



## EVALUACIÓN DE VARIETADES SINTÉTICAS DE GUSANOS DE SEDA (*Bombyx mori*) OBTENIDAS POR SELECCIÓN RECURRENTE

C. P. Basso<sup>1</sup>; S. de Bargas<sup>1\*</sup>; N. Bartoloni<sup>2</sup>; S. Dobler<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universidad de Buenos Aires. Facultad de Agronomía. Departamento de Producción Animal. Cátedra de Producciones Animales Alternativas. \* [debargas@agro.uba.ar](mailto:debargas@agro.uba.ar)

<sup>2</sup>Universidad de Buenos Aires. Facultad de Agronomía. Departamento de Métodos Cuantitativos.

Recibido: 12/06/2017

Aceptado: 11/07/2017

### RESUMEN

El mejoramiento genético en la producción comercial de seda es un pilar fundamental para lograr incrementos de productividad y calidad del producto. En la Argentina la actividad es incipiente y escasa la oferta de huevos de calidad y productividad comprobada. El laboratorio de seda de la Facultad de Agronomía de la Universidad de Buenos Aires trabaja desde el 2004 orientándose para suplir esta necesidad. En el presente trabajo se evaluaron características productivas de variedades sintéticas obtenidas por selección recurrente. Se utilizó un diseño en bloques al azar, en el que las variedades GABY y ALICIA se compararon con la población de origen NORMA. Cada genotipo se dispuso en tres cajas de crianza, observando al final del ciclo 30 capullos por caja. Para las tres variables estudiadas, LC: largo del capullo; PCE: peso del capullo entero y PC: peso de la corteza se encontraron diferencias altamente significativas de las medias de las variedades respecto a la población de origen, y de las variedades entre sí. La mejor respuesta correspondió a GABY, con LC= 31,77 +/-2,09 mm, PCE=1,15+/-0,14 g y PC=0,22 +/-0,03g. Le siguió ALICIA, con LC=30,04+/-2,15 mm, PCE=1,04+/-0,18 g, y PC=0,19+/-0,04. En tercer lugar se ubicó NORMA con LC=29,32+/-1,87mm, PCE=0,91+/-0,19g y PC=0,17+/-0,04g. Los valores obtenidos están dentro de los rangos reportados para razas puras, y son sensiblemente inferiores a los reportados en híbridos.

**Palabras clave:** capullos de seda; producción de seda; mejoramiento genético; variedades sintéticas.

## EVALUATION OF SYNTHETIC VARIETIES OF SILKWORMS (*Bombyx mori*) OBTAINED BY RECURRENT SELECTION

### SUMMARY

The genetic improvement in the commercial silk production is the mainstay to achieve increases in productivity and product quality. In Argentina the sericulture activity is incipient and is sparse the offer of quality eggs with proven productivity. The silk laboratory of the Faculty of Agronomy at the University of Buenos Aires has been working since 2004 to help meet this need. In the present work, productive characteristics of two synthetic varieties obtained by recurrent selection were evaluated. A randomized block design was used, in which the GABY and ALICIA varieties were compared to the source population (NORMA). Each genotypes was placed in three breeding boxes (blocks), observing at the end of the cycle 30 cocoons per box. For the three response variables studied (LC: long cocoon, PCE: whole cocoon weight and PC: shell cocoon weight), highly significant differences were found between the means of the varieties with respect to the population of origin, and of the varieties with each other. The best response corresponded to GABY, with LC = 31.77 +/- 2.09 mm, PCE = 1.15 +/- 0.14 g and PC = 0.22 +/- 0.03 g. It was followed by the ALICIA variety, with LC = 30.04 +/- 2.15 mm, PCE = 1.04 +/- 0.18 g, and PC = 0.19 +/- 0.04. In third place was NORMA with LC = 29.32 +/- 1.87mm, PCE = 0.91 +/- 0.19g and PC = 0.17 +/- 0.04g. In all cases the values obtained are within the ranges reported for pure breeds, and are significantly lower than those found in hybrids.

**Key words:** silk cocoon; silk production; genetic improvement; synthetic varieties.

## INTRODUCCIÓN

El gusano de seda (*Bombyx mori*) fue domesticado para producir fibras para aplicaciones textiles por sus propiedades únicas y diferentes a las procedentes de otras fuentes. En la actualidad es objeto de investigación en la industria biomédica por su resistencia y compatibilidad con los tejidos humanos, y en el campo de la cosmética en el que también se valora la fracción lipídica de la crisálida (Aznar Cervantes, 2013; Elices *et al.*, 2011). Estos nuevos usos podrían incrementar la demanda y volverla más independiente de las tendencias de la moda en la vestimenta.

En la Argentina, la producción de capullos e hilo de seda puede constituir una alternativa de diversificación para pequeños y medianos productores agropecuarios; diversos autores demostraron la viabilidad técnica y económica de la producción de capullos e hilo de seda como actividad complementaria (Basso, 2011; Basso *et al.*, 2017, 2013 y 2012; Casadío y Pescio, 2008). Actualmente existe una demanda interna insatisfecha que impulsa los precios de los productos a valores que pueden tornar rentable la actividad. (Acerbi *et al.*, 2005; Basso, 2011, Basso *et al.*, 2017, 2013 y 2012; Casadío y Pescio, 2008; Vieites *et al.*, 2010; Villegas, 2015, comunicación personal).

Entre los caracteres de importancia económica, el peso y el tamaño del capullo y el peso de la corteza son indicadores importantes de la cantidad aproximada de seda cruda que puede ser devanada, variando con el genotipo, la estación de crianza, y las condiciones de crianza y cosecha. En líneas puras se reportan valores de 1,5 a 2,2 g para el capullo entero, con 2,5 a 4,5 cm de longitud y un porcentaje de corteza de 17 a 24% (Martos Tupes, 2010). Los incrementos de productividad logrados por los principales países productores se basan en el mejoramiento genético orientado a la obtención de variedades mejoradas e híbridos, cuyo uso se ha incrementado en la producción comercial (Martos Tupes, 2010; Malik *et al.*, 2006; Basso *et al.*, 2016;

Lakshmi *et al.*, 2012). En India, el 95% de la demanda es satisfecha por variedades sintéticas o líneas puras (Begum *et al.*, 2008).

Numerosos autores determinaron mayores niveles de productividad al utilizar híbridos en la producción comercial, con un alto nivel de heterosis para la mayoría de los caracteres biológicos y productivos relacionados con el rendimiento en seda (Bhargava *et al.*, 1993; Choudary y Singh, 2006; Petkov *et al.*, 2004 a y b; Petkov y Petkov, 2006; Seshagiri *et al.*, 2009; Tsenov *et al.*, 2010 y Dayananda y Rao, 2009, citados por Basso *et al.* 2016; Grekov *et al.*, 2005; Kariappa y Rajan, 2004; Kumar *et al.*, 2004; Nirupama *et al.*, 2008; Matei *et al.*, 2010; Lakshmi *et al.*, 2012; Martos Tupes *et al.*, 2012). En cruzamientos preliminares en la Argentina se encontró heterosis sobredominante para caracteres de importancia económica, como el peso del capullo entero, el de la corteza y el porcentaje de seda bruta, para la mayoría de los cruzamientos (Basso *et al.*, 2014 y 2016).

Evaluando la heterosis con cuatro razas puras y doce híbridos en India, Talebi y Subramanya (2009) reportan valores entre 1,04 y 1,39 g para el peso del capullo y 14,92 a 18,12% para el porcentaje de corteza en las primeras, y 1,14 a 2,10 g por capullo y 12,13 a 20,85% de corteza para los híbridos. En Perú, evaluando seis líneas genéticas relativamente puras y seis híbridos F1, Martos Tupes (2010) encontró para las primeras capullos de 3 a 3,5 cm con 1,48 a 1,82 g y un porcentaje de corteza de 13,6 a 24,5%; para los híbridos, capullos de 3,41 a 3,62 cm, con un peso de 1,83 a 2,09 g y 23,33 a 25,94% de corteza. En Corea del Sur se reportaron valores de 1,47 a 1,73 gr para peso del capullo en líneas puras, y 2,11 a 2,14 g con 17,5 a 17,6% de corteza en híbridos (Martos Tupes, 2010).

La Argentina dispone de un único proveedor de huevos con capacidad de oferta limitada, insuficiente como para impulsar la expansión de la actividad (Walantus, 2017, comunicación personal; Pescio, 2017, comunicación perso-

nal; Marino, 2017, comunicación personal). Es por ello que la mayoría de los productores obtienen sus propios huevos, quedando expuestos a los problemas propios de la endogamia, la pérdida de diversidad y la imposibilidad de valorar cuantitativamente la aptitud combinatoria y el progreso genético. Aunque se estima que en el mundo existen alrededor de 4.310 fuentes de germoplasma (Zanatta *et al.*, 2009), es importante que las prácticas de manipulación genética sean controladas y no tiendan a agotar la diversidad de la especie, sobre todo teniendo en cuenta que ya no existen poblaciones silvestres.

En este contexto, el laboratorio de cría de gusanos de seda de la Facultad de Agronomía de la Universidad de Buenos Aires trabaja en la producción y distribución de huevos a pequeños productores desde el año 2004. El banco de germoplasma original de *Bombyx mori*, conformado a partir de año 2004 por los Ing. Agr. Alicia Pelicano y Carlos M. Vieites mediante donaciones e intercambios con diversas instituciones y criadores particulares, resultó en una población panmíctica de base genética amplia que incluía las razas china y japonesa. A partir de ella se efectuaron durante tres años sucesivos ciclos de selección y recombinación, con el objetivo de conseguir un mayor grado de acumulación de genes favorables. En el año 2013 se inició un proceso de selección sobre dicha población con el fin de lograr variedades sintéticas con productividad adecuada para contribuir a la oferta en el mercado nacional. Ante la escasa oferta de huevos, las variedades podrían permitir a los productores reproducir una o dos generaciones, reduciendo la dependencia del proveedor de semillas con menor riesgo de reducir drásticamente el rendimiento. El método elegido fue el de selección recurrente o cíclica, eligiendo de manera sistemática los individuos deseables de las nuevas poblaciones en función del peso de los capullos, y recombinándolos posteriormente (Ceballos, 2007; Falconer, 1986).

El objetivo de este trabajo es evaluar la productividad de dos variedades obtenidas luego de cinco generaciones de selección recurrente, contrastándolas con la población original.

## 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 febrero y abril de 2015.

El diseño experimental fue de bloques completos al azar. Se trabajó con tres genotipos (tratamientos): la población de base, denominada NORMA (N), y las dos variedades sintéticas ALICIA (A) y GABY (G), obtenidas por selección recurrente. 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. Por cada tratamiento se utilizaron tres cajas colocadas en estanterías (bloques: 1, 2 y 3), y en cada una de ellas se efectuaron las mediciones de las variables respuesta sobre 30 capullos.

La crianza transcurrió en condiciones de temperatura y humedad controladas, empleando un climatizador y un humidificador centrífugo regulados por termostato y humidistato. La temperatura media se mantuvo en  $22,0 \pm 1,6$  °C y la humedad relativa en  $72,7 \pm 9,3\%$  durante todo el ciclo. Para la alimentación se utilizaron hojas de moreras (*Morus alba* L.) 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 en los estadios 1, 2 y 3 y enteras en los estadios 4 y 5. Al término del período larval se colocaron dispositivos plásticos (encapulladores) para que los gusanos elaboren su correspondiente capullo. Finalizada esta etapa, se cosecharon

los capullos y se relevaron tres variables cuantitativas: el peso en gramos del capullo entero (PCE) y del capullo sin pupa (corteza) (PC) con una balanza analítica digital, y el largo de los capullos en milímetros (LC) medido con un calibre digital. Posteriormente se calculó el porcentaje de corteza (%C: PC/PCEx100). Los resultados fueron analizados por ANOVA (Montgomery, 2004) y se realizaron comparaciones de medias para cada variable (test de Tukey).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Para las tres variables estudiadas se detectaron diferencias altamente significativas entre tratamientos ( $p < 0.000001$ ). Las variedades ALICIA y GABY resultaron superiores a la población base (NORMA) y también presentaron diferencias significativas entre ellas, siendo GABY la que mostró mejor performance (Cuadro 1).

**Cuadro 1:** Resumen de resultados

T	n	LC (mm)	PCE (g)	PC (g)	
G	90 M.	31,77	1,15	0,22	
		D.E	2,09	0,14	0,03
		Min	26,1	0,84	0,13
		Máx	36,7	1,57	0,32
A	90 M.	30,14	1,04	0,19	
		D.E	2,15	0,18	0,04
		Min	20,7	0,69	0,09
		Máx	34,7	1,57	0,32
N	90 M.	29,32	0,91	0,17	
		D.E	1,87	0,19	0,04
		Min	24,9	0,53	0,09
		Máx	34,5	1,42	0,31

T: tratamiento; G: Gaby; A: Alicia; N: Norma; LC: largo del capullo; PCE: peso del capullo entero; PC: peso de la corteza; M.: media; D.E.: desvío estándar

Las Cuadros 2, 3 y 4 muestran los resultados del análisis de variancia para las tres

variables estudiadas. En el Cuadro 5 se presentan las diferencias entre las medias de las tres variables que resultaron significativas con un nivel del 5%.

**Cuadro 2:** Resultados del análisis de variancia para el largo del capullo (L.C.)

	GL	SC	CM	F	p
T	2	280,6	140,3	35,94	1E-06
B	2	52,2	26,1	6,68	0,0015
Error	265	1062,0	4,0		
Total	269	1394,7			

**Cuadro 3:** Resultados del análisis de variancia para el largo del capullo (PCE)

	GL	SC	CM	F	p
T	2	2,6	1,3	51,46	1E-06
B	2	0,0035	0,0018	0,07	0,9326
Error	265	7,92	0,03		
Total	269	10,5232			

**Cuadro 4:** Resultados del análisis de variancia para el peso de la corteza (PC)

	GL	SC	CM	F	p
T	2	0,1188	0,0594	41,3	1E-06
B	2	0,00831	0,0042	2,887	0,0575
Error	265	0,41	0,0016		
Total	269	0,54			

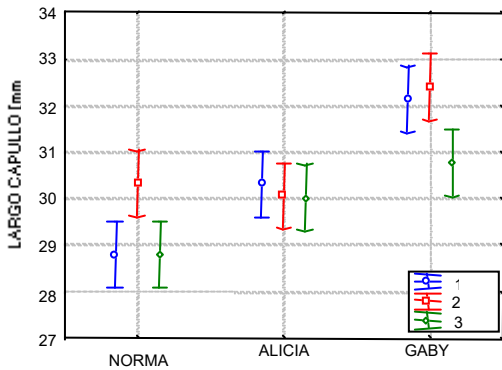
**Cuadro 5:** Diferencias entre medias de las tres variables estudiadas (t test de Tukey,  $p=0,05$ )

T	LC (mm)	PCE (g)	PC (g)
Gaby	31,77 <b>a</b>	1,15 <b>a</b>	0,22 <b>a</b>
Alicia	30,14 <b>b</b>	1,04 <b>b</b>	0,19 <b>b</b>
Norma	29,32 <b>c</b>	0,91 <b>c</b>	0,17 <b>c</b>

T: tratamiento; LC: largo del capullo; PCE: peso del capullo entero; PC: peso de la corteza. Letras iguales indican diferencias no significativas entre las medias involucradas

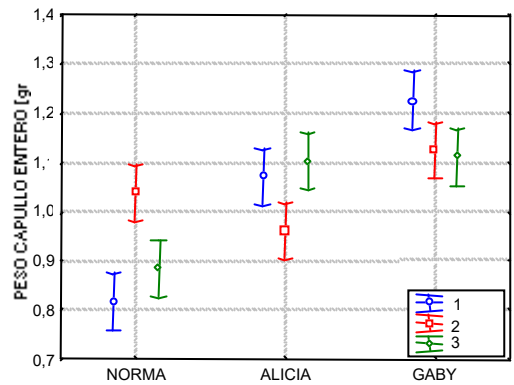
Para las tres variables se observó interacción entre tratamientos y cajas con distintos niveles de significación. Sin embargo, la

Figura 1. Gráfico de promedios del largo de capullo



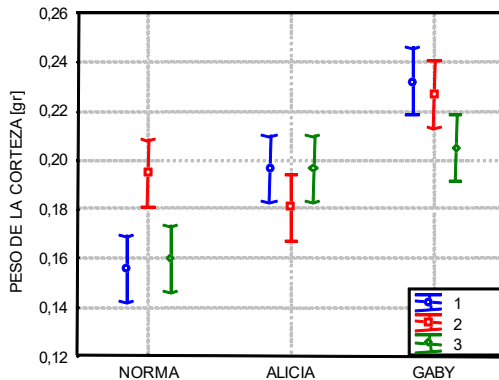
1, 2, y 3 indican las cajas (bloques). Los símbolos del cuadrado, el círculo y el rombo señalan los promedios y las barras verticales representan los intervalos de confianza del 95%

Figura 2. Gráfico de promedios del peso del capullo entero



1, 2, y 3 indican las cajas (bloques). Los símbolos del cuadrado, el círculo y el rombo señalan los promedios y las barras verticales representan los intervalos de confianza del 95%

Figura 3. Gráfico de promedios del peso de la corteza



1, 2, y 3 indican las cajas (bloques). Los símbolos del cuadrado, el círculo y el rombo señalan los promedios y las barras verticales representan los intervalos de confianza del 95%

naturaleza de dicha interacción no enmascaró la interpretación principal: las variedades (ALICIA y GABY) tuvieron resultados superiores a la población base (NORMA). En las Figuras 1, 2 y 3 se graficaron los promedios obtenidos por tratamiento y por caja para largo de capullo, peso de capullo entero y peso de corteza y sus correspondientes intervalos de confianza (95%), para poner en evidencia este hecho.

Los valores de longitud y peso de capullo entero para las dos variedades se encuentran dentro de los rangos reportados para razas puras en regiones de productividad media (Talebi y Subramanya, 2009; Martos Tupes, 2010). La población base no alcanza los límites inferiores de las razas puras de India (Talebi y Subramanya, 2009). Los tres caracteres en los tres genotipos presentan resultados

sensiblemente inferiores a los hallados en híbridos, aún en las experiencias nacionales (Martos Tupes, 2010; Basso *et al.*, 2014 y 2016).

A partir de los resultados de las mediciones de peso del capullo entero y de la corteza, se calcularon los porcentajes de seda bruta (ó % de corteza), que fueron los siguientes: Norma 18,6%; Alicia 18,3% y Gaby 19,2%. Aunque los valores se ubican cerca del límite superior reportado para razas puras en India (20,85%), están en el orden del 70% de los logrados en híbridos F1 (Martos Tupes, 2010; Basso *et al.*, 2014 y 2016).

## CONCLUSIONES

Los resultados confirman que la productividad de los capullos de seda depende fundamentalmente del mejoramiento genético para lograr genotipos superiores. Las variedades

obtenidas por selección recurrente superaron los parámetros productivos de la población base, ubicándose en un rango intermedio entre las líneas puras y los híbridos F1. Si bien los rendimientos actuales son moderados, los resultados preliminares alientan a continuar con el proceso de selección recurrente para incrementar la productividad de las variedades obtenidas. En las condiciones actuales de la sericultura nacional, la utilización de variedades resulta una alternativa factible para los pequeños productores, al permitirles obtener rendimientos productivos adecuados al potencial de la actividad y de resultar necesario reproducir una o dos generaciones para obtener sus propios huevos, cuando por razones de localización la adquisición de los mismos resulta dificultosa. Esto alienta a continuar esta línea de investigación a fin de obtener simientes con rendimientos adecuados y adaptadas a las condiciones agroecológicas locales.

## BIBLIOGRAFÍA

- ACERBI, M.; G. MOZERIS y C.M. VIEITES. 2005. Análisis FODA del sistema sericícola argentino. Revista Facultad de Agronomía. Universidad de Buenos Aires 25:31-39.
- AZNAR CERVANTES, S. 2013. El gusano de seda, *Bombyx mori* (Linneo, 1758) (Lepidoptera: *Bombycidae*) como plataforma de producción de proteínas naturales y recombinantes. Aplicaciones en Biotecnología e Ingeniería de Tejidos. Tesis Doctoral. Departamento de Zoología y Antropología física. Universidad de Murcia. 218 p.
- BASSO, C.P. 2011. Sericultura: Estimación de la Inversión, Costos y Rentabilidad para una Unidad Productiva Tipo en la zona central de la Argentina. Resúmenes de las XII Jornadas Nacionales de Sericultura, Posadas, Misiones. pp. 115-120.
- BASSO, C.P.; S. DE BARGAS y S. DOBLER. 2017. Evaluación económica de la producción de seda en la zona de Realicó (La Pampa, Argentina). Archivos de Zootecnia. España. Aceptado el 9.11.2016. En prensa.
- BASSO, C.P.; N. BARTOLONI; S. DOBLER; G. GALLO; I. FURLAN; A. VALVERDE; M. GARCIA PRUITTI y M. REYNA. 2016. Vigor híbrido en cruzamientos de líneas endocriadas de gusanos de seda (*Bombyx mori* L.). Archivos de Zootecnia. España. 65 (252): 475-479.
- BASSO, C.P.; S. DOBLER; X. LOPEZ ZIEHER y N. BARTOLONI. 2014. Híbridos y líneas endocriadas de gusanos de seda (Lepidoptera: *Bombyx mori* L.): resultados productivos preliminares. InVet 16 (1): 31-38.
- BASSO, C. P.; S. DOBLER; X. LOPEZ y S. DE BARGAS. 2013. Producción de Capullos e hilo de Seda: Inversiones, Costos y Rentabilidad para una Unidad Tipo ubicada en la zona norte de Buenos Aires. XIV Jornadas Nacionales de Sericultura. El Carmen. Jujuy. Octubre 2013.
- BASSO, C.P.; J.S. PIRÁN. y S. DE BARGAS. 2012. Producción de Capullos e hilo de Seda: Inversiones, Costos y Rentabilidad para una Unidad Tipo ubicada en la zona norte de Buenos Aires. Resúmenes de las XIII Jornadas Nacionales de Sericultura. Corrientes. Octubre 2012.
- BEGUM, A.; H. BASAVARAJA; S. DANDIN; P. JOGE and A. PALIT. 2008. Multiple traits evaluation and selection of promising polyvoltine and bivoltine hybrids of silkworm (*Bombyx mori* L.). Uttar Pradesh Journal of Zoology 28(3): 269-280.

- CASADÍO, A. y F. PESCIO. 2008. Introducción a la Sericicultura. Red Latinoamericana de la Seda. 13 p. En: [https://www.researchgate.net/publication/242712224\\_INTRODUCCION\\_A\\_LA\\_SERICICULTURA](https://www.researchgate.net/publication/242712224_INTRODUCCION_A_LA_SERICICULTURA). Consultado en febrero 2017.
- CEBALLOS, H.L. 2007. Genética cuantitativa. Curso para estudiantes de Postgrado. Escuela de Postgrados. Universidad Nacional de Colombia Sede Palmira. Material sin publicar. Palmira Valle del Cauca.
- ELICES, M.; PÉREZ RIGUEIRO, J.; G. PLAZA y G. GUINEA. 2011. Usos médicos de la seda. Investigación y Ciencia. Agosto 2011. pp. 28-35. España.
- FALCONER, D. S. 1986. Introducción a la Genética Cuantitativa. 2ed. Ed. Continental. 383 pp. Méjico.
- GREKOV, D.; E. KIPRIOTIS and P. TZENOV. 2005. Sericulture Training Manual. Komotini. Grecia. 320 pp.
- 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.
- 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
- LAKSHMI, H., M.CHANDRASHEKHARAIH, A. K.GOEL, A. K. SAHA and B.B.BINDROO. 2012. Genetic Analysis of Silk Technological Characters of Bivoltine Silkworm (*Bombyx mori* L.) *Advances in Bioresearch*3(4):29- 33. En: <http://www.soegr.com/abr/abr.htm>
- MALIK, G.N.; S.Z. RUFAIE; M.F. BAQUAL, M.F; A. KAMILI, A y H.U. DAR. 2006. Comparative performance of some bivoltine silkworm (*Bombix mori* L.) hybrids. *Entomol.* 31(1):61-64.
- MARTOS TUPES, A.; Z.PRIETO-LARA; C. RODOLFO-VARGAS y J. CHURA-CHUQUIJA. 2012. Híbridos F1 de "gusano de seda" *Bombyx mori* con altos rendimientos en capullo y fibra de seda cruda. *SCIÉNDO* 15(1):52-64.
- MARTOS TUPES, A. 2010. Evaluación morfológica, biológica y rendimiento en capullo y fibra de seda de líneas e híbridos F1 de gusano de seda, *Bombyx mori* L. Tesis Doctoral. Universidad Nacional de Trujillo. Perú. 109 pp.
- MATEI, A.; L. MARGHITAS; G. LENGHEL; G. CORNESCU; M. DOLIS; D. DEZMIREAN and L. STAN. 2010. The impact of breeding programmes upon the evolution of some quantitative characters at *Bombyx mori* l. silk worms. Scientific Papers Series Management. *Economic Engineering in Agriculture and Rural Development.* 10 (1): 93-95. Rumania.
- 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
- TALEBI, E. and G. SUBRAMANYA.2009. Genetic Distance and Heterosis Through Evaluation Index in the Silkworm, *Bombyx mori* L. *World Applied Sciences Journal* 7 (9): 1131-1137
- VIEITES, C.M.; C.P. BASSO y H. ZUNINI. 2010. Aporte a la comprensión de la situación de la Sericicultura en la Argentina y en Latinoamérica. Ed. INTI Imprenta, Bs. As. 70 pp.
- ZANATTA, D.; J. BRAVO; J. BARBOSA; R. MUNHOZ and M. FERNANDEZ.2009. Evaluation of economically Important traits from sixteen parental strains of the silkworm *Bombyx mori* L (Lepidoptera: *Bombycidae*). *Neotropical Entomology* 38(3): 327-331.