

VARIAÇÃO DO PESO DO CASULO EM RAÇAS DO BICHO-DA-SEDA DURANTE A METAMORFOSE¹

JOSÉ EDUARDO DE ALMEIDA², ANTONIO JOSÉ PORTO²

¹Recebido para publicação em 26/10/07. Aceito para publicação em 17/10/08.

²Unidade de Pesquisa e Desenvolvimento de Gália, Pólo Regional de Desenvolvimento Tecnológico dos Agronegócios (PRDTA) do Centro Oeste, Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios (APTA), Secretaria de Agricultura e Abastecimento do Estado de São Paulo (SAA), Caixa postal 16, CEP 17450-000, Gália, SP, Brasil. E-mail: joseeduardo@apta.sp.gov.br

RESUMO: Casulos de oito raças do *Bombyx mori* L. (Ki-1, C207, C208, C209, M11-2, M104, B102 e B101) foram avaliados quanto ao peso e porcentagem de umidade até o 13º dia da metamorfose, com o objetivo de estimar as variações e quantificar as alterações nesse período. O estudo foi conduzido na Unidade de Pesquisa e Desenvolvimento de Gália, Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios, Secretaria de Agricultura e Abastecimento do Estado de São Paulo, no primeiro semestre de 2007. O delineamento experimental utilizado foi o Inteiramente Casualizado, com os tratamentos no esquema fatorial 4 x 8 (quatro dias da metamorfose x oito raças) e quatro repetições, sendo estimados os parâmetros da equação linear para peso e porcentagem de umidade do casulo e da crisálida em função dos dias da metamorfose. Entre as raças ocorreram diferenças nos pesos do casulo e seus componentes, no entanto a variação nos pesos, durante a metamorfose, foi semelhante. No processo, houve perda gradativa do peso e da porcentagem de umidade na crisálida e no casulo como um todo, no entanto na casca sérica esta perda não foi verificada. A perda de umidade na crisálida e no casulo foi o fator principal que condicionou as variações nos pesos.

Palavras-chave: *Bombyx mori* L., crisálida, casca sérica, porcentagem de umidade.

VARIATION OF THE COCOON WEIGHT IN RACES OF SILKWORM DURING THE METAMORPHOSIS

ABSTRACT: Cocoons of eight races of *Bombyx mori* L. (Ki-1, C207, C208, C209, M11-2, M104, B102 e B101) had been evaluated how much to the weight and percentage of humidity until the 13^o day of metamorphosis, with the objective of to estimate the variations and quantify the alterations in this period. The study was carried out in the Unidade de Pesquisa e Desenvolvimento de Gália, Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios, Secretaria de Agricultura e Abastecimento do Estado de São Paulo, in the first semester of 2007. The experimental design was a Completely Randomized, with the treatments in the factorial scheme 4 x 8 (four metamorphosis days x eight races) and four replications, being estimated the parameters of the linear equation for weight and percentage of humidity of the cocoon and the chrysalis in function of the days of metamorphosis. Between in the races differences for the cocoon weight and yours components had occurred, however the variation in the weights, during of metamorphosis, it was similar. In the process, it had gradual loss of the weight and percentage of humidity in the chrysalis and the cocoon as a whole; in the cocoon shell this loss was however not verified. The loss of humidity in the chrysalis and the cocoon was the main factor that conditioned the variations in the weights.

Key words: *Bombyx mori* L., chrysalis, cocoon shell, percentage of humidity.

INTRODUÇÃO

O peso do casulo é uma variável muito utilizada para avaliação biológica e produtiva de uma criação do bicho-da-seda. Através desse peso é possível

vel fazer uma análise do desenvolvimento larval, avaliar a sanidade da crisálida, caracterizar os padrões da raça, obter uma estimativa da produção de seda e, além disso, é o principal parâmetro para comercializar o produto.

A variação do peso do casulo pode ser devida a um grande número de fatores, tais como: a raça ou híbrido, as condições ambientais durante a criação das lagartas e da colheita dos casulos, o sexo das crisálidas, entre outros (OKINO, 1982; FONSECA e FONSECA, 1988).

No casulo fresco, a crisálida representa uma parcela de 75% a 85% do peso total, a casca sérica 17% a 25% e a exúvia 0,6% a 0,7% (BORGONOV, 1955; FONSECA e FONSECA, 1988). Já no processamento dos casulos secos, 1,5% a 2,5% do peso total correspondem à anafia, 42% a 53% ao fio propriamente dito, 2,5% ao forro e 42% a 54% são resíduos correspondentes à crisálida e exúvia (KRAUSE, 2000).

Segundo BORGONOV (1955), em condições normais, ocorre uma perda gradativa de 23% no peso dos casulos, do momento da sua formação até a emergência da mariposa devido à perda de água por evaporação e respiração da crisálida. Assim a água que participa com 58% a 63% do peso do casulo, dependendo da raça, estação do ano e sexo da lagarta provavelmente é o principal responsável pela variação de peso no casulo (LEE, 2006; OKINO, 1982). Além da perda de água, segundo LEE (2006) ocorre um consumo de gordura durante a metamorfose do inseto com consequente perda de peso. Deve-se levar em conta que poderá ocorrer também absorção de água, em menor quantidade, na casca, devido à permeabilidade e higroscopicidade das fibras de seda (KRAUSE, 2000).

Embora na literatura seja recomendada a colheita dos casulos no 7º ou 8º dia após subida das lagartas aos bosques para tecerem o casulo, quando a temperatura está em torno de 23°C e no 6º ou 7º dia, com temperatura próxima a 27°C (HANADA e WATANABE, 1986), a diminuição de peso, na maturação do casulo, leva alguns criadores a adotar a prática de proceder à colheita antes do tempo, com a finalidade de obter maior peso na

comercialização, o que acarreta, em muitos casos, morte de crisálidas e conseqüentemente a perda da qualidade do produto.

O presente trabalho teve como objetivo avaliar as alterações ocorrentes nas características do casulo com crisálidas vivas, em oito raças do *Bombyx mori* L., durante o período da metamorfose.

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi desenvolvido na Unidade de Pesquisa e Desenvolvimento de Gália-SP, Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios, da Secretaria de Agricultura e Abastecimento do Estado de São Paulo, no primeiro semestre de 2007.

Casulos de oito raças do *Bombyx mori* L., sendo quatro raças do tipo chinês (Ki-1, C207, C208 e C209) e quatro raças do tipo japonês (M11-2, M104, B102 e B101), foram coletados dos bosques quatro dias após o início do encasulamento (21/02/2007) e mantidos em sacos de papel devidamente etiquetados. Os casulos foram cortados, sendo separadas as crisálidas das cascas séricas, mantendo apenas as crisálidas do sexo masculino. Os valores para peso unitário de casulo, peso unitário de casca sérica e peso unitário de crisálida foram obtidos, com o auxílio de balança eletrônica, em quatro pesagens, realizadas a cada três dias durante o período da metamorfose (21/02/07, 24/02/07, 27/02/07 e 02/03/07). Foram consideradas apenas crisálidas vivas. Após a última pesagem, todo o material foi levado à estufa (56°C por 72 horas), sendo obtidos os valores de peso seco e posteriormente calculado a porcentagem de umidade para cada material.

Os dados de temperatura e umidade relativa do ar foram monitorados em todo o período experimental e os valores obtidos em cada pesagem estão apresentados na Tabela 1.

Tabela 1. Valores de temperatura e umidade relativa do ar, coletados em quatro dias da metamorfose

Coleta dos dados	Temperatura (°C)			Umidade Relativa (%)		
	Max.	Min.	Média	Max.	Min.	Média
4ª	33	23	28,0	79	64	71,50
7ª	33	23	28,0	80	68	74,00
10ª	28	25	26,5	83	64	73,50
13ª	26	24	25,0	86	65	75,50
Média Geral			26,88			73,63

O delineamento experimental adotado foi o inteiramente casualizado, em esquema fatorial 4 x 8 (quatro dias da metamorfose x oito raças), com quatro repetições por tratamento, totalizando 128 parcelas. Os dados foram analisados pelo teste F e as médias comparadas pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade. A soma de quadrados para os dias da metamorfose foi desdobrada em componente linear e desvios, sendo estimado os parâmetros da equação linear para peso e porcentagem de umidade dos casulos e da crisálida.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Ao se promover uma avaliação das condições ambientais no período experimental (Tabela 1), procurando comparar os valores obtidos de tempera-

tura e umidade relativa com dados da literatura, observa-se que apenas a temperatura, nos dois primeiros dias de coleta de dados, excedeu os limites, onde se recomenda evitar, durante a formação do casulo e pupação, valores acima de 28°C para a temperatura e 90% para umidade relativa (FONSECA e FONSECA, 1988). Para raças bivoltinas e polivoltinas do *Bombyx mori* L., PANG CHUAN e DA CHUANG (1992), recomendaram como temperatura ótima para a formação do casulo e metamorfose da crisálida, valores entre 27 e 28° C e 31 e 33° C, respectivamente, com uma umidade relativa de 70 a 75%.

Quando se compararam as médias para peso do casulo e seus componentes, observou-se variação apenas entre as raças (Tabelas 2, 3 e 4).

Tabela 2. Valores médios de Peso Unitário do Casulo, dado em gramas, para oito raças do bicho-da-seda em quatro dias da metamorfose, com os respectivos coeficientes de variação e valores de F para Regressão (Linear e Desvio)

Raça (a)	Peso Unitário do Casulo (gramas)				Média
	Dias da metamorfose (b)				
	4º	7º	10º	13º	
Ki-1	1,415	1,348	1,328	1,297	1,303 abc*
C207	1,430	1,396	1,448	1,425	1,473 a
C208	1,118	0,986	1,093	1,066	1,093 c
C209	1,175	1,159	1,095	0,974	1,095 c
M11-2	1,326	1,314	1,280	1,247	1,280 abc
M104	1,210	1,198	1,223	1,202	1,223 c
B102	1,473	1,407	1,329	1,304	1,329 abc
B101	1,314	1,333	1,256	1,357	1,352 ab
Média	1,314 a*	1,268 a	1,257 a	1,234 a	1,268
CV(a) %					8,25
CV(b) %					14,53
Teste F para	RL				4,55**
Regressão	RD				0,1842ns

*Médias seguidas de letras distintas, na coluna e na linha, indicam diferenças significativas pelo teste de Tukey ($P < 0,05$)

** significativo ($P < 0,01$)

ns - não significativo

Entre as raças do tipo chinês, lagartas da raça C207 produziram casulos e crisálidas mais pesadas que aquelas das raças C208 e C209. Nas raças do tipo japonês, apenas para peso do casulo houve variação significativa. Lagartas da raça B101 produziram casulos mais pesados que aquelas da raça M104.

Através de uma avaliação das oito raças é possí-

vel ressaltar a raça C207, quanto ao peso do casulo e da crisálida. No entanto, para a variável peso de casca sérica, que representa efetivamente a produção de seda, a maioria das raças do tipo japonês apresentaram médias mais elevadas, com exceção da raça M104, cujo peso médio não superou todas as raças do tipo chinês. No geral os piores resultados foram observados para as raças C208 e C209.

Tabela 3. Valores médios de peso unitário da casca sérica, dado em gramas, para oito raças do bicho-da-seda em quatro dias da metamorfose, com os respectivos coeficientes de variação e valores de F para Regressão (Linear e Desvio)

Raça (a)	Peso Unitário da Casca Sérica (gramas)				Média
	Dias da metamorfose (b)				
	4 ^o	7 ^o	10 ^o	13 ^o	
Ki-1	0,309	0,288	0,291	0,294	0,296 ab*
C207	0,282	0,276	0,266	0,269	0,273 ab
C208	0,249	0,240	0,260	0,262	0,253 b
C209	0,242	0,238	0,238	0,239	0,239 b
M11-2	0,325	0,325	0,231	0,324	0,324 a
M104	0,274	0,287	0,284	0,286	0,284 ab
B102	0,315	0,323	0,295	0,298	0,308 a
B101	0,310	0,321	0,308	0,327	0,317 a
Média	0,289 a*	0,287 a	0,283 a	0,287 a	0,287
CV(a) %					9,11
CV(b) %					14,56
Teste F para Regressão	RL RD			5,39**	0,2501ns

*Médias seguidas de letras distintas, na coluna e na linha, indicam diferenças significativas pelo teste de Tukey (P<0,05)

** significativo (P<0,01)

ns - não significativo

Tabela 4. Valores médios de peso unitário da crisálida, dado em gramas, para oito raças do bicho-da-seda em quatro dias da metamorfose, com os respectivos coeficientes de variação e valores de F para Regressão (Linear e Desvio)

Raça (a)	Peso Unitário da Crisálida (gramas)				Média
	Dias da metamorfose (b)				
	4 ^o	7 ^o	10 ^o	13 ^o	
Ki-1	1,118	1,060	1,038	1,003	1,017 ab*
C207	1,148	1,120	1,182	1,156	1,197 a
C208	0,879	0,746	0,833	0,804	0,856 b
C209	0,933	0,921	0,857	0,735	0,864 b
M11-2	1,001	0,989	0,959	0,922	0,955 ab
M104	0,931	0,911	0,939	0,916	0,940 b
B102	1,158	1,084	1,034	1,006	1,006 ab
B101	1,058	1,013	0,948	1,030	1,024 ab
Média	1,028 a*	0,980 a	0,974 a	0,947 a	0,982
CV(a) %					11,13
CV(b) %					16,82
Teste F para Regressão	RL RD			0,0022ns	0,0974ns

*Médias seguidas de letras distintas, na coluna e na linha, indicam diferenças significativas pelo teste de Tukey (P<0,05)

ns - não significativo

Embora tenham sido utilizadas oito raças do bicho-da-seda, o principal enfoque do trabalho foi estudar a variação do peso do casulo e seus componentes em função dos processos físicos e biológicos que ocorrem durante a metamorfose. As variações entre raças, para peso de casulo, peso de crisálida e peso de casca sérica, também foram verificadas nos estudos de PORTO e OKAMOTO (2003) e PORTO *et al.* (2004). Entretanto, quanto à interação entre raças e os dias da metamorfose, não houve significância, indicando que a variação dos pesos do casulo e seus componentes apresentaram uma mesma tendência entre as raças, no período da metamorfose. Estudando a absorção de água no casulo, HARIRAJ e KINOSHITA (1994) observaram variação entre raças indianas e japonesas do *Bombyx mori* L. Conforme esses autores, casulos de raças indianas, após cozimento, apresentaram quase o dobro de umidade de casulos de raças japonesas, justificando essa variação pela maior espessura da casca dos casulos japoneses (1,8 vezes maior) e pela melhor capacidade de amolecimento da sericina nos casulos indianos.

Através de uma análise mais detalhada, é possível observar que houve perda gradativa de peso, tanto para casulo como para crisálida, durante o período da metamorfose. No entanto, a despeito dos pequenos valores observados nos coeficientes de regressão, as componentes lineares das observações foram significativas com probabilidades inferiores a 1% e os desvios não foram significativos pelo teste F. Isso indica que, embora em pequena quantidade, as crisálidas sofrem uma diminuição contínua nos seus pesos corporais durante o período da metamorfose refletindo também nos pesos dos casulos. Já em relação à casca, a componente linear não foi significativa.

Na Figura 1 podem ser visualizadas as inclinações das retas e as equações de regressão do peso de casulo e crisálida, ambas com coeficientes de regressão $b = -0,0083$ e na Figura 2, as equações para porcentagem de umidade da crisálida e do casulo, com coeficientes de regressão $b = -0,22$ e $b = -0,27$, respectivamente.

Os valores médios de umidade do casulo e crisálida, obtidos no presente estudo, estão próximos aos valores apresentados por LEE (2006), onde os teores variaram de 54 a 61% para o casulo (fresco) e 75 a 79% para a crisálida.

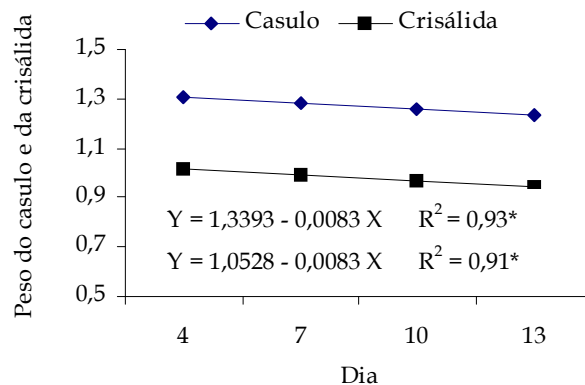


Figura 1. Peso unitário do casulo e da crisálida do bicho-da-seda em função dos dias da metamorfose

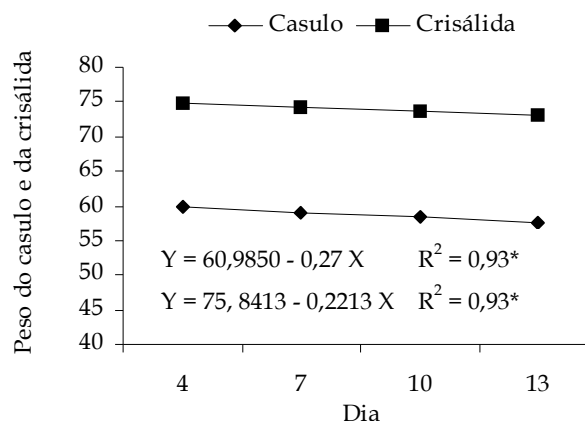


Figura 2. Porcentagem de umidade da crisálida e do casulo do bicho-da-seda em função dos dias da metamorfose

Embora não tenha havido variação significativa nos pesos do casulo e seus componentes, durante a metamorfose (Tabelas 2, 3 e 4), é possível verificar, através de uma análise dos valores numéricos, que houve uma diminuição gradativa do peso das crisálidas e conseqüentemente decréscimo do peso dos casulos, com uma magnitude estimada de 8,3 miligramas por dia, equivalendo a uma perda total no período de 8,06% para o casulo e 10,48% para a crisálida. Estes valores não compensariam o risco de uma antecipação da colheita, com o intuito de obter maior peso de casulo. A perda de peso no casulo foi muito inferior ao de 23% relatado por BORGONOV (1955), que trabalhou com amostras de 200 casulos.

Esta significativa diferença entre os valores de perda de peso no casulo, deve ser mais bem avaliada, tendo em vista que na informação apresentada por este autor, não foram especificadas as condições ambientais do experimento e mesmo se houve mortalidade de crisálidas, fatores primordiais neste tipo de estudo.

A casca sérica é constituída de matéria morta que não participa das transformações metabólicas no processo da metamorfose. Quando se analisou esta variável, não foi observado um decréscimo significativo do peso durante a metamorfose (Tabela 3), mas houve variação da umidade. No 4º e 7º dia foram registrados os maiores valores (8,07 e 7,77%, respectivamente), não variando significativamente entre si. No 10º dia da metamorfose houve uma queda significativa na umidade da casca (5,79%), havendo, posteriormente, absorção de água (6,67% no 13º dia). A permeabilidade da casca sérica, a higroscopicidade do fio de seda e o teor e qualidade da sericina, presente na fibra de seda, são fatores que determinam a capacidade do casulo de absorver ou perder umidade e, portanto, alterar seu peso (HARIRAJ e KINOSHITA, 1994). Conforme KRAUSE (2000), a porcentagem de retenção de água na seda se eleva com o aumento da umidade relativa do ar e com o aumento da temperatura, podendo atingir, segundo CIFUENTES (1998), mais de 30% de seu peso em umidade.

Os valores obtidos para porcentagem de umidade na casca sérica ficaram próximos aos apresentados por LEE (2006), em casulos que sofreram processo de secagem (6 a 7%). Em condições naturais (peso fresco), este autor registrou valores entre 11 e 12% de umidade.

CONCLUSÕES

Entre as raças há diferenças nos pesos do casulo e seus componentes, no entanto a variação desses pesos, durante a metamorfose, é semelhante.

Ocorre perda gradativa no peso e na porcentagem de umidade da crisálida do bicho-da-seda e conseqüente perdas no casulo, durante o processo da metamorfose.

Na casca sérica não ocorre decréscimo gradativo do peso e da porcentagem de umidade no período.

A perda de peso é condicionada principalmente pela perda de umidade, tanto na crisálida como no casulo como um todo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BORGONOV, A. **Técnica da fiação e da classificação da seda**. Campinas: 1955. 52 p. (Boletim Técnico de Sericultura, n.8).

CIFUENTES, T.C. Seda y ecologia. **Sericultura Colombiana**, n.25, p.20-21, 1998.

FONSECA, T.C.; FONSECA, A.S. **Cultura da amoreira e criação do bicho-da-seda**. São Paulo: Nobel, 1988. 246 p.

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

HARIRAJ, G.; KINOSHITA, H. Studies on bivoltine cocoon cooking: effect of time and temperature of retting on absorption and moisture content in Indian and Japanese cocoons. **Sericologia**, v.34, n.3, p.497-506, 1994.

KRAUSE, B. El hilo y el capullo de seda. **Sericulture Colombiana**, n.38, p.10-14, 2000.

LEE, Y. **Silk reeling and testing manual**. FAO Agricultural Services. Bulletin nº 136. Capturado em 08/08/2006. Online. Disponível na Internet, <http://www.fao.org/docrep/x2099e/x2099e00.htm>

OKINO, I. **Manual de sericultura**. Bauru: CATI, 1982. 80 p.

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

PORTO, A.J.; OKAMOTO, F. Desempenho produtivo de quatro raças do bicho-da-seda (*Bombyx mori* L.) e seus cruzamentos. **Boletim de Indústria Animal**, v.60, n.2, p. 179-184, 2003.

PORTO, A.J.et al. Caracterização de oito raças do bicho-da-seda (*Bombyx mori* L.). **Ciência Rural**, v.34, n.1, p. 259-264, 2004.