



## RENDIMIENTOS PARA CUATRO LÍNEAS ENDOCRIADAS Y SEIS F1 HÍBRIDAS DE GUSANO DE SEDA EN LA ARGENTINA

Claudio P. Basso<sup>1</sup>; N. Bertolini<sup>2</sup>; G.R. Artave<sup>1</sup>; S. Dobler<sup>1</sup> y X. López<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Cátedra de Producciones Animales Alternativas, Facultad de Agronomía, Universidad de Buenos Aires. Av. San Martín 4453, CABA, Argentina; <sup>2</sup>Departamento de Métodos Cuantitativos y Sistemas de Información, Facultad de Agronomía Universidad de Buenos Aires. Av. San Martín 4453, CABA, Argentina

\*Email. cbasso@agro.uba.ar

Recibido: 18-12-13  
Aceptado 26-08-14

### RESUMEN

La utilización del vigor híbrido en la producción comercial de seda comenzó a principios del siglo pasado. La calidad del hilo, así como los mayores niveles de productividad son atribuidas al uso de híbridos. En la Argentina la actividad sericícola es incipiente y escasa la oferta de huevos de calidad y productividad comprobada. En el presente trabajo se evaluaron algunas características productivas de híbridos F1 obtenidos de líneas endocriadas. Se midieron 3 variables cuantitativas: peso del capullo entero y de corteza y el largo de capullos. También se determinaron el porcentaje de corteza y el peso equivalente de capullo fresco por 20.000 huevos. Se encontraron diferencias significativas para las características analizadas. Se encontró heterosis sobredominante para todos los cruzamientos, excepto en los híbridos ♂FJ x ♀EO y ♂EO x ♀FJ, que tuvieron heterosis dominante. La productividad, expresada como rendimiento en capullos frescos, resultó mayor para los híbridos que para las líneas endocriadas.

**Palabras clave.** Gusanos de seda, capullos de seda, híbridos, líneas endocriadas.

### YIELDS FOR FOUR INBRED LINES AND SIX F1 HYBRID OF SILKWORM IN ARGENTINA

### SUMMARY

The utilization of hybrid vigor in the commercial production of silk began at the beginning of last century. The quality of the thread, as well as the increase of the production are assigned to the use of hybrids. In Argentina the sericulture activity is incipient and is sparse the offer of quality eggs with proven productivity. In the present paper it was evaluated some of the productive characteristics of F1 hybrids obtained from inbred lines. Three quantitative variables were measured: weight of the entire cocoon, of the shell and length of the cocoon. It was also determined the percentage of shell and the equivalent weight of fresh cocoon per 20.000 eggs. Significant differences were found for the analyzed characteristics. Superdominant heterosis was found for all the crossings, except in the hybrids ♂FJ x ♀EO and ♂EO x ♀FJ, which had dominant heterosis. The productivity, expressed as performance in fresh cocoons, was higher for the hybrids than for the inbred lines.

**Key words.** Silkworm, cocoon, hybrid, inbred lines.

## INTRODUCCIÓN

La producción comercial de seda está concentrada en treinta países, entre los que se destacan China, India, Uzbekistán, Corea y Japón, y en Latinoamérica, Brasil. La utilización del vigor híbrido en la producción comercial del gusano de seda comenzó a principios del siglo pasado en la mayoría de los países con desarrollo de la sericultura (Kumar, N. *et al.*, 2008). En India, el 95% de la demanda es satisfecha por razas o líneas endocriadas (Begun, A. *et al.*, 2008).

La productividad y calidad del hilo de seda dependen fundamentalmente de la calidad del híbrido involucrado (Kumar, N. *et al.*, 2004). En aquellos países que poseen programas de desarrollo de sericultura más avanzados, los mayores niveles de productividad son atribuidos al uso de híbridos (Malik, G. *et al.*, 2006).

Numerosos autores determinaron un alto nivel de heterosis en híbridos de gusanos de seda para la mayoría de los caracteres biológicos y productivos relacionados con la producción de seda, así como distinta aptitud combinatoria de las diferentes líneas utilizadas (Bhargava, S.K. *et al.*, 1993; Grekov, D., 2003; Petkov, N. *et al.*, 2004 a, b, c, d; Petkov, N. *et al.*, 2005 a, b, c; Tsenov, P. *et al.*, 2006 a, b; Petkov, N. *et al.*, 2006 a, b; Kumar, N. *et al.*, 2008; Seshagiri, S. *et al.*, 2009; Tsenov, P. *et al.*, 2010). Otros investigadores comprobaron mayores niveles de productividad con la utilización de híbridos en la producción comercial de seda (Kariappa y Rajan, 2004; Choudhary, N. *et al.*, 2006; Nirupama, R. *et al.*, 2008; Begun, A. *et al.*, 2008; Dayananda y Rao, P., 2009; Malik, M. *et al.*, 2010). En la Argentina la actividad serícola es incipiente y escasa la oferta de huevos de calidad y productividad comprobada. El objetivo del presente trabajo es evaluar algunas características productivas de híbridos obtenidos a partir de líneas endocriadas en la Facultad de Agronomía de la Universidad de Buenos Aires.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo se desarrolló en el laboratorio de cría de gusanos de seda de la Facultad de Agronomía de la Universidad de Buenos Aires, entre octubre y diciembre de 2011. Se utilizaron 4 líneas genéticas (EC, FJ, FC y EO) y 6 cruzamientos ( $\sigma^7FC \times \sigma^7FJ$ ;  $\sigma^7FJ \times \sigma^7FC$ ;  $\sigma^7FC \times \sigma^7EC$ ;  $\sigma^7EC \times \sigma^7FC$ ;  $\sigma^7EO \times \sigma^7FJ$ ;  $\sigma^7FJ \times \sigma^7EO$ ) que fueron criados en condiciones de temperatura y humedad relativas controladas. Se emplearon un climatizador y un humidificador centrífugo regulados por termostato y humidistato. La temperatura y humedad relativa medias ( $\pm$  desvío standard) durante todo el período de cría fueron de  $22,0 \pm 1,6$  °C y  $72,7 \pm 9,3\%$ , respectivamente. Las larvas fueron alojadas en cajas plásticas debidamente identificadas, de 48 cm de largo, 35 cm de ancho y 17 cm de alto, con el fondo recubierto con papel absorbente. Se realizaron 3 repeticiones y las cajas fueron colocadas en estanterías distribuidas al azar. La alimentación se realizó con hojas de moreras provenientes de una parcela experimental cuya composición química fue la siguiente (base seca): Materia seca, 25,25%; Nitrógeno Total: 3,65%; Proteína Cruda: 22,83; Grasas: 2,86%; Carbohidratos Solubles: 7,19%. Las larvas fueron alimentadas 4 veces por día, a las 8:30 y 12:00 a.m. y 15:00 y 18:00 p.m., suministrándoles hojas picadas a los estadios 1, 2 y 3 y enteras a los estadios 4 y 5. Al término del período larval se colocaron dispositivos plásticos denominados encapsuladores para que los gusanos elaboren su correspondiente capullo. Finalizada esta etapa, se cosecharon los capullos y sobre una muestra de 30 se midieron 3 variables cuantitativas: el peso en gramos del capullo entero (E) y del capullo sin pupa (S) con una balanza analítica digital; y el largo de los capullos en milímetros (L) se midió con un calibre. También se determinaron el porcentaje de corteza sobre en capullo entero (P) y el peso equivalente de una caja de 20.000 huevos (PE), expresado como capullo fresco. Los resultados fueron analizados con un Análisis de Varianza (Montgomery, 2004) y se realizó a posteriori una prueba de Tukey para las comparaciones múltiples de promedios. Los datos fueron procesados utilizando el paquete estadístico *Infostat*®.

## RESULTADOS

Los datos de la matriz de 300x4 (10 genotipos x 30 datos/genotipo x 4 caracteres) fueron analizados por ANOVA con los genotipos (endocriadas e híbridos) como el efecto principal (Cuadro 1) y una comparación múltiple de Tukey post-hoc. Los efectos de los genotipos fueron analizados por separado para cada variable respuesta. En la Cuadro 2, se muestran los intervalos de confianza del 95% para las medias de cada genotipo. Los datos resultaron con distribución Normal y con homogeneidad de varianza entre genotipos. Por otra parte, se calculó el rendimiento promedio por capullo como capullos frescos por cada 20.000 huevos (PE). Se hallaron los siguientes resultados (en kg/20.000 capullos): EC: 20.04, FC: 21.91, FJ: 20.33, EO: 22.00, ♂FJ x ♀EO: 26.65, ♂EO x ♀FJ: 25.49, ♂EC x ♀FC: 23.27, ♂FC x ♀EC: 22.48, ♂FC x ♀FJ: 24.43, ♂FJ x ♀FC: 24.52.

## DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Diferencias estadísticas significativas fueron detectadas por ANOVA para las características analizadas. En cuanto a los híbridos y la habilidad combinatoria de las líneas, los resultados concuerdan con los trabajos de Bhargava, S.K. *et al.* (1993); Grekov, D. (2003); Petkov, N. *et al.* (2004 a,b, c); Petkov, N. *et al.* (2005); Petkov, N. *et al.* (2006 a,b,c,d); Kumar, N. *et al.* (2008); Sesshagiri, S. *et al.* (2009); Tsenov, P. *et al.* (2010).

Para todas las características se encontró heterosis sobredominante (*i.e.*, el valor promedio de los híbridos fue superior al promedio de sus padres) para todos los cruzamientos, excepto en los híbridos ♂FJ x ♀EO y ♂EO x ♀FJ, que tuvieron heterosis dominante (*i.e.*, el promedio de los híbridos fue mayor que uno de los promedios de sus padres, pero menor al del otro) para el porcentaje de cáscara (P) (Cuadro 2). La productivi-

Cuadro 1. Análisis de la Varianza para peso del capullo (E), peso de la cáscara (S), largo del capullo (L) y porcentaje de cáscara (P).

Genotipo	E (g)		S (g)		L (mm)		P (%)	
	F	p valor	F	p valor	F	p valor	F	p valor
	20,08	< 0,0001	26,49	< 0,0001	10,82	< 0,0001	18,09	< 0,0001

Cuadro 2. Valores medios, intervalos de confianza del 95% para las medias de cada genotipo (LS: límite superior; LI: límite inferior) y comparación múltiple de Tukey (letras similares indican que no hay diferencias significativas entre las medias) para las características de peso del capullo (E), peso de la cáscara (S), longitud del capullo (L) y porcentaje de cáscara (P).

Genotipo	E (g)			S (g)			L (mm)			P (%)		
	Media	IC (95%)		Media	IC (95%)		Media	IC (95%)		Media	IC (95%)	
		LI	LS		LI	LS		LI	LS		LI	LS
EC	1,00 <sup>a</sup>	0,95	1,04	0,19 <sup>c</sup>	0,19	0,20	28,86 <sup>a</sup>	28,4	29,3	19,73 <sup>abc</sup>	18,9	20,4
FC	1,09 <sup>abc</sup>	1,04	1,14	0,19 <sup>c</sup>	0,18	0,20	28,65 <sup>a</sup>	28,0	29,2	17,86 <sup>d</sup>	17,1	18,5
FJ	1,01 <sup>ab</sup>	0,97	1,05	0,21 <sup>cd</sup>	0,20	0,22	28,60 <sup>a</sup>	27,9	29,1	20,70 <sup>bc</sup>	19,9	21,4
EO	1,10 <sup>abc</sup>	1,05	1,14	0,17 <sup>e</sup>	0,16	0,18	29,15 <sup>ac</sup>	28,2	30,6	15,69 <sup>e</sup>	14,6	16,7
♂FC x ♀FJ	1,22 <sup>de</sup>	1,16	1,27	0,25 <sup>a</sup>	0,24	0,26	30,95 <sup>bcd</sup>	28,9	33,0	20,75 <sup>c</sup>	20,1	21,3
♂FJ x ♀FC	1,22 <sup>def</sup>	1,18	1,27	0,23 <sup>ab</sup>	0,23	0,24	32,31 <sup>b</sup>	31,7	32,9	19,35 <sup>abcd</sup>	18,7	20,0
♂FC x ♀EC	1,12 <sup>bcd</sup>	1,07	1,17	0,22 <sup>abd</sup>	0,20	0,24	30,50 <sup>abcd</sup>	29,7	31,2	20,17 <sup>abc</sup>	19,3	20,9
♂EC x ♀FC	1,16 <sup>cd</sup>	1,12	1,20	0,23 <sup>b</sup>	0,23	0,24	30,17 <sup>acd</sup>	29,7	30,6	20,26 <sup>abc</sup>	19,5	21,0
♂FJ x ♀EO	1,33 <sup>f</sup>	1,27	1,39	0,24 <sup>a</sup>	0,24	0,25	32,18 <sup>b</sup>	31,7	32,6	18,76 <sup>ad</sup>	18,1	19,3
♂EO x ♀FJ	1,27 <sup>ef</sup>	1,20	1,34	0,24 <sup>ab</sup>	0,23	0,25	31,50 <sup>bd</sup>	30,8	32,1	19,09 <sup>abd</sup>	18,4	19,7

dad, expresada como rendimiento promedio en capullos frescos por cada 20.000 huevos, resultó mayor para los híbridos que para las líneas endocriadas.

Todos estos resultados concuerdan con Dayananda and Rao (2009), Krause, H. y García, C. (1992), Martos Tupes, A. (2010) y Rajashekhargouda, R. *et al.* (1997), pero con valores menores, con excepción del último autor mencionado para el porcentaje de seda cruda, que fue mayor.

### BIBLIOGRAFÍA

- Begum, A.; H. Basavaraja; S. Dandin; P. Joge and A. Palit . Multiple traits evaluation and selection of promising polyvoltine bivoltine hybrids of silkworm (*Bombyx mori* L.) (2008). *Uttar Pradesh Journal of Zoology* 28(3): 269-280.
- Bhargava, S.K; V. Thiagarajan and R.K. Data. 1993. Hybrid vigour in the silkworm, *Bombix mori* (L). *Giornale Italiano di Entomologia* 6(35): 449-453.
- Choudary, N. and R. Singh. (2006). Heterosis in relation to combining ability in hybrids between multivoltine and bivoltine breeds of the silkworm, *Bombyx mori* L. *Uttar Pradesh Journal of Zoology* 26(1): 23-28.
- Dayananda and P. Rao. 2009. In-house evaluation of nex bivoltine hybrids of silkworm, *Bombix mori* L. Under large scale testing. *Uttar Pradesh Journal of Zoology* 29(1): 51-56.
- Grekov, D. 2003. A study on the principles of inheritance of productive traits in reciprocal solkworm hybrids (*Bombyx mori* L.) with participation of lines. *Zhivotnovdni Nauki* 40(5): 110-113.
- Kariappa, B.K. and R.K. Rajan. 2004. Development of multivoltine silkworm breeds/hybrids in India for commercial exploitation. *Indian Journal of Sericulture* 25(3): 261-264.
- Krause, H.B. and C.J. Garcia. 1992. Cría comparativa de dos híbridos de gusano de seda. CENICAFE, Chinchiná, Colombia. 17 pp.
- Kumar, N.; H. Basavaraja; P. Joge; G. Kalpana and N. Reddy. (2008). Heterosis studies on hybrids on cocoon sex-limit breed of the silkworm, *Bombyx mori* L. under different environments of temperature. *Journal of Entomological Research Society* 10(1): 1-12.
- Kumar, N.; H. Basavaraja; B. Gowda; P. Joge; G.V. Kalpana; N. Reddy and B.K. Kiarappa. 2004. Effect of high temperature and high humidity on the post cocoon parameters of parents, foundation crosses, single and double hybrids of bivoltine silkworm, *Bombix mori* L. *Indian Journal of Sericulture* 42(2): 162-168.
- Malik, M.A.; A. Shaheen; A.M. Sofi; G.N. Malik; A. Sabhat and F.A.. Malik. 2010. Evaluation and identification of region/season specific bivoltine hybrids of the silkworm, *Bombix mori* L. Suitable for Kashmir climatic conditions. *Journal of Experimental Zoology India* 13(1): 171-176.
- Malik, G.N.; S.Z. Rufaie; M.F. Baqual; A. Kamili and H.U. Dar. 2006. Comparative performance of some bivoltine silkworm (*Bombix mori* L.) hybrids. *Entomon.* 31(1): 61-64.
- Martos Tupes, A. 2010. Evaluación morfológica, biológica y rendimiento en capullo y fibra de seda de líneas e híbridos F1 de gusano de seda, *Bombix mori* L. Tesis Doctoral, Universidad Nacional de Trujillo, Perú. 109 pp.
- Montgomery, D.C. (2004). Design and analysis of experiments. 6th ed. Wiley: NY.
- Nirupama, R.; R. Singh and C. Kamble. (2008). Identification of silkworm breeds and hybrids through evaluation indices and cocoon size variability. *Indian Journal of Sericulture* 47(2): 183-187.
- Petkov, N. and Z. Petkov. 2006a. Study of heterosis and its components at silkworm (*Bombix mori* L.) Hybrids with participation of genetically sex-marked at larva stage lines. II Silkworm pupation rate and productivity of fresh cocoon. *Zhivotnovdni Nauki* 43(6): 41-45.
- Petkov, N. and Z. Petkov. 2006b. Study of heterosis and its components at silkworm (*Bombix mori* L.) Hybrids with participation of genetically sex-marked at larva stage lines. I Cocoon weight and shell ratio characters. *Zhivotnovdni Nauki* 43(6): 36-41.
- Petkov, N.; Z. Petkov; Y. Nacheva; Y. Vasilieva; A. Matei; D. Tanase and G. Dinata. (2005). Productive characters inheritance and transgressions in *Bombyx mori* L. hybrids of genetically sex-limited lines. *Genetics and Breeding* 34(3-4): 59-62.

- Petkov, N.; Z. Petkov; Y. Natcheva; D. Grekov and K. Arnaudova. 2004a. An analysis of heterosis and vigour and its components in silkworm (*Bombyx mori* L.) hybrids, created from sex-limited lines. I. Technological characters of cocoon. *Genetics and Breeding* 33(1-2): 37-43.
- Petkov, N.; Z. Petkov; Y. Natcheva; D. Grekov and K. Arnaudova. 2004b. An analysis of heterosis and vigour and its components in silkworm (*Bombyx mori* L.) hybrids, created from sex-limited lines. II. Technological characters of filament. *Genetics and Breeding* 33(1-2): 45-50.
- Petkov, N.; Z. Petkov; Y. Natcheva; D. Grekov and K. Arnaudova. 2004c. An analysis of heterosis and vigour and its components in silkworm (*Bombyx mori* L.) hybrids, created from sex-limited lines. IV. Productivity of cocoons and raw silk. *Genetics and Breeding* 33(1-2): 49-53.
- Rajashekhargouda, R.; M. Gopalan; S. Jayaraj and N. Natarajan. 1997. Feat of pure breeds and single cross hybrids of *Bombix mori* L. *Entomology* 22(3-4): 223-227.
- Seshagiri, S.; C. Ramesh and C. Rao. 2009. Genetic manifestation of hybrid vigor in cross breeds of mulberry silkworm, *Bombyx mori* L. *International Journal of Zoological Research* 5(4): 150-160.
- Tsenov, P.; J. Vasileva and D. Pantaleeva. 2010. Silk shell fibroin content heterosis expression in Bulgarian F- silkworm *Bombix mori* L. Hybrids. *Indian Journal of Sericulture* 49(2): 110-114.