

DESEMPENHO PRODUTIVO DE QUATRO RAÇAS DO BICHO-DA-SEDA (*Bombyx mori* L.) E SEUS CRUZAMENTOS¹

ANTONIO JOSÉ PORTO², FUMIKO OKAMOTO²

¹ Recebido para publicação em 30/09/03. Aceito para publicação em 22/12/03.

² Unidade de Pesquisa e Desenvolvimento de Gália, Pólo Regional de Desenvolvimento Tecnológico dos Agronegócios do Centro Oeste, Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios, Secretaria de Agricultura e Abastecimento do Estado de São Paulo, , Caixa postal 16, CEP 17450-000, Gália, SP. E-mail: updgalia@ig.com.br

RESUMO: Conduzido na Unidade de Pesquisa e Desenvolvimento de Gália no ano de 2001, o presente estudo teve por objetivo avaliar o desempenho produtivo de quatro raças do bicho-da-seda (B103, B104, C204 e C205) e de híbridos resultantes de cruzamentos direcionados (B103 x B104, C204 x C205, B207 x C409 e C409 x B207). O delineamento experimental adotado foi o inteiramente casualizado, com quatro repetições por tratamento. Das raças estudadas, o melhor desempenho foi obtido com a raça C204. Entre os cruzamentos, os híbridos resultantes do acasalamento entre as raças B103 x B104, apresentaram os piores resultados. Em geral, os melhores desempenhos foram obtidos com os híbridos originados dos cruzamentos C204 x C205, B207 x C409 e C409 x B207, com destaque para os híbridos tetra-parentais.

Palavras-chave: híbrido, bicho-da-seda, casulo, casca sérica.

PRODUCTIVE PERFORMANCE OF FOUR RACES OF THE SILKWORM (*Bombyx mori* L.) AND ITS CROSSINGS

ABSTRACT: The essay was carried out at Unidade de Pesquisa e Desenvolvimento de Gália in 2001. Its objective was to evaluate the productive performance of four races of silkworm (B103, B104, C204 e C205) and the resultant hybrids of directed crossings (B103 x B104, C204 x C205, B207 x C409 e C409 x B207). It was used a complete randomized design, with four replications. Best performance was given by race C204. In general, the best performance had been given by the hybrids from C204 x C205, B207 x C409 e C409 x B207, worst performance was given by B103 x B104.

Key words: hybrid, silkworm, cocoon, cocoon shell.

INTRODUÇÃO

O bicho-da-seda é um dos insetos mais bem caracterizados geneticamente, aproximando-se da mosca das frutas (*Drosophila*) (GOLDSMITH, 1995). Centenas de raças do *Bombyx mori* L. , geograficamente distribuídas e linhagens geneticamente melhoradas,

são mantidas em vários países onde a Sericultura representa atividade expressiva, apresentando diferenças não somente para características bem definidas, mas também para características complexas ou quantitativas não tanto estudadas, como tamanho do corpo, duração da alimentação, tolerância térmica e necessidades de mercado de fios entre outras (NAGARAJU, 2002).

SEN *et al.* (1996) enfatizaram a importância de avaliar e escolher as raças bases (“progenitores”) nos programas de criação de híbridos, para se obter alguma melhoria na produção. A exploração dos efeitos benéficos proporcionados pelo processo de hibridização, também conhecido como vigor híbrido, é bem conhecido na Sericicultura. TOYAMA (1906) demonstrou o vigor híbrido da geração F1 quando cruzou duas linhagens geneticamente distintas do bicho-da-seda. No Japão, uma grande melhoria das características de importância econômica foi verificada na geração F1 do bicho-da-seda, quando se cruzou diferentes raças japonesas, chinesas e européias, resultando na produção de ovos híbridos que foram introduzidos no meio produtivo por volta de 1914 (KRISHNASWAMI *et al.*, 1979).

Através de cruzamento simples direto entre duas raças parentais do bicho-da-seda, normalmente raças japonesas cruzadas com raças chinesas, obtêm-se os chamados híbridos diretos (KRISHNASWAMI *et al.*, 1979). Segundo estes autores, muitas vezes em raças altamente produtivas o número de ovos postos é baixa, podendo ser utilizado o método de três cruzamentos ou até cruzamentos duplos para melhorar a produção de ovos. De acordo com NAGARAJU (2002), o acasalamento de dois híbridos F1 produzidos por diferentes combinações de raças japonesas e chinesas do *Bombyx mori* L., podem ser definidos como híbridos de duplo cruzamento ou híbridos tetra-parentais.

Com o objetivo de desenvolver híbridos comerciais do bicho-da-seda, adaptados às condições das regiões produtoras do Brasil, a Unidade de Pesquisa e Desenvolvimento de Gália vem através do presente estudo avaliar o desempenho produtivo de quatro raças do bicho-da-seda e dos híbridos resultantes de cruzamentos direcionados.

MATERIAL E MÉTODOS

Os trabalhos experimentais foram realizados na Unidade de Pesquisa e Desenvolvimento de Gália-SP (UPD-Gália), APTA/SAA, na primavera de 2001, utilizando sirgaria experimental de alvenaria.

Dando sequência ao processo de seleção e formação de híbridos comerciais do bicho-da-seda iniciado na UPD-Gália em 2000 (PORTO *et al.*, 2001a e PORTO *et al.*, 2001b), procedeu-se a avaliação de ca-

racterísticas relacionadas ao desempenho produtivo de quatro raças do *Bombyx mori* L., sendo duas raças japonesas (B103 e B104) e duas raças chinesas (C204 e C205), bem como a análise do potencial produtivo dos híbridos resultantes de cruzamentos direcionados. Seguindo o modelo proposto por KRISHNASWAMI *et al.* (1979), inicialmente foram acasalados as raças japonesas (B103 x B104) e chinesas (C204 x C205), que originaram as gerações F1(s) (B207 e C409, respectivamente) e posteriormente os F1(s) que deram origem aos híbridos tetra-parentais (B207 x C409 e C409 x B207), considerando sempre a primeira sigla como macho e a segunda como fêmea.

Neste estudo adotou-se o termo híbrido, que é utilizado na genética para designar apenas o produto de acasalamentos de indivíduos geneticamente diferentes, sem considerar os conceitos zoológicos ou zootécnicos, conforme exposto por THADEI (2003).

A criação das lagartas seguiu o esquema comercial, onde as lagartas até segundo ínstar permaneceram em instalação com condições ambientais controladas (“chocadeira”), sendo conduzidas, a partir do terceiro ínstar, para uma sirgaria de alvenaria (“sirgaria experimental”), provida de equipamentos para monitoramento da temperatura ($25 \pm 2^\circ\text{C}$) e umidade relativa do ar ($75 \pm 5\%$), onde permaneceram em caixas de criação ($0,80 \times 0,70 \times 0,03 \text{ m}$) até a confecção do casulo. Todas as raças e os cruzamentos receberam as mesmas condições de criação (equipamentos, manejo sanitário e manejo alimentar).

Após seis dias do início do encasulamento foram coletadas amostras de casulos por parcela, para obtenção das seguintes variáveis: peso do casulo (PC), obtido pela pesagem de amostras de 30 casulos e posterior determinação do peso médio unitário em gramas; peso da casca sérica (PCS), obtido pela pesagem das cascas séricas (30 cascas) após o corte dos casulos e retirada da crisálida e espólio, com posterior determinação do peso médio unitário em gramas; peso da crisálida (PCr), obtido pela pesagem das crisálidas (30 crisálidas) e posterior determinação do peso médio unitário em gramas; teor de seda líquido (TS), obtido pela fórmula: % de seda bruta = peso de 30 cascas séricas dividido pelo peso de 30 casulos x 100, descontando 24% (perda de fiação) do resultado e mortalidade (MO), obtida pela

contagem do número de crisálidas mortas e posterior transformação em porcentagem.

O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado, com oito tratamentos e quatro repetições. Os resultados foram analisados pelo teste F e as médias comparadas pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As variáveis relacionadas ao desempenho produtivo do bicho-da-seda, em função das raças e cruzamentos estudados, estão apresentadas nos Quadros 1 e 2.

Analisando inicialmente as raças, observa-se que os valores médios de PC, PCS e PCr para as lagartas da raça C204, em geral podem ser agrupados entre os maiores (Quadro 1), com TS variando apenas em relação à raça C205 (Quadro 2). Para a variável MO o coeficiente de variação calculado pode ser considerado alto (65,56%) indicando grande variabilidade entre os dados amostrados, o que pode ter contribuído para a não significância entre as raças estudadas (Quadro 2). No entanto, através de uma análise simples dos valores apresentados, pode-se destacar um valor médio superior para a raça C204 (27,50%), o que pode estar associado com a relação produção por rusticidade, onde normalmente raças mais produtivas apresentam menor rusticidade. Conforme NAGARAJU (2002), quando se procurou alta produção de linhagens bivoltinas do bicho-da-seda, em criações de laboratório direcionadas à elevar o peso corporal, a fecundidade e o comprimento das fibras de seda, quase todas apresentaram correlação negativa com a sobrevivência das lagartas. Nas demais raças em estudo, as porcentagens de mortalidade, que variaram de 10 e 12,50%, podem ser consideradas normais, tomando como base uma perda de 15% em uma criação comercial (HANADA e WATANABE, 1986). No trabalho de PORTO *et al.* (2001b), onde foram estudados oito raças do *Bombyx mori* L., obteve-se uma variação da mortalidade de 13,22 a 25,14%, com uma média geral de 18,40%.

Os resultados obtidos neste estudo para PC, PCS e PCr, quando comparados com valores apresentados na literatura, considerando apenas o desempenho de raças do bicho-da-seda, em geral foram inferiores. MATEI *et al.* (1997), estudando cinco raças

do bicho-da-seda, obtiveram os valores médios de 2,182g e 0,446g para peso de casulo e peso de casca sérica, respectivamente. Valores de 0,238 a 0,312 g para peso de casca sérica e 0,855 a 1,204g para peso de crisálida, foram obtidos por PORTO *et al.* (2001a) quando avaliaram oito raças do *Bombyx mori* L.

Comparando os cruzamentos, considerando as variáveis PC, PCS e PCr, apenas as lagartas resultantes do cruzamento entre as raças japonesas (B103 e B104) apresentaram desempenho inferior, não havendo variação para TS. No caso da MO, assim como já explanado, se justificaria pela relação produção por rusticidade, neste caso com resultado inverso, ou seja, os produtos deste cruzamento apresentaram em geral menor produção, com uma porcentagem de mortalidade, que embora não tenha diferido significativamente dos demais, apresentou valores numéricos inferiores, podendo estar associado à uma maior rusticidade.

Procedendo-se uma análise dos Quadros 1 e 2, considerando raças e cruzamentos, pode-se observar que as lagartas resultantes dos cruzamentos, com exceção do cruzamento B103xB104, apresentaram no geral melhor desempenho, destacando-se os híbridos tetra-parentais originados dos cruzamentos B207xC409 e C409xB207, quando se considerou as variáveis PC, PCS e PCr. Estes resultados estão de acordo com a literatura, confirmando a importância da utilização do vigor híbrido para melhoria da produtividade em Sericicultura (DAS *et al.*, 1994; SEN *et al.*, 1996). De acordo com VILLEE *et al.* (1988) a descendência dos indivíduos de raças não relacionadas ou de diferentes espécies que se acasalam frequentemente é muito mais vigorosa do que os pais. Para NAGARAJU (2002), a utilização da heterose é uma estratégia que gera variabilidade por hibridização de genótipos elites com outras variedades selecionadas ou variedades locais, direcionando para a seleção de recombinações genéticas desejáveis.

Em relação ao TS, apenas para a raça C205 os teores foram superiores, denotando o pouco efeito do vigor híbrido para esta variável.

Tomando como referência os melhores resultados de PC, PCS, PCr e TS, obtidos com os híbridos tetra-parentais, pode-se observar que os valores em geral ficaram abaixo daqueles obtidos com híbridos comerciais disponíveis no mercado. Assim, no tra-

Quadro 1. Médias de peso unitário do casulo (PC), peso unitário da casca sérica (PCS), peso unitário da crisálida (PCr), para quatro raças do bicho-da-seda e seus cruzamentos: média geral e respectivos coeficientes de variação

Raças	PC (gr)	PCS (gr)	PCr(gr)
C204	1,34 b*	0,28 bc	1,05 bc
C205	1,27 c	0,28 c	0,98 c
B103	1,18 c	0,24 d	0,92 c
B104	1,31 bc	0,26 cd	1,04 c
C204xC205	1,45 ab	0,31 ab	1,13 ab
B103xB104	1,26 c	0,26 d	0,98 c
B207xC409	1,53 a	0,33 a	1,19a
C409xB207	1,55 a	0,32 a	1,21a
Média Geral	1,36	0,29	1,06
CV (%)	4,48	4,77	5,36

* Letras distintas nas colunas indicam diferenças significativas ($P < 0,05$)

Quadro 2. Médias de teor de seda líquido (TS) e mortalidade (MO) para quatro raças do bicho-da-seda e seus cruzamentos: média geral e respectivos coeficientes de variação

Raça	TS (%)	MO (%)
C204	16,19 b	27,50 a
C205	16,83 a	10,00 a
B103	15,27 b	10,00 a
B104	15,34 b	12,50 a
C204xC205	16,13 b	17,50 a
B103xB104	16,01 b	5,00 a
B207xC409	16,39 b	10,00 a
C409xB207	15,90 b	25,00 a
Média Geral	16,01	14,69
CV (%)	3,99	65,56

* Letras distintas nas colunas indicam diferenças significativas ($P < 0,05$).

balho de PORTO (1997) onde foram avaliadas lagartas de híbridos comerciais do bicho-da-seda, os valores para peso de casulo, peso de casca sérica e teor de seda variaram de 1,723 a 2,105 g, 0,380 a 0,463 g e 16,19 a 17,33 %, respectivamente. PORTO (2000) estudando o efeito do fotoperíodo sobre lagartas de híbridos comerciais do bicho-da-seda, obtiveram as seguintes variações para peso unitário de casulo e peso unitário de casca sérica: 2,361 a 2,433 g e 0,547 a 0,554 g. Também valores superiores ao do presente trabalho foram observados por PORTO e OKAMOTO (2000), quando estudaram sistemas de utilização de dois cultivares de amoreira em duas idades de crescimento vegetativo da planta sobre o desempenho de lagartas de híbridos comerciais do bicho-da-seda, obtendo as seguintes variações para peso de casulo, peso de casca sérica e peso de crisálida: 2,023 a 2,169 g, 0,507 a 0,525 g e 1,527 a 1,744 g, respectivamente.

Através das Figuras 1 e 2 é possível visualizar melhor o desempenho das raças e cruzamentos.

Na Figura 1 destacam-se os híbridos resultantes dos cruzamentos das raças C204 X C205 e principalmente os híbridos tetra-parentais, cujas lagartas apresentaram melhor desempenho em relação ao PC, PCS e PCr.

Através da Figura 2 é possível observar melhor as variações dos valores médios de TS e MO, em função das raças e cruzamentos. Os dados relativos ao TS apresentaram relativa uniformidade entre raças e cruzamentos, podendo-se observar apenas uma discreta superioridade para a raça C205. Quanto a MO os resultados foram opostos, apresentando grande variação entre os tratamentos, com a MO variando de 5,00 a 27,50%.

Face ao apresentado, constata-se a importância dos estudos envolvendo cruzamentos de raças selecionadas e a manifestação do vigor híbrido, fator este primordial para se obter uma boa produção sericícola.

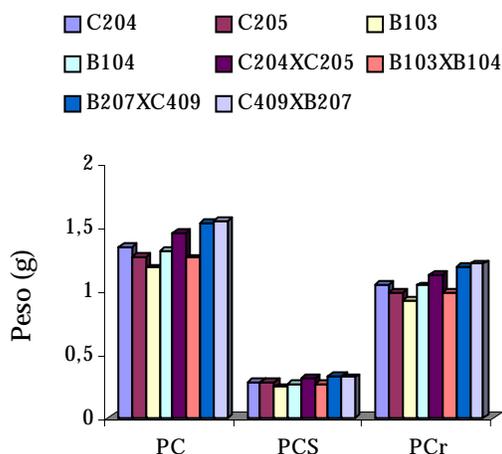


Figura 1. Peso unitário do casulo (PC), peso unitário da casca sérica (PCS) e peso unitário da crisálida (PCr), para quatro raças do bicho-da-seda e seus cruzamentos

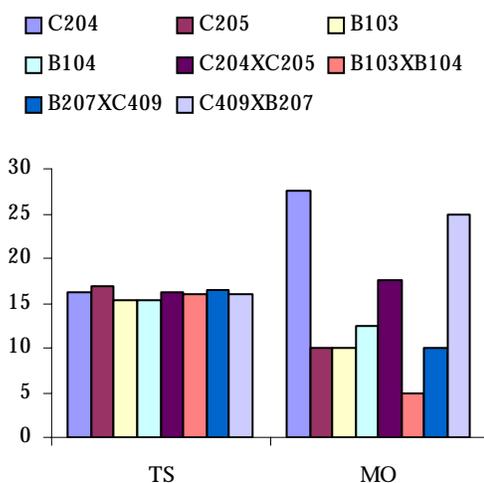


Figura 2. Teor de seda líquido (TS) e mortalidade (MO) para quatro raças do bicho-da-seda e seus cruzamentos

CONCLUSÕES

A raça C204 se destacou das demais quanto ao desempenho produtivo.

Entre os cruzamentos, os híbridos originados do acasalamento entre as raças japonesas (B103 e B104)

proporcionaram resultados inferiores de PC, PCS e PCr.

Os híbridos resultantes dos cruzamentos C204xC205, B207xC409 e C409xB207 apresentaram melhor desempenho produtivo, considerando as variáveis PC, PCS e PCr, com destaque para os híbridos tetra-parentais.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

DAS, S.K., PATTNAIK, S., GHOSH, B. *et al.* Heterosis analysis in some three-way crosses of *Bombyx mori* L. *Sericologia*, v. 34, n. 1, p. 51-61, 1994.

GOLDSMITH, M.R. *Molecular Model Systems in the Lepidoptera* (eds GOLDSMITH, M.R., WILKINS, A.S.), Cambridge University Press, New York, 1995, p. 21-47.

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

KRISHNASWAMI, S., NARASIMHANNA, M.N., SURYANARAYAN, S.K. *et al.* *Sericulture manual 2-sikworm rearing*. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations, 1979. 131p.

MATEI, A., BRASLA, A., OPRESCU, A. Comparative study of several *Bombyx mori* L. silkworm races, focusing on feed utilization. In: CONGRESSO DA COMISSÃO SERICÍCOLA INTERNACIONAL, 17, Londrina, 1997. Anais... Londrina: Governo do Estado do Paraná, 1997. Seção 2, p. 109-121.

NAGARAJU, J. Application of genetic principles for improving silk production. *Current Science*, v. 83, n. 4, 2002 (www.cdfd.org.in/~swamy/jnag/409.pdf).

PORTO, A.J. Avaliação do desempenho do bicho-da-seda alimentado com clones de amoreira em diferentes estádios de desenvolvimento. *Boletim de Indústria Animal, Nova Odessa*, v. 54, n. 2, p. 81-88, 1997.

PORTO, A.J. Efeito do fotoperíodo na criação do bicho-da-seda *Bombyx mori* L. (Lepidoptera: Bombycidae). *Boletim de Indústria Animal, Nova Odessa*, v. 57, n. 2, p. 105-112, 2000.

PORTO, A.J., OKAMOTO, F. Sistemas de utilização de dois cultivares de amoreira em duas idades de crescimento vegetativo, no desempenho do bicho-da-seda (*Bombyx mori* L.). *Boletim de Indústria Animal, Nova Odessa*, v. 57, n. 2, p. 171-178, 2000.

- PORTO, A.J., OKAMOTO, F., CUNHA, E.A. *et al.* Caracterização de casulos de oito raças do bicho-da-seda (*Bombyx mori* L.). In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 38, Piracicaba, 2001a. Anais... Piracicaba: FEALQ, 2001. p. 1414-1415.
- PORTO, A.J., OKAMOTO, F., CUNHA, E.A. *et al.* Desempenho biológico de oito raças do bicho-da-seda (*Bombyx mori* L.). In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 38, Piracicaba, 2001b. Anais... Piracicaba: FEALQ, 2001. p. 1416-1418.
- SEN, S.K., NAIR, B.P., ROY, G.C. *et al.* Relationship between the degree of heterosis and genetic divergence in the silkworm, *Bombyx mori* L. *Sericologia*, v. 36, n. 2, p. 215-221, 1996.
- THADEI, C.L. Fenômeno da heterose aproveitado na criação de animais. 2003 ([www. Saudeanimal.com.br/HETEROSE.htm](http://www.Saudeanimal.com.br/HETEROSE.htm). 21k).
- TOYAMA, K. *Sangyo Shimpo*. 1906, 158, 282-286.
- VILLEE, C.A., WALKER Jr., W.F., BARNES, R.D. *Zoologia Geral*. 6 ed. Rio de Janeiro: Editora Guanabara, 1988. 683p.