

## Híbridos F1 de “gusano de seda” *Bombyx mori* L. con altos rendimientos en capullo y fibra de seda cruda.

### Silkworm *Bombyx mori* L. F1 Hybrids with high cocoon and raw silk yields

Martos-Tupes, Agustín <sup>1</sup>; Prieto-Lara, Zulita A. <sup>2</sup>; Rodolfo-Vargas, César J.<sup>3</sup>; Chura-Chuquija, Julián <sup>4</sup>

#### RESUMEN

Se investigaron seis híbridos F1 de “gusano de seda”, *Bombyx mori* L., para evaluación de características morfológicas, biológicas y rendimientos en capullo y fibra de seda cruda en la Universidad Nacional Agraria La Molina (UNALM). Todos los híbridos produjeron larvas con manchas y capullos color blanco excepto Ana hembra x Lucy macho que en un 100 % tuvieron color amarillo claro. Eva2 hembra x Lucy macho y Ana hembra x Lucy macho tuvieron capullos de forma elíptica alargada en 100 y 99,4 %, respectivamente; Eva1 hembra x Sylvia macho originó capullos de forma constricta en un 99,2 %; Eva2 hembra x Sylvia macho, Lucy hembra x Sylvia macho, y Sylvia hembra x Lucy macho generaron capullos de forma elíptica alargada con ligera constricción en porcentajes de 96,0, 89,4, y 92,5, respectivamente. Por otro lado, desde la incubación a la cosecha de capullos, todos los híbridos tomaron 46 días, excepto Eva1 hembra x Sylvia macho. En híbridos en general se registraron 58 a 83 capullos por litro, con los más bajos registros para Ana hembra x Lucy macho y Eva2 hembra x Lucy macho, mientras que altos registros fueron registrados para Sylvia hembra x Lucy macho y Eva1 hembra x Sylvia macho. La longitud de capullo fluctuó entre 3,41 a 3,62 cm, siendo Ana hembra x Lucy macho el híbrido de mayor valor y con diferencias significativas con respecto a los demás. Los capullos mostraron un peso de 1,83 a 2,09 g, según híbridos, con mejores pesos para Ana hembra x Lucy macho y Lucy hembra x Sylvia macho con diferencias significativas entre híbridos. Los híbridos tuvieron altos porcentajes de corteza de capullo con valores de 23,33 y 25,94 %. Los rendimientos estimados en capullo fresco por caja de huevos varió entre 22,8 y 41,6 kg, según híbridos, con mayores rendimientos en Lucy hembra x Sylvia macho y Sylvia hembra x Lucy macho con 41,6 y 39,4 kg, respectivamente, con rendimientos estimados en seda cruda por caja de huevos de 4,99 a 8,19 kg, según híbridos, siendo Lucy hembra x Sylvia macho y Sylvia hembra x Lucy macho los de mayor rendimiento. Los capullos en general tuvieron alta capacidad de devanabilidad con 100 % de devanabilidad para la mayoría de híbridos. Los híbridos evaluados mostraron buenas cualidades y alta homogeneidad en características morfológicas y biológicas, y altos rendimientos en capullo fresco y seda cruda por caja.

**Palabras clave:** *Bombyx mori* L., “gusano de seda”, híbridos F1 de “gusano de seda”.

Presentado el 21/06/2012 aceptado el 19/12/2012

1 Departamento de Entomología, Facultad de Agronomía, Universidad Nacional Agraria la Molina.

2 Departamento de Biología, Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Nacional de Trujillo. Trujillo. Perú

3 Departamento de Biología, Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional San Cristóbal de Huamanga. Ayacucho. Perú

4 Departamento de Fitotecnia, Facultad de Agronomía, Universidad Nacional Agraria la Molina. Lima. Perú.

## ABSTRACT

Six silkworm, *Bombyx mori* L., F1 hybrids, for morphological and biological features, and cocoon and raw silk yields were assessed at Universidad Nacional Agraria La Molina (UNALM), in spring 2009. All genetic combinations produced marked larvae, white cocoon color, except Ana female x Lucy male hybrid that showed yellowish cocoons at 100 %. Eva2 female x Lucy male and Ana female x Lucy male hybrids showed long ellipsoidal cocoons at 100 and 99,4 % respectively, however, Eva1 female x Sylvia male produced peanuts shape cocoons at 99,2 %, but, Eva2 female x Sylvia male, Lucy female x Sylvia male, and Sylvia female x Lucy male produced long ellipsoidal slightly peanut-shaped cocoon at 96,0, 89,4, and 92,5 %, respectively. On the other hand, from incubation to cocoon harvest, all hybrids took 46 days, except Eva1 x Sylvia. On hybrids in general was recorded 58 to 83 cocoons per liter, with lower records for Ana x Lucy and Eva2 x Lucy, meanwhile high records were registered for Sylvia x Lucy and Eva1 x Sylvia; about cocoon length, records varied from 3,41 to 3,62 cm, with the best value for Ana x Lucy, with significative differences respect others. Cocoons in general showed 1,83 to 2,09 g per unit, with significative differences between hybrids, although better values were for Ana female x Lucy male and Lucy female x Sylvia male. Hybrids in general had high percentages of cocoon shell with 23,33 to 25,94 % , with significative differences between them, but Eva2 female x Lucy male combination was the best. Estimated yields about fresh cocoon per egg box varied from 22,8 to 41,6 kg, with higher yields on Lucy female x Sylvia male and Sylvia female x Lucy male with 41,6 and 39,4 kg, respectively, meantime estimated raw silk yields per egg box varied from 4,99 to 8,19 kg, with higher yields on Lucy female x Sylvia male and Sylvia female x Lucy male. Cocoons in general had high reelability capacity with 100 % of reelability for most hybrids. Hybrids assessed showed good qualities and high homogeneity on morphological and biological features, and high yields on fresh cocoon and raw silk per egg box.

Key words: *Bombyx mori* L., silkworm, F1 silkworm hybrids.

## INTRODUCCIÓN

En el Perú se viene desarrollando la sericultura con enfoque productivo en Junín, Apurímac, Ayacucho, Amazonas, Cusco, y Lima, entre otros lugares<sup>1</sup>. El éxito de la industria serícola depende de la calidad de los híbridos F1 de gusano de seda, medida, entre otros aspectos, en función a los rendimientos en capullo fresco y seda cruda por caja de huevos; el tamaño del capullo, indicado por el número de capullos por litro, usualmente varía entre 60 y 100 unidades para líneas bivoltinas y considerablemente más para líneas multivoltinas; en líneas puras los capullos pesan de 1.5 a 2.2 g, y 2.5 g en híbridos F1; el porcentaje de corteza de capullo varía de 19 a 25 %, siendo éste mayor en machos que

en hembras; la devanabilidad varía de 40 a 80 %, en tanto que el porcentaje de seda cruda es de 16 a 20 %<sup>2</sup>. En híbridos de gusano de seda se cumple la primera Ley de Mendel: al cruzar individuos distintos, ambos homocigotos para un carácter, todos los descendientes de la primera generación filial son idénticos entre sí, con el mismo genotipo y fenotipo, siendo su fenotipo igual al de uno de los padres (si la herencia es dominante) o intermedio entre ambos padres (si la herencia es intermedia)<sup>3</sup>.

Para una producción comercial de capullos se utilizan huevos híbridos F1; en híbridos F1 los capullos son de tamaño grande y forma elíptica alargada, variando en color, forma y tamaño

según el híbrido; la longitud del capullo varía entre 2,5 a 4,5 cm, y el porcentaje de corteza de capullo fresco de 17 a 24 %; la incubación ocurre en 11 días a 24 °C y 72 % de humedad relativa, y el desarrollo larval se cumple en 24,3 días a 25 a 27 °C <sup>4</sup>.

Los híbridos Konsota, Pílamó 1 y Pílamó 2, tuvieron un peso de capullo en gramos de 2.02, 2.10 y 2.06, y un porcentaje de corteza de capullo de 21.41, 21.31 y 21.33, respectivamente <sup>5</sup>. En híbridos F1 en India, los rendimientos en capullo fresco por caja de huevos fue de 30,46 a 36,04 kg, el peso de un capullo alcanzó de 1,697 a 2,031 g., con 18,9 a 22,7 % de corteza de capullo, y 83,0 a 89,1 % de devanabilidad <sup>6</sup>. En el mismo lugar, el híbrido CSR2 x SR5 en post-monsoon tuvo un rendimiento de 40,4 kg de capullo fresco por caja de huevos, 2,0 g de peso de capullo y 22,5 % de corteza de capullo <sup>7</sup>, en tanto que el híbrido APS83 x APS102 tuvo un rendimiento de 38,0 kg de capullo fresco por caja de huevos, 1,85 g de peso de capullo, 22,5 % de corteza de capullo, 8,54 kg de seda cruda, 88 % de devanabilidad y 18,4 % de seda cruda <sup>8</sup>; otros híbridos F1 tuvieron rendimientos de 30,64 a 33,68 kilos de capullo fresco, un peso de capullo de 1,66 a 1,73 gramos, y un porcentaje de corteza de capullo y seda cruda de 20,08 a 21,12 %, y 14,31 a 14,76 %, respectivamente, en tanto que la devanabilidad alcanzó 88,89 a 89,30 % <sup>9</sup>; híbridos F1 criados a temperatura de 25 +/- 1 °C y 70 +/- 5 % de humedad relativa tuvieron un peso de 1,428 a 1,665 g de capullo fresco, 20,80 a 22,02 % de corteza de capullo, 10,10 a 13,89 % de seda cruda, y 81,69 a 98,93 % de devanabilidad; a 31 +/- °C y 85 +/- 5 % se encontró menores valores para las variables indicadas <sup>10</sup>.

El híbrido F1 Chugangjam produjo 49,80 kilos de capullo fresco por caja con un peso de capullo de 2,67 g, 23,8 % de corteza de capullo y 20,98 % de seda cruda <sup>11</sup>. En híbridos evaluados se encontró valores de 23,0 a 24,13 días para el desarrollo larval, 1,42 a 1,58 g de peso de capullo fresco, 17,30 a 19,33 % de

corteza de capullo, 19,0 a 28,60 kg de capullo fresco por caja de huevos, y 3,21 a 3,50 cm de longitud de capullo <sup>12</sup>. El híbrido F1 CSR4 x CSR2 tuvo valores superiores al híbrido control KA x NB4D2, con un rendimiento de 43,0 kg de capullo fresco por caja de huevos, 2,22 g de peso de capullo fresco, 23,0 % de corteza de capullo y 19,3 % de seda cruda <sup>13</sup>.

En Grecia, el híbrido Hessa 2 x Super 1 resultó ser el mejor con valores de 1,785 gramos por capullo fresco, 26,49 % de corteza de capullo, y 35,70 kilos de capullo fresco por caja de huevos <sup>14</sup>. El híbrido coreano F1 Chunsujam, tuvo un rendimiento de 44,40 kilos de capullo fresco por caja, 2,52 gramos de peso por capullo fresco, 25,0 % de corteza de capullo, 22,01 % de seda cruda, y 9,78 kilos de seda cruda por caja de huevos <sup>15</sup>. El híbrido A105 x J2 tuvo rendimientos de 30,94 a 39,38 kilos de capullo fresco por caja de huevos, 1,795 a 1,968 g de peso de capullo fresco, 22,96 a 23,66 % de corteza de capullo, 14,91 a 19,32 % de seda cruda, y 82,12 a 90,65 % de devanabilidad <sup>16</sup>.

El desarrollo de híbridos F1 productivos requiere del desarrollo de buenas líneas puras; el híbrido CSR12 x CSR6 mostró características muy productivas: 38,44 kg de capullo fresco por caja de huevos, 2,012 g de peso de capullo fresco, 24,3 % de corteza de capullo, 19,6 % de seda cruda, y 84 % de devanabilidad, respecto a 37,72 kg, 2,064 g, 20,4 %, 15,9 %, 83 %, para caracteres del control, respectivamente <sup>17</sup>. Los híbridos F1 PM x NB4D2, BL67 x NB4D2, BL67 x CSR5, y BL67 x CSR19 manifestaron vigor híbrido positivo; PM x NB4D2 tuvo un rendimiento de 32,568 kg de capullo fresco por caja de huevos, 1,989 g de peso de capullo fresco, y 18,33 % de corteza de capullo; en BL67 x CSR5 el rendimiento en capullo fresco por caja de huevos fue de 34,63 kg, el peso del capullo fresco alcanzó 2,115 g y la corteza de capullo mostró un 20,20 % <sup>18</sup>.

La heterosis fue altamente significativa para la mayoría de las características de importancia económica en cruzamientos de

líneas; los híbridos BL24 x CSR19, BL24 x B72, BL67 x CSR5, BL67 x B72, y 96A x B72 fueron altamente productivos respecto al control PM x NB4D2; BL67 x CSR5, en este sentido, tuvo un rendimiento de 34,0 kg de capullo fresco por caja de huevos, 1,88 g de peso de capullo fresco, 20,60 % de corteza de capullo, y 13,73 % de seda cruda<sup>19</sup>. Tres nuevos híbridos F1 y sus respectivos cruzamientos recíprocos mostraron alta supervivencia y productividad con 2,32 a 2,42 g de peso de capullo fresco, 22,9 a 23,1 % de corteza de capullo, 95 a 96 % de devanabilidad, 41,0 a 43,6 kg de capullo fresco por caja de huevos y 7,33 a 7,78 kg de seda cruda por caja de huevos<sup>20</sup>. En híbridos F1 se registró un rendimiento en capullo fresco por caja de huevos de 30,26 a 38,964 kg, un peso de capullo fresco de 1,645 a 2,004 g, un porcentaje de corteza de capullo de 17,42 a 20,37 % y 82,0 a 91,12 % de devanabilidad; en particular los híbridos APMW1 x APS8 y APMG1 x APS8 fueron los mejores<sup>21</sup>.

Para la ejecución del presente trabajo, se planteó el problema relativo a la influencia de los cruzamientos genéticos entre líneas relativamente puras en las características morfológicas, biológicas y los rendimientos en gusanos de seda, *Bombyx mori* L, mientras que la hipótesis estuvo orientada a que mediante cruzamientos entre dos líneas se obtienen individuos híbridos F1 con mejores características que los padres. Por esta razón, los objetivos de la investigación fueron evaluar en híbridos F1 de gusano de seda las características morfológicas de importancia económica en larvas y capullos, así como estudiar la biología y rendimientos en capullo y fibra de seda.

## MATERIAL Y MÉTODOS

El trabajo se desarrolló en la Universidad Nacional Agraria La Molina (UNALM), en el período de octubre a diciembre de 2009, con una temperatura y humedad relativa promedio de 24,26 °C y 65,35 % para la incubación y

crianza de larvas de primer a tercer estadíos; y 23,14 °C y 79,43 % para la crianza de larvas de cuarto y quinto estadíos y pupas de *Bombyx mori* L.

Se criaron los híbridos F1: Eva1 F7 hembra x Sylvia F6 macho, Eva2 F7 hembra x Sylvia F6 macho, Eva2 F7 hembra x Lucy F6 macho, Lucy F6 hembra x Sylvia F6 macho, Ana F7 hembra x Lucy F6 macho, y Sylvia F6 hembra x Lucy F6 macho. Empleando hojas de morera *Morus indica* var. kanva II se criaron de cada híbrido todas las larvas nacidas de una postura con alrededor de 500 huevos. La crianza se hizo de acuerdo a la metodología recomendada por Martos<sup>22</sup>.

Los parámetros estudiados fueron coloración de larvas de quinto estadío; color, forma, y tamaño de capullos; número de capullos por litro, y longitud de capullos; peso de capullo completo y porcentaje de corteza de capullo; rendimiento en capullo por caja de huevos criados; porcentaje de seda cruda y rendimiento en fibra de seda cruda por caja de huevos criados; porcentaje de devanabilidad de capullo y categoría de devanabilidad; y ciclo de desarrollo. Se consideró larvas sin manchas y larvas con manchas; capullos elípticos (redondeados), constrictos (con estrechamiento en la parte media), elípticos alargados (redondeados y alargados) y elípticos alargados con ligera constricción. El tamaño de capullo se determinó teniendo en consideración el número de capullos por litro y la longitud de ellos. Los capullos se pesaron individualmente en balanza analítica en su condición de capullo completo, así como pupa y corteza de capullo por separado. Todos los capullos obtenidos por postura fueron pesados en forma fresca y conjunta para la estimación del rendimiento en capullo por caja.

Para estimar el rendimiento en fibra de seda cruda por caja de huevos, se pesó la seda cruda obtenida a partir de 100 gramos de capullo fresco. El devanado de estos capullos permitió establecer el porcentaje de devanabilidad y su respectiva categoría. Finalmente se tomaron

datos de duración del desarrollo hasta la cosecha de capullo de cada híbrido criado. Los datos obtenidos para ciertas variables fueron sometidos al análisis de varianza y prueba de comparación de medias de Duncan a un nivel de significación estadística de 0,01 de probabilidad; otras variables fueron analizadas solamente de manera explicativa.

## RESULTADOS

La **Tabla 1** presenta registros de coloración de larvas y capullos así como la forma de capullos y duración del desarrollo en híbridos F1. Todos los híbridos presentaron un 100 % larvas de color blanco con manchas o lúnulas marrón oscuras a negro sobre el protórax y el segundo y quinto segmentos abdominales, variando ligeramente entre híbridos la intensidad y el diseño de manchas (**Fig.1, 2 y 3**).

Todos los híbridos produjeron capullos de color blanco en un 100 %, excepto Ana F7 hembra x Lucy F6 macho que produjo capullos amarillo claro en un 100 %. Los capullos tuvieron la forma elíptica alargada, constricta, y elíptica alargada con ligera constricción, según híbridos: Eva1 F7 hembra x Sylvia F6 macho tuvo un 99,2 % de capullos constrictos, los híbridos Eva2 F7 hembra x Sylvia F6 macho, Lucy F6 hembra x Sylvia F6 macho (**Fig. 4**), y Sylvia F6 hembra x Lucy F6 macho (**Fig. 5**) generaron capullos elípticos alargados con ligera constricción en porcentajes de 96,0 , 89,4 , y 92,5 %, respectivamente, mientras que Eva2 F7 hembra x Lucy F6 macho, y Ana F7 hembra x Lucy F6 macho (**Fig. 6**), produjeron capullos elíptico alargado en porcentajes de 100 y 99,4 %, respectivamente.

Por otra parte, la incubación tomó entre 10 a 12 días, las larvas desarrollaron en 27 a 28 días, según híbridos, en tanto que el desarrollo total del insecto desde la incubación hasta la cosecha de los capullos, según híbridos, fue de 46 a 47 días, habiendo resultado más frecuente

el primer valor.

La **Tabla 2** presenta valores relativos a tamaño, peso y porcentaje de corteza de capullo. El número de capullos por litro fue relativamente bajo, habiendo variado entre 58 y 83 unidades: Eva1 F7 hembra x Sylvia F6 macho tuvo el mayor número de capullos, y Ana F7 hembra x Lucy F6 macho presentó el menor número de unidades. La longitud promedio de capullos en centímetros varió entre 3,41 a 3,62 cm, habiendo resultado los híbridos Ana F7 hembra x Lucy F6 macho con 3,62 cm, Lucy F6 hembra x Sylvia F6 macho con 3,57 cm, y Eva2 F7 hembra x Lucy F6 macho con 3,54 cm los de mayor longitud, no existiendo diferencias significativas entre ellos, pero sí con respecto a los otros híbridos evaluados.

Los promedios de pesos entre capullos completos de individuos machos y hembras varió entre 1,83 y 2,09 g, registros que corresponden a los híbridos Eva2 F7 hembra x Sylvia F6 macho y Ana F7 hembra x Lucy F6 macho, en el mismo orden, teniéndose al híbrido Lucy F6 hembra x Sylvia F6 macho con un registro de 2,06 g muy cercano al híbrido Ana F7 hembra x Lucy F6 macho, no existiendo diferencias significativas entre estos dos últimos, pero si con respecto a los demás híbridos evaluados.

Los porcentajes de corteza de capullo, según híbridos, variaron entre 23,33 y 25,94 % los cuales corresponden a los híbridos Eva1 F7 hembra x Sylvia F6 macho, y Eva2 F7 hembra x Lucy F6 macho, respectivamente. Este último híbrido fue significativamente diferente a todos los demás híbridos, seguido de cerca numéricamente por los restantes híbridos, excepto Eva1 F7 hembra x Sylvia F6 macho, con los cuales no hubo diferencias significativas.

La **Tabla 3** muestra registros de rendimientos en capullo y seda cruda así como categorías relativas a la devanabilidad. Los rendimientos en capullo fresco por postura criada variaron

entre 570,0 a 1040,0 gramos, registros que corresponden a Eva2 F7 hembra x Lucy F6 macho, y Lucy F6 hembra x Sylvia F6 macho, respectivamente, lo cual permitió establecer rendimientos de capullo fresco por caja de huevos de 22,80 a 41,60 kilos, estando el híbrido Sylvia F6 hembra x Lucy F6 macho con un rendimiento de 39,40 kilos, muy cercano al de mayor rendimiento. Los porcentajes de seda cruda en capullos frescos obtenidos fluctuaron entre 19,70 a 21,90 %, valores que corresponden a Lucy F6 hembra x Sylvia F6 macho, y Eva2 F7 hembra x Lucy F6 macho, respectivamente, lo cual permitió estimar rendimientos de 8,19 y 4,99 kilos de seda cruda por caja de huevos para los híbridos mencionados en el orden respectivo. Los híbridos con rendimientos cercanos al de mayor valor fueron Sylvia F6 hembra x Lucy F6 macho, Eva1 F7 hembra x Sylvia F6 macho, y Ana F7 hembra x Lucy F6 macho, con valores de 7,99, 6,36, y 6,04 kg de seda cruda. Los capullos de híbridos en general fueron devanables a muy devanables y con porcentajes de devanabilidad del 81 % al 100 %.

## DISCUSIÓN

En todos los híbridos de *Bombyx mori* L. ensayados, las larvas en un 100 %, para cada caso, mostraron manchas oscuras sobre el protórax, el segundo y el quinto segmentos abdominales del cuerpo, aunque, entre ellos, con ligera variación en el diseño de las manchas abdominales, resultando por tanto poblaciones homogéneas respecto a la característica analizada lo cual coincide con los principios de la primera ley de Mendel o Ley de la uniformidad de los híbridos de la primera generación filial (F1)<sup>3</sup>.

Estos híbridos generaron capullos de color blanco en un 100%, excepto la combinación Ana F7 hembra x Lucy F6 macho que generó capullos de color amarillo claro en un 100%,

color que discrepa de sus padres, los cuales son, para el primero, de color amarillo intenso, y para el segundo, de color blanco, lo cual sugiere, para el caso de los padres, que son puros respecto al carácter analizado, mostrando el híbrido una herencia intermedia, no existiendo por tanto dominancia por parte del color blanco o el amarillo intenso de los parentales<sup>3</sup>.

En híbridos se tuvo capullos de forma constricta, elíptica alargada, y elíptica alargada con ligera constricción, según combinaciones híbridas, sin embargo la forma de capullo en híbridos se orienta a la forma elíptica alargada lo cual debe considerarse como un aspecto positivo en razón que los capullos con esta forma gozan de gran facilidad para el devanado<sup>2</sup>. El número de capullos por litro entre 58 a 83 unidades registrados según híbridos, sugiere que estamos frente a híbridos con capullos de adecuado tamaño, evidenciando diferencia con respecto a las líneas bivoltinas cuyo número es de 60 a 100, y mayor para líneas multivoltinas<sup>2</sup>.

La longitud en capullos fluctuó entre 3,41 a 3,62 cm., longitud adecuada para capullos híbridos<sup>4</sup>, y en gran medida coincidente con lo hallado por otros investigadores quienes mencionan valores de 2,5 a 4,5 cm<sup>4</sup> y 3,21 a 3,5 cm<sup>12</sup>. En este sentido, los mejores híbridos encontrados en el estudio fueron Ana F7 hembra x Lucy F6 macho, Lucy F6 hembra x Sylvia F6 macho, y Eva2 F7 hembra x Lucy F6 macho, en el orden que se indican.

Los híbridos evaluados tuvieron pesos de capullo fresco que variaron entre 1,83 a 2,09 g, valores que se evidentemente son el resultado de un vigor híbrido respecto a los padres, y que se encuentran cercanos a lo registrado en híbridos F1 coreanos con peso de 2,5 gramos<sup>2</sup>, o los híbridos Konsota, Pílamos 1 y Pílamos 2 con pesos de capullo de 2,02, 2,10 y 2,06 gramos<sup>5</sup>. En este sentido, los pesos encontrados para los híbridos Ana F7 hembra x Lucy F6 macho con 2,09 gramos y Lucy F6 hembra x Sylvia F6 macho con 2,06 gramos sugieren que estos híbridos son de muy buena calidad, sin

embargo los otros híbridos estudiados también mostraron muy buenas características respecto al peso.

Los altos porcentajes de corteza de capullo registrados para las combinaciones híbridas estudiadas sugieren el alto potencial en rendimiento en seda cruda en tales híbridos, destacando en este carácter el híbrido Eva2 F7 hembra x Lucy F6 macho con 25,94 %, habiéndose determinado que los valores encontrados son similares o superiores a los porcentajes encontrados por otros investigadores, aunque en ciertos casos nuestros valores son ligeramente menores <sup>2,4,5,6,11,12,13,7,8,9,14,15,10,16,17,18,19</sup>.

El ciclo de desarrollo del insecto y de los estados de desarrollo en particular, bajos las condiciones de temperatura, humedad relativa, y otras, en que se realizó el estudio, ocurrió dentro de los términos de tiempo adecuados y con relativa coincidencia con lo encontrado por otros investigadores <sup>4,15</sup> lo cual, sin embargo, no afectó en absoluto el proceso productivo de capullos en el programa de crianzas masivas del gusano de seda. Los rendimientos en kilogramos de capullo fresco por caja de huevos en los híbridos evaluados, fluctuantes entre 28,80 y 41,60 kilos, fueron similares o mayores a híbridos estudiados en el mundo <sup>7,8,9,16,17,18,19</sup> lo cual permitió establecer que los híbridos estudiados generaron altos rendimientos en capullo fresco, en especial las combinaciones Lucy F6 hembra x Sylvia F6 macho con 41,6 kg de capullo fresco, y Sylvia F6 hembra x Lucy F6 macho con rendimientos de 39,4 kg de capullo fresco. Los porcentajes de seda cruda registrados entre 19,70 a 21,90 % fueron similares o mayores que los valores encontrados en otros híbridos estudiados en el mundo <sup>8,15,16</sup> lo cual deja confirmado el alto potencial en rendimientos en seda cruda de las combinaciones híbridas estudiadas, siendo por tanto recomendable la crianza de tales híbridos para producción masiva de capullo y fibra de seda.

Por otro lado, los híbridos evaluados tuvieron rendimientos diferenciales en seda cruda expresados en kilos de seda cruda por caja de huevos, habiéndose precisado que la mayoría de ellos tuvieron rendimientos relativamente altos entre alrededor de 6,0 y 8,0 kilos, sobre todo en las combinaciones híbridas entre Lucy y Sylvia, similares a valores que se reportan para híbridos estudiados por otros investigadores cuyos rendimientos se sitúan entre 7,33 a 8,54 kilos <sup>2,8,20</sup>. La devanabilidad de capullos en híbridos fue categorizada como devanable a muy devanable con porcentajes de devanabilidad de 81,8 a 100,0 %, estando la mayoría de los híbridos en la más alta categoría indicada, resultando por tanto muy adecuados para la producción de fibra de seda. Otros híbridos evaluados en el mundo muestran valores relativamente menores a los hallados en el presente estudio <sup>6,8,9,10</sup>.

## CONCLUSIONES

1. Los híbridos F1 tienen alto grado de homogeneidad genética, evidenciando efecto de vigor híbrido en tamaño y peso de capullo.
2. El peso promedio de capullo fresco completo y el porcentaje de corteza de capullo en todos los híbridos son aceptables para fines de producción comercial de capullo y seda cruda, siendo Ana x Lucy, Lucy x Sylvia, Eva2 x Lucy, y Sylvia x Lucy las mejores combinaciones.
3. Todos los híbridos, excepto Eva1 F7 hembra x Sylvia F6 macho, tienen la misma duración de desarrollo desde la incubación a la cosecha.
4. Todos los híbridos, excepto Eva2 F7 hembra x Lucy F6 macho, presentan altos rendimientos en capullo fresco por caja de huevos y altos rendimientos en seda cruda.

5. Los capullos en todos los híbridos tienen altos porcentajes de devanabilidad.

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Martos, A. Conocimiento y/o Experiencia Personal. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima – Perú, (2009).
- Sericultural Experiment Station and Rural Development Administration of Korea Principles and Practices in Sericulture. Republic of Korea, (1993). 346 p.
- Mellado A. y P. Cadenas. Genética mendeliana – Genética aplicada. *cmappublic3.ihmc.us/.../GENETICAMENDELIANA%20MELI.pdf*. Revisado por A. Martos en la fecha 02/09/2010.
- Cifuentes, C. A. y K. W. Sohn (1998) Manual Técnico de Sericultura: cultivo de la morera y cría del gusano de seda en el trópico. Convenio SENA – CDTS. Pereyra- Colombia. 438 p.
- Sohn, K. W. (1996) Dos nuevos híbridos de gusano de seda creadas por el CDTS. *Sericultura Colombiana*, Centro de Desarrollo Tecnológico de Sericultura (CDTS). Pereyra – Colombia. 3 (14), 7 - 8.
- Raghavendra Rao. D., S. Banerjee, B. K. Kariappa, R. Singh, V. Premalatha and S. B. Dandin (2003) Studies on manifestation of hybrid vigour in F1 and Three-way crosses of multivoltines x bivoltine silkworm, *Bombyx mori* L. *Int. J. Indust. Entomol.* 7(2), 209 - 219.
- Sudhakara Rao, P., R. K. Datta, A. K. Palit and S. Z. H. Rufaie (2004) Seasonal effects on the performance of newly evolved bivoltine hybrids of the silkworm (*Bombyx mori* L.) under tropics. *Int. J. Indust. Entomol.* 9(2), 193 - 198.
- Babu M. R., H. Lakshmi, J. Prasad, J. Seetharamulu and Chandrashekharaiyah (2005) Development of new productive bivoltine silkworm (*Bombyx mori* L.) hybrid, APS83 x APS102. *Int. J. Indust. Entomol.* 11(1), 27 - 36.
- Naseema Begum A., M. Rekha, M. M. Ahsan and P. Sudhakara Rao (2000) Evaluation of two promising hybrids viz, HSP1(A3 x 935 E) and HSP2 (A3 x 916 B) in the silkworm, *Bombyx mori* L. *Int. J. Indust. Entomol.* 1(2), 103 - 109.
- Begum A. N., H. K. Basavaraja, M. Rekha, M. M. Ahsan, and R. K. Datta (2001) Identification of breeding resource material for the development of thermo – tolerant breeds in the silkworm, *Bombyx mori* L. *Int. J. Indust. Entomol.* 2(2), 111 - 117.
- Kang, P. D., B. H. Sohn, S. U. Lee, S. O. Woo and S. J. Hong (2003) Breeding of a new silkworm variety, Chugangjam, with a sex – limited larval marking and high silk yielding for summer- autumn rearing season. *Int. J. Indust. Entomol.* 6 (1), 57 - 61.
- Kumaresan, P., R. K. Sinha and K. Thangavelu (2003) Heterosis studies in some elite multivoltine silkworm (*Bombyx mori* L.) races with popular bivoltine NB4D2. *Int. J. Indust. Entomol.* 7(2), 221 - 229.
- Reddy, N. M., H. K. Basavaraja, N. S. Kumar, P. G. Joge, G. V. Kalpana and S. B. Dandin (2003) Performance of newly evolved bivoltine silkworm hybrids of *Bombyx mori* with reference to hybrid vigour. *Int. J. Indust. Entomol.* 7(1), 59 - 63.
- Kipriotis E. and D. Grekov (2000) Some nutritional studies on some Bulgarian silkworm (*Bombyx mori* L.) hybrids reared in northern Greece. *Int. J. Indust. Entomol.* 1(2), 155 - 159.
- Kang P.D., K. M. Kim, B. H. Sohn, S. U. Lee, S. O. Woo, and S. J. Hong (2001) Breeding of a new silkworm variety, Chunsujam, with a high silk yielding for spring rearing season. *Int. J. Indust. Entomol.* 2(1), 65 - 68.
- Sudhakara Rao P., R. Singh, G. V. Kalpana, V. Nishitha Naik, H. K. Basavaraja, G. N. Rama Swamy and R. K. Datta (2001) Evaluation and identification of promising bivoltine hybrids of silkworm, *Bombyx mori* L., for tropics. *Int. J.*



- Indust. Entomol.* 3(1), 31 - 35.
17. Datta R. K., H. K. Basavaraja, N. M. Reddy, S. N. Kumar, N. S. Kumar, M. R. Babu, M. M. Ahsan and K. P. Jayaswal (2001) Breeding of new productive bivoltine hybrid, CSR12 x CSR6 of silkworm *Bombyx mori* L. *Int. J. Indust. Entomol.* 3(2), 127 - 133.
  18. Raghavendra Rao, D., R. Singh, V. Premalatha, B. K. Kariappa, M. Rekha and K. P. Jayaswal (2002) Manifestation of hybrid vigour and combining ability in polyvoltine x bivoltine hybrids of silkworm, *Bombyx mori* L. *Int. J. Indust. Entomol.* 4(1), 23 - 30.
  19. Sudhakara Rao P., M. Rekha, V. N. Naik, S. N. Pallavi and K. C. Mahalingappa (2002) Hybrid vigour in polyvoltine x bivoltine (sex – limited cocoon colour) hybrids of silkworm *Bombyx mori* L. *Int. J. Indust. Entomol.* 4(1), 37 - 41.
  20. Petkov N., Z. Petkov, D. Grekov and K. Arnaudova (2004) Evaluation of new commercial F1 hybrids of silkworm (*Bombyx mori* L.) with participation of sex – limited lines. *Int. J. Indust. Entomol.* 9(1), 47 - 51.
  21. Seshagiri S. V., C. Ramesha and C. G. P. 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.
  22. Martos, A. (1996) Crianza comercial del gusano de seda. Universidad Nacional Agraria La Molina, Departamento de Entomología - Proyecto de Sericultura UNALM. Lima – Perú. 91 p.

Correspondencia:

Agustín Martos Tupes

Universidad Nacional Agraria La Molina. Facultad de Agronomía – Departamento de Entomología. Av. La Molina s/n. La Molina. Lima Apartado 456. Lima 100. Perú

Teléfono: 6147800, Anexo 328 E-Mail: amartos@lamolina.edu.pe

**Tabla 1. Caracteres morfológicos y biológicos en larvas y capullos de híbridos F1 de “gusano de seda”, *Bombyx mori* L., La Molina – Lima. Octubre – Diciembre, 2009**

Híbridos F1	Larvas con manchas (%)	Desarrollo (incubación - cosecha de capullos) (días)	Capullo blanco (%)	Capullo amarillo claro (%)	Capullo elíptico (%)	Capullo elíptico alargado (%)	Capullo constricto (%)	Capullo elíptico alargado con ligera constricción (%)
Eva1 F7 H x Sylvia F6 M	100	47	100	0,0	0,8	0,0	99,2	0,0
Eva2 F7 H x Sylvia F6 M	100	46	100	0,0	0,0	0,0	4,0	96,0
Eva2 F7 H x Lucy F6 M	100	46	100	0,0	0,0	100	0,0	0,0
Lucy F6 H x Sylvia F6 M	100	46	100	0,0	0,0	0,0	10,6	89,4
Ana F7 H x Lucy F6 M	100	46	0,0	100	0,0	99,4	0,0	0,6
Sylvia F6 H x Lucy F6 M	100	46	100	0,0	0,0	0,0	7,5	92,5

H: hembra; M: macho

**Tabla 2. Tamaño y peso promedio de capullos en 6 híbridos F1 de “gusano de seda”, *Bombyx mori* L., La Molina – Lima. Octubre – Diciembre, 2009**

Híbridos F1	Tamaño		Peso de un capullo completo (g)			Porcentaje de corteza de capullo		
	Número de capullos por litro	Longitud (cm)	Hembra	Ma cho	Promedio	Hembra	Ma cho	Prome dio
Eva1 F7 H x Sylvia F6 M	83	3,41 c	2,11	1,70	1,90 bc	21,9	24,8	23,33 c
Eva2 F7 H x Sylvia F6 M	68	3,41 c	2,13	1,55	1,83 c	22,6	26,4	24,52 b
Eva2 F7 H x Lucy F6 M	59	3,54 ab	2,26	1,65	1,95 b	23,4	28,5	25,94 a
Lucy F6 H x Sylvia F6 M	64	3,57 ab	2,37	1,75	2,06 a	22,1	26,0	24,08 b
Ana F7 H x Lucy F6 M	58	3,62 a	2,40	1,70	2,09 a	22,4	26,2	24,33 b
Sylvia F6 H x Lucy F6 M	71	3,52 b	2,16	1,69	1,92 b	22,7	26,5	24,62 b

H: hembra; M: macho.

Se emplearon 30 capullos de cada híbrido F1 tomados al azar: 15 correspondientes a hembras y 15 a machos. Promedios seguidos por la misma letra no son estadísticamente diferentes

**Tabla 3. Rendimientos en capullo y fibra de seda cruda y devanabilidad de capullos en 6 híbridos F1 de “gusano de seda”, *Bombyx mori* L., La Molina - Lima. Octubre – Diciembre, 2009**

Híbridos F1	Rendimientos en capullo fresco/postura (Kg)	Rendimientos estimados en capullo fresco/caja de huevos (Kg) *	Rendimientos en seda cruda/100 g de capullo fresco (Kg)	Porcentaje de seda cruda	Rendimientos estimados en seda cruda/caja de huevos (Kg) **	Devanabilidad (%)	Categoría de devanabilidad
Eva1 F7 H x Sylvia F6 M	0,800	32,00	0,0199	19,90	6,368	100,0	Muy devanable
Eva2 F7 H x Sylvia F6 M	0,720	28,80	0,0208	20,80	5,990	81,80	Devanable
Eva2 F7 H x Lucy F6 M	0,570	22,80	0,0219	21,90	4,993	100,0	Muy devanable
Lucy F6 H x Sylvia F6 M	1,040	41,60	0,0197	19,70	8,195	93,80	Muy devanable
Ana F7 H x Lucy F6 M	0,755	30,20	0,0200	20,00	6,040	100,0	Muy devanable
Sylvia F6 H x Lucy F6 M	0,985	39,40	0,0203	20,30	7,998	100,0	Muy devanable

\* Peso extrapolado a una caja de huevos (40 posturas)

\*\* Peso extrapolado al rendimiento en capullo fresco de una caja de huevos

H: hembra; M: macho



Fig. 1: Larvas de V estadio del híbrido F1: LUCY F6 hembra x SYLVIA F6 macho. (A. Martos.)



Fig. 2: Larvas de V estadio del híbrido F1: SYLVIA F6 hembra x LUCY F6 macho. (A. Martos)



Fig. 3: Larvas de V estadio del híbrido F1: ANA F7 hembra x LUCY F6 macho. (A. Martos)



Fig. 4: Capullos del híbrido F1: LUCY F6 hembra x SYLVIA F6 macho (A. Martos)



Fig. 5: Capullos del híbrido F1: SYLVIA F6 hembra x LUCY F6 macho (A. Martos)



Fig. 6: Capullos del híbrido F1: ANA F7 hembra x LUCY F6 macho (A. Martos)