

SERICULTURA: BASES CIENTÍFICAS PARA SU DESARROLLO SOSTENIBLE EN CUBA

ENTIDAD EJECUTORA PRINCIPAL: Instituto de Nacional de Ciencias Agrícolas Centro Nacional de Sanidad Agropecuaria, Estación Experimental de Pastos y Forrajes “Indio Hatuey”

AUTORAS PRINCIPALES: María del Carmen Pérez Hernández¹, Yamila Martínez Zubiaur², Marlen Prieto Abreu³, Adileidys Ruiz Barcenás⁴

OTROS AUTORES: Roberto Carlos González Chirino⁵, Héctor Correa Rivero², Pedro Rodríguez Hernández¹, Yakelin Rodríguez Yon¹, Maykelis Díaz Solares³, Manuel J. Frías Abreu⁴, Regla Andux Aldama⁶, Freddy Rodríguez Barrizonte⁶, María de los A. Martínez Rivero²

COLABORADORES: Li Long, Secretario General de la Sociedad China de las Ciencias de la Sericultura y Vice Coordinador del Centro de Cooperación Científica Cuba-China. Adhrikrao Jadhav, Secretario General de Sociedad de Sericultura de la India y Profesor Asistente de la Universidad de Shivaji, India. Marlinda Lobo, Investigador de EMBRAPA-CENARGE, Líder de Proyecto de Baculovirus, Brasil. Yenne Marrero¹, Adrian Díaz¹, Ivette Espinosa¹, Heydi Gonzalez¹, Lidia Chang¹, Benedicto Martínez¹, Leticia Duarte¹, María Isabel Pavon², José Luis Menendez², Concepción Campa Huergo³, Jesús Jimenez⁴, Gil Enriquez⁵, Abel Hernández⁵, Emilia Lazaga⁶, José Gálvez⁶, Marlene Carballal⁷, Idalmis Hernández⁷, Tatiana Kurilova⁷, Caridad Hidalgo, Luz María Marzos, Rafael Cancio García⁹

¹ Centro Nacional de Sanidad Agropecuaria.

² Instituto de Nacional de Ciencias Agrícolas

³ Instituto Finlay

⁴ Instituto de Investigaciones de Sanidad Vegetal.

⁵ Centro de Ingeniería Genética y Biotecnología

⁶ Plan Especial MININT.

⁷ Grupo Empresarial Suchel

⁸ Plan Especial MININT-Proyecto de Sericultura

⁹ Instituto de Suelos

OTRAS ENTIDADES PARTICIPANTES: ¹ Instituto de Nacional de Ciencias Agrícolas, ² Centro Nacional de Sanidad Agropecuaria, ³ Estación Experimental de Pastos y Forrajes "Indio Hatuey", ⁴ Plan Especial MININT-Proyecto de Sericultura, ⁵Instituto Finlay ⁶Centro de Investigaciones y Desarrollo de la Industria Ligera.

AUTORA PARA LA CORRESPONDENCIA:

Maria del Carmen Pérez Hernández
mcperez@inca.edu.cu

RESUMEN

El desarrollo de la Sericultura en el mundo data de más de 5 mil años y Cuba asume esta actividad como una alternativa sostenible para el desarrollo de productos destinados a las industrias biomédicas, biotecnológicas, cosméticas y textil. Para lo cual se hizo necesario desarrollar sus bases científico-metodológicas que garanticen su sostenibilidad. Desde el 2011, se inicia el Proyecto Nacional de Sericultura, con el propósito de implementar un manejo integrado de crianza del gusano de seda (*Bombyx mori* L.) a gran escala, para lo cual se desarrollaron investigaciones en tres líneas fundamentales: 1) la morera (*Morus Alba* L.) para la alimentación de gusano de seda, 2) crianza del gusano de seda y 3) aplicaciones derivadas del capullo del gusano de seda.

Los principales resultados estuvieron asociados a la propagación de la morera con la obtención de una metodología para la producción y conservación de semilla nacional con baja variabilidad genética determinada mediante el análisis molecular. Se desarrollaron estudios comparativos de los momentos de corte de las plantas, implementación de un programa de fertilización a partir del estudio agroquímico de los suelos y evaluaciones de indicadores fisiológicos y bioquímicos que ratificaron la potencialidad de los cultivares chinos para su uso en la sericultura, aportando elementos a la metodología de manejo. Se detectaron las plagas claves del cultivo y se establecieron las medidas de manejo compatibles con la crianza del gusano de seda.

Se seleccionaron las razas de gusano de seda mejores adaptadas a Cuba. Se implementaron procedimientos para la detección y control de enfermedades estableciéndose metodologías para la crianza del gusano de seda, que se resumen en un flujo de manejo integrado. La implementación de éste ha validado la sostenibilidad de la crianza del gusano de seda a una escala superior. Por primera vez en el país se logra la producción de huevos de gusano de seda.

Se evaluaron métodos de extracción para obtener hilo de seda e hidrolizado de sericina, lográndose un candidato a producto y un producto respectivamente, con adecuados parámetros de calidad. El hidrolizado de sericina fue registrado, bajo la licencia 1305/15, resultando inocuo, estable hasta un año y con características organolépticas deseadas para su uso en la industria cosmética.

El Proyecto Nacional de Sericultura se ha ejecutado en colaboración con países asiáticos y la Sociedad Internacional de Sericultura de la cual el país es miembro desde 2013, inaugurándose en el 2014 el Centro de Cooperación Científico Técnica Cuba-China.

Los resultados obtenidos con este Proyecto sientan las bases científicas y metodológicas para el desarrollo sostenible de la sericultura en el país y amplía las posibilidades de esta actividad como fuente de ingresos, incorporando nuevos productos al mercado nacional que permiten el encadenamiento con diferentes industrias nacionales, sustituyendo importaciones al país, así como con posibilidades de incursionar en el mercado internacional (Lineamiento 183).

COMUNICACIÓN CORTA

La introducción de la Sericultura en Cuba data del siglo XIX (1824-1945), sin embargo se abandona por diversas causas, entre ellas la aparición de una devastadora enfermedad denominada pebrina y la carencia de bases científicas para enfrentar estas adversidades.

En el 2001 se inicia nuevamente una sericultura a pequeña escala (1) y a finales de 2011, se inicia el Proyecto Nacional de Sericultura, para el escalado productivo de la crianza del gusano de seda, sobre bases sostenibles, con el fin de obtener subproductos para las industrias médico-farmacéutica, cosmética, biotecnológica y textil.

Por las razones expuestas el objetivo del presente trabajo es establecer las bases científicas y metodológicas para el desarrollo de una Sericultura sostenible.

Las investigaciones fueron realizadas en tres líneas fundamentales, las cuales se agrupan en este documento por capítulos. 1) Morera (*Morus alba* L.) en la alimentación de gusano de seda, 2) Crianza del Gusano de seda (*Bombyx mori* L.) y bases metodológicas para su manejo, 3) Aplicaciones derivadas del capullo del gusano de seda.

CAPÍTULO 1. LA MORERA (*Morus alba* L) EN LA ALIMENTACIÓN DEL GUSANO DE SEDA.

Las investigaciones relacionadas en este capítulo tuvieron como objetivo evaluar las principales características agronómicas, fisiológicas, bioquímicas y de manejo, de cultivares de morera destinados a la alimentación del gusano de seda.

Se logra por primera vez la propagación de cultivares de morera por semillas con un 94-97% de germinación, lo cual permitió la sustitución de importaciones y la ampliación de las áreas sembradas por esta vía. Los cultivares propagados mostraron una variabilidad genética 34-50% coincidiendo con rango descrito en la literatura para diferentes genotipos comparados (2, 3)

Debido a la necesidad de iniciar un proceso de obtención acelerada de biomasa de morera para incrementar la cría del gusano de seda, se evaluó la influencia del corte en el desarrollo vegetativo y radicular de los cultivares Gui Sang You

62 y Guangdong 11. Los resultados obtenidos demostraron la factibilidad de iniciar el corte a partir de los 4 meses después de establecida la plantación o alrededor de 6 meses desde la fase de vivero, a diferencia de lo informado por otros autores (4, 5) que plantean entre 9 meses y un año. Este comportamiento puede deberse a las condiciones de manejo de estas plantaciones, con riego y fertilización, donde se atenúa el receso vegetativo provocado por estrés hídrico.

La caracterización agroquímica de los suelos destinados al cultivo de la morera para alimentación del gusano de seda permitió establecer por primera vez un programa de fertilización para estas áreas que incluyó dosis, tipo y fraccionamiento de los fertilizantes, época y momento de aplicación respecto al corte de la planta para cumplir con los requerimientos nutricionales del gusano de seda.

Se estudiaron indicadores fisiológicos y bioquímicos de cultivares destinados a la alimentación del gusano de seda, tales como el potencial hídrico y osmótico foliar, el efecto del estrés hídrico para evaluar la conductancia estomática, aminoácidos libres contenidos de proteínas, fenoles totales y clorofila. Los resultados obtenidos ratifican la posibilidad del uso de los cultivares chinos para la alimentación del gusano de seda en Cuba, ya que mostraron un comportamiento similar al informado para ellos en su zona de origen y aportaron elementos para definir el horario de corte de la morera, que fueron incorporados al esquema de manejo integrado de la crianza.

En las prospecciones realizadas entre 2012 y 2014, se identificaron especies de Lepidópteros afectando el cultivo de la morera, con consecuencias en la crianza del gusano de seda, estas especies han sido informadas previamente en el país en maíz, hortalizas, frijoles y arvenses e igualmente se detectaron afectaciones por patógenos fungosos.

Por otra parte se identificó por primera vez en plantaciones comerciales de morera la presencia de cochinilla rosada (*Maconellicoccus hirsutus*), con grados de infestación entre 2 y 5, una plaga bajo estrictas medidas de cuarentena en el país.

Se propuso una estrategia de lucha para mitigar el impacto de *M. hirsutus*, bajar los índices de infestación y evitar su propagación por métodos compatibles con la crianza del gusano de seda, que incluyó el uso de *Criptolaemus montrouzieri* y la importación de *Anagyrus kamali Moursi*, para lo cual fue solicitada una licencia de importación, introducción, cuarentena y liberación en las áreas de producción infestadas.

Los resultados obtenidos permitieron establecer las bases para el cultivo de la morera con destino a la sericultura.

CAPÍTULO 2: CRIANZA DEL GUSANO DE SEDA (*BOMBYX MORI*) Y BASES METODOLÓGICAS PARA SU MANEJO.

Las investigaciones relacionadas en este capítulo tuvieron como objetivo establecer un esquema de manejo integrado, para la crianza de gusano de seda sobre bases científicas y metodológicas.

Se realizó un estudio del comportamiento en las condiciones de Cuba de razas de *Bombyx mori*, procedentes de diferentes orígenes. Se seleccionaron las razas de mejor adaptabilidad a las condiciones cubanas, siendo las razas de

procedencia Tailandesa y China las de mejor comportamiento. En la tabla 1, se muestra la comparación de las principales características que se evaluaron en dos razas de Tailandia y una de China. Los resultados están en correspondencia con las características de estas razas informadas por los proveedores en las condiciones propias de cada país (6, 7). La producción de capullos por cajas se comporta entre 30-37 kg por caja, de manera semejante a las condiciones del trópico descrita por otros autores (7-9). El porcentaje de seda bruta concuerda con los valores referidos como un buen rendimiento (7-9).

A partir de este resultado y hasta el presente, la principal fuente de importación de huevos de *Bombyx mori* ha sido Tailandia a través de la empresa Chul Thai Agro Industries Co. Ltd.

El escalado de la crianza se realizó en tres etapas, la primera de ellas, de 3 cajas (25 mil gusanos cada una en la instalación denominada Casa No.1. Una segunda etapa del escalado con 10 cajas por crianza adicionándose una nueva instalación denominada Casa No.2 y una tercera con 30 cajas por crianza donde se adiciona la instalación denominada Los Túneles.

En la primera etapa se logró el acortamiento del ciclo de crianza a partir de las variedades utilizadas y su interacción con las condiciones ambientales de los locales, disminuyendo los ciclos de 27-30 días a 21-23 días. Este resultado tiene importancia en cuanto la cantidad de morera a consumir por el gusano de seda y contribuye a disminuir la incidencia de enfermedades que se presentan en las últimas edades. Dado estos resultados, se establecieron 9 crianzas al año, lo cual reviste especial importancia, toda vez que otros países sericultores realizan menos crianzas al año por las limitantes que imponen sus condiciones climáticas para el desarrollo del cultivo de la morera como en España y China.

Este manejo intensivo llevó a la necesidad de realizar ciclos de desinfecciones para disminuir la presencia de patógenos en las salas de cría y prevenir la ocurrencia de enfermedades.

En la segunda etapa del escalado se pasa a 10 cajas por crianza. Se amplían las instalaciones de crianza a Casa No. 2. Se realiza un nuevo diseño de las camas de cría aumentando el número de pisos por camas y ampliación del área de cría, buscando mayor espacio vital para el desarrollo del gusano y disminuyendo el contacto entre los mismos para evitar la transmisión de enfermedades. Se implementó una metodología de manejo de las enfermedades con el uso de medicamentos y la desinfección de la morera, de locales y la implantación las Buenas Prácticas de Crianza.

El incremento de las capacidades de cría provocó un aumento en la producción de capullos, lo que hizo necesario desarrollar una metodología de secado que permitiera eliminar la humedad de los mismos, para su almacenamiento, hasta 2 años, en condiciones de temperatura y humedad controladas.

En la tercera etapa del escalado se pasa a 30 cajas por crianza y se perfecciona la metodología de manejo. Se amplían las instalaciones de crianza a una nueva instalación denominada "Los Túneles", con una capacidad de crianza de 13 cajas de

gusanos de seda por crianza por túnel.

Durante el escalado productivo se identificó presencia de enfermedades como Flacheria bacteriana causada por *Serretia marcesens*, *Streptococcus* sp, y *Staphylococcus* sp. y con mayor incidencia la Grasseria (Figura. 1) provocada por la presencia del virus de la poliedrosis nuclear (BmNPV), el cual fue identificado por primera vez en el país en larvas con síntomas, utilizando microscopía óptica y electrónica, así como por PCR y análisis de restricción (Figura. 1).

Se estableció un protocolo de diagnóstico por hibridación molecular que permitió detectar la enfermedad a partir de la 3era edad, que unido a la aplicación de medicamentos y la adopción de buenas prácticas de manejo, han permitido reducir la mortalidad a un rango entre 3,2- 7,4 %, dependiendo de la época de crianza, razas y nutrición.

Durante el incremento de las capacidades de cría y el desarrollo de investigación para implantar metodologías, se incluyeron mejoras técnicas en los procesos encapullado, secado y conservación de los capullos, que permitieron obtener capullos de calidad.

Los estudios de las cualidades nutricionales de cultivares morera, para la nutrición del gusano de seda, mostraron que Gui Sang You 62 seguido de Guangdong 11, fueron los de mejores resultados en el crecimiento de *Bombyx mori* de la raza Chul-Thai-6, con menor incidencia en la mortalidad, mayor porcentaje de encapullado y calidad de los capullos.

Se produjeron huevos de gusano de seda, por primera vez en el país, a partir de dos razas puras bivoltinas procedentes de la India (FC1 y FC2) a partir de lo cual se desarrolló una metodología para la producción de huevo nacional con un 95-97% de eclosión y mayor uniformidad, que se utiliza con las razas tailandesas y para el mantenimiento de las razas puras.

CAPITULO III: APLICACIONES DERIVADAS DEL CAPULLO DEL GUSANO DE SEDA.

Las investigaciones relacionadas en este capítulo tuvieron como objetivo desarrollar métodos de obtención de hilo de seda y sericina, con adecuada calidad para su uso como materias primas en las industrias textil, cosmética y biomédica.

Se obtuvieron filamentos de fibras de seda cruda que cumplieron con las propiedades físicas establecidas (7). Se compararon filamentos de hilo de seda de capullos procedentes de tres orígenes, siendo los de mayor longitud los obtenidos de la raza Chul-Thai-1, de Tailandia, con longitud promedio de 1200 m por capullo.

Por otra parte se establecieron los protocolos para la extracción de un hidrolizado de proteína de seda, donde se comprobó mediante electroforesis (SDS-PAGE) que la proteína mayoritaria era sericina, el producto obtenido cumplió con los parámetros de calidad y requerimientos de la industria cosmética cuando se comparó con el Hidrosilk (producto de importación). El hidrolizado de proteína de seda o hidrolizado de sericina fue registrado bajo la licencia 1305/15 Tomo II, Folio 305 del 21 de enero del 2015.

En el escalado productivo del hidrolizado de sericina se obtuvo un producto con concentraciones entre 4-8 mg/ml y características organolépticas similares al Hidrosilk (producto de referencia). Los ensayos de estabilidad en anaquel y toxicidad confirmaron su estabilidad a temperaturas por debajo de 30 C, por un tiempo superior a 1 año , y clasifica como no irritante dérmico ni ocular.

Los resultados obtenidos permitieron establecer un esquema (Figura 2) para asumir una sericultura a gran escala sobre bases científicas con metodologías que garantizan su sostenibilidad, constituyendo esta actividad una alternativa como fuente de ingresos, incorporando nuevos productos al mercado nacional, sustituyendo importaciones, y con posibilidades de incursionar en el mercado internacional (Lineamiento 183).

Tabla 1. Resumen de resultados obtenidos en la crianza de gusanos de seda de dos razas de gusano procedentes de Tailandia y una de China.

Duración de ciclo	Eclosión (%)	Consumo de morera (Kg/caja)	Peso individual del capullo (g)	Porcentaje de peso de la corteza (%)	Largo del capullo (mm)	Ancho del capullo (mm)	Producción de capullos por caja (Kg/caja)	Seda bruta (%)
Origen: Tailandia Chul-Thai 6								
21	95	728.4	1.91	22	34.7	20.8	36.1	25
			Origen: Tailandia Chul-Thai 7					
			1.79	23	31.4	18.6	35.1	
Origen: China Liangguang 2								
21	95	810.5	1.41	20	23.4	14.4	29.2	19.7

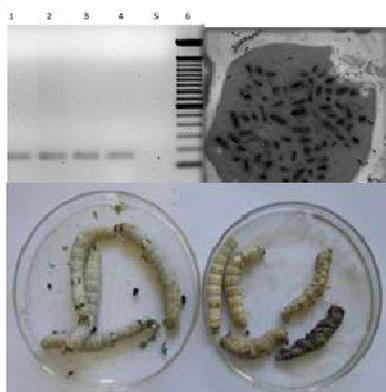


Figura 1. Se observan larvas de gusano de seda sin síntomas y con síntomas de Grasseria (placa Petri de izquierda a derecha), detección por PCR y visualización de partículas virales por microscopía electrónica

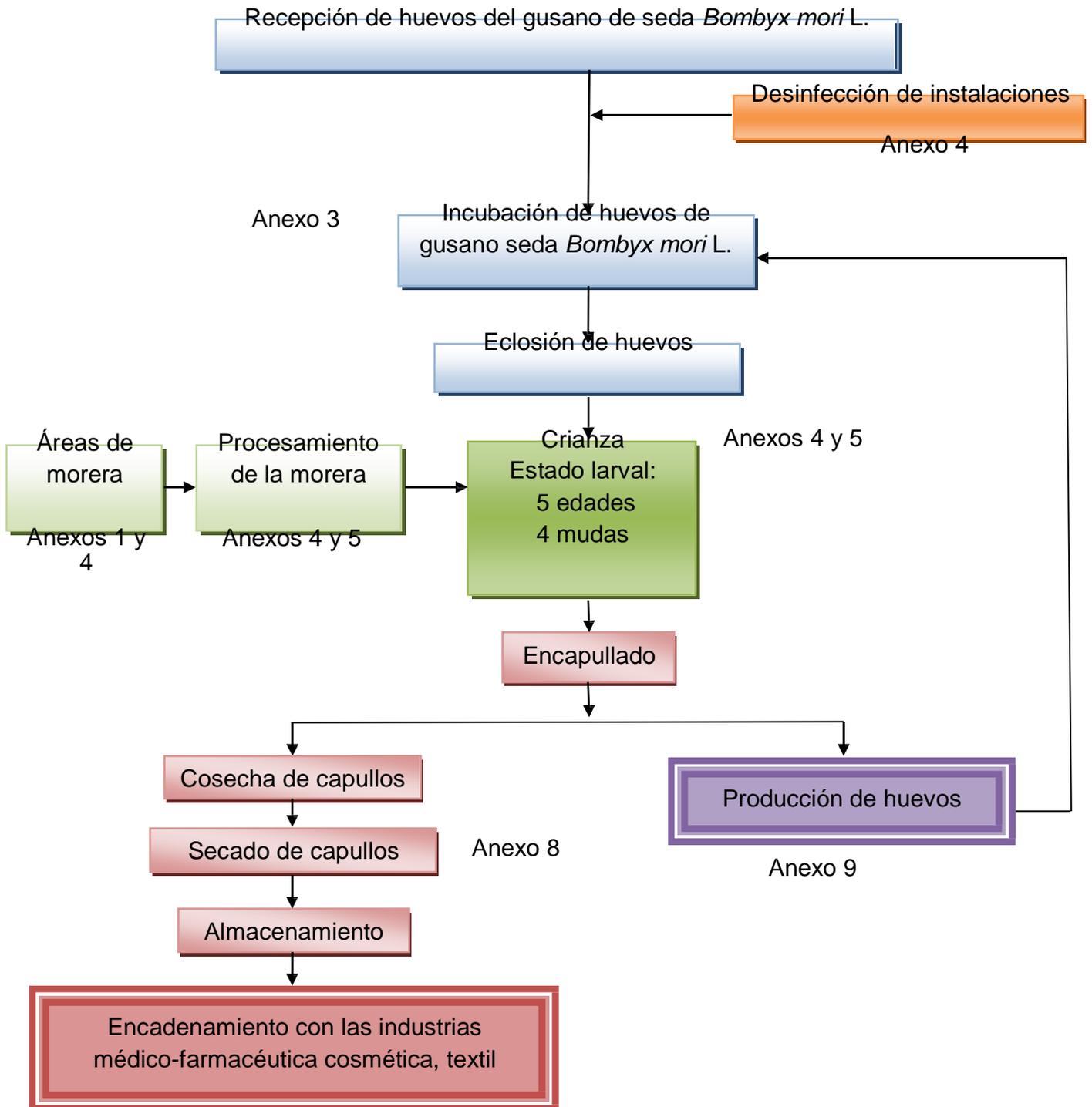


Figura 2. Esquema integrado de Sericultura a gran escala.

BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA

1. Fiallo R.C., Pietro M., Suárez J., Ji H. C., Yun K., Suárez E, Olivera L. Sericultura una alternativa de diversificación de la producción animal en Cuba. ACPA. 2007;4.
2. Zhao W, Miao, X., ZANG, B., Zhang, L., Pan Y., Huang Y. Construction of Fingerprinting and Genetic Diversity of Mulberry Cultivars in China by ISSR Markers Acta Genética Sinica. 2006;33 (9):851-60.
3. Orhan E. Ercisli. Genetic relationships between selected Turkish mulberry genotypes (*Morus spp*) based on RAPD markers. Genetics and Molecular Research. 2010;9 (4):2176-83.
4. Alonso J. FG, Fernández F., Rivera V., Gutiérrez J.C., Gutiérrez M. Efecto de la edad al primer corte el comportamiento productivo de tres variedades de morera (*Morus sp*) Revista de Ciencias Agrícolas Cuba. Vol. 34 (No.4): 2000.
5. Benavides JE. Comunicación personal. 2011.
6. Li L. Comunicación personal. 2014.
7. Chul Thai Agro-industries Co. L. Characteristic of Chul Thai 6, Characteristic of Chul Thai 7 Characteristic of Chul Thai 1. Thailand: 2012.
8. Cifuentes C. S, K. W. Manual técnico de sericultura: cultivo de la morera y cría del gusano de seda en el trópico. Pereira, Colombia:1998. 438 p.
9. Ampelos Latinoamérica SA. Sericultura. Consumos y Rendimientos. 2011.