apresentam no início do ínstar (Panizzi & Parra, 2009). Quanto aos valores médios, observou-se que os tratamentos com dieta artificial não diferiram significativamente da testemunha e os valores encontrados estão bem acima dos obtidos por outros autores, os quais estão na faixa de 1,33 a 1,79 mg/mg/dia (Assal et al., 1994; Evangelista & Takahashi, 2001).

Tabela 2. Taxa de Consumo Relativo (TCR, em g/mg/dia) de lagartas de 5º instar de *Bombyx mori* L., criadas em diferentes sistemas de alimentação envolvendo dietas artificiais e folhas de amoreira.

Sistema de alimentação ^{1/}	Dia do 5º instar							Média
	1º	2º	3º	4º	5º	6º	7º	
2SADIQ	4,57 ^a	3,01 ^a	2,31 ^a	1,42 ^c	1,21 ^a	1,35 ^a	1,10 ^b	2,14 ^a
2MIAO	4,19 ^{bc}	3,07 ^a	2,35 ^a	2,01 ^a	1,36 ^{ab}	1,36 ^a	1,06 ^b	2,20 ^a
3MIAO	4,46 ^{ab}	3,40 ^a	2,27 ^a	1,40 ^c	1,43 ^a	1,38 ^a	1,13 ^b	2,21 ^a
Testemunha	3,90 ^c	3,40 ^a	1,95 ^a	1,56 ^b	0,73 ^b	1,41 ^a	1,28 ^a	2,03 ^a

Valores seguidos de mesma letra na coluna não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey ($\alpha=0,05$). ^{1/}2SADIQ: dieta adaptada de Sadiq (1990) para lagartas de 1º instar e folhas frescas de amoreira 'Shima-Miura' para demais instares; 2MIAO: dieta adaptada de Miao & Jiang (2001) para lagartas de 1º instar e folhas frescas de amoreira 'Shima-Miura' para demais instares; 3MIAO: dieta adaptada de Miao & Jiang (2001) para lagartas de 1º e 2º instares e folhas frescas de amoreira 'Shima-Miura' para demais instares; Testemunha: folhas frescas de amoreira 'Shima-Miura' para todos os instares larvais.

Na Tabela 3 são apresentados os resultados da taxa metabólica relativa diária e média durante o 5º instar das larvas de *B. mori*. A TMR média variou de 0,78 a 0,88 mg/mg/dia entre os diferentes sistemas de alimentação, valores que estão dentro das médias encontradas por outros autores que também analisaram a TMR de lagartas de bicho-da-seda alimentadas com folhas de amoreira, e encontraram valores que variam de 0,16 e 1,28 mg/mg/dia (Evangelista & Takahashi, 2001).

Na Tabela 4 são apresentados os resultados da análise da Taxa de Crescimento Relativo (TCrR) diária e média durante o 5º instar

das larvas de *B. mori*. Ocorreram oscilações no decorrer dos dias; no 2º dia a testemunha mostrou-se estatisticamente superior a todos os tratamentos, sendo que no 3º não ocorreu diferença entre eles; no 4º dia a testemunha foi inferior aos demais, e no 5º dia apresentou-se superior; já no 6º dia foi inferior aos tratamentos com dieta artificial. Quanto às médias, não se observou diferença significativa entre os tratamentos, sendo que a variação apresentada foi um pouco superior aos valores encontrados por outros autores, quando analisaram a TCrR (Evangelista & Takahashi, 2001).

Tabela 3. Taxa de Metabólica Relativa (TMR, em g/mg/dia) de lagartas de 5º instar de *Bombyx mori* L., criadas em diferentes sistemas de alimentação envolvendo dietas artificiais e folhas de amoreira.

Sistema de alimentação ^{1/}	Dia do 5º instar							Média
	1º	2º	3º	4º	5º	6º	7º	
2SADIQ	2,44 ^a	1,66 ^a	0,39 ^a	0,31 ^{bc}	0,06 ^b	0,30 ^b	0,31 ^a	0,78 ^a
2MIAO	2,37 ^a	1,44 ^a	1,14 ^a	0,55 ^a	0,04 ^b	0,31 ^b	0,32 ^a	0,88 ^a
3MIAO	2,41 ^a	1,74 ^a	0,43 ^a	0,23 ^c	0,09 ^{ab}	0,33 ^b	0,32 ^a	0,77 ^a
Testemunha	1,95 ^a	1,70 ^a	0,29 ^a	0,40 ^b	0,13 ^a	0,78 ^a	0,35 ^a	0,80 ^a

Valores seguidos de mesma letra na coluna não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey ($\alpha=0,05$). ^{1/}2SADIQ: dieta adaptada de Sadiq (1990) para lagartas de 1º instar e folhas frescas de amoreira 'Shima-Miura' para demais instares; 2MIAO: dieta adaptada de Miao & Jiang (2001) para lagartas de 1º instar e folhas frescas de amoreira 'Shima-Miura' para demais instares; 3MIAO: dieta adaptada de Miao & Jiang (2001) para lagartas de 1º e 2º instares e folhas frescas de amoreira 'Shima-Miura' para demais instares; Testemunha: folhas frescas de amoreira 'Shima-Miura' para todos os instares larvais.

Tabela 4. Taxa de Crescimento Relativo (TCrR, em mg/mg/dia) de lagartas de 5º instar de *Bombyx mori* L., criadas em diferentes sistemas de alimentação envolvendo dietas artificiais e folhas de amoreira.

Sistema de alimentação ^{1/}	Dia do 5º instar							Média
	1º	2º	3º	4º	5º	6º	7º	
2SADIQ	0,74 ^a	0,29 ^b	0,54 ^a	0,37 ^a	0,20 ^c	0,18 ^a	0,09 ^a	0,34 ^a
2MIAO	0,52 ^b	0,27 ^b	0,56 ^a	0,42 ^a	0,25 ^b	0,16 ^a	0,08 ^a	0,32 ^a
3MIAO	0,59 ^{ab}	0,31 ^b	0,54 ^a	0,36 ^a	0,26 ^b	0,17 ^a	0,11 ^a	0,33 ^a
Testemunha	0,55 ^b	0,48 ^a	0,44 ^a	0,23 ^b	0,38 ^a	0,11 ^b	0,10 ^a	0,33 ^a

Valores seguidos de mesma letra na coluna não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey ($\alpha=0,05$). ^{1/}2SADIQ: dieta adaptada de Sadiq (1990) para lagartas de 1º instar e folhas frescas de amoreira 'Shima-Miura' para demais instares; 2MIAO: dieta adaptada de Miao & Jiang (2001) para lagartas de 1º instar e folhas frescas de amoreira 'Shima-Miura' para demais instares; 3MIAO: dieta adaptada de Miao & Jiang (2001) para lagartas de 1º e 2º instares e folhas frescas de amoreira 'Shima-Miura' para demais instares; Testemunha: folhas frescas de amoreira 'Shima-Miura' para todos os instares larvais.

Os valores médios da Eficiência de Conversão do Alimento Ingerido (ECI) obtidos para lagartas em todos os tratamentos variaram de 15,01 a 18,42%, estando próximos aos dos valores encontrados por outros autores (9,21 a 32,0%) (Tabela 5) (Assal et al., 1994; Evangelista &

Takahashi, 2001; Meneguim et al., 2010).

Na Tabela 6 são apresentados os resultados da ECD diária e média durante o 5º instar das larvas de *B. mori*. Pela análise observa-se uma tendência de crescimento dos valores do 3º para o 5º dia, diminuindo até no 7º dia.

Todos os tratamentos atingiram seu valor máximo no 5º dia. A testemunha mostrou-se, na maioria dos dias, significativamente sem diferença aos demais tratamentos e no 6º dia foi inferior aos tratamentos que continham dieta artificial. Pelas médias, verifica-se que não houve diferença significativa entre os tratamentos, demonstrando que as lagartas podem ser alimentadas até o início do 3º instar com dieta artificial, apresentando desempenho semelhante às lagartas que se alimentaram exclusivamente de folhas de amoreira.

Pode-se observar, nos tratamentos que incluem dieta artificial, um declínio do valor da digestibilidade aproximada (DA) até o 3º dia,

elevando-se ligeiramente no 4º dia, diminuindo no 5º e voltando a crescer até o 7º dia, o mesmo não acontecendo com a testemunha (Tabela 7). A situação encontrada para as lagartas que ingeriram dieta artificial durante os primeiros ínstars do desenvolvimento, não são coincidentes com as observações de vários autores, que dizem que existe normalmente uma queda no último dia da digestibilidade, porque o inseto torna-se menos seletivo, ingerindo mais parte fibrosa da planta, diminuindo assim a digestibilidade (Mukerji & Guppy, 1970; Scriber & Slansky Jr., 1981; Panizzi & Parra, 2009). Quanto aos valores médios de DA não se observou diferença significativa entre os tratamentos.

Tabela 5. Percentagem de Eficiência de Conversão de alimento ingerido (ECI) de lagartas de 5º instar de *Bombyx mori* L., criadas em diferentes sistemas de alimentação envolvendo dietas artificiais e folhas de amoreira.

Sistema de alimentação ^{1/}	Dia do 5º instar							Média
	1º	2º	3º	4º	5º	6º	7º	
2SADIQ	16,19a	9,62b	23,30a	26,46a	17,36b	13,59a	8,73a	16,46a
2MIAO	12,31b	9,04b	23,98a	20,97b	18,93b	12,34a	7,52a	15,01a
3MIAO	13,22ab	9,56b	23,89a	26,16a	18,19b	12,60a	9,96a	16,22a
Testemunha	14,18ab	14,42a	22,88a	14,97c	25,68a	18,40b	8,27a	18,42a

Valores seguidos de mesma letra na coluna não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey ($\alpha=0,05$); ^{1/}2SADIQ: dieta adaptada de Sadiq (1990) para lagartas de 1º instar e folhas frescas de amoreira 'Shima-Miura' para demais ínstars; 2MIAO: dieta adaptada de Miao & Jiang (2001) para lagartas de 1º instar e folhas frescas de amoreira 'Shima-Miura' para demais ínstars; 3MIAO: dieta adaptada de Miao & Jiang (2001) para lagartas de 1º e 2º ínstars e folhas frescas de amoreira 'Shima-Miura' para demais ínstars; Testemunha: folhas frescas de amoreira 'Shima-Miura' para todos os ínstars larvais.

Tabela 6. Percentagem de Eficiência de Conversão de alimento digerido (ECD) média durante o 5º instar das lagartas de *Bombyx mori* L., criadas em diferentes sistemas de alimentação envolvendo dietas artificiais e folhas de amoreira.

Sistema de alimentação ^{1/}	Dia do 5º instar							Média
	1º	2º	3º	4º	5º	6º	7º	
2SADIQ	23,26 ^a	15,06b	58,11a	54,64a	76,69a	38,42a	23,88a	40,87a
2MIAO	17,95 ^a	16,55ab	58,18a	43,52b	84,47a	35,30a	20,68a	39,52a
3MIAO	19,65 ^a	16,02b	55,87a	60,73a	74,74a	35,37a	26,02a	41,20a
Testemunha	22,11 ^a	22,09a	60,28a	36,74b	75,50a	13,13b	23,34a	36,17a

Valores seguidos de mesma letra na coluna não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey ($\alpha=0,05$); ^{1/}2SADIQ: dieta adaptada de Sadiq (1990) para lagartas de 1º instar e folhas frescas de amoreira 'Shima-Miura' para demais ínstars; 2MIAO: dieta adaptada de Miao & Jiang (2001) para lagartas de 1º instar e folhas frescas de amoreira 'Shima-Miura' para demais ínstars; 3MIAO: dieta adaptada de Miao & Jiang (2001) para lagartas de 1º e 2º ínstars e folhas frescas de amoreira 'Shima-Miura' para demais ínstars; Testemunha: folhas frescas de amoreira 'Shima-Miura' para todos os ínstars larvais.

Tabela 7. Percentagem de Digestibilidade Aproximada (DA) de lagartas de 5º instar de *Bombyx mori* L., criadas em diferentes sistemas de alimentação envolvendo dietas artificiais e folhas de amoreira.

Sistema de alimentação ^{1/}	Dia do 5º instar							Média
	1º	2º	3º	4º	5º	6º	7º	
2SADIQ	69,63 ^a	64,89ab	40,30a	48,60 ^a	22,47b	36,07b	37,06a	45,58a
2MIAO	68,78 ^a	55,81b	43,52a	48,25 ^a	22,47b	35,40b	38,06a	44,61a
3MIAO	67,47ab	60,14ab	42,94a	43,11ab	24,42b	36,49b	37,64a	44,60a
Testemunha	64,30b	65,30b	37,73a	40,78b	34,57a	64,42a	36,33a	49,06a

Valores seguidos de mesma letra na coluna não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey ($\alpha=0,05$); ^{1/}2SADIQ: dieta adaptada de Sadiq (1990) para lagartas de 1º instar e folhas frescas de amoreira 'Shima-Miura' para demais ínstars; 2MIAO: dieta adaptada de Miao & Jiang (2001) para lagartas de 1º instar e folhas frescas de amoreira 'Shima-Miura' para demais ínstars; 3MIAO: dieta adaptada de Miao & Jiang (2001) para lagartas de 1º e 2º ínstars e folhas frescas de amoreira 'Shima-Miura' para demais ínstars; Testemunha: folhas frescas de amoreira 'Shima-Miura' para todos os ínstars larvais.

As dietas artificiais oferecidas aos primeiros instares larvais proporcionaram bom desenvolvimento do inseto, indicando serem elas fontes de ingredientes proteicos, de aminoácidos e de vitaminas, dentre nutrientes essenciais e não essenciais que fazem parte de sua composição, evidenciando a importância dos mesmos para a nutrição quantitativa e qualitativa do inseto, o que pode ser corroborado com os dados de Ullal & Narasimhanna (1987), que conseguiram melhoria no desenvolvimento e na produção de casulos com suplementação proteica às folhas de amoreira; de Leonardi et al. (2001), Laz (2010) que, com suplementação de aminoácidos como leucina, metionina, triptofano e treonina, conseguiram aumentos significativos em diversos parâmetros biológicos do bicho da seda, entre eles: aumento do peso de lagartas e de casulos, da fecundidade, da longevidade de adultos e do teor de seda; e de Babu et al. (1992) e Etebari & Matindoost (2005) que, com a aplicação de vitaminas como o ácido ascórbico (vitamina C) nas folhas, conseguiram aumentos significativos nos pesos de lagartas e de casulos.

Assim, pode-se concluir que os sistemas de alimentação envolvendo a dieta adaptada de Sadiq (1990) para lagartas de primeiro ínstar, assim como a dieta adaptada de Miao & Jiang (2001) para os primeiro e segundo ínstars; com o oferecimento de dieta natural (folhas de amoreira 'Shima-Miura') para os demais ínstars, mostraram-se tão adequados para criação de lagartas de *B. mori* quanto o sistema onde os insetos foram alimentados exclusivamente com dieta natural, podendo ser incorporados ao sistema de produção de *B. mori* no Brasil.

Referências

Assal, O.M., Benedetti, R., Cappellozza, L., Cappellozza, S. 1994. The nutritional behavior of three different strains of mulberry silkworm (*Bombyx mori*) in relation to insegar (fenoxycarb). *Sericologia* 34: 233-244.

Babu, M., Swamy, M.T., Kameshwar, R., Seshagiri, R.M. 1992. Effect of ascorbic acid-enriched mulberry leaves on rearing of *Bombyx mori* L. larvae. *Indian Journal of Sericulture* 31(2): 111-114.

Bailey, C.G. 1976. A quantitative study of consumption and utilization of various diets in the Bertha armyworm, *Mamestra configurata*

(Lepidoptera: Noctuidae). *The Canadian Entomologist* 108: 1319-1326.

Bhat, N.S., Bhattacharya, A.K. 1978. Consumption and utilization of soybean by *Spodoptera litura* (F.) at different temperature. *Indian Journal of Entomology* 40: 16-35.

Brancalhão, R.M.C. 2002. Vírus entomopatogênicos no bicho-da-seda. *Biotecnologia Ciências e Desenvolvimento* 24: 54-58.

Chen, R. Y., Hajime, M., Motoyuki, S., Yuan, X. L., Kitamaru, Y., Matsubara, F. 1992. All the year round sericulture by using an aseptic rearing system of silkworms on an artificial diet: Thirty six rearing per annum. *The Journal of Sericultural Science of Japan* 61(2): 172-179.

Chowdhary, S.K. 1996. Rearing of the silkworm, *Bombyx mori* L., on artificial diets: retrospect and prospects. *Sericologia* 36: 407-418.

Cohen, A.C. 2004. *Insect diets – Science and technology*. CRC Press, Boca Raton, USA. 324p.

De Bortoli, S.A. 2009. *Criação de insetos: da base à biofábrica*. Edição própria, Jaboticabal, Brasil. 223 p.

Etebari, K., Ebadi, R., Matindoost, L. 2004. Effect of feeding mulberry's enriched leaves with ascorbic acid on some biological, biochemical and economical characteristics of silkworm *Bombyx mori* L. *International Journal Industrial Entomology* 8: 81-87.

Etebari, K., Matindoost, L. 2005. Application of multi-vitamins as supplementary nutrients on biological and economical characteristics of silkworm *Bombyx mori* L. *Journal of Asia Pacific Entomology* 8: 107-112.

Evangelista, A., Takahashi, R. 2001. Influência de dietas artificiais e folhas "in natura" no ganho de peso das larvas do bicho-da-seda (*Bombyx mori* L.). *Acta Scientiarum* 22(3): 1055-1058.

Hamamura, Y. 2001. *Silkworm rearing on artificial diet*. Science Publishers Inc., Enfield, UK. 311 p.

Laz, R. 2010. Effects of methionine and tryptophan on some quantitative traits of silkworm, *Bombyx mori* L. (Lepidoptera: Bombycidae). *University Journal of Zoology, Rajshahi University* 28: 15-19.

Leonardi, M.G., Casartelli, M., Fiandra, L., Parenti, P., Giordana, B. 2001. Role of specific activators of intestinal amino acid transport in *Bombyx mori* larval growth and nutrition. *Archives of Insect Biochemistry and Physiology* 48: 190-198.

Marchi, S., Fodra, R.C., Marchi, L., Pereira, L.H., Santana, D.F., Signorini, T., Ruiz, H.B., Oliveira, J.R.,

Ferreira, G.A. 2009. Influência da alimentação na morfologia da glândula. *Arquivos de Ciências Veterinárias e Zoologia da Unipar* 12(1): 17-28.

Meneguim, A.M., Lustru, C., Pliveira, D.D., Yada, I.F.V., Pasini, A. 2010. Características bromatológicas de folhas de amoreira, *Morus spp.*, e determinação dos índices nutricionais de *Bombyx mori* L. (Lepidoptera: Bombycidae). *Neotropical Entomology* 39(4): 506-512.

Miao, Y. G., Jiang, L. J. 2001. Studies on the minor elements and the antiseptics of artificial diet for silkworm, *Bombyx mori* L. *Sericologia* 41: 439-444.

Miranda, J.E., De Bortoli, S.A., Takahashi, R. 2002. Development and silk production of silkworm larvae after topical application of methoprene. *Scientia Agricola* 59(3): 585-588.

Mukerji, M. K., Guppy, J.C.A. 1970. Quantitative study of food consumption and growth in *Pseudaletia unipuncta*. *Canadian Entomologist* 102: 1179-1188.

Panizzi, A.R., Parra, J.R.P. 2009. *Bioecologia e nutrição de insetos – base para o manejo integrado de pragas*. Embrapa Informação Tecnológica, Brasília, Brasil. 1164p.

Porto, A.J. 2013. Suplementação da amoreira na alimentação do *Bombyx mori* L. *Veterinária e Zootecnia* 20(1): 20-32.

Sadiq, K. M. 1990. Morphological features of the sensory organ in relation feeding response on artificial diet in the silkworm, *Bombyx mori* L. *Pakistan Journal of Forestry* 43: 173-177.

Scriber, J. M., Slansky Jr., F. 1981. The nutritional ecology of immature insects. *Annual Review of Entomology* 26: 183-211.

Shinbo, H., Yanagawa, H. 1994. Low-cost artificial diets for polyphagous silkworms. *Japan Agricultural Research Quarterly* 28: 262-267.

Ullal, S.R., Narasimhanna, M.N. 1987. *Handbook of practical sericulture*. Central Silk Board, Bangalore, Índia. 209 p.