

# Desempenho de raças de *Bombyx mori* L. sob condições limites de temperatura

## Performance of races of *Bombyx mori* L. under conditions temperature limits

Antonio José Porto<sup>1\*</sup>

### Resumo

Duas raças de *Bombyx mori* L. de linhagem chinesa (C209, C122-B) e duas raças de linhagem japonesa (M19-2, M12-B) foram criadas, a partir do 3º instar, em duas condições limites de temperatura (limite inferior: temp. média de  $20,21 \pm 1,08^{\circ}\text{C}$  e UR de  $87,88 \pm 6,12\%$  e limite superior: temp. média de  $30,50 \pm 2,30^{\circ}\text{C}$  e UR de  $82,63 \pm 9,37\%$ ), sendo o desempenho biológico (duração dos ínstars, mortalidade e ganho de peso) e produtivo (pesos das glândulas sericígenas, do casulo, da casca sérica e da crisálida) avaliados. O delineamento experimental adotado foi o inteiramente casualizado, em esquema fatorial  $2 \times 4$  (duas condições limites de temperatura x quatro raças), com seis repetições por tratamento. Lagartas criadas sob temperatura limite superior apresentaram menor duração dos ínstars e aumento da mortalidade, principalmente no final do período larval. As raças C122-B e M19-2 obtiveram, no geral, melhor desempenho quando criadas em condição de temperatura limite inferior. Quanto à capacidade de adaptação, nas condições limites, destaca-se a raça M12-B, com um dos melhores desempenhos produtivos.

**Palavras-chave:** Bicho-da-seda, temperatura limite inferior, temperatura limite superior, desempenho biológico, desempenho produtivo

### Abstract

Two *Bombyx mori* L. races of chinese origin (C209, C122-B) and two races of japanese origin (M19-2, M12-B) were reared, from the 3<sup>o</sup> instar, in two conditions temperature limits (lower limit: temp. average of  $20,21 \pm 1,08^{\circ}\text{C}$  and UR of  $87,88 \pm 6,12\%$  and upper limit: temp. average of  $30,50 \pm 2,30^{\circ}\text{C}$  and UR of  $82,63 \pm 9,37\%$ ), being the biological (duration of ínstars, mortality and weight gain) and productive (weights glands sericígenas, cocoon, cocoon shell and chrysalides) performance evaluated. The experimental design was completely randomized, in factorial scheme  $2 \times 4$  (two conditions temperature limits x four races), with six replications for treatment. Caterpillars reared under temperature upper limit present shorter duration of ínstars and imcreased mortality, mainly at the end of larval period. The races C122-B and M19-2, obtained, in general, better performance when reared on condition temperature lower limit. Regarding the capacity of adaptation, under the conditions limits, highlights-if the race M12-B with one of the best performance productive.

**Key words:** Silkworm, temperature lower limit, temperature upper limit, biological performance, productive performance

<sup>1</sup> Dr. em Zootecnia, Pesquisador Científico e Chefe da Unidade de Pesquisa e Desenvolvimento de Gália-SP, Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios, Secretaria de Agricultura e Abastecimento do Estado de São Paulo. E-mail: porto@apta.sp.gov.br

\* Autor para correspondência

## Introdução

A temperatura é fator regulador do desenvolvimento e do comportamento dos insetos, influenciando na sua alimentação (SILVEIRA NETO et al., 1976). Para o bicho-da-seda, classificado como poiquilotérmico (sangue frio), a temperatura corporal varia conforme a temperatura ambiental (PANG CHUAN; DA CHUANG, 1992). Dessa forma, em condição de temperatura mais alta sua temperatura corporal se eleva em 1° C, acelerando os processos metabólicos, já em ambientes frios sua temperatura corporal abaixa de 0,5 a 1°C, diminuindo o metabolismo (HANADA; WATANABE, 1986). Temperaturas entre 20 e 28° C são consideradas adequadas para seu desenvolvimento normal, podendo suportar de 7 a 40° C (OKINO, 1982).

Devido à grande influência da temperatura na fisiologia deste inseto e o alto índice de mortalidade, nas épocas do ano onde as condições de temperatura são adversas, vários artifícios técnicos são utilizados para controlar ou minimizar seus efeitos na produção do bicho-da-seda. Além da escolha do local e época de criação, do material utilizado para construção da sirgaria, do tipo e posicionamento das instalações, entre outras técnicas, a estratégia de se criar raças ou híbridos de *Bombyx mori* L. adaptados às diferentes condições ambientais é bastante difundida nos países produtores, tendo em vista a relação direta entre a ocorrência das raças com o ambiente de origem.

Assim, nas regiões de clima mais ameno predominam as raças de um ciclo anual (univoltinas ou monovoltinas), nas regiões subtropicais predominam as raças de dois ciclos anuais (bivoltinas) e nas regiões equatoriais predominam as raças de vários ciclos anuais (polivoltinas) (OKINO, 1982).

Portanto, o conhecimento das características raciais relacionadas à temperatura é condição básica para a seleção de raças ou grupos raciais. Nesse sentido, vários estudos têm sido conduzidos para avaliar o comportamento e as respostas

fisiológicas de raças e híbridos do bicho-da-seda, sob diferentes condições de temperatura (KREMKY, 1957; FONSECA; CAMPOS, 1977; KARAIVANOV, 1983; KREMKY; MICHALSKA, 1984; SHEN, 1986; MISHRA; UPADHYAY, 1995; BASAVARAJU; LAKSHMI KUMAR; ANANTHANARAYANA, 1998; MUNIRAJU; SEKHARAPPA; RAGHURAMAN, 1999; RAHMATHULLA et al., 2002; BEGUM et al., 2002).

Considerando a necessidade de maior conhecimento das características raciais do banco genético do *B. mori* disponível, procurou-se, através deste estudo, avaliar aspectos biológicos e produtivos de quatro raças, quando submetidas às condições de temperaturas limites (superior e inferior), como pré-requisito para a seleção de grupos genéticos adaptados.

## Material e Métodos

Duas raças de linhagem chinesa (C209 e C122-B) e duas raças de linhagem japonesa (M19-2 e M12-B) de *Bombyx mori* L., obtidas do banco genético da Unidade de Pesquisa e Desenvolvimento de Gália (UPD), Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios, Secretaria de Agricultura e Abastecimento do Estado de São Paulo, foram utilizadas para este estudo.

Os trabalhos experimentais foram conduzidos no segundo semestre de 2009, com a criação das lagartas, nos primeiros dois ínstares, em condições de “chocadeira” (temperatura: 26± 1°C, UR: 85 ± 5%). A partir do terceiro ínstar amostras de lagartas foram separadas, conforme as raças, passando a ser criadas em dois ambientes distintos, utilizando para tanto, duas salas separadas, com área de 9,00 m<sup>2</sup> cada, contendo janela, balcão fixo em cimento (1,00 x 3,00 metros), aparelho de ar condicionado, umidificador e ventilador. A temperatura e umidade relativa do ar, nas salas, foram monitoradas em todo o período experimental, utilizando termo-higrômetro. Na primeira sala, através do uso de aparelho de ar

condicionado, foi mantida temperatura média de  $20,21 \pm 1,08^{\circ}\text{C}$ , do terceiro ínstar até a formação da mariposa, de maneira a simular uma condição de temperatura limite inferior. O ambiente foi ventilado e umedecido, sendo registrado o valor médio de umidade relativa do ar (UR), no período, de  $87,88 \pm 6,12\%$ . Na segunda sala, utilizando-se aquecedor portátil, foi mantida temperatura média de  $30,50 \pm 2,30^{\circ}\text{C}$ , no período experimental, simulando uma condição de temperatura limite superior. O ambiente também foi ventilado e umedecido, sendo registrado UR média de  $82,63 \pm 9,37\%$ . As temperaturas limites foram definidas em função de informações presentes na literatura, onde, segundo Hanada e Watanabe (1986), temperaturas abaixo de  $20^{\circ}\text{C}$  e acima de  $30^{\circ}\text{C}$  ocasionam desequilíbrio das diversas funções orgânicas do bicho-da-seda, prejudicando a sua sanidade.

Para a criação das lagartas foram utilizados recipientes plásticos transparentes, de forma cilíndrica, apresentando diâmetro de 10,00 cm, altura de 12,00 cm e abertura superior. Esses foram distribuídos em balcão, nas respectivas salas, a uma distância aproximada de 1,00 cm um do outro e de forma aleatória nos tratamentos. Os recipientes foram previamente lavados, desinfetados (formol 5%) e forrados com papel absorvente (papel toalha), sendo limpos diariamente e o papel substituído a cada final de ínstar. Como medida profilática, para controle de doenças, as lagartas receberam polvilhamento com cal hidratada nas ecdises. Para cada repetição foram utilizados três recipientes, contendo quatro lagartas cada, totalizando doze lagartas por repetição. Utilizou-se tela plástica para cobertura dos recipientes, como forma de evitar que as lagartas se misturassem, considerando a possibilidade de estresse térmico, assim como para evitar o ataque de predadores.

As lagartas receberam como alimento folhas de amoreira da cultivar IZ 56/4, com aproximadamente 70 dias de desenvolvimento vegetativo após poda. Essas eram colhidas diariamente pela manhã, armazenadas em caixa térmica e fornecidas picadas,

em porções uniformes. Utilizou-se material picado como forma de facilitar o manejo alimentar nos recipientes de criação. Mediante as condições controladas de umidade relativa e ventilação, no ambiente de experimentação, optou-se pelo fornecimento de três tratos diários (08h00min., 13h00min. e 18h00min.), considerando as boas condições de conservação das folhas entre um trato e outro, com baixo índice de murchamento. Para a confecção dos casulos não se utilizou equipamento auxiliar, tendo em vista o espaço restrito dos recipientes, mesmo considerando a probabilidade de aumento dos defeitos.

O desempenho do bicho-da-seda foi analisado considerando alguns caracteres biológicos e produtivos. A duração dos ínstars e do período total foram registrados e os valores dados em horas e dias, de acordo com os ambientes de criação e considerando a média entre raças.

Com base no número inicial de lagartas e na contagem dos insetos vivos e mortos, nas diferentes fases biológicas (3º ínstar, 4º ínstar, 5º ínstar, crisálida e mariposa), foram estabelecidas tabelas de esperança de vida e calculadas as porcentagens de mortalidade aparente ( $m_a$ ) nas fases biológicas, conforme fórmula adaptada de Silveira Neto et al. (1976). Assim,  $m_a$  é igual a  $m_x$  da fase multiplicado por cem e dividido por  $L_x$  da fase, onde:

$x$  – período da fase biológica em dias

$L_x$  – nº de indivíduos vivos no começo da fase  $x$

$m_x$  – nº de indivíduos mortos durante a fase  $x$

Mantendo o princípio utilizado na fórmula apresentada, onde se considerou o ciclo completo do inseto, calculou-se a mortalidade total, pela diferença entre o número de indivíduos no início do 3º ínstar e o número de indivíduos que atingiram a fase de mariposa, sendo os valores transformados em porcentagem.

Amostras de lagartas foram pesadas no início e final de cada ínstar, de acordo com os tratamentos, para determinação dos ganhos de peso unitários para cada ínstar e no período total.

Para determinação do peso das glândulas sericígenas, três recipientes com quatro lagartas foram posicionados e manejados nas mesmas condições experimentais, conforme os tratamentos, até o final do 5º instar, quando as glândulas sericígenas estavam maduras (6º dia). Após inativação no freezer, as lagartas foram dissecadas e suas glândulas sericígenas retiradas e pesadas, determinando-se o peso unitário das glândulas (GS), dado em gramas.

Após 10 a 15 dias (conforme a condição de temperatura) do início da confecção dos casulos, com a completa formação das crisálidas, estas foram retiradas dos casulos e mantidas até sua transformação em mariposa, nos próprios recipiente em que foram criadas. Amostras de 30 casulos, sem defeitos na forma, sem manchas e com crisálidas vivas foram coletadas dos respectivos tratamentos, para determinação das seguintes variáveis: peso unitário de casulo (PC), obtido pela pesagem dos casulos, sendo os valores dados em gramas; peso unitário da casca sérica (PCS), obtido a partir dos

casulos utilizados na determinação anterior, onde após o corte e retirada da crisálida e espólio, as cascas foram pesadas, determinando o peso em gramas; peso unitário da crisálida (PCr), obtido pela pesagem das crisálidas, sendo os valores dados em gramas.

O delineamento experimental adotado foi o inteiramente casualizado, em esquema fatorial 2 x 4 (duas condições limites de temperatura x quatro raças), com seis repetições por tratamento. Os dados foram analisados pelo teste F e as médias comparadas pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de significância.

## Resultados e Discussão

Entre as raças de *B. mori*, não foi observada variação quanto à duração larval, nas condições limites de temperatura em que foram criadas. Considerando, no entanto, a média geral entre raças, observa-se que houve efeito da temperatura na fisiologia da lagarta, alterando a velocidade de seu metabolismo (Tabela 1).

**Tabela 1.** Duração (horas/dias) dos três últimos ínstars (I) e total do período, considerando a média geral entre raças do bicho-da-seda, criadas em duas condições limites de temperatura (Limite Inferior – LI e Limite Superior – LS).

| Temperatura | Duração (horas/dias) |       |       |        |
|-------------|----------------------|-------|-------|--------|
|             | 3º I                 | 4º I  | 5º I  | Total  |
| LI          | 120/5                | 144/6 | 216/9 | 480/20 |
| LS          | 72/3                 | 96/4  | 120/5 | 288/12 |
| Diferença   | 48/2                 | 48/2  | 96/4  | 192/8  |

Fonte: Elaboração dos autores.

Nos ínstars e no total do período, lagartas criadas sob condição de temperatura limite superior ( $30,50 \pm 2,30^\circ\text{C}$  e UR de  $82,63 \pm 9,37\%$ ) apresentaram metabolismo mais acelerado, com conseqüente diminuição na duração das fases biológicas, terminando o ciclo com uma diferença acumulada de 192 horas ou oito dias a menos que aquelas criadas sob condição de temperatura limite inferior ( $20,21 \pm 1,08^\circ\text{C}$  e UR de  $87,88 \pm 6,12\%$ ).

A aceleração das funções fisiológicas do bicho-da-seda, com o aumento da temperatura ambiente, foi relatada por diversos autores (ITO, 1978; KRISHNASWAMI et al., 1979; KARAIVANOV, 1983; MUNIRAJU; SEKHARAPPA; RAGHURAMAN, 1999).

Conforme Hanada e Watanabe (1986), lagartas do bicho-da-seda criadas em ambiente com UR de 75% e temperatura de  $20^\circ\text{C}$ , apresentaram duração

dos três últimos ínstaes de 26 dias e 9 horas, ao passo que aquelas criadas sob a mesma condição de umidade relativa do ar, porém com temperatura de 28°C, a duração dos ínstaes foi de 12 dias e 15 horas.

Em condições ambientais adequadas (temp: 25-27°C e UR: 70-80%) a duração dos três últimos ínstaes do bicho-da-seda pode variar de 13 a 14 dias (KRISHNASWAMI et al., 1979) ou 14 a 18 dias (OKINO, 1982; HANADA; WATANABE, 1986).

Embora a diminuição na duração das criadas represente menor necessidade de alimento para as lagartas e menores custos com mão-de-obra e insumos, devem ser considerados os limites biológicos do inseto, quando as condições ambientais passam a prejudicar seu metabolismo. Nesse caso, a resistência aos fatores adversos do meio pode ser avaliada pela porcentagem de mortalidade (Tabela 2).

**Tabela 2.** Porcentagem média de mortalidade aparente, nos três últimos ínstaes (I) e na fase de crisálida e mortalidade total ( $\pm$  desvio padrão e respectivo coeficiente de variação), para quatro raças do bicho-da-seda, criadas em duas condições limites de temperatura (Limite Inferior – LI e Limite Superior – LS).

| Raça          | Mortalidade (%) |       |        |        |                      |       |       |         |        |                     | CV(%) |
|---------------|-----------------|-------|--------|--------|----------------------|-------|-------|---------|--------|---------------------|-------|
|               | LI              |       |        |        |                      | LS    |       |         |        |                     |       |
|               | 3° I            | 4° I  | 5° I   | Cris.  | Total                | 3° I  | 4° I  | 5° I    | Cris.  | Total               |       |
| <b>M19-2</b>  | 1,33a           | 1,33a | 9,53a  | 6,88a  | 17,33 $\pm$ 16,11aB* | 0,00a | 0,00a | 65,33ab | 20,00b | 72,00 $\pm$ 11,47bA | 35,01 |
| <b>M12-B</b>  | 1,33a           | 0,00a | 14,67a | 10,67a | 24,00 $\pm$ 9,04aB   | 0,00a | 1,33a | 63,52b  | 5,56b  | 66,67 $\pm$ 15,20bA | 30,84 |
| <b>C209</b>   | 0,00a           | 2,67a | 17,81a | 17,81a | 28,00 $\pm$ 12,22aB  | 1,33a | 0,00a | 70,00ab | 6,86b  | 73,33 $\pm$ 8,43abA | 23,17 |
| <b>C122-B</b> | 0,00a           | 1,33a | 22,95a | 14,23a | 34,67 $\pm$ 9,80 aB  | 0,00a | 2,67a | 91,18a  | 75,00a | 94,67 $\pm$ 7,78 aA | 15,29 |
| <b>Média</b>  |                 |       |        |        | 26,00 $\pm$ 6,29     |       |       |         |        | 76,67 $\pm$ 10,69   |       |
| <b>CV (%)</b> |                 |       |        |        | 52,08                |       |       |         |        | 16,21               |       |

\* Letras distintas, minúsculas nas colunas e maiúsculas nas linhas, indicam diferenças significativas ( $P < 0,05$ ).

Fonte: Elaboração dos autores.

Em condição de temperatura limite inferior, não se observou variação significativa na mortalidade entre as raças, nas diferentes fases biológicas analisadas. Deve-se considerar, no entanto, grande variação dos dados experimentais, com coeficiente de variação acima de 50%. Já em condição de temperatura limite superior, diferenças podem ser notadas no final do ciclo larval (5° ínstar e fase de crisálida) e no período total, com destaque para as lagartas da raça C122-B, com uma das maiores porcentagens de mortalidade.

Comparando as duas condições limites de temperatura, de forma geral as lagartas foram mais susceptíveis à condição de temperatura superior, indiferente às raças analisadas. Muniraju, Sekharappa e Raghuraman (1999), estudando o efeito da temperatura (26°C, 28°C, 30°C e 32°C)

sobre a eficiência de conversão da folha de amoreira em seda, para duas raças de *Bombyx mori* L. (Pure Mysore e NB4D2), observaram uma correlação negativa para sobrevivência e produção de casulo, quando se aumentou a temperatura até 32°C, tornando-se letal para a raça NB4D2 a partir dessa temperatura.

Considerando a mortalidade média total, para as duas condições limites de temperatura, foram observados valores acima das médias descritas na literatura. Em condições ambientais apropriadas de criação (temperatura entre 25 e 26°C e UR entre 70 e 80%) é estimada uma mortalidade média, para híbridos do bicho-da-seda, entre 11 e 15% (HANADA; WATANABE, 1986; PANG CHUAN; DA CHUANG, 1992; PORTO; OKAMOTO, 2003; PORTO, 2009). Porto et al. (2004), estudando oito



raças do *B. mori*, criadas sob temperatura média de 25,44°C e UR média de 70,68%, observaram uma variação de 13,22% a 30,00% na mortalidade entre as raças, com uma média geral de 20,50%.

Outra variável importante a ser analisada, que expressa as condições biológicas do inseto é o ganho de peso das lagartas, tendo em vista que é nesse período onde o bicho-da-seda acumula reservas energéticas, essenciais para as demais fases do ciclo (Tabela 3).

**Tabela 3.** Valores de ganho de peso (gramas) por lagarta do bicho-da-seda (média  $\pm$  desvio padrão), nos instares (I) e no período total, para quatro raças do bicho-da-seda, criadas em duas condições limites de temperatura (Limite Inferior – LI e Limite Superior – LS) e respectivos coeficientes de variação (CV).

| Raças         | Ganho de peso (gramas) |                        |                        |                         |                        |                        |                        |                        | CV (%) |
|---------------|------------------------|------------------------|------------------------|-------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|--------|
|               | LI                     |                        |                        |                         | LS                     |                        |                        |                        |        |
|               | 3° I                   | 4° I                   | 5° I                   | Total                   | 3° I                   | 4° I                   | 5° I                   | Total                  |        |
| <b>M19-2</b>  | 0,153a*<br>$\pm$ 0,028 | 0,949 a<br>$\pm$ 0,269 | 2,012 b<br>$\pm$ 0,430 | 3,115 bA<br>$\pm$ 0,415 | 0,602ab<br>$\pm$ 0,122 | 0,797 a<br>$\pm$ 0,239 | 1,706 b<br>$\pm$ 0,587 | 3,105aA<br>$\pm$ 0,536 | 13,41  |
| <b>M12-B</b>  | 0,165 a<br>$\pm$ 0,019 | 1,060 a<br>$\pm$ 0,158 | 0,666ab<br>$\pm$ 0,465 | 3,891 aA<br>$\pm$ 0,442 | 0,681 a<br>$\pm$ 0,102 | 0,875 a<br>$\pm$ 0,113 | 1,829ab<br>$\pm$ 0,151 | 3,385aA<br>$\pm$ 0,309 | 12,34  |
| <b>C209</b>   | 0,139 a<br>$\pm$ 0,016 | 0,819 a<br>$\pm$ 0,220 | 2,701ab<br>$\pm$ 0,374 | 3,659abA<br>$\pm$ 0,444 | 0,481 b<br>$\pm$ 0,113 | 0,751 a<br>$\pm$ 0,150 | 2,493 a<br>$\pm$ 0,470 | 3,724aA<br>$\pm$ 0,369 | 15,25  |
| <b>C122-B</b> | 0,136 a<br>$\pm$ 0,020 | 0,808 a<br>$\pm$ 0,109 | 3,227 a<br>$\pm$ 0,283 | 4,171 aA<br>$\pm$ 0,330 | 0,529ab<br>$\pm$ 0,052 | 0,578 a<br>$\pm$ 0,155 | 2,206ab<br>$\pm$ 0,417 | 3,314aB<br>$\pm$ 0,288 | 14,04  |
| <b>Média</b>  |                        |                        |                        | 3,709<br>$\pm$ 0,388    |                        |                        |                        | 3,382<br>$\pm$ 0,223   |        |
| <b>CV (%)</b> | 15,66                  | 23,93                  | 16,27                  | 12,13                   | 19,26                  | 24,87                  | 23,22                  | 12,58                  |        |

\* Letras distintas, minúsculas nas colunas e maiúsculas nas linhas, indicam diferenças significativas ( $P < 0.05$ ).

Fonte: Elaboração dos autores.

As respostas fisiológicas das lagartas variaram em função das raças e das condições limites de temperatura. Sob condição de temperatura limite inferior houve ganho de peso diferenciado, entre as raças, apenas no final do período larval (5° instar). Pela análise do ganho de peso total, destaca-se a raça C122-B, onde os ganhos médios das lagartas situaram-se entre os mais elevados, ao passo que na raça M19-2, os resultados foram opostos.

No caso das lagartas criadas sob condição de temperatura limite superior, variações no ganho de peso, entre raças, ocorreram no 3° e 5° instar, no entanto tais variações não resultaram em ganhos diferenciados, quando se considerou o período total, podendo estar esse resultado relacionado a ajustes fisiológicos do inseto.

Comparando as raças nas duas condições limites de temperatura, observa-se que apenas para lagartas da raça C122-B houve variação, com ganhos médios superiores quando criadas em condição de temperatura limite inferior. Para as demais raças nota-se uma grande capacidade de adaptação sob condições adversas de temperatura.

Mesmo quando se confrontam os ganhos de peso, obtidos neste estudo, com informações presentes na literatura, observa-se pouca variação dos dados. Para as duas condições limites de temperatura, os valores médios totais de ganho de peso, entre raças (LI – 3,709  $\pm$  0,388 gramas e LS – 3,382  $\pm$  0,223 gramas), situaram-se próximos daqueles observados por Porto et al. (2004), quando analisaram oito raças do bicho-da-seda criadas em

condição ambiental padrão (temp.: 25,44°C, UR: 70,68%), cujos valores variaram entre 3,77 gramas e 4,29 gramas, com uma média geral de 4,06 gramas. Estas estratégias fisiológicas de adaptação dos insetos têm sido descritas por alguns autores. De acordo com Rahmathulla et al. (2002), no bicho-da-seda a capacidade de ingerir alimentos varia conforme as raças e dentro de cada raça por influência das diferentes condições ambientais. Conforme Crocomo e Parra (1985) e Paul, Subba

Rao e Deb (1992), os insetos lepidópteros em geral apresentam grande capacidade de adaptação às condições ambientais, de maneira a otimizar seu crescimento e desenvolvimento. Desta forma, é provável que em condições adversas, a lagarta desencadeia mecanismos fisiológicos para manter os padrões normais de desenvolvimento.

Além dos caracteres fisiológicos do bicho-da-seda, torna-se imprescindível a avaliação dos aspectos produtivos, relacionados com a produção de casulos (Tabela 4).

**Tabela 4.** Valores unitários (média  $\pm$  desvio padrão) para peso (gramas) das glândulas sericígenas (GS), peso de casulo (PC), peso da casca sérica (PCS) e peso da crisálida (PCr), para quatro raças do bicho-da-seda, criadas em duas condições limites de temperatura (Limite Inferior – LI e Limite Superior – LS) e respectivos coeficientes de variação (CV).

| Raças         | Variáveis (gramas)      |                        |                        |                         |                        |                         |                        |                        |
|---------------|-------------------------|------------------------|------------------------|-------------------------|------------------------|-------------------------|------------------------|------------------------|
|               | GS                      |                        | PC                     |                         | PCS                    |                         | PCr                    |                        |
|               | LI                      | LS                     | LI                     | LS                      | LI                     | LS                      | LI                     | LS                     |
| <b>M19-2</b>  | 1,033aA*<br>$\pm$ 0,189 | 0,702aB<br>$\pm$ 0,030 | 1,604aA<br>$\pm$ 0,145 | 1,303bB<br>$\pm$ 0,125  | 0,349aA<br>$\pm$ 0,037 | 0,308bA<br>$\pm$ 0,044  | 1,255aA<br>$\pm$ 0,143 | 0,991aA<br>$\pm$ 0,127 |
| <b>M12-B</b>  | 0,970aA<br>$\pm$ 0,123  | 0,765aB<br>$\pm$ 0,119 | 1,600aA<br>$\pm$ 0,219 | 1,714aA<br>$\pm$ 0,199  | 0,364aB<br>$\pm$ 0,034 | 0,426aA<br>$\pm$ 0,044  | 1,240aA<br>$\pm$ 0,200 | 1,288aA<br>$\pm$ 0,169 |
| <b>C209</b>   | 0,975aA<br>$\pm$ 0,170  | 0,690aB<br>$\pm$ 0,147 | 1,572aA<br>$\pm$ 0,110 | 1,635abA<br>$\pm$ 0,237 | 0,310aA<br>$\pm$ 0,044 | 0,360abA<br>$\pm$ 0,044 | 1,262aA<br>$\pm$ 0,117 | 1,275aA<br>$\pm$ 0,207 |
| <b>C122-B</b> | 0,726bA<br>$\pm$ 0,130  | 0,726aA<br>$\pm$ 0,092 | 1,545aA<br>$\pm$ 0,181 | 1,290bB<br>$\pm$ 0,236  | 0,345aA<br>$\pm$ 0,040 | 0,291bA<br>$\pm$ 0,069  | 1,201aA<br>$\pm$ 0,164 | 0,999aA<br>$\pm$ 0,187 |
| <b>CV (%)</b> | 17,66                   |                        | 13,39                  |                         | 14,52                  |                         | 15,36                  |                        |

\* Letras distintas, minúsculas nas colunas e maiúsculas nas linhas, indicam diferenças significativas ( $P < 0,05$ ).

**Fonte:** Elaboração dos autores.

Dos caracteres analisados, apenas para peso de crisálida não foram observados efeitos dos tratamentos. Entre raças, é possível notar que lagartas da raça C122-B, apesar de apresentarem GS mais leves que as demais, em condição de temperatura limite inferior, não mantiveram essa tendência para os outros caracteres, na mesma condição de temperatura. No entanto, quando expostas a temperatura limite superior, apresentaram valores de PC e PCS entre os mais baixos.

A raça M12-B se destacou, com valores médios entre os mais elevados, para a maioria dos caracteres avaliados e principalmente na condição de temperatura limite superior.

Comparando cada raça em função das condições limites de temperatura, observam-se variações significativas para os caracteres GS, PC e PCS. Nas raças de origem chinesa, os melhores resultados foram verificados em condições de temperatura limite inferior, quando se avaliou o GS na raça C209 e o PC na raça C122-B.

Para a raça japonesa M19-2 houve variação no GS e no PC, com valores superiores também associados à condição de temperatura limite inferior. No caso da raça M12-B, observam-se valores superiores de GS para lagartas criadas em condições de temperatura limite inferior, no entanto os casulos produzidos não variaram de peso, mas houve maior PCS, associado com a condição de temperatura superior.

## Conclusões

Para as raças de *B. mori* avaliadas, menor duração dos ínstaes e maior mortalidade, no final do período larval, ocorrem quando as lagartas são criadas em condição de temperatura limite superior;

Para a raça chinesa C122-B e para a raça japonesa M19-2, no geral o desempenho é superior quando criadas em condição de temperatura limite inferior;

Quanto à capacidade de adaptação, nas condições limites de temperatura, destaca-se a raça japonesa M12-B, com valores para caracteres de produção de casulo entre os mais elevados, principalmente em temperatura limite superior.

## Referências

BASAVARAJU, C. D.; LAKSHMI KUMAR, B.; ANANTHANARAYANA, S. R. Effect of temperature on consumption and utilisation of food in two races of *Bombyx mori* L. *Sericologia*, La Mulatière, v. 38, n. 4, p. 615-623, 1998.

BEGUM, A. N.; AHSAN, M. M.; BASAVARAJA, H. K.; REKHA, M. Comparative performance of therm-tolerant bivoltine hybrids of silkworm *Bombyx mori* L. under different temperature and humidity conditions. *Sericologia*, La Mulatière, v. 42, n. 4, p. 473-485, 2002.

CROCOMO, W. B.; PARRA, J. R. P. Consumo e utilização de milho, trigo e sorgo por *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith, 1797) (Lepidoptera, Noctuidae). *Revista Brasileira de Entomologia*, São Paulo, v. 29, n. 2, p. 225-260, 1985.

FONSECA, A. S.; CAMPOS, B. E. S. Variação da temperatura e da umidade relativa do ar em ambiente de

criação do bicho-da-seda (*Bombyx mori* L.). *Boletim de Indústria Animal*, Nova Odessa, v. 34, n. 1, p. 149-153, 1977.

HANADA, Y.; WATANABE, J. K. *Manual de criação do bicho-da-seda*. Curitiba: Cocamar, 1986. 224 p.

ITO, T. Physiology. In: TAZIMA, Y. *The silkworm: an important laboratory tool*. Tokio: Kodansha Ltda., 1978. p. 40-47.

KARAIVANOV, S. Study on the temperature, feeding plane and feeding area required by silkworm in the fourth and fifth instars and for spinning cocoons. 1. Spring feeding of silkworms. *Zhivotnov'dni-Nauki*, Bucharest, v. 20, n. 8, p. 72-82, 1983.

KREMKY, T. Influence de la temperature sur la valeur technologique des cocoons de la race Gros Var pendant l'élevage des vers à soie du mûrier. *Revue du Ver à Soie*, Paris, Tome III, v. 9, n. 5-6, p. 183-199, 1957.

KREMKY, T.; MICHALSKA, E. Effect of temporary reduced air temperature during silkworm (*Bombyx mori* L.) rearing, on some characters of the imbred lines. *Sericologia*, La Mulatière, v. 24, n. 1, p. 29-42, 1984.

KRISHNASWAMI, S.; NARASIMHANNA, M. N.; SURYNARAYAN, S. K.; KUMARARAJ, S. *Sericulture manual 2 – Silkworm rearing*. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations, 1979. 131 p.

MISHRA, A. B.; UPADHYAY, V. B. Influence of temperature on the producing potencial of multivoltine *Bombyx mori* Linn., race Nistare. *Sericologia*, La Mulatière, v. 35, n. 2, p. 217-223, 1995.

MUNIRAJU, E.; SEKHARAPPA, B. M.; RAGHURAMAN, R. Effect of temperature on leaf-silk conversion in silkworm *Bombyx mori* L. *Sericologia*, La Mulatière, v. 39, n. 2, p. 225-233, 1999.

OKINO, I. *Manual de sericicultura*. Bauru: CATI/SAA, 1982, 80 p.

PANG CHUAN, W.; DA CHUANG, C. *Silkworm rearing*. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations, 1992. 83 p.

PAUL, D. C.; SUBBA RAO, G.; DEB, D. C. Impact of dietary moisture on nutritional indices and growth of *Bombyx mori* L. and concomitant larval duration. *Journal Insect Physiology*, Great Britain, v. 38, n. 3, p. 229-235, 1992.

PORTO, A. J. *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*. 2009. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia. Universidade Estadual Paulista, Botucatu.
- PORTO, A. J.; OKAMOTO, F. Desempenho produtivo de quatro raças do bicho-da-seda (*Bombyx mori* L.) e seus cruzamentos. *Boletim de Indústria Animal*, Nova Odessa, v. 60, n. 2, p. 179-184, 2003.
- PORTO, A. J.; OKAMOTO, F.; CUNHA, E. A.; OTSUK, I. P. Caracterização de oito raças do bicho-da-seda (*Bombyx mori* L.). *Ciência Rural*, Santa Maria, v. 34, n. 1, p. 259-264, jan./fev. 2004.
- RAHMATHULLA, V. K.; SURESH, H. M.; MATHUR, V. B.; GEETHA DEVI, R. G. Feed conversion efficiency of elite bivoltine CSR *Bombyx mori* L. silkworm hybrids reared under different environmental conditions. *Sericologia*, La Mulatière, v. 42, n. 2, p. 197-205, 2002.
- SHEN, W. D. Effect of different rearing temperature in the 5<sup>th</sup> instar larval of silkworm on the nutritional metabolism and dietary efficiency. 2. Digestion and utilization of dietary crude protein. *Science of Agriculture*, Jodhpur, v. 12, n. 2, p. 72-76, 1986.
- SILVEIRA NETO, S.; NAKANO, O.; BARBIN, D.; VILLA NOVA, N. A. *Manual de ecologia dos insetos*. São Paulo: Agronômica Ceres, 1976. 41 p.

