

INFLUENCIA DEL MÉTODO DE EMBOSQUE SOBRE LA PRODUCCIÓN DE CAPULLOS DE GUSANOS DE SEDA (*BOMBYX MORI* L.)

Samanta Dobler*, Stefanía Buda, Silvia de Bargas y Alejandra Valverde

Universidad de Buenos Aires, Facultad de Agronomía, Departamento de Producción Animal, Cátedra de Producciones Animales Alternativas

Galpón de cría y mejoramiento de gusanos de seda

* E-mail: dobler@agro.uba.ar

Recibido: 09/12/2022

Aceptado: 12/07/2023

RESUMEN

La sericultura es la actividad que comprende la producción y comercialización de seda mediante la cría del gusano *Bombyx mori* L. Finalizada la etapa larval, el gusano adulto está en condiciones de formar su capullo, de donde se obtiene la fibra textil. A partir de ese momento, las larvas buscan subir a alguna estructura que les brinde diversos puntos de apoyo para construir su capullo. Esas estructuras, denominadas bosques, pueden ser de diferentes materiales y diseños, y condicionan de forma relevante la producción de capullos de calidad. Los métodos de embosque con espacios individuales delimitados suelen disminuir el porcentaje de capullos dobles, a diferencia de aquellos como rodalinas o rejás. En este contexto, la hipótesis del presente trabajo fue que en los bosques que proveen espacios individuales para el encapullado se obtiene mayor rendimiento y capullos de mejor calidad, que cuando presentan espacios sin delimitar. El objetivo principal fue evaluar la influencia de cuatro estructuras de embosque sobre el rendimiento y la calidad de capullos de seda: rodalina, reja plástica, marco japonés y maple de huevo, correspondiendo los dos últimos a embosques con espacios individuales. Se relevaron nueve variables: (i) capullos formados, (ii) capullos dobles, (iii) capullos no devanables, (iv) capullos devanables, (v) peso de capullo entero, (vi) peso de corteza, (vii) largo de capullo, (viii) peso de corteza total, (ix) porcentaje de seda cruda. Los resultados mostraron diferencias significativas entre tratamientos en seis variables (cantidad de capullos dobles, cantidad de capullos no devanables, peso capullo entero, peso de corteza, largo de capullo y porcentaje de seda cruda). Aunque no en todos los casos la superioridad correspondió a los embosques con espacios individuales (marco japonés y maple), la superioridad de estos en el rendimiento en seda y el peso de corteza individual alientan a continuar la investigación.

Palabras clave: sericultura, capullos de seda, estructuras de embosque, gusano de seda.

EFFECT OF THE MOUNTAGE SYSTEM OVER THE PRODUCTION OF SILKWORMS (*BOMBYX MORI* L.) COCOONS

ABSTRACT

Sericulture is the activity that involves the production and commercialization of silk through the rearing of silkworm *Bombyx mori* L. At the end of the larval stage, the adult worm starts spinning the cocoon, from which the textile fiber is obtained. From that moment on, the larvae seek to climb a structure that provides support points to begin building their cocoon. Those structures are called mountages, and they can be made of different materials and designs. The mountages significantly condition the production of quality cocoons. For example, mountages with individual delimited spaces tend to decrease the percentage of double cocoons, unlike those such as bottle brushes or plastic collapsible mountages. In this context, the descriptive hypothesis of this study was that in mountages that provide individual spaces for cocooning, higher yields and better-quality cocoons are obtained than those with undefined spaces. The main objective was to evaluate the influence of four mountages structures on the yield and quality of silk cocoons: bottle brush, plastic collapsible mountages, Japanese frame and egg holders, the last two corresponding to mountages with individual spaces. The following variables were analyzed: (i) formed cocoons, (ii) double cocoons, (iii) non-reelable cocoons, (iv) reelable cocoons, (v) total cocoon weight, (vi) bark weight, (vii) cocoon length, (viii) total bark weight, (ix) percentage of raw silk. The results showed significant differences between treatments in six of them (number of double cocoons; number of non-reelable cocoons; whole cocoon weight; bark weight; cocoon length; percentage of raw silk). Although not in all cases the superiority corresponded to mountages with individual spaces (Japanese frame and egg holders), the superiority of these in silk yield and individual bark weight encourage further research.

Key words: sericulture, silk cocoons, mountages, silkworm.

INTRODUCCIÓN

La sericultura es la actividad que comprende la producción y comercialización de seda mediante la cría del gusano *Bombyx mori* L. El origen de esta producción es milenario y se remonta a la China Imperial. Actualmente, China, seguido de India, es el primer productor mundial de seda, y fija su precio internacional. En América Latina se destacan como exportadores Brasil y Colombia (International Sericultural Commission, 2015). El mercado de esta fibra es principalmente la industria textil, aunque su aprovechamiento alcanza diversidad de campos, como la medicina (biomaterial en medicina regenerativa) y la biotecnología (Cenis, 2010; Rios Osorio *et al.*, 2017).

B. mori pertenece a la familia Bombycidae, orden Lepidoptera, clase Insecta (Hanada y Watanabe, 1986). Es un insecto holometábolo de metamorfosis completa que cumple su ciclo en 50 a 55 días y en el transcurso de su vida pasa por cuatro etapas: (i) huevo, (ii) larva, (iii) pupa o crisálida y (iv) polilla o mariposa (Cifuentes y Sohn, 1998). Al finalizar la etapa larval, el gusano adulto está en condiciones de formar su capullo, estructura que le permite atravesar el proceso de metamorfosis de larva a pupa, y de donde se obtiene la fibra textil. A partir de ese momento las larvas buscan subir a alguna estructura que les brinde diversos puntos de apoyo para comenzar a construir su capullo. Así se inicia el proceso de fijación mediante una masa laxa de fibras que le brinda el sostén necesario, denominado borra. Estas estructuras se denominan bosques. Luego de tres a cuatro días de tejido, comienza la etapa de crisálida o pupa (que se extiende de 10 a 14 días), caracterizada por una gran quietud del organismo dado que se reduce al máximo su capacidad de movimiento, y con esto, su capacidad de defenderse, misión que en definitiva corresponde al capullo (Cifuentes y Sohn, 1998).

La función del bosque es la de proveer espacios angulares y uniformes para que las larvas puedan construir individualmente sus capullos de forma sencilla. La fabricación y tipos de bosques dependen de la disponibilidad local de materiales económicos que puedan servir para tal fin, motivo por el cual en cada país se utilizan diferentes métodos. Según Mathur y Qadri (2010) un buen bosque, que no afecte el tamaño y la forma de los capullos debería poseer las siguientes cualidades: (i) proveer un espacio suficiente y uniforme para el hilado; (ii) ser económico, duradero y fabricado con un material disponible a nivel local; (iii) ser de fácil limpieza, desinfección y almacenamiento; (iv) facilitar la tarea de cosecha; (v)

absorber la humedad generada por la purga (*i.e.* el último vaciado del tracto digestivo antes de comenzar la metamorfosis).

Los bosques condicionan de forma relevante la producción de capullos de calidad principalmente a través del tipo de material empleado y del espacio que la estructura provea para que los gusanos puedan hilar. Respecto al espacio, aquellos que resulten angostos afectarán la ventilación, disminuyendo la capacidad productiva y aumentando el riesgo de proliferación de hongos y bacterias (Vasisht, 1990). Por el contrario, los espacios muy anchos resultan en una excesiva pérdida de seda en la formación de borra. Por ende, la adopción de una correcta tecnología de embosque, que brinde un espacio adecuado para el encapullado, contribuirá significativamente a una mejora en la obtención de capullos de buena calidad. Además, se ha observado que cuando el material y la estructura del bosque no son apropiados, la devanabilidad (*i.e.* la facilidad de separación del filamento de la corteza durante el proceso de devanado) de los capullos se reduce (Rashid *et al.*, 2018). Según Omura (1980), la cantidad de capullos deformes aumenta de manera proporcional a la irregularidad de los espacios que ofrece un sistema de embosque. También sostiene que los marcos fabricados con materiales duros y que ofrecen espacios pequeños para el hilado, favorecen la formación de capullos que presentan alteraciones en su forma física. Estos capullos defectuosos, producto del sistema de embosque y no por la forma de hilar de la larva, se denominan capullos marcados y no son aptos para el proceso de devanado.

Tanto en la cría industrial como en la artesanal se utilizan diferentes tipos de bosques para la etapa de encapullado. Las estructuras más usadas a nivel mundial son: (i) la rodalina o "bottle brush", estructuras con un eje central en el que se ensamblan de modo secuencial piezas individuales con varillas plásticas distribuidas radialmente desde su centro, cubriendo un giro de 360° (el ensamble final se asemeja a un cepillo para limpiar tubos, como lo indica su nombre en inglés); (ii) el marco japonés giratorio, estructura rectangular con celdas delimitadas por tiras de cartón del tamaño adecuado para el hilado de una larva; (iii) la reja plástica, dispuesta formando dobleces que permitan espacios angulares para el hilado; (iv) el marco de bambú, que consiste en tiras de bambú fijadas en estructuras espiraladas del mismo material. La rodalina es el método de embosque adoptado por el galpón de cría y mejoramiento genético de gusanos de seda de Facultad de Agronomía de la

Universidad de Buenos Aires (FAUBA). En la Argentina, estas estructuras son fabricadas por el INTI (Instituto Nacional de Tecnología Industrial), que generó un diseño de matriz basada en el modelo clásico italiano. Dentro de sus ventajas se destacan su elevada vida útil, de aproximadamente 10 años, la posibilidad de ser desarmadas al finalizar la cosecha, requiriendo muy poco espacio para su almacenaje, y la simplicidad en las operaciones de cosecha y, en especial, de desinfección. Su principal desventaja es su elevado costo de fabricación (Mathur y Qadri, 2010). El marco japonés giratorio es una estructura desarrollada y mejorada en Japón, y también se utiliza en Brasil. En un ciclo de cría, una vez que todas las larvas se encuentran sobre la estructura, los marcos se cuelgan desde el techo en filas superpuestas. Al comenzar a hilar, las larvas muestran una tendencia a trepar por las estructuras, encapullando en los niveles más altos; por ello, la posibilidad de girarlos cuando las celdas superiores están ocupadas permite una mejor distribución de los capullos. Entre sus ventajas, se destacan la facilidad de las tareas de cosecha, limpieza y desinfección, y la disposición homogénea de los espacios con forma regular para el encapullado. Sus desventajas son principalmente la elevada inversión inicial dada la estructura adicional que posibilita su giro y la ausencia de fabricantes nacionales o importadores que faciliten el acceso a estos sistemas (Sahana, 2018). Las rejillas plásticas corrugadas, que se utilizan principalmente en India, están conformadas por un material liviano, requieren poco espacio de almacenamiento, se desinfectan de manera sencilla y permiten una rápida y simple cosecha de los capullos (Department of Sericulture, Government of Karnataka, 2016). Su principal desventaja es la de proporcionar espacios de tamaños y formas altamente irregulares para el hilado (Sahana, 2018).

Los principales países productores de seda realizaron diversos ensayos comparando diferentes estructuras de embosque para analizar diferencias en la calidad de los capullos. Duque y Hernry (1998) evaluaron el peso total de capullos producidos y el porcentaje de capullos devanables en cuatro bosques diferentes, encontrando mejores resultados empleando el "seriframe", un sistema similar al marco japonés, con celdas individuales. Shinde *et al.* (2012) compararon hojas de datilera silvestre -*Phoenix sylvestris* (L.)-, similares a la estructura de las rodalinas, con las rejillas de plástico. Sus resultados indicaron mejores parámetros productivos (*i.e.* peso de capullos) cuando se emplearon hojas de palmera. De

manera similar, Ademola *et al.* (2014) compararon la eficiencia de uso de marcos de bambú, rejillas plásticas, hojas de palmera y cestas. Los autores observaron la superioridad de todos los parámetros medidos al emplear hojas de palmera como método de embosque. Naphade *et al.* (2010) compararon la eficiencia de la hoja de mango y de la rejilla plástica, registrando valores de peso de capullo, peso de pupa y peso de corteza mayores en aquellos capullos hilados sobre las hojas de mango (1,603 g, 1,313 g y 0,293 g, respectivamente) en relación a los obtenidos en las rejillas plásticas (1,396 g, 1,137 g y 0,259 g, respectivamente). Sangappa *et al.* (2009) realizaron un análisis comparativo de diferentes los sistemas de embosque, entre ellos los marcos de bambú, las rejillas plásticas y los marcos japoneses giratorios, eligiendo como variables respuesta la cantidad de seda cruda producida y la calidad de los capullos obtenidos. Sus resultados indicaron mayor peso de capullo entero (con pupa en el interior) en la rejilla plástica (2,087 g), el marco de bambú (2,077 g) y el marco japonés giratorio (2,048 g).

En América Latina se encontraron pocos antecedentes publicados sobre esta temática. Dadas las características de la producción en Argentina (artesanal o de pequeña escala), las estructuras comúnmente utilizadas son los maples para huevos, material ampliamente disponible a nivel regional proveniente de la industria avícola, de fácil acceso y bajo costo. Sin embargo, los esfuerzos por estudiar este sistema han sido escasos a nivel nacional. A este vacío de información se suma que el maple de huevo no es de uso habitual en otras partes del mundo con esta finalidad, por lo cual tampoco hay antecedentes internacionales sobre este sistema. Otro de los sistemas que se ha implementado estos últimos años, gracias a recursos provenientes de proyectos con financiamiento internacional entre 2005 y 2022, son las rodalinas, en reemplazo de los maples por su facilidad de limpieza y desinfección. En cambio, el marco japonés y la rejilla plástica no están difundidos en el país.

En este contexto, este trabajo tuvo el objetivo de evaluar si la calidad y el rendimiento de los capullos de seda se ven afectados por las estructuras de embosque, analizando aquellas más usualmente empleadas en la Argentina (rodalina y maple), y otras de amplio uso en el exterior (marco japonés y rejilla plástica), como tratamientos a comparar. La hipótesis descriptiva fue que en los embosques que proveen espacios individuales para el encapullado (marco japonés giratorio y maples de huevo), se obtiene mejor rendimiento, con capullos de

mejor calidad, al poseer las larvas espacios físicos delimitados en su tamaño de forma homogénea.

METODOLOGÍA

El trabajo se llevó a cabo en el galpón de cría y mejoramiento de gusanos de seda de la FAUBA, entre octubre y noviembre de 2019, con la variedad Alicia de *B. mori* obtenida por selección recurrente a partir del banco genético propio (Basso *et al.*, 2017). Esta variedad fue elegida por tratarse de una de las más utilizadas por los productores de la Argentina.

Para analizar el efecto del método de embosque sobre el rendimiento y la calidad de los capullos de seda, se empleó un diseño completamente aleatorizado (DCA) con los siguientes tratamientos: rodalina (Ro), maple de huevo (Ma), marco japonés (Mj) y rejilla plástica (Re) (Figuras 1, 2, 3 y 4, respectivamente). Los marcos japoneses y las rejillas plásticas se construyeron replicando modelos de India y Japón, aunque en el caso del marco japonés, no se incorporó el mecanismo de giro al ser una réplica a pequeña escala que impide incorporar el mecanismo de giro utilizado en crías masivas. Se emplearon cinco repeticiones por tratamiento, distribuyéndose de forma aleatoria un total de 1.400 larvas (20 cajas de cría, 70 individuos en cada una). Las cajas de cría donde se montaron los tratamientos de embosque consistieron en envases plásticos, de 48 cm de largo, 35 cm de ancho y 17 cm de alto, con el fondo recubierto con papel absorbente. Éstas se identificaron con el tratamiento y número de repetición, y se dispusieron al azar en los estantes de las estanterías para minimizar efectos de variaciones ambientales (temperatura, humedad e iluminación). Cada caja constituyó una unidad experimental.



Figura 1. Rodalina plástica, estructura de embosque utilizada habitualmente en el galpón de cría y mejoramiento de gusanos de seda de la FAUBA.



Figura 2. Maple de huevo, elemento utilizado por pequeños productores en Argentina.



Figura 3. Marco japonés, de uso común en Brasil. Construido para este trabajo, sin el mecanismo de giro.



Figura 4. Reja plástica, de uso común en India. Réplica construida para este trabajo.

La crianza transcurrió en condiciones de temperatura y humedad controladas, empleando un climatizador y un humidificador centrífugo, los cuales se regularon por medio de un termostato y un 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 de los gusanos se utilizaron hojas de moreras (*Morus alba* L.) recién cosechadas del monte propio, suministradas frescas tres veces por día, a las 8:30, 13:00 y 18:00 h. En los estadios larvales 1, 2 y 3 se alimentó con hojas picadas, y en los estadios 4 y 5, con hojas enteras. Las estructuras de embosque se colocaron entre el 28 y el 30 de octubre, al detectar los indicadores de inicio de encapullado. Del 9 al 11 de noviembre se cosecharon los capullos, efectuando el desborre, la remoción de la masa laxa de fibras que recubre al capullo, de forma manual.

Determinaciones

Al finalizar el ensayo, se determinaron las siguientes variables: (i) cantidad de capullos formados, (ii) cantidad de capullos dobles, (iii) cantidad de capullos no devanables (que incluyen los dobles, los de conformación defectuosa, o con manchas), (iv) peso de capullo entero, (v) peso de corteza (capullo sin pupa y sin restos de muda), (vi) largo de capullo, (vii) capullos devanables (diferencia entre capullos totales y no devanables; globaliza los resultados

respecto del rendimiento), (viii) peso de corteza total (el producto entre el número de capullos devanables y el peso de corteza promedio de tratamiento) y (ix) porcentaje de seda cruda (cociente entre el peso de corteza y el peso de capullo entero afectado por 100). El peso de corteza se midió con balanza analítica digital (marca General Chain, precisión 0,01 g) y el largo de capullo, con calibre digital. Todas las variables se relevaron sobre capullos frescos. El cálculo de los ítems (vii), (viii) y (ix) se realizó con el propósito de constatar si las eventuales diferencias en los ítems (i) a (vi) se podrían ver reflejados en resultados productivos.

Análisis estadístico

Los resultados fueron analizados por ANOVA con un nivel de significancia del 5% y se realizaron comparaciones de medias para cada variable, a través de la prueba de rango múltiple de Tukey, también con un nivel de significancia del 5% (Montgomery, 2004). Previo al ANOVA, se probó el cumplimiento de los supuestos del modelo, evaluando normalidad mediante gráficos cuantitativos cuantil-cuantil (Q-Q plot) e histogramas en las muestras numerosas, y la prueba de Shapiro-Wilks para aquellas variables cuyas muestras resultaron pequeñas (Asghar y Saleh, 2012). Para la homocedasticidad de varianzas se utilizó la prueba de Levene, asumiendo que el supuesto de independencia se cumple habiendo respetado la asignación aleatoria de tratamientos y repeticiones en el diseño experimental. Cuando no se cumplió el supuesto de normalidad (cantidad de capullos dobles), se reemplazó el ANOVA por la prueba no paramétrica de comparación de medianas de Kruskal-Wallis (Gómez-Gómez *et al.*, 2003). Todos los análisis se efectuaron con el software Infostat (versión estudiantil).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En cuanto a la cantidad de capullos obtenidos y su clasificación por tipo (capullos formados, dobles y no devanables), se encontraron diferencias significativas en las variables capullos dobles y capullos no devanables (Cuadro 1). El total de capullos formados por tratamiento no difirió significativamente, lo que indica que todas las estructuras utilizadas cumplen con las condiciones necesarias para el ascenso de las larvas, su fijación y tejido del capullo. Estos resultados se contraponen con lo publicado por Duque y Hernry (1998), único antecedente disponible para esta variable, quienes encontraron una producción de capullos significativamente

Cuadro 1. Cantidad de capullos formados, capullos dobles y capullos no devanables por tratamiento (Ro: rodalina, Ma: maple; Mj: marco japonés, Re: reja plástica). Los valores representan las medias $\pm$ el desvío estándar (en unidades).

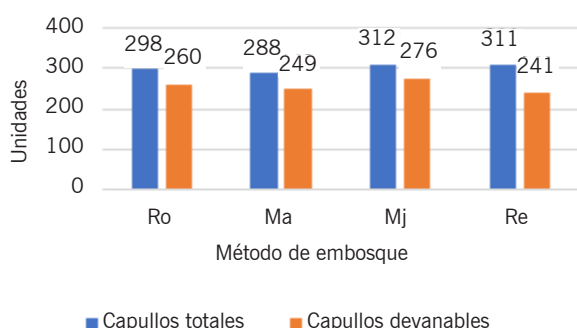
Método de embosque	Capullos formados	Capullos dobles	Capullos no devanables
Ro	298 $\pm$ 59,6 a	9 $\pm$ 1,8 b	29 $\pm$ 5,8 b
Ma	288 $\pm$ 57,6 a	2 $\pm$ 0,4 a	37 $\pm$ 7,4 ab
Mj	312 $\pm$ 62,4 a	3 $\pm$ 0,8 ab	33 $\pm$ 6,6 ab
Re	311 $\pm$ 62,2 a	8 $\pm$ 1,6 b	62 $\pm$ 12,4 ab

Letras diferentes indican diferencias significativas entre tratamientos ($P < 0,05$).

inferior en las rejas plásticas respecto a rodalinas, "se-riframe" y paneles de cartón.

La cantidad de capullos dobles no difirió para los tratamientos rodalinas (Ro) y rejas plásticas (Re), que superaron a la cantidad de capullos dobles que se obtuvieron cuando los gusanos se criaron en los maples (Ma) y en los marcos japoneses (Mj) (Cuadro 1). Esto podría ser un indicio de que las celdas individuales del maple disminuyen la probabilidad de que dos o más larvas comiencen a tejer juntas. Por otro lado, para la variable capullos no devanables, se detectaron diferencias significativas entre las rejas plásticas (Re) y las rodalinas (Ro), mostrando la superioridad de estas últimas (Cuadro 1), con un descarte de capullos inferior.

Para sintetizar estos resultados en un parámetro que oriente sobre el rendimiento total de cada estructura de embosque, se analizó la cantidad de capullos devanables, resultante de la diferencia entre capullos formados y capullos no devanables (los capullos dobles están incluidos en los no devanables). A pesar de las diferencias descriptas en los párrafos anteriores, la cantidad de capullos devanables no varió de manera significativas entre los tratamientos (Figura 5).

**Figura 5.** Cantidad de capullos totales y devanables por tratamiento (Ro: rodalina, Ma: maple, Mj: marco japonés, Re: reja plástica). Los capullos devanables fueron calculados por diferencia entre capullos totales y capullos no devanables. Las columnas representan las medias de cada tratamiento y las barras verticales el desvío estándar (en unidades). No se detectaron diferencias significativas ($P < 0,05$).

Las diferencias encontradas en las variables capullos dobles y no devanables no alcanzaron a incidir en el rendimiento global estimado a partir de los capullos devanables (Figura 5). Por lo tanto, los resultados difieren de lo reportado por Mathur y Qadri (2010) y Omura (1980), quienes concluyen que los bosques que proveen espacios individuales y uniformes para hilar favorecen la formación de capullos devanables. No obstante, las rodalinas presentaron una tendencia superior de capullos devanables que las rejillas plásticas, en coincidencia con el trabajo de Duque y Henry (1998), lo cual alienta a reiterar el ensayo, mejorando el modelo de rejilla de construcción propia.

El largo de capullo, el peso de capullo entero y el peso de corteza corresponden a algunas de las características individuales de los capullos a partir de las cuales se puede inferir su rendimiento en seda. En el presente trabajo, el peso de capullo entero (fresco) y el peso de corteza, presentaron una correlación mayor con el rendimiento en seda bruta que el largo de capullo (Cuadro 2). Respecto a la longitud de los capullos, el marco japonés (Mj) resultó significativamente superior al maple (Ma) y a la rejilla plástica (Re), y no se diferenció de la rodalina (Ro). No se encontraron antecedentes publicados para esta variable.

El peso entero del capullo fue significativamente mayor en el marco japonés (Mj) que en la reja plástica (Re), sin diferencias con los restantes tratamientos (Cuadro 2). Esto coincide con las investigaciones de Shinde et al. (2012), Naphade et al. (2010) y Ademola et al. (2014), y difiere de lo reportado por Sangappa et al. (2009), quienes encontraron pesos más altos en la reja que en el marco japonés. Para el peso de corteza, el marco japonés (Mj) también arrojó diferencias significativas respecto a la rodalina (Ro) y a la reja plástica (Re), resultando superior sin diferenciarse del maple (Ma), mientras que la rodalina (Ro) mostró peor desempeño que las estructuras con celdas individuales (Ma y

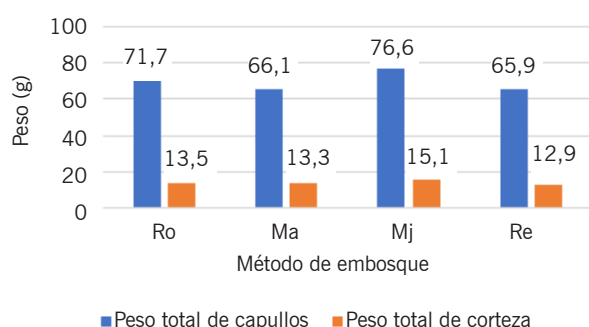
Cuadro 2. Largo de capullo, peso de capullo entero y peso de corteza por tratamiento (Ro: rodalina, Ma: maple; Mj: marco japonés, Re: reja plástica). Los valores representan el tamaño muestral y las medias $\pm$ el desvío estándar. Letras diferentes indican diferencias significativas entre tratamientos ($P < 0,05$).

Método de embosque	n	Largo capullo (mm)	n	Peso capullo entero (g)	n	Peso corteza (g)
Ro	261	32,1 $\pm$ 2,72 ab	260	1,32 $\pm$ 0,21 ab	259	0,25 $\pm$ 0,05 a
Ma	246	31,6 $\pm$ 2,46 a	247	1,33 $\pm$ 0,27 ab	242	0,27 $\pm$ 0,06 bc
Mj	275	32,4 $\pm$ 2,41 b	276	1,37 $\pm$ 0,25 b	271	0,28 $\pm$ 0,06 c
Re	233	31,8 $\pm$ 2,43 a	233	1,29 $\pm$ 0,28 a	230	0,25 $\pm$ 0,06 ab

Letras diferentes indican diferencias significativas entre tratamientos ($P < 0,05$).

Mj). En esta variable hay coincidencia con Sangappa *et al.* (2009) respecto a la superioridad del marco japonés sobre la rejilla plástica, y diferencias con Naphade *et al.* (2010) y Ademola *et al.* (2014), quienes reportaron mejor performance en bosques similares a las rodalinas respecto de las rejas plásticas. Cabe aclarar que en los trabajos realizados en el exterior el marco japonés presenta el mecanismo giratorio y que se desconoce si la ausencia de este mecanismo podría afectar la performance del método del embosque.

En suma, en términos de rendimiento y calidad se utilizaron tres variables de cálculo: peso total de capullos enteros (producto entre peso de capullo promedio por repetición y capullos devanables), peso total de corteza (producto entre peso de corteza promedio por repetición y capullos devanables) y porcentaje de seda bruta (cociente entre peso de corteza y peso de capullo entero afectado por 100). Las dos primeras variables se analizaron con la prueba de Kruskal-Wallis por el tamaño muestral reducido. Ninguna de las dos mostró diferencias significativas ($\alpha=0,05$; peso total de capullos: $H=3$, $p=0,3916$; peso total de corteza: $H=2,49$, $p=0,4772$) (Figura 6).

**Figura 6.** Peso total (g) de capullos enteros y de corteza por tratamiento (RO: rodalina, MA: maple, MJ: marco japonés, RE: reja plástica). Las columnas representan las medias por tratamiento y las barras verticales el desvío estándar. No se detectaron diferencias significativas ($P < 0,05$).

Para el porcentaje de seda bruta, el ANOVA arrojó diferencias significativas (Cuadro 3), mostrando la superioridad de los marcos japoneses (Mj) y los maples (Ma), con espacios individuales, respecto de las rodalinas (Ro) (Cuadro 3). Sin embargo, los resultados obtenidos para la reja plástica (Re) no permiten atribuir firmemente estas diferencias a los espacios individuales, por lo que este análisis deberá profundizarse en futuras investigaciones. No obstante, los resultados obtenidos sugieren que el uso de maples resultaría competitivo en relación a los parámetros del rendimiento analizados y sus costos en relación a otros métodos de embosques en el contexto de la producción argentina, siempre que se realice un correcto manejo sanitario de los mismos y durante la cría, para evitar la proliferación de patógenos debido a las características del material.

Cuadro 3. Rendimiento (%) de seda bruta por tratamiento (Ro: rodalina, Ma: maple; Mj: marco japonés, Re: reja plástica). Los valores representan las medias $\pm$ el desvío estándar.

Método de embosque	n	Rendimiento (% de seda bruta)
Ro	259	19,2 $\pm$ 3,57 a
Ma	244	20,6 $\pm$ 6,86 b
Mj	272	20,4 $\pm$ 4,77 b
Re	230	20,2 $\pm$ 5,74 ab

Letras diferentes indican diferencias significativas entre tratamientos ($P < 0,05$).

CONCLUSIONES

Este trabajo es uno de los pocos que analizan diferencias entre métodos de embosque en América Latina, y el primero en incorporar a los maples de huevos en la evaluación. Los resultados obtenidos no permitieron alcanzar una conclusión definitiva para aceptar o rechazar

la hipótesis descriptiva planteada: que en los embosques que proveen espacios individuales para el encapullado se obtiene mayor rendimiento y capullos de mejor calidad. Aunque en seis de las once variables analizadas se encontraron diferencias significativas entre tratamientos, no en todos los casos la superioridad de los parámetros correspondió a los embosques con espacios individuales para el encapullado (maples y marcos japoneses), en los cuales se esperaba encontrar mejor rendimiento y calidad. Sin embargo, la superioridad de los mismos en el rendimiento en seda y en el peso de corteza individual, alientan a continuar la investigación. Además, para la situación actual de la sericultura en la Argentina, de carácter artesanal y con un perfil de productores con baja capacidad de inversión y pequeña escala, la contribución principal de este trabajo radica en

mostrar que los maples, de fácil acceso y bajo costo, son viables para utilizar sin perjudicar el rendimiento de capullos frescos, aunque debe tenerse en cuenta que, en el marco de un manejo sanitario preventivo, no es recomendable el uso de los mismos en sucesivas camadas de cría, sin un recambio, por no poder realizarse una desinfección completa. El uso de rodalinas también parece una opción adecuada, aunque presenta la dificultad de tener un costo mayor a la hora de adquirirlas. En el caso de los marcos japoneses, no se fabrican en el país, por lo cual no sería una alternativa viable. En cuanto a la opción de la rejilla plástica, que podría ser accesible y de bajo costo, se necesita reformular su diseño y volver a evaluarla antes de poder dar una recomendación al respecto.

BIBLIOGRAFÍA

- Ademola, I. T., Alebiosu, I. B., Toyinbo, E. O., Ayoola, O. A y Fakorede, C. O. (2014). Quality and quantity assessment of cocoon spinning by silkworm (*Bombyx mori*) on different mountages. *Elixir Environment and Forestry*, 77, 29078-29080.
- Ashgar, G. y Zahediasl, S. (2012). Normality tests for statistical analysis: a guide for non-statisticians. *International journal of endocrinology and metabolism*, 10(2), 486-489. <https://doi.org/10.5812/ijem.3505>
- Basso, C., de Bargas, S., Bartoloni, N. y Dobler, S. (2017). Evaluación de variedades sintéticas de gusanos de seda (*Bombyx mori*) obtenidas por selección recurrente. *Agronomía & Ambiente. Revista Facultad de Agronomía UBA*, 37(1), 65-71.
- Genis, J. L. (2010). La seda como biomaterial en medicina regenerativa. *Eubacteria*, 20, 19-22.
- Cifuentes, C. y Sohn, K. (1998). *Manual técnico de sericultura: cultivo de la morera y cría del gusano de seda en el trópico*. Fondo Editorial de Risaralda.
- Department of Sericulture, Government of Karnataka (2016). *Late age rearing*. <https://www.karnataka.gov.in/Sericulture/english/Pages/Late-age-Rearing.asp> x.
- Duque, C. y Hernry, A. (1998). *Evaluación de cuatro sistemas de encapullado en cría de gusanos de seda (Bombyx mori L.) en la región serícola del eje cafetero*. Universidad de Caldas, Bogotá.
- Gómez-Gómez, M., Danglot-Banck, C. y Vega-Franco, L. (2003). Sinopsis de pruebas estadísticas no paramétricas. Cuando usarlas. *Revista mexicana de pediatría*, 2(70), 91-99.
- Hanada, Y. y Watanabe, J. K. (1986). *Manual de criação do bicho-da-seda*. Cocamar.
- International Sericultural Commission (2015). Global silk production. <https://inserco.org/en/statistics>
- Mathur, V. B. y Qadri, S. M. (2010). *Manual on mountages, mounting and harvesting technology for quality cocoon production*. Nandikeshwara printing presses.
- Montgomery, D. C. (2004). *Design and analysis of experiments*. John Wiley & Sons, Inc.
- Naphade, S. T., Hiware C. J. y Avhad, S. B. (2010). Development of improved mountage using mango plant twigs during lack of sufficient number or absence of mountages on field for silkworm cocoon. *Recent Research in Science and Technology*, 2(7), 05-08.
- Omura, S. (1980). *Silkworm rearing techniques in the Tropic*. Japan International Cooperation Agency.
- Rashid, H., Ahmad, K. G. y Babulal, Ghosh M. K. (2018). Field evaluation of different locally available mounting materials for their suitability under hilly areas of kashmir. *International Journal of Current Microbiology and Applied Science*, 7(06), 1597-1605.
- Rios Osorio, A. D., Álvarez-López, C., Cruz Riaño, L. J. y Restrepo-Osorio, A. (2017). Revisión fibroína de seda y sus potenciales aplicaciones en empaques biodegradables para alimentos. *Prospectiva*, 15(1), 7-15.
- Sahana, K. P. (2018). Effect of mountages on cocoon parameters. <https://es.slideshare.net/SahanaKP3/effect-of-moutages-on-cocoon-parameters>
- Sangappa, S., Raj, B., Srinivasa, G. y Dandin S. B. (2009). Impact of different types of mountages on raw silk production and quality. *Nippon Silk Gakkaishi*, 18 (15-19).
- Shinde, K. S., Avhad S. B., Jamdar, S. V. y Hiware, C. J. (2012). Comparative studies on the performance of mountages on cocoon quality of *Bombyx mori* L. *Trends in Life Sciences*, 1(4), 8-11.
- Vasisht, R. (1990). *Influence of spiral spacing of mount age on mulberry silk cocoons*. University of Agricultural Sciences of India.