

MANUAL DE SERICULTURA EN HIDALGO

Principios básicos



MANUAL DE SERICULTURA EN HIDALGO



Dr. Alejandro Rodríguez Ortega | M.C. Jorge Vargas Monter | M.C. Alejandro Ventura Maza
Dr. Aarón Martínez Menchaca | M.C. Juan Rodríguez Martínez | Dr. Muhammad Ehsan
Dr. Francisco M. Lara Viveros

Julio de 2012

ISBN: 978-607-9260-01-9



9 786079 260019



MANUAL DE SERICULTURA EN HIDALGO

Principios básicos



Dr. Alejandro Rodríguez Ortega | M.C. Jorge Vargas Monter | M.C. Alejandro Ventura Maza
Dr. Aarón Martínez Menchaca | M.C. Juan Rodríguez Martínez | Dr. Muhammad Ehsan Dr.
Francisco M. Lara Viveros

Julio de 2012



“Plantaciones de morera y poblaciones de gusano de seda (*Bombyx mori*) para su adaptación en las regiones del Valle del Mezquital, Huasteca y Otomí-Tepehua del estado de Hidalgo” Fomix-Hidalgo 2009-131264.

El contenido de este manual proviene de las experiencias documentadas en el proyecto Fomix-Hidalgo 2009-131264, y de la revisión documental de diversas latitudes del mundo.

Fotos: portada, capullos de seda blancos y amarillos y contraportada ciclo biológico del gusano de seda (huevo, larva, pupa, capullo y palomilla) en su alimento principal que son hojas de morera (tomadas por el Dr. Alejandro Rodríguez Ortega).

Servicios editoriales y diseño

Alquimia diseño

Diseño y formación

Laura Delia Varela Michel

Cuidado editorial

Martha Varela Michel

Primera edición: 2012

ISBN: 978-607-9260-01-9

D.R. © 2012

Impreso en México

Distribución gratuita (prohibida su venta)



Directorio

LIC. JOSÉ FRANCISCO OLVERA RUIZ

Gobernador del Estado de Hidalgo

Lic. Fernando Quetzalcóatl Moctezuma Pereda

Secretario de Gobierno

Ing. José Pablo Maauad Pontón

Secretario de Desarrollo Económico

Lic. Aunard de la Rocha Waite

Secretario de Finanzas

Lic. Joel Guerrero Juárez

Secretario de Educación Pública

Lic. José Alberto Narváez Gómez

Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural

Dr. José Enrique Villa Rivera

Director General del CONACYT

Mtro. Jorge E. Moreno Díaz

**Secretario Técnico Fomix-Conacyt, Gobierno del Estado de Hidalgo
y Director Regional Sur-Oriente del CONACYT**

Ing. José Calderón Hernández

**Secretario Administrativo Fomix-Conacyt, Gobierno del Estado de Hidalgo
y Director General del COCYTEH**

Ing. Juan de Dios Nochebuena Hernández

Rector Universidad Politécnica de Francisco I. Madero, Tepatepec, Hidalgo

Lic. Julio Pérez Espinoza

Secretario Académico de la UPFIM

Lic. Joel I. Valencia Blanco

Secretario Administrativo de la UPFIM

M.C. Sergio Cortez Gamboa

Director de la Ingeniería en Agrotecnología de la UPFIM



Presentación

La sericultura es una actividad con historia en México, actualmente diversas instituciones como la Universidad Politécnica de Francisco I. Madero, ubicada en Tepatepec, el Instituto Tecnológico de Huejutla, el Consejo Estatal de Ciencia y Tecnología de Hidalgo, a través del Fomix, y el Centro de Sericultura de San Luis Potosí la intentan impulsar, dadas las ventajas climáticas, edáficas y comparativas del país y la posibilidad concreta de crear condiciones competitivas a través de la construcción social.

La sericultura es la combinación de los cuidados del hombre y el trabajo de un gusano poseedor de la invaluable capacidad para producir, con sus glándulas salivosas, miles de metros del finísimo hilo. Con él confecciona su capullo y se protege durante el proceso de metamorfosis que lo lleva a convertirse en una bella palomilla. En México se convierte en una actividad rentable para quienes la practican y no necesita de mucha inversión ni fuerza física, pero sí de la dedicación y cuidados de temperatura, humedad, tiempo y limpieza de las larvas y de las plantas morera, la cual les proporciona el alimento durante su corta vida y les aporta el almidón que transforman en una hebra, que puede alcanzar los 1,500 metros de longitud en cada capullo. Sin embargo, 500 metros de hebra apenas alcanzan a pesar 130 miligramos de seda, por lo que, cada metro convertido en miligramo resulta ser sumamente caro en valor monetario y en esfuerzo. La seda entre otras cosas tiene la cualidad de conservar el calor natural, mientras que las imitaciones, por ser productos sintéticos, son sumamente frías. Entre sus atributos hay que agregar la enorme capacidad de absorción para el agua, los gases y los colorantes, y para cerrar con broche de oro, basta decir que es un magnífico material para aislar los alambres de metal.

El presente *Manual de sericultura en Hidalgo. Principios básicos*, constituye un documento elemental de consulta y orientación para investigadores, técnicos, agricultores y demás personas interesadas en el desarrollo de la sericultura en nuestro país.



Prefacio

Este manual se realizó con el trabajo y colaboración de investigadores de la Universidad Politécnica de Francisco I. Madero. En esta obra se concentra información indispensable para el establecimiento de la morera y su aprovechamiento en la actividad sericícola, así como la producción de seda por medio del gusano *Bombyx mori*. Su objetivo principal es la promoción de la sericultura como una oportunidad alternativa y sustentable de producción que permita mejorar la calidad de vida de las familias rurales.

Está especialmente destinado a productores que deseen incursionar en la actividad de la sericultura, labor relativamente nueva en nuestro país, sin embargo su práctica se remonta a más de 5,000 años. A partir de este trabajo pretendemos, además, crear un banco de información que sirva para la divulgación de esta alternativa de producción agropecuaria.

M.C. Jorge Vargas Monter



Agradecimientos

Los autores agradecen al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (Conacyt), a los Fondos Mixtos (Fomix), al Consejo Estatal de Ciencia y Tecnología del Estado de Hidalgo (Cocyteh), a la Secretaría de Economía del Estado de Hidalgo, al Instituto Tecnológico de Huejutla y a la Universidad Politécnica de Francisco I. Madero (UPFIM), por su apoyo financiero y logístico de esta investigación.

Igualmente agradecemos al Maestro Herminio Baltazar Cisneros (ex rector de esta casa de estudios) y a los académicos, administrativos y alumnos de las ingenierías de Agrotecnología y Agroindustrias de la UPFIM; a los académicos y alumnos de Agronomía y Biología del Instituto Tecnológico de Huejutla y a los alumnos que realizaron servicio social en este proyecto del Departamento de Zootecnia de la Universidad Autónoma Chapingo y de la Licenciatura en Gastronomía de la Universidad Científica Latino Americana de Hidalgo.

Finalmente, hacemos un reconocimiento muy especial a todos los productores del Valle del Mezquital, de la Huasteca Hidalguense y de la zona Otomí-Tepehuá del estado de Hidalgo por el gran interés y apoyo durante la ejecución del proyecto y en los talleres realizados en sus comunidades.



Contenido

1. Introducción	13
2. Generalidades de la morera	14
3. El árbol de morera	16
4. Descripción botánica de la planta	18
5. Variedades de morera en México	26
6. Requerimientos del cultivo	29
7. Métodos de propagación de la morera	32
8. Cultivo y manejo de la morera	40
9. Tipos de podas	45
10. Producción de hojas	48
11. Cosecha	49
12. Plagas	50
13. Enfermedades	53

PARTE II

LA CRÍA DE LOS GUSANOS DE SEDA	57
14. El gusano de seda	59
15. Clasificación taxonómica	59
16. Razas del gusano de seda	59
17. Condiciones ambientales para la cría	59
18. Ciclo de vida	62
19. Manejo del gusano en la fase de crianza	80
20. Producción de capullo	87
21. Limpieza y secado de los capullos	92
22. Plagas	93
23. Enfermedades	93
24. Literatura consultada	97



1. Introducción

La sericultura o cultura de la seda es una importante actividad agroindustrial que abarca el cultivo de la morera, la cría del gusano, la producción de huevecillos, así como la obtención del hilo de seda para la industria textil, el aprovechamiento es de amplio espectro en diversas actividades de nuestra economía. Actualmente China, gracias a la abundancia de mano de obra barata que tiene, se ha convertido en el primer productor mundial de seda, siguiéndole en orden de importancia India, Rusia y algunos otros países de Asia, Europa e incluso Brasil y Colombia en América.

La sericultura no ha tenido un desarrollo adecuado en nuestro país, aunque en distintas épocas se han realizado intentos por impulsarla gracias a la amplia adaptabilidad de la morera para desarrollarse y crecer de manera óptima en las diversas condiciones geográficas y climatológicas de nuestro país.

La oruga del insecto *Bombyx mori* L., comúnmente conocida como “gusano de seda” es un insecto monófago estricto, es decir, se alimenta única y exclusivamente de hojas de la morera, ya que en ésta encuentra y obtiene todos los elementos nutricionales necesarios (proteínas, grasas, hidratos de carbono, fibra, vitaminas, macro y micro elementos, etc.) para su buen desarrollo fisiológico y productivo.

La búsqueda de confort y distinción en las prendas de vestir y el rechazo a los tejidos sintéticos en ciertos estratos sociales de la población mundial, así como la demanda de seda en el mercado internacional que se incrementa de manera continua a pesar de que países altamente consumidores y productores de este insumo han visto disminuidas sus superficies para el cultivo de morera y, por tanto, la producción de tan preciada materia prima.

En la República mexicana, existen condiciones apropiadas para el cultivo y explotación de la morera, así como para la cría de gusanos de seda y producción de capullos. Son muchos los sitios del país donde las plantas de morera se desarrollan de manera excelente; desde el nivel del mar, hasta regiones situadas a 2,800 msnm.



Por todo lo anterior, la sericultura se presenta como un área de oportunidad, como una nueva alternativa para la diversificación de las actividades productivas del campo y que puede contribuir al mejoramiento de los ingresos y condiciones de vida de las familias campesinas. Aunado a lo anterior, la sericultura es una actividad noble, ya que para la atención y alimentación de los gusanos de seda no se requieren grandes esfuerzos físicos o intelectuales, puede realizarse por cualquier miembro de la familia, incluyendo niños, ancianos o personas discapacitadas, quienes tendrían el orgullo y la satisfacción de poder contribuir con su esfuerzo a la economía familiar.

En el presente documento se dan a conocer algunos aspectos importantes sobre el cultivo de morera y la crianza del gusano de seda. Ha sido elaborado con base en revisiones bibliográficas e investigaciones científicas realizadas en diversas latitudes del planeta, con el propósito de satisfacer, modestamente, la necesidad de contar con literatura en español que documenten las experiencias habidas en este campo y que permitan obtener mejores rendimientos de hojas de calidad para la crianza del gusano de seda y que originen excelentes rendimientos de capullos de seda.

2. Generalidades de la morera

2.1 Origen, distribución y ecología

La morera se comenzó a sembrar para la sericultura en los países asiáticos hace alrededor de 4,500 años. El desarrollo de la sericultura propició el movimiento de especies y variedades por diversos continentes, por lo que estas plantas leñosas se distribuyen tanto en las zonas templadas como en las tropicales y subtropicales (Cifuentes y Kee-Wook, 1998). Por tal razón no se tiene una clara definición de su origen, muchos autores coinciden en que los principales centros de origen se encuentran en algunas regiones de China, Japón y al pie del Himalaya (figura 1).



Figura 1. Ruta de la seda.

La morera, por sus condiciones naturales de distribución, posee un amplio germoplasma formado por una gran diversidad de especies y variedades que constituyen un valioso recurso genético.

2.1 Taxonomía

Clasificación básica:

Clase:	dicotiledónea
Orden:	urticales
Familia:	<i>Moraceae</i>
Género:	<i>Morus</i>
Especie:	alba, nigra, rubra.

A la familia *Moraceae* (moráceas) pertenecen 65 géneros, propagados en la zona tropical y subtropical, de los cuales destacan los géneros *Morus*, *Maclura*, *Broussonetia* y *Ficus*. La característica de estos géneros es la presencia de látex en su tallo.



La primera clasificación de la morera fue hecha por Carlos Linneo, quien divide el género *Morus* en cinco especies: *Morus alba*, *Morus nigra*, *Morus rubra*, *Morus tartárica* y *Morus indica*. Hoy, independientemente de algunas deficiencias, la clasificación más apropiada es la del investigador japonés Koidzumi (1923) sobre la base de la construcción de la flor femenina y la morfología de las hojas y frutos. Además de las características morfológicas generales, Koidzumi utiliza también algunos indicadores cuantitativos como son las dimensiones de las hojas, pecíolos, flores y frutos. En el género *Morus*, Koidzumi incluye 24 especies de moreras, algunas de las cuales son utilizadas en la alimentación de los gusanos *Bombyx mori*, para la alimentación animal, para obtención de frutos o bien como plantas de ornato.

3. El árbol de morera

El árbol de la morera crece en climas tropicales, subtropicales y templados (figura 2). La morera tiene la capacidad de crecer en suelos poco fértiles, pero cuando se cultiva en suelos ricos, con riego regular, produce grandes cantidades de hojas de la alta calidad.



Figura 2. El árbol de morera.



Su cultivo, históricamente, ha sido para la cría de gusanos de seda, sin embargo, la morera tiene diversos usos: como alimento de ganado, producción de fruta, elaboración de recetas medicinales, construcción de jardines, obtención de productos de papel, producción madera y leña (figura 3).



Figura 3. Alimentación de gusano de seda y aprovechamiento del fruto.

En algunos países se utiliza para proporcionar sombra, como planta ornamental y para controlar la erosión en áreas susceptibles (figura 4). Su uso como forraje comenzó a partir de la década de los ochenta en América Central debido a sus excelentes características bromatológicas.



Figura 4. Control de erosión, uso como forraje y producción de leña.



Benavides (2000) reportó contenidos de proteína cruda superiores a 20% y digestibilidad *in vitro* de la materia seca (MS) por encima de 80%. Otro aspecto sobresaliente de esta planta es su producción de biomasa, la cual puede alcanzar hasta 30 t/ha/año en sistemas intensivos de corte y acarreo, además de su alta retención de hoja durante el periodo seco.

En la India los sistemas de producción combinan la sericultura con la ganadería, el forraje de morera permite alimentar a sus vacas y cabras en combinación con pajas. Las ramas de morera después de la poda se pueden utilizar para la preparación de estacas y el resto para leña.

Una hectárea de moreras es capaz de producir 12.1 toneladas métricas de leña. Las ramas pueden ser utilizadas en la elaboración de composta en combinación con los desechos orgánicos de la crianza del gusano.

4. Descripción botánica de la planta

El conocimiento de las características morfológicas de los órganos de la morera y sus funciones fisiológicas es esencial tanto para la selección de un material con alta productividad como para mantener pautas en el manejo (figura 5). La morera en proceso de crecimiento está formada de las siguientes partes principales; raíz, tallo, hoja, flor y fruto y las yemas (Iwata, 1994).



Figura 5. Morfología de órganos de la morera.



4.1 Raíz

La absorción del agua y sustancias minerales del suelo se inicia a través de los pelos radicales, éstos, por sí mismos, representan apéndices modificados de la epidermis. En el proceso de crecimiento de la raíz algunos pelos radicales mueren, mientras que otros se forman, esta acción sucede de manera constante y conduce a un rápido crecimiento de la morera (figura 6).



Figura 6. Raíces de estacas de morera.

La forma de propagación de la morera determina las características de su sistema radicular (figura 7). En la propagación por semilla se desarrolla una raíz primaria embrionaria (raíz pivotante profunda, con ramificaciones laterales), la cual crece rápida y verticalmente en el suelo, como consecuencia de un fuerte geotropismo positivo, al tiempo que se desarrollan raíces secundarias menos robustas. Estas moreras resisten más en periodos de sequía, gracias a la profundidad que alcanzan sus raíces (Pescio *et al.*, 2006).

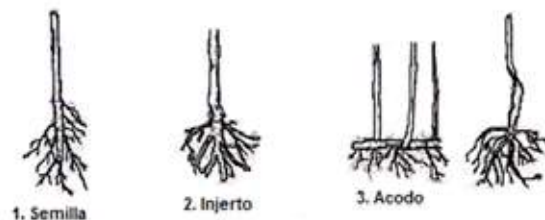


Figura 7. Raíces de los diferentes tipos de propagación.



Las moreras obtenidas de manera vegetativa presentan las raíces adventicias en forma de cabellera. Pueden llegar a un metro de profundidad y su tamaño se relaciona con la parte aérea, el tipo de suelo y la fertilidad. En suelos livianos, con alto contenido de materia orgánica, se logra mayor cantidad de raíces que en suelos arcillosos. Las plantas obtenidas con este método son más susceptibles y vulnerables en sequías y ausencia de riego.

4.2 Tallo

Las plantas, en estado natural, llegan a tener un tallo arbóreo. En el cultivo, según el sistema de producción elegido, se pueden mantener las plantas como arbustos, con tallos pequeños (figura 8).



Figura 8. Desarrollo del tallo de plantas de morera.

El tallo inicia en el cuello de la planta sobre la superficie del suelo y termina en las primeras ramificaciones. Éste, liga la parte aérea con los órganos subterráneos de la planta. A través del tallo se transportan tanto el agua y las sales minerales, absorbidas por las raíces, como las sustancias producidas por las hojas hacia las más tiernas ramificaciones de las raíces.

La forma de la yema es una base importante para la identificación de las variedades, los colores del tronco y de la raíz van desde el gris al marrón y su madera es de color amarillo. Se utiliza como colorante natural en tejidos. La pulpa se aprovecha para la elaboración de papel de baja calidad. Las ramas y la madera del tronco se emplean como leña (figura 9).



Figura 9. Morfología de yemas en la morera.

4.3 Hojas

La hoja es el órgano más importante porque constituye el alimento del gusano, es en ella donde se producen procesos como la fotosíntesis y la respiración, entre otros. El nivel de fotosíntesis determina la calidad de las hojas que producirá la planta en su contenido nutricional.

La morera presenta hojas alternas, pecioladas, simples, íntegras, brillantes y estipuladas de uno a cinco lóbulos, con el haz lampiño y el envés ligeramente tomentoso en las axilas de los nervios principales; se pueden observar diferentes formas de hojas: enteras, lobuladas, ovales, elípticas o cordadas, con la punta caudada, afilada, obtusa o dual, con bases en forma de retasa, emarginada, acuñaada o linear (figuras 10, 11 y 12).



Figura 10. Morfología de la punta y base de la hoja.



El borde que pueden presentar es acutado-serrado, serrado mastoidal, doble serrado o serrado con cintura; se pueden observar de anchamente ovadas a orbicular-ovadas, con ápice agudo o cortamente acuminado; base oblicua y semitruncada o subcordada.



Figura 11. Morfología de borde de la hoja.

Las hojas poseen diferentes formas, hay individuos con hojas enteras y otros con bordes lobulados. La forma de las hojas no es un factor determinante a la hora de elegir una planta.

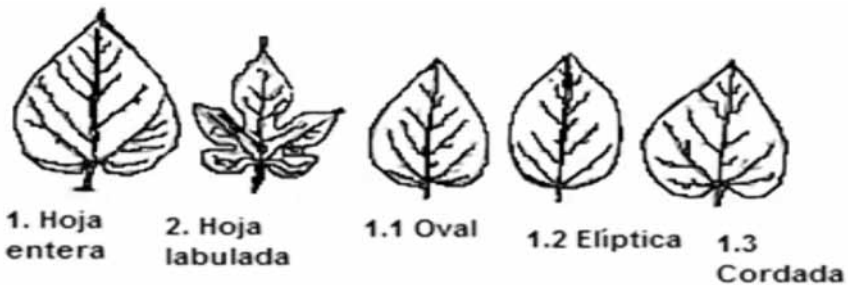


Figura 12. Forma de las hojas.



El tamaño de las hojas es un factor importante a considerar en los trabajos de selección de plantas de morera, hojas con medidas menores a 5 cm de longitud se consideran pequeñas, las cuales son características de las moreras de tipo silvestre; medianas son aquellas con longitud de hasta 10 cm y las grandes superan los 15 cm de longitud. Estas últimas son las más apropiadas para una explotación sericícola, aunado a que la morera tenga ramas con entrenudos cortos.

Las hojas se caen en el otoño-invierno pues la planta entra en periodo de dormancia. Es importante conocer el periodo del año en que las plantas comienzan a brotar y mantienen brotes nuevos, porque ésta será la época de cría.

4.4 Ramas

Las ramas son tallos en los cuales hay hojas y yemas que brotan y se desarrollan durante el periodo vegetativo. A lo largo de las ramas, a cada determinado intervalo (distancia), hay una parte abultada a la cual se le da el nombre de nudo y el espacio comprendido entre nudo y nudo se le llama entrenudo. Los nudos y entrenudos son producto de la división celular en los meristemos apicales de las ramas. La longitud de los entrenudos depende mucho de las condiciones de manejo, del clima, de la luz y sobre todo de la variedad de la morera (figura 13).



Figura 13. Entrenudos de ramas de morera.



En la actividad sericícola es deseable que las variedades de morera con que se trabaja tengan un crecimiento vertical sin ramificaciones tempranas, pues esto dificulta el manejo cultural de las plantas y la cosecha de las ramas en épocas de crianza. Por tal razón, en los trabajos de selección de moreras, se eligen aquellas con entrenudos cortos y sin ramificaciones laterales.

4.5 Flores y frutos

La inflorescencia es simple, axilar, en amentos de color crema o verdosos; con pedúnculos pendientes o colgantes, flores con sexos separados, es decir, que en una misma flor nunca se encuentran juntos los dos órganos sexuales (estambres y pistilos), siendo éstas, masculinas o femeninas. Las plantas pueden ser monoicas (en un mismo árbol aparecen flores masculinas y femeninas en forma separada) o dioicas (plantas con sólo flores masculinas o femeninas). Las flores unisexuales están formadas en espigas densas de hasta dos centímetros de largo, con cuatro sépalos (figuras 14 y 15). Las espigas masculinas se caen rápidamente, las flores están arregladas descuidadamente y, después de dejar caer el polen, la inflorescencia se seca. La flor es poco vistosa y la polinización se realiza por la acción del viento (polinización anemófila).



Figuras 14 y 15. Flor femenina y fruto de la morera.



Los frutos de la morera son ricos en minerales, vitaminas y azúcares, lo cual los convierte en adecuada materia prima para la industria alimenticia y farmacéutica, en la elaboración de jarabes, mermeladas, jugos y como saborizante natural en pastelería, confitería, paletterías y otros, constituyendo así un importante aporte nutricional que podría incluirse en cualquier tipo de dieta (figura 16).



Figura 16. Elaboración de paletas de fruto de morera.

Los frutos tienen forma cilíndrica, y algunos no forman semillas, a este fenómeno se le llama partenocarpia. Un gramo contiene de 5,00 a 1,000 semillas. El color de los frutos es variable, conforme su grado de maduración avanza, comenzando en un tono blanco verdoso y al llegar a la maduración adquieren un tono que va del rojo oscuro al negro o bien color lila o morado. La especie *Morus alba* pasa del verde al blanco, sin modificar su color en el proceso, manteniendo siempre su tono blanco.

En el cultivo de moreras destinado a alimentar gusanos probablemente no se llegue a tener producción de frutos ya que las flores se desarrollan en ramas del año anterior. Por lo tanto, con un plan de podas otoñal no se obtienen estas ramas y no habrá producción de frutos.



5. Variedades de morera en México

En México, el desarrollo de la sericultura en la época colonial en los estados de Oaxaca, Michoacán y San Luis Potosí promovió la introducción de diversas variedades provenientes de Japón y Europa, principalmente, sin embargo a lo largo del territorio nacional, y por la característica de la morera de adaptarse a diversos ambientes, hoy están presentes una gama de ejemplares locales de los cuales se desconoce su origen varietal, lo que demanda en un futuro la necesidad de tipificar y definir las características morfo agronómicas.

Hay muchas propiedades morfológicas, ecológicas y fisiológicas en las morenas, que depende de la variedad:

- Alta capacidad para aprovechar los nutrientes del suelo y aumentar su grosor.
- Velocidad de crecimiento y habilidad de rebrote después de la poda.
- Altos rendimientos de hoja.
- Crecimiento vertical de las ramas.
- Fortaleza y vigor de los nuevos brotes.
- Distancia entre nudos o yemas foliares.
- Tamaño, forma y grosor de las hojas.
- Resistencia de la planta a enfermedades o plagas.
- Resistencia a sequías o frío extremo.
- Alta habilidad de enraizamiento.

Algunas variedades presentes en México se han identificado por su fenotipo y cualidades, destacan por su importancia las que a continuación se describen de manera general:

SLP-1: Se localiza en el Centro Nacional de Sericultura en San Luis Potosí, es una variedad de hoja grande y entera. Las ramas presentan un ápice curvado por lo que no se recomiendan para su cultivo pues limita la cosecha de hojas y el manejo de podas.

SLP-2: Se localiza en el Centro Nacional de Sericultura en San Luis Potosí, es una variedad de hoja mediana, gruesa y forma entera. Presenta una distancia entre nudos de 5 cm. Se recomienda su cultivo para la sericultura.



SLP-4: Se localiza en el Centro Nacional de Sericultura en San Luis Potosí, es una variedad de hoja entera muy grande y de lámina gruesa, sin embargo tiene entrenudos muy distantes. Puede ser utilizada en la sericultura y recomendada para la producción de forraje.

Investigadores de la Universidad Politécnica de Francisco I. Madero, en el estado de Hidalgo, caracterizaron las siguientes tres variedades:

SLP-3: Se caracteriza por presentar hojas grandes enteras, de color verde limón y morfología caudada acorazonada, pendulante, con base lineal, borde serrado mastoidal, ápice prolongado y con longitud de peciolo de 6.5 cm (figura 17).



Figura 17. Morfología de planta de morera, variedad SLP-3.

La apariencia de la yema presentó inclinación en la punta y la distancia entre yemas es de 6 cm en promedio. El fruto es de color blanco.

SLP-5: Presenta hojas ovales de tamaño medio, color verde intenso, caudadas, con base acuñada, tipo de borde serrado mastoidal, presenta lámina lisa y gruesa (figura 18).



Esta variedad tiene yemas adheridas a las ramas con distancia entre yemas en promedio de 4.5 cm. El fruto es de color blanco.



Figura 18. Morfología de planta de morera, variedad SLP-5.

Kanva: es una planta que presenta hojas de tamaño medio, color verde intenso, de forma elíptica caudada, con base acunada y borde aserrado no pendular, de lámina de grosor medio y borde liso (figura 19).



Figura 19. Morfología de planta de morera, variedad Kanva.



Las yemas se encontraron separadas de la rama, en la punta, y 5 cm distantes entre sí. Los frutos fueron de color morado.

6. Requerimientos del cultivo

Los factores climáticos influyen sobre el desarrollo y crecimiento de la morera, así como sobre la cantidad y calidad de sus hojas. La morera se desarrolla mejor en el trópico y subtropico, justo donde hay suficiente luz, humedad y calor, precisamente entre los paralelos 36 Sur y 43 Norte. Su periodo vegetativo se prolonga de 220 a 300 días.

6.1 Clima

La morera es una especie que se adapta a los más variados hábitats, ya que puede desarrollarse entre 50° de latitud Norte y 35° de latitud Sur, aunque es capaz de resistir temperaturas extremas, como la de las regiones tropicales, se desarrolla mejor en climas templados.

En México, la planta es cosmopolita, se reportan plantaciones en climas cálidos-lluviosos como los de Tabasco, climas templados con lluvias en verano en el Valle de México y climas cálidos-secos como los del Norte de país.

6.2 Temperatura

El calor es factor ecológico importante para el desarrollo de la morera, su temperatura óptima de desarrollo es de 30-32 °C. Cuando ésta es alta tiene un efecto negativo sobre la morera, lo cual se manifiesta en la deshidratación de las hojas y el perturbamiento de sus procesos asimilativos. Particularmente negativo es cuando la temperatura alta es acompañada de baja humedad relativa y baja humedad en el suelo. Si esta situación persiste de manera continua y prolongada la morera puede secarse y morir.

La morera soporta mejor temperaturas altas que bajas, el movimiento de la savia comienza cuando la temperatura del suelo alcanza los 6-8 °C y el desarrollo



de la planta cuando la temperatura ambiental es arriba de 12 °C. Del calor depende, por tanto, la duración del periodo vegetativo de la planta, siendo éste de 220 a 300 días.

En el periodo vegetativo la morera es sensible a temperaturas bajas, particularmente graves son las heladas tempranas, ya que queman los nuevos brotes, complicando el manejo de la plantación y poniendo en riesgo la primera crianza de primavera, porque de momento las larvitas se quedan sin alimento y hay que esperar de 12 a 15 días para la obtención de nuevos retoños.

Para aumentar la resistencia de la morera al frío, además de la selección, juega un gran papel la agrotecnología aplicada como pueden ser las labores culturales, tiempo de poda, riegos y fertilización.

6.3 Precipitaciones

La precipitación apropiada para el establecimiento de la morera es de 400 a 2,500 mm anuales. La morera no produce buenos rendimientos en zonas de precipitaciones bajas y mal distribuidas. La planta es una especie que no tolera los extremos ambientales y, a medida que el suelo se seca, disminuye su crecimiento hasta detenerse, tampoco tolera suelos inundados.

6.4 Humedad

La morera no soporta humedad excesiva, pero sufre en tiempos de sequía. Asimismo, cuando la humedad relativa de la atmósfera es baja las hojas se endurecen rápidamente y se marchitan, mientras que los retoños no se desarrollan en un verano seco.

Estas plantas se desarrollan muy bien en las vegas de los ríos y canales de riego, siempre y cuando estos sitios no sufran anegamientos temporales o permanentes. También se crecen bien en lugares más secos, pero con acceso de agua para su riego.



6.5 Viento

El viento es portador de oxígeno y bióxido de carbono, vitalmente importantes para la actividad de la planta, porque le asegura respiración y fotosíntesis, influye también con su movimiento; un viento frío o muy caliente, actuando como corriente, ocasiona el helamiento o marchitamiento de las hojas.

Fuerte contenido de polvo en el aire disminuye la fuerza de la iluminación e influye indirectamente de manera negativa sobre la fotosíntesis.

La saturación del aire con gases venenosos, principalmente con bióxido de azufre, es una influencia negativa sobre la morera. Las hojas adquieren cualidades venenosas y son inapropiadas para la alimentación de los gusanos.

6.6 Luminosidad

La morera es planta fotófila que exige suficiente luz para su desarrollo y soporta sólo sombreado parcial. Los árboles sombreados disminuyen fuertemente la fotosíntesis y por tanto la acumulación de sustancias alimenticias de reserva. Las hojas sombreadas son delgadas, opacas, pobres en nutrientes, sobre todo de proteína cruda, razón por la cual no son apropiadas para la alimentación de los gusanos.

La luz es condición importante para una recuperación rápida de la planta después de la poda. En un corto periodo de 2.5 a tres meses la morera recupera su masa foliar y puede ser cosechada nuevamente.

6.7 Altitud

La mora se encuentra presente desde los 0 hasta los 4,000 msnm, sin embargo, para establecer un cultivo comercial la altitud del lugar debe oscilar entre 500 y 1,500 msnm. Es conveniente que el terreno sea plano ya que la productividad de hojas disminuye con pendientes.



Desarrollo de las hojas según la pendiente del sitio de establecimiento:

Grado de pendiente	Desarrollo de hoja
< 20%	Buen desarrollo y producción de hoja
De 20 a 40%	Mediana producción de hoja por lixiviación de nutrientes.
> de 40%	Pobre producción de hojas, el establecimiento de morera reduce la erosión.

En caso de que el terreno esté con pendientes como las mencionadas anteriormente será necesario construir mejoras en el terreno para que no se produzca erosión. Un ejemplo son los cultivos en terrazas.

6.8 Suelo

La morera tiene la capacidad de adaptarse a una gran variedad de suelos, puede sembrarse en diferentes clases, con excepción de los muy húmedos y duros. El mejor crecimiento de la planta se da en suelos franco-arcillosos y franco-arenosos con profundidad de 60 a 100 cm, de buen drenaje y pH de seis a siete, con buena concentración de materia orgánica, no tolera los suelos encharcados y requiere de un alto nivel de nitrógeno. El sistema radical de la planta es extenso, pueden explorar hasta un metro de profundidad, aunque la mayor parte se concentran en los primeros 0,6 m. Por lo tanto el manto freático no deberá estar a menos de un metro de profundidad (García, 2004).

7. Métodos de propagación de la morera

La morera se puede reproducir por vía sexual o asexual, es decir, mediante semillas o partes vegetativas de la planta. La reproducción se realiza en viveros especializados, donde se selecciona y prepara material de propagación mejorado o no mejorado, de acuerdo a necesidades y objetivos prácticos.



7.1 Propagación por semilla

La propagación mediante semilla nos permite obtener plantas más longevas y resistentes, gracias a su raíz pivotante que penetra a gran profundidad, pero significativamente más heterogéneas en cuanto al tipo de hojas, ramificación, cualidades nutricionales y rendimientos (Cruz, 1993). Para este tipo de propagación, primero hay que seleccionar y marcar las plantas progenitoras o bien establecer especialmente un lote de plantas madre, completamente sanas, con hojas enteras y valiosas cualidades productivas que pudieran heredar a la descendencia. Lo anterior se determina después de largos años de investigación y seguimiento de los cultivos obtenidos durante generaciones en plantas de tallo alto, crecimiento libre y no obtenidas mediante injerto.

Para obtener las semillas se recolectan frutos completamente maduros provenientes de árboles bien desarrollados y sanos, los cuales se maceran manualmente, se lavan y escurren de manera continua para eliminar la pulpa y semillas vanas, las cuales flotan, de esta manera quedan asentadas en el fondo del recipiente sólo las semillas más viables.

Las semillas así obtenidas se ponen a secar en un sitio ventilado, pero a la sombra. Una vez secas se almacenan en un sitio seco, sacándose para su siembra al inicio de la primavera del siguiente año.

La tierra del semillero debe tener buena textura, porosidad, rica en nutrientes y estar provista de suficiente agua para su riego. Los semilleros se construyen profundos o superficiales, dependiendo del suelo y clima de la región.

Las semillas se siembran una tras otra en hileras a 15-20 cm de distancia entre sí y a uno o dos centímetros de profundidad, bajo estas condiciones, se requieren de 100 a 120 gramos para un semillero de 100 m². Una vez germinadas las plantulitas se van espaciando hasta quedar a 5-10 cm entre sí.



7.2 Propagación vegetativa

La propagación vegetativa permite reproducir completamente las cualidades productivas de las variedades progenitoras, con este método se puede iniciar la explotación productiva de la morera al segundo o tercer año de establecida. Se puede dividir de la siguiente manera:

- a) Propagación con vareta o estaca madura. (Con material obtenido en el periodo de reposo de la planta).
- b) Propagación con vareta verde. (Esquejes obtenidos en el periodo vegetativo de la planta).
- c) Propagación por medio de acodos en aporcado. (Con la utilización de planta viva).
- d) Propagación mediante injertos (injerto de yema e injerto de una púa de variedad mejorada sobre un portainjerto ya enraizado).

7.2.1 Propagación con vareta madura

Este método de propagación utiliza ramas anuales, las cuales son recolectadas en la época de dormancia de la planta. Estas ramas se recolectan y se almacenan en cuartos fríos a temperatura de + 5° C y se sacan conforme se van utilizando. (Figura 20).



Figura 20. Corte y preparación de varetas maduras para su propagación.



Las varetas o estacas son cortadas a +20 cm de longitud se humedecen con el enraizador y se insertan posteriormente en camas eléctricas para su propagación y enclamiento (figura 21).

El proceso de enclamiento demanda humedad y temperatura del sustrato; el calentamiento se logra, en el mejor de los casos, con el uso de resistencia eléctrica y un termostato, para mantener una temperatura estable de + 28 °C, condiciones bajo las cuales es posible obtener el enclamiento, e incluso el arraigo de algunas varetas, en tiempo aproximado de 10 a 15 días.



Figura 21. Propagación de estacas en cama eléctrica.

Otra manera de lograr lo anterior es mediante la utilización de camas con calentamiento natural a base de estiércol, mismo que genera calor por efecto de los procesos de descomposición de la materia. Se excavan las zanjas en cuyo fondo se deposita el estiércol, para posteriormente devolver la tierra excavada y mejorada con alguna materia orgánica (figura 22).



Figura 22. Camas y platabanda de enraizamiento de varetas.



Las platabandas son otra alternativa de propagación, se coloca una lámina de polietileno, en la cual se determina cada punto de inserción, haciendo con una navaja un corte en forma de cruz, ahí se insertarán las varetas ya tratadas con promotores de enraizamiento.

Las varetas, así logradas, se pasan a bolsas para su manejo posterior en el vivero y para su expedición a los productores. Otro uso de las varetas enraizadas es establecer nuevas plantaciones con inserción directa en campo.

7.2.2 Propagación con material vegetativo verde

Se seleccionan ramas anuales de 40 días o más, éstas deberán presentar signos evidentes de lignificación, por lo tanto, se desechan las partes tiernas apicales de las ramas y se cortan esquejes (varetas) de +20 cm de longitud (figura 23). A estas varetas se les dejan dos hojas de la parte apical para que se pueda efectuar el proceso de la fotosíntesis, una vez cortadas, se les da tratamiento con fitorreguladores, después de lo cual se insertan en camas calientes de reproducción. Es posible observar la formación del sistema radicular 30 o 40 días después. Debe mantenerse una temperatura de 22-26°C, humedad relativa de 85-100% y fertilidad de la cama o sustrato (Soria *et al.*, 2001).

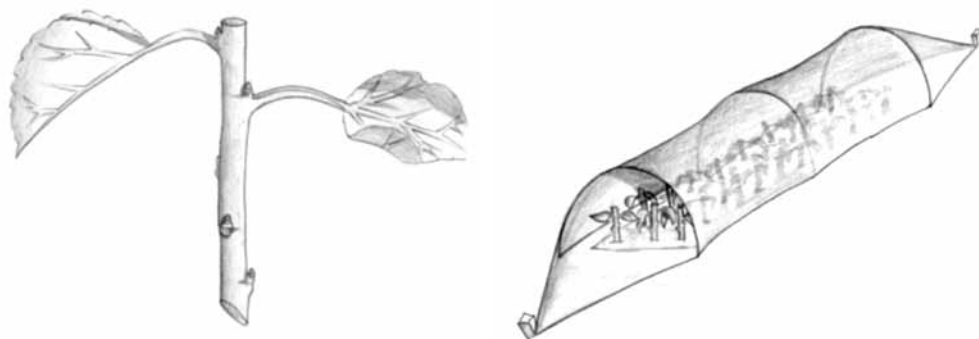


Figura 23. Propagación con material vegetativo verde.



En regiones con baja humedad relativa esta condición se logra de manera artificial, mediante la construcción de un túnel, que se prepara con arcos insertados sobre la zanja. Una vez insertadas las varetas en la cama de reproducción, se cubre de inmediato con una hoja de polietileno, cuidando que sus extremos queden perfectamente cubiertos con tierra para no permitir la evaporación de la humedad. Sólo de tiempo en tiempo el polietileno deberá levantarse en algún extremo para verificar la humedad y en su caso dar algún riego ligero.

El polietileno se retira hasta lograr el arraigamiento de los esquejes, los cuales continúan atendiéndose en el mismo lugar en condiciones normales de temperatura y humedad, pero protegiéndolos de los rayos directos del sol.

7.2.3 Acodos

La longitud más apropiada de las ramas para la implementación de este método es de 1.5 m, de las cuales es posible sacar cuatro o más plantitas ya arraigadas e independientes. Los nuevos vástagos se aporcan nuevamente y en el invierno, una vez que han tirado las hojas, se separan definitivamente de la planta madre. (Figura 24).



Figura 24. Reproducción vegetativa por acodo.



Este tipo de propagación es poco utilizado y sólo se realiza con especies difíciles de generarse mediante los métodos convencionales, o con propósitos educativos.

7.2.4 Injertos

El injerto en moreras fue ampliamente utilizado en la actividad sericícola. Con este método se reproducen exitosamente las cualidades y características de las variedades mejoradas mediante el acoplamiento de yemas o púas a un patrón o portainjerto ya arraigado. El patrón es una plántula obtenida mediante semilla (sexual) y el injerto corresponde a una variedad mejorada.

En la práctica de propagación de frutales se conocen muchos tipos de injertos, pero bien se pueden agrupar en dos: a) Injerto de yema o escudete y b) Injerto de púa o clarinete.

- a) **Injerto de yema o escudete:** es el más utilizado y fácil de realizar, se lleva a cabo durante el periodo vegetativo de la morera, mientras haya movimiento de savia y la corteza pueda separarse con facilidad (figura 25). Se emplean yemas de material recolectado en la época de reposo de la planta y almacenado en un cuarto frío hasta el momento de su utilización, en la primavera, o bien con material recolectado en el verano justo el mismo día en que van a ser utilizados para el injerto.

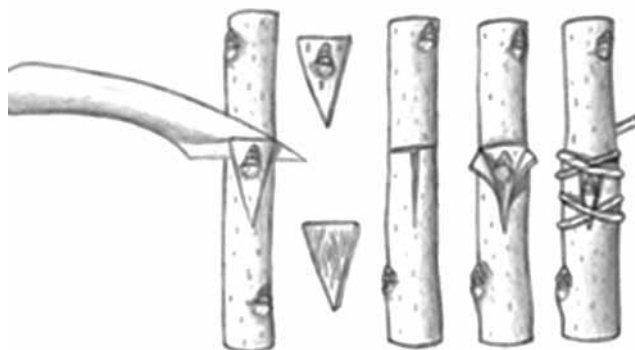


Figura 25. Injerto de yema o escudete.



Primero se hace una incisión en forma de T en el patrón, posteriormente, alrededor de una yema foliar se hace un corte en forma de escudo, el cual se retira cuidadosamente, y haciendo a un lado las esquinas del corte en forma de T, se inserta y acopla en el patrón. Finalmente se liga el injerto con rafia o polietileno y se retira una vez que se haya logrado exitosamente el injerto.

b) Injerto de púa o clarinete: frecuentemente se utiliza en plantas envejecidas y gruesas, también en las que no se lograron propagar a través del injerto de yema. El método es rápido y técnicamente fácil de utilizar, con un alto porcentaje de planta lograda (figura 26).

Al igual que el injerto de yema es necesario que, cuando se haga, el árbol esté en crecimiento, haya movimiento de savia y que la corteza pueda separarse con facilidad, el tiempo más propicio es al inicio de la primavera. El injerto se realiza a ras de suelo, descubriéndose la planta en su base y cortándose en ángulo de 45 °.

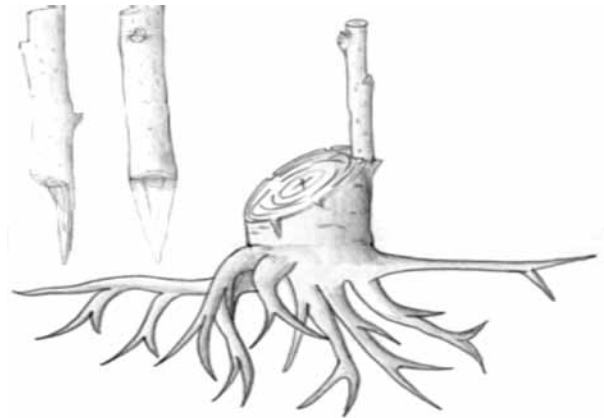


Figura 26. Injerto tipo púa o clarinete.

La púa deberá contar con dos o tres yemas. Se utiliza sólo material vegetativo bien conservado, el cual fue recolectado en la época invernal. En la parte basal de la púa se realiza un corte en forma de clarinete, afinando bien el corte con navaja especial para injertos. La corteza del otro extremo de la púa se separa haciendo presión con los dedos, retirándose ésta si se quiere. Acto seguido, se inserta fuertemente la púa entre la corteza y la parte superior del patrón. Para mayor seguridad, el corte hecho al patrón y el sitio de acoplamiento del injerto, se untan con algún



cicatrizante especial, la arcilla humedecida también es amplia y popularmente utilizada como protector. Finalmente la púa y el patrón se cubren con tierra ligera hasta 2-3 cm por encima del extremo superior.

Para el éxito de los injertos tienen importancia también los factores climatológicos, la técnica, los instrumentos utilizados, la experiencia, así como el método más adecuado, de acuerdo a las variedades. Una condición obligatoria es que quienes realicen esta práctica empleen instrumentos bien afilados, precisos y desinfectados.

Existen muchos otros tipos de injertos en la sericultura o en la fruticultura, pero son, de alguna manera, sólo una variante de los aquí expuestos.

La propagación de la morera por medio de cultivo de tejidos es otro método altamente ventajoso al que habría que acudir en el futuro.

8. Cultivo y manejo de la morera

8.1 Establecimiento de la plantación de moreras

Lo más conveniente para establecer una plantación de moreras es con plantas obtenidas con varetas, es decir, mediante la reproducción asexual; gracias a este tipo de propagación es posible reproducir todas las cualidades productivas de las plantas progenitoras, al tiempo de adelantar los tiempos de su plena explotación. (Figura 27).



Figura 27. Plantaciones de morera con plantas obtenidas por estacas.



La densidad de la plantación se deja a criterio del productor y sobre todo a la factibilidad de establecer la morera como cultivo mecanizado, lo cual simplifica y facilita su manejo e incrementa su productividad.



Figura 28. Diseños de plantación de moreras, Tres bolillo y Marco real.

En terrenos con pendiente, las líneas de plantación deben seguir las curvas de nivel. La mejor distribución de estacas entre líneas es la de Tres bolillo (triángulo), mientras la siembra en líneas facilita la limpieza de maleza (figura 28).

8.2 Riego

El consumo de agua del cultivo es de aproximadamente 5 mm/día durante el periodo de mayor crecimiento vegetativo, lo que significa que se necesitan unos 150 mm mensuales de lluvia o riego. Las hojas comienzan a amarillear y luego se caen cuando hay deficiencia de agua, en ese caso, es necesario utilizar riego complementario.



Figura 28. Riegos de apoyo para el anclaje de estacas en la zona de cultivo.



En la plantación es recomendable regar el cultivo especialmente en las épocas de calor y pocas lluvias. En el caso de plantación directa es mayor el riesgo, en cambio, si se usan estacas ya enraizadas los riesgos de pérdidas por deshidratación son menores.

Los métodos de riego más convenientes para el cultivo de la mora son el goteo, microaspersión y riego por gravedad, suministrándole una lámina equivalente a tres milímetros diarios. En caso de que se acumule agua en el terreno, se debe estudiar la forma de retirar el excedente, debido a que las plantas no toleran condiciones de exceso de agua y sus raíces se pudren. La elección del sistema de riego dependerá de los medios con que se cuenten. (Pescio *et al.*, 2006).

8.3 Control de malezas

En los primeros años después de establecida la plantación de moreras se mantienen cuidados especiales para el logro y formación de las plantas, la superficie de cultivo se debe mantener limpia de maleza. (Figura 29).



Figura 29. Control mecánico de maleza (foto: técnico Gonzalo).



Para la explotación intensiva de la planta, con dos o tres cosechas anuales, es necesario mantener el estado vigoroso y saludable de la planta; para lograr esto se realizan deshierbes, labores culturales, riego y podas sanitarias durante el periodo de crecimiento, sin olvidar abonar y fertilizar las plantas para mantener o restituir los nutrientes del suelo y obtener hojas de morera con la calidad y rendimientos óptimos.

8.4 Fertilización

Los nutrientes del suelo son la fuente principal de alimento de las plantas. El nitrógeno se encuentra en forma de nitratos y sales de amonio formados en el suelo.

Nitrógeno. Fortalece el desarrollo vegetativo de la planta y la producción de hojas. Si el suelo se fertiliza exageradamente, y se incorpora el nitrógeno después de septiembre u octubre, se retrasa la maduración de los retoños anuales y son presa fácil de los fríos tempranos. La falta del nitrógeno origina que las hojas sean de un verde pálido, opacas y pobres en sustancias nutritivas, sobre todo de proteína cruda. Las hojas obtenidas de plantas fertilizadas con nitrógeno son más gruesas, jugosas, más tiernas y nutritivas.

Fósforo. Se encuentra en forma de fosfatos, su presencia fortalece las raíces y la resistencia general de la planta, acelerando además la producción de frutos. El fósforo como fertilizante debe aplicarse al suelo en el otoño con el barbecho.

Potasio. Intensifica la producción de clorofila, necesaria para el normal funcionamiento de la planta, ante la deficiencia de potasio son susceptibles a las enfermedades fungosas.

Calcio. Su presencia aumenta la resistencia al frío, mejora las propiedades físicas y químicas del suelo y conduce al fortalecimiento de los procesos microbiológicos. El calcio influye sobre la resistencia general de la morera e influye directamente sobre su pH.



En suelos normales, una mala fertilización conduce a salinidad con sodio y magnesio (NaCl ; Na_2SO_4 ; NaCO_3 ; MgSO_4) los cuales son particularmente dañinos para la morera.

Además de esos elementos básicos, para el desarrollo de la morera, tiene gran importancia los microelementos, los cuales, aunque en cantidades pequeñas incorporados al suelo, aumentan la resistencia y productividad de las plantas; tales micronutrientes son por ejemplo el manganeso, magnesio, boro, hierro, cobre y otros.

8.4.1 Fertilización química

La dosis dependerá del nivel de fertilidad del suelo, el tipo de plantación y la densidad de las plantas. Los fertilizantes deben aplicarse después de seis meses de la siembra. Se han elaborado diversas fórmulas de fertilización generales en Japón (Yokohama, 1962) y en la India (Ray *et al.*, 1973). En Japón, una aplicación de fertilizantes químicos a los campos de mora en suelos aluviales es de 300 kg de nitrógeno (N), 140 kg de fósforo (P) y de 120 kg de potasio (K) por hectárea por año y para suelos de origen volcánico de 300 kg de N, 160 kg de fósforo y 200 kg de K por hectárea.

8.4.2 Fertilización orgánica

Los abonos orgánicos, por ejemplo el estiércol de vaca y la composta, se caracterizan por ser más eficientes a medida que liberan los nutrientes lentamente, mejoran la textura del suelo y la retención de humedad. Además, están disponibles a nivel local, son baratos y menos peligrosos que los fertilizantes minerales (figura 30). En cualquier caso se recomienda una aplicación de al menos 15 ton/ha de composta en dos aplicaciones (Hiroaki *et al.*, 2000), se debe hacer durante la poda, cada dos años.

En cultivos destinados a estudios bioquímicos y agronómicos se han empleado dosis nitrogenadas a partir de gallinaza equivalentes a 100, 300 y 500 kg N/ha/año (García, Ojeda y Pérez, 2002).



Figura 30. Fertilización con lombricomposta.

9. Tipos de podas

El árbol de morera se mantiene con poda de formación baja (altura de tallo principal de 50 cm o menos) con el propósito de facilitar su manejo y la cosecha de sus hojas y ramas.

La poda de formación y sus resultados dependen en gran medida de las variedades de morera con las cuales trabajamos, así como también del uso que les queremos dar y las posibilidades de corte y cosecha de sus hojas y ramas.

Dependiendo de la altura del tallo principal, la poda de formación se puede clasificar en tres categorías:

1. Poda de porte bajo o arbustivo.
2. Poda de porte medio.
3. Poda de porte alto.



Poda de porte bajo o arbustivo: el tallo principal mide de 15 a 20 cm o menos. La distancia entre plantas es de 30 a 50 cm y entre surcos de 2.50 a 1.25 m. Es un tipo de poda que se aplica sobre todo en explotaciones intensivas y alta tecnología para el manejo de la plantación (figura 31).

La ventaja de la poda baja es que se pueden mecanizar algunos procesos laboriosos en grandes explotaciones, como son la cosecha de hojas y los cultivos. Las plantas entran en explotación aún en el segundo año y los rendimientos de hoja son altos desde el inicio, dada la alta densidad de plantación.



Figura 31. Poda de porte bajo.

Las desventajas son el rápido envejecimiento y amacollamiento de las plantas como resultado del trabajo de la maquinaria (trabajo mecanizado), esto obliga que después de algunas cosechas mecanizadas se deba realizar una poda más baja, de rejuvenecimiento.

Poda de porte medio: la altura del tallo es de 50 a 70 cm, la distancia entre plantas es de 3.00 X 1.5 m, 2.50 X 1.00 m o bien 2.00 X 1.00 m, este nivel permite el



manejo y cosecha de ramas y hojas cómodo y efectivo, ya que está acorde con la altura de quienes realizan de manera manual la recolección. (Figura 32).



Figura 32. Poda de porte medio.

Las podas de porte medio permiten un manejo alternado de la cosecha de ramas y hojas, realizándola arriba o abajo, según sea requerido, y adecuándola a la programación de crianzas durante el año.

Poda de porte alto: altura del tallo de 1.20 a 1.50 metros. Se plantan las moreras a distancias de 4 X4 o bien 3 X 3. Para el establecimiento de una plantación de este tipo se requieren grandes superficies, ya que la distancia entre plantas y surcos permite el laboreo del suelo con un tractor grande. Es apropiada para terrenos con pequeñas pendientes porque se puede trabajar con comodidad desde la parte alta de éstas.

Para determinar la altura más adecuada para el establecimiento de la plantación son muchos los factores a tomarse en cuenta, por tal razón, se debe acudir siempre con un especialista en la materia, quien determinará las variedades de morera más adecuadas a la zona donde se pretende establecer la plantación. De la misma manera, el especialista determinará la altura del tallo más apropiada, considerando el tipo de suelo, pendiente del terreno, tipo y calidad del agua de riego y las condiciones meteorológicas privativas de la región propuesta para su establecimiento.



En el caso particular de la región del Valle del Mezquital, en Hidalgo, lo mejor es optar por una poda alta, para evitar que ramas y hojas puedan ser contaminadas por las aguas negras que se utilizan para riego (figura 33). En esta región es recomendable plantar barreras rompe vientos para aminorar, de alguna manera, la contaminación en caso de tolvaneras.

10. Producción de hojas

La producción de hojas y materia seca por hectárea de morera depende de la variedad, la localidad, la densidad de siembra, la aplicación de fertilizantes y la técnica de cosecha (Espinoza *et al.*, 1999). Incrementando la densidad de siembra se aumentan los rendimientos de hoja (Gong *et al.*, 1995).



Figura 33. Poda de porte medio.

El cultivo, durante los dos primeros años, se dice que está en establecimiento y después del segundo que se encuentra en plena producción. La primera cosecha se puede realizar a los 5/6 meses. La planta en el primer año de cultivo producirá alrededor de 30% de hoja con respecto a la plena producción; en el segundo año se puede alcanzar alrededor de 65% y 100% a partir del tercer año (Bustamante *et al.* 1989). La producción de hojas se maximiza después del cuarto año, llegando a 10-15 kg por árbol o 20 a 30 toneladas por hectárea.



Una plantación de 3,000 moreras soporta 25 telainos, se estima una producción de hojas por planta de 3.7 kilogramos. El telaino es un módulo de 20,000 huevos o gusanos que consumen 450 kilos de hojas sin ramas y son capaces de producir 30 kg de capullos frescos, que equivalen a 10 Kg de seda cruda (Enciso, 2010).

11. Cosecha

La cosecha provoca muerte de raíces por falta de sustancias que producen las hojas, por ello se debe dejar que las plantas se recuperen del corte. Una planta está lista nuevamente para ser cosechada cuando las hojas inferiores de sus ramas llegaron a su madurez. Esto transcurre en un tiempo que va de dos a cuatro meses, según sea la capacidad de rebrote que tenga la variedad, los posibles problemas de sequía, fertilidad, etcétera. No es recomendable realizar podas antes de tiempo, ya que la producción de hojas disminuye y la planta se debilita. Es importante realizar una buena planificación de la producción de hojas.

Las hojas se cosechan ya sea a través de medios manuales o mecánicos. En la producción de morera la mayoría de la operación de cosecha es manual (figura 34).



Figura 34. Cosecha de hojas de morera.



La cosecha de la hoja después de las podas estará relacionada directamente con la temperatura y ubicación de las zonas. La primera cosecha de hoja se realiza de seis a ocho meses después del trasplante y luego se hace con regularidad cada tres a cuatro meses después de podas y cosechas. (Cifuentes y Kee-Wook, 1998).

12. Plagas

12.1 Chinche harinosa (*Panonychus citri* MCG.)

Forma de ataque: se alojan sobre la hoja tierna, en muchos casos los brotes detienen su crecimiento afectando la producción.



Figura 35. Chinche harinosa.

Control: cortar la rama que es parasitada por la chinche y quemarla lejos del campo de morera. Desinfectar herramientas de trabajo.

12.2 Barrenador del tallo (*Epialus spp.*)

Este insecto produce engrosamiento en el tallo al nivel del cuello, penetra la planta por la base y barrena completamente el tallo, construyendo galerías dentro de él. Se manifiesta por clorosis, necrosis y posteriormente la muerte de la planta. (Figura 36).



Figura 36. Barrenador atacando un tallo.



Control: se basa en tratamientos químicos con productos insolubles en agua (ya que los solubles se evaporan rápidamente y no tienen efecto alguno). Es importante mantener libre de maleza y evitar toda clase de heridas en las plantas. Los productos químicos se deben aplicar localizados en el sitio por donde entra el insecto.

12.3 Cochinilla escamosa

Absorben la savia de las plantas dañando principalmente las ramas tiernas y las hojas, por lo que el crecimiento de las ramas se hace lento. (Figura 37).



Figura 37. Cochinilla escamosa.

Control: cortar la rama sobre la cual habita el insecto y quemarla en un lugar apartado.

12.4 Áfidos o pulgones (*Aphis sp.*)

Se localizan en los brotes tiernos, los áfidos chupan savia de las hojas nuevas, deformándolas y enrollándolas, detienen el crecimiento de las ramas y transmiten enfermedades virosas. Abundan en época de seca. (Figura 38)



Figura 38. Infestaciones de pulgón.



Control: aplicar riego adecuadamente y proteger a los enemigos naturales de los áfidos (predadores y parásitos).

12.5 Mosca de la fruta

Causa la caída y destrucción de los frutos, abre puertas para que entren microorganismos patógenos causantes de la descomposición o pudrición. (Figura 39)



Figura 39. Larva y adulto de mosca de la fruta.

Control: cosechar oportunamente la fruta, recoger los frutos caídos y enterrarlos. Controlar la maleza y mantener limpia el área para visualizar la fruta caída. Colocar trampas, con jugo de mora, para capturar las moscas.

12.6 Chinchas chupadoras de hojas y frutos

Las chinches adultas se alimentan de hojas y frutos, el mayor daño lo causan al chupar frutos, dejándolos pequeños, deformes y secos, su ataque es más grande cuando hay presencia de malezas en el cultivo. (Figura 40).



Figura 40. Ataque de chinches en fruto y hoja.



Control: hacer control selectivo de maleza y evitar el uso indiscriminado de plaguicidas.

12.7 Gusano quemador (*Copaxa multifenestrata*)

Hospedantes: se considera una plaga específica de aguacate.

- Daño: la larva se alimenta principalmente de hojas maduras; en infestación severa causa defoliación.
- Distribución: se presenta en todas las zonas productoras de aguacate. (Figura 41).



Figura 41. Infestación de gusano quemador a planta de morera.

13. Enfermedades

13.1 Mildiu polvoriento (*Phyllactinia moricola*, *P. Hennings*)

Enfermedad que ataca las hojas, aunque no se encogen ni caen. Hay poco efecto sobre la cosecha. Aparecen pequeñas manchas blancas en el envés, extendiéndose sobre toda la hoja. En este momento la hoja aparece como si estuviese cubierta de polvo. (Figura 42).



Control: el hongo sobrevive sobre residuos de cosecha, por eso para controlar la enfermedad es necesario mantener el cultivo limpio y con aireación.



Figura 42. Hojas dañadas por Mildiu.

13.2 Pudrición de la raíz

Este marchitamiento puede ser causado por *Verticillium sp.*, *Fusarium sp.* o *Rose-llinia sp.* La enfermedad se reconoce por que las hojas se ponen amarillentas y la planta se marchita. (Figura 43).

Control: arrancar las plantas afectadas, aplicar formol en los sitios donde se des-prendieron las plantas. Utilizar material de propagación de plantas sanas.



Figura 43. Plantas de moreras muertas por daño en la raíz.



13.3 Roya bacteriana (*Pseudomonas mori*)

Aparecen manchitas en el limbo de la hoja, luego la enfermedad ataca la vena y el peciolo y surge una pus bacteriana amarillenta. Las hojas se llegan a deformar.

Control: evitar lesiones en los tallos durante el mantenimiento de la plantación. Cuidar el uso excesivo de fertilizantes nitrogenados. Quemar hojas y tallo afectados. (Figura 44).



Figura 44. Hojas con síntomas de enfermedad por roya.

PARTE II
**LA CRÍA DE LOS GUSANOS
DE SEDA**



14. El gusano de seda

El gusano de seda es una larva que produce seda a partir de su alimentación con la planta morera, es una especie domesticada que ha sido explotada por más de 5,000 años. Las razas criadas hasta hoy han sido derivadas de un gusano silvestre *Bombyx mandarina* originario de China, India y Corea. El gusano de seda (*Bombyx mori*) pertenece al mismo género, posee 28 pares de cromosomas, un par más que el *Bombyx mandarina*, sin embargo, ambas especies pueden aparearse y reproducirse (Cifuentes y Kee-Wook, 1998).

15. Clasificación taxonómica

Salice *et al.* (2001), clasifica al gusano de seda de la siguiente manera:

Clase:	insecta o hexápoda
Orden:	lepidóptera
Familia:	<i>bombycidae</i>
Género:	<i>Bombyx</i>
Especie:	<i>mori</i>
Nombre vulgar:	gusano de seda.

16. Razas del gusano de seda

Según Veda *et al.* (1997) y Aruga (1994), el gusano de seda se clasifica de acuerdo al lugar de producción, por región nativa: raza japonesa, raza china, raza europea, raza tropical. Como también de acuerdo al voltinismo: univoltinos, bivoltinos y multivoltinos, y por la cantidad de mudas que presenten: trimudantes, tetramudantes y pentamudantes.

17. Condiciones ambientales para la cría

Los gusanos de seda se crían en condiciones de cautiverio. Si hay condiciones económicas para ello se construyen casas o salas especiales de crianzas o se aprovechan espacios desocupados de la casa, como bodegas, cocheras, salas u otros. (Figura 45).



Figura 45. Caseta de crianza de gusano de seda de la UPFIM.

También se pueden habilitar construcciones temporales del tipo túnel o invernadero, con cubierta de polietileno, pues sumados los días efectivos de cada crianza, el aprovechamiento de los espacios es de sólo unos pocos meses.

En la construcción de una casa especializada de crianza deben cuidarse algunos aspectos importantes:

- Que esté ubicada lo más cercano posible a la plantación de moreras.
- Que cuente con energía eléctrica asegurada.
- Que tenga además un cuarto o espacio para el almacenaje de ramas y hojas, mesa de trabajo para el corte o picado de las hojas, espacio pequeño y más abrigado para la cría de gusanos de seda en sus primeras edades, espacio más grande para la cría abierta de los gusanos en las edades IV y V, facilidades para el trabajo de encapullado.



Para que los gusanos de seda crezcan y se desarrollen con normalidad, la casa de crianza debe contar con temperatura y humedad adecuadas en cada etapa de su desarrollo, facilidades para proporcionar ventilación en caso necesario, iluminación, superficie suficiente, de acuerdo a la cantidad de gusanos que se crían, y equipo adecuado.

17.1 Temperatura

Los gusanos de seda son animales de sangre fría, su cuerpo tiene la temperatura del ambiente, porque no pueden autorregularla, por lo que necesitan condiciones ambientales particulares para desarrollarse: estos requerimientos son similares a los de la morera, por lo tanto la crianza es posible donde se puede cultivar esta planta. El rango de temperatura media óptima debe variar entre los 20° y 30°C. Sin embargo, la producción se puede realizar con temperaturas menores o mayores, aunque variando en consecuencia la duración del ciclo y la productividad (Pescio *et al.*, 2006).

17.2 Humedad relativa

La duración del periodo larval disminuye cuando aumenta la humedad, en términos generales, el local debe tener entre 60% y 80% de humedad relativa (Pescio *et al.*, 2006). El mantenimiento de una temperatura adecuada debe estar en relación estrecha con la humedad relativa de la sala de crianza. Para la cría de los gusanos de seda en la etapa joven (primera, segunda y tercera edades) se requiere de más temperatura y humedad, en comparación con los gusanos de la edad adulta (cuarta y quinta).

17.3 Ventilación

El cuarto de crianza debe tener ventilación porque se va llenando de bióxido de carbono debido a la actividad fisiológica de los gusanos y las labores del hombre dentro de ésta, además si se suma baja temperatura y alta humedad, lo más probable es que los gusanos de seda se enfermen, de ahí la necesidad de ventilar periódicamente la sala de crianza.



El gusano necesita aire con suficiente oxígeno para desarrollarse. La cría origina gases que modifica la composición del aire y que afecta a los gusanos. Las larvas, al respirar, consumen oxígeno y eliminan dióxido de carbono. La fermentación de los residuos vegetales aumenta la concentración de gases nocivos; es muy importante no fumar dentro del área de cría para no viciar el local. Es recomendable renovar periódicamente el aire mediante la apertura de las ventanas para permitir la generación de corrientes de aire, aunque tampoco es recomendable que lleguen directamente a las camas de cría (Pescio *et al.*, 2006).

En explotaciones industriales se sugiere la instalación de un sensor de humedad y temperatura que se active automáticamente cada que sea necesario.

17.4 Iluminación

Los gusanos necesitan luminosidad para desarrollarse correctamente, es sabido que aumenta el consumo de alimento y la actividad con la presencia de luz; sin embargo, se deben evitar los extremos. La luz directa del sol no es recomendable sobre las camas de cría, ni la completa oscuridad; si no hay suficiente luz al agregar las hojas, las larvas no subirán a la parte superior de la bandeja para consumir alimento fresco, en cambio si una parte de la bandeja recibe luz y la otra se encuentra en penumbras, los gusanos se van a agrupar en la parte iluminada, desuniformando la densidad de cría. La iluminación ideal es aquella que permita leer dentro de la sala de cría, sin embargo no es necesaria la luz durante la noche. (Pescio *et al.*, 2006).

18. Ciclo de vida

El gusano de seda es una larva u oruga de un insecto lepidóptero que tiene metamorfosis completa, atraviesa por los estados de huevo, larva, pupa o crisálida y adulto o mariposa en un periodo de 50 a 55 días (figura 46).

La etapa de huevecillo (periodo de incubación) tiene una duración de siete a 10 días, la etapa larval se divide en dos fases: la primera es la alimentación y el crecimiento que dura de 25 a 30 días y la segunda de construcción de capullo que



dura de tres a cuatro días, la etapa de pupa (metamorfosis dentro del capullo) es de 10 a 14 días, y la etapa adulta que se refiere a la salida del capullo, apareamiento, puesta de huevecillo y muerte es de tres a cinco días (Marmolejo, 1982).

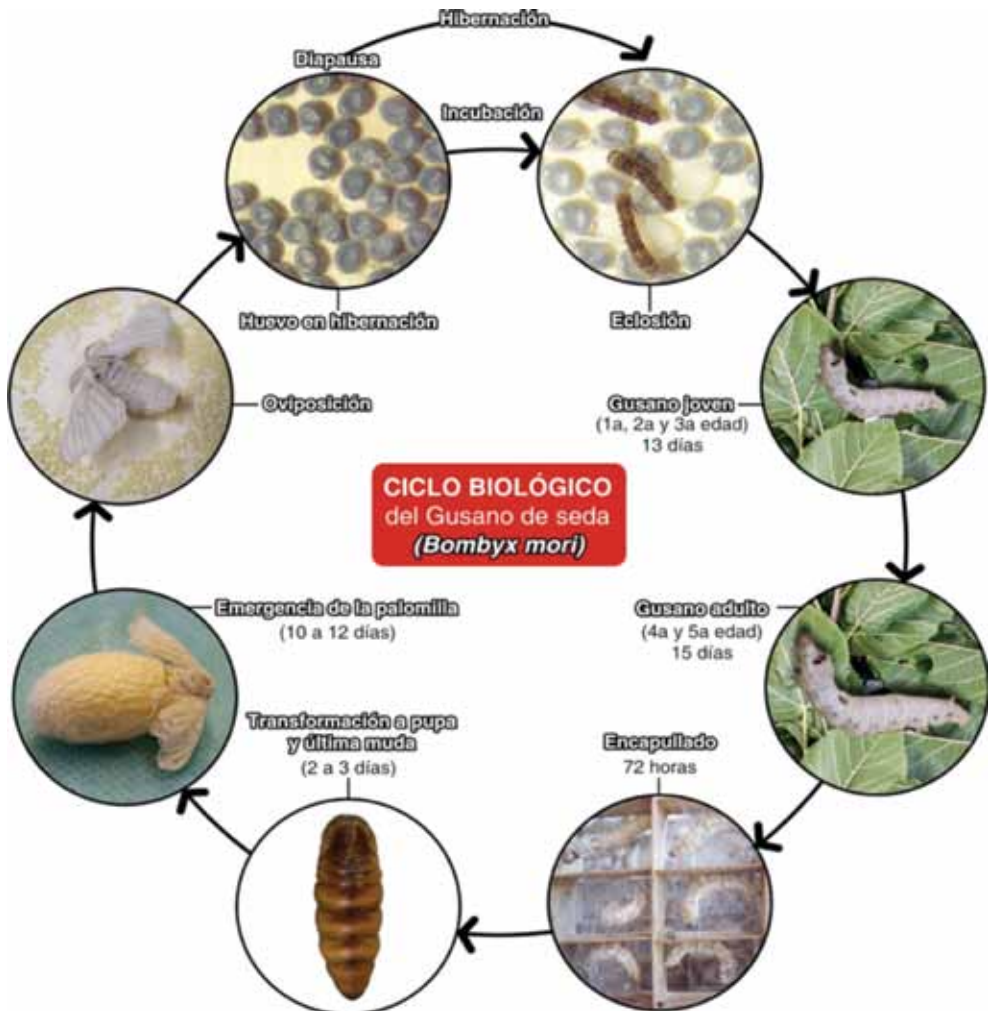


Figura 46. Ciclo de vida del gusano de seda (fuente, Cenase de SLP).



18.1 Huevo

La etapa de huevo abarca el periodo de descanso de la vida activa del gusano de seda y de ahí pueden clasificarse varios tipos de razas o grupos biológicos. Las razas se clasifican según el tipo de diapausa en univoltinos y polivoltinos. Los gusanos univoltinos tienen un solo ciclo por año; los bivoltinos, dos ciclos anuales, mientras que los polivoltinos tienen una diapausa muy pequeña por lo que pueden desarrollar varias generaciones anuales (Pescio *et al.*, 2006).

La duración del estado de descanso depende de la raza y tipo de diapausa (o dormición). Se conoce como diapausa a la suspensión del desarrollo. Los huevos con diapausa son aquellos que presentan dos etapas de desarrollo embrionario, la primera transcurre durante 48 horas, en las que se detiene el desarrollo del embrión, y la segunda etapa, la hibernación, de duración variable, y que necesita condiciones ambientales determinadas para activarse.

Los huevos de los gusanos de seda son redondos, tienen una medida de uno a 1.3 mm de longitud y de 0.9 a 1-2 mm de ancho, pueden ser ovalados, aplanados o elipsoidales. Los huevecillos en el momento de la ovoposición presentan una coloración blanco amarillenta que variará en las horas siguientes, hasta que, finalmente, se convierte en gris plomiza (figura 47).



Figura 47. Forma y color del huevecillo del gusano de seda.



Las razas que producen capullos blancos provienen de huevos amarillo pálido y las que producen capullos amarillos proceden de huevos amarillos. Las razas japonesas producen huevos más oscuros que las razas chinas.

La cascara del huevecillo está formada por materia quitinosa, con canales microscópicos por los que entra el aire, permitiendo la respiración. El huevo presenta un orificio, llamado micrópilo, el cual puede verse a simple vista como un punto negro en uno de los extremos, es el lugar por donde nacerá la larva; antes de la eclosión, y en un periodo de 10-12 días, el embrión completa su desarrollo a temperatura ambiente. La larva, al momento de nacer, golpea con su cabeza el micrópilo hasta lograr una abertura que le permita emerger. La eclosión requiere una temperatura entre 20 y 25 grados centígrados.

18.2 Larva

El gusano de seda es monófago naturalmente, come únicamente la hoja de morera durante la etapa larval. La larva necesita alimento adecuado y suficiente, así como ambiente apropiado para desarrollarse con normalidad, libre de enfermedades, peligrosas para su vida, provocadas o favorecidas por una alimentación inadecuada o por excesos de temperatura y humedad. El insecto en la fase adulta consume 98% del total de alimento suministrado en su estado larval, 10% en el cuarto ínstar y 88% en el quinto ínstar (figura 48).



Figura 48. Larvas de gusano de seda



El estado larval del gusano es el de mayor actividad, por que ocurren una serie de procesos y cambios como son la alimentación, metabolismo, cambios de piel (mudas), secreción de seda, purga, elaboración de capullos, etcétera.

Las larvas poseen una cutícula rígida que limita de modo efectivo el tamaño del insecto, por tal razón sólo puede crecer eliminando su viejo exoesqueleto y elaborando uno más grande, a este proceso se le llama muda.

La larva pierde el apetito, levanta la cabeza, el cuerpo se torna tenso y de color cremoso y parece inquieto al momento de acercarse a la muda. El gusano de seda comercial en la fase larval tiene cuatro mudas y se divide en cinco ínstares o edades (Salice *et al.*, 2001).

18.2.1 Edades o ínstares de la larva

Las larvas de primeras edades se alimentan con las hojas más tiernas de la planta, de donde toman el agua necesaria para su buen desarrollo, como consecuencia de su elevada actividad fisiológica, gran parte del agua obtenida de las hojas se evapora de su cuerpo, por tal razón, la disminución del agua del organismo de las larvas reduce la acción negativa del calor.

La larva del gusano de seda recién nacida tiene muchas setas o pelos, los cuales le dan una apariencia de oruga peluda con un color negro a café oscuro, tiene una medida de 3 mm de longitud. Los gusanos, cuando se alimentan con morera durante tres días después del nacimiento, alcanzan una longitud de 7 mm y entran en la primera muda que dura de 20 a 24 hrs; al iniciar su crecimiento comienza a cambiar rápidamente su color debido al aumento de la cutícula de la piel (Cifuentes y Kee-Wook, 1998).

Primer ínstar: dura cuatro días, va de la eclosión a la primera muda, con un tamaño aproximado de 1 cm. La temperatura óptima a esta edad es de 26 a 28°C, con humedad relativa de 90 %. Durante este ínstar el porcentaje de ingestión de morera es de 25.2 y el de digestión es 65.7%. Del 100% suministrada al gusano en esta edad consume alrededor de 20% y el restante 80% debe sobrar en la cama (figura 49).



Figura 49. Gusanos de primer ínstar.

La cantidad de hojas de morera necesarias para la cría de 20,000 huevecillos a esta edad va de uno a dos kilogramos, el patrón estándar del requerimiento de espacio, para la cantidad de huevecillos antes mencionado, es alrededor de 0.8 m² (Marmolejo, 1982).

Segundo ínstar: Dura tres días, comienza después de la primera muda y finaliza en la segunda, la larva mide aproximadamente 1.5 cm (figura 50).



Figura 50. Gusanos de segundo ínstar.



La temperatura óptima a esta edad es de 26 a 28°C, con humedad relativa de 85%. Durante este ínstar el porcentaje de ingestión de morera es de 35.3 y de digestión es 53%. Del 100% suministrada al gusano, consume alrededor de 40% y el restante 60% debe sobrar en el camarote. La cantidad de hojas de morera necesarias para la cría de 20,000 huevecillos a esta edad va de cinco a seis kilogramos para razas productoras de una y dos generaciones por año. El patrón estándar del requerimiento de espacio para la cantidad de huevecillos antes mencionado es alrededor de 2.0 m².

Tercer ínstar: Dura de cuatro a cinco días, va de la segunda a la tercera muda, el tamaño aproximado de la larva es de 2.5 cm. La temperatura óptima a esta edad es de 24 a 26°C, con humedad relativa de 80%. Durante este ínstar el porcentaje de ingestión de morera es de 35.3 y de digestión 42.9%. Del 100% suministrada al gusano en esta edad consume alrededor de 50% y el restante 50% debe sobrar en el camarote. (Figura 51).



Figura 51. Gusanos de tercer ínstar.

La cantidad de hojas de morera necesarias para la cría de 20,000 huevecillos a esta edad va de 20 a 25 kg. El patrón estándar de requerimiento de espacio, para la cantidad de huevecillos antes mencionado, es alrededor de 4.5 m².



Cuarto ínstar: Dura cinco días, comienza en la tercera muda y finaliza en la cuarta, con un tamaño aproximado de 4 cm. La temperatura óptima a esta edad es de 24 a 25°C, con humedad relativa de 75%. Durante este ínstar el porcentaje de ingestión de morera es de 51.8 y de digestión 42.2%. Del 100% suministrada al gusano consume alrededor de 70% y el restante 30% debe sobrar en el área de crianza. (Figura 52).



Figura 52. Gusanos de cuarto ínstar.

La cantidad de hojas de morera necesarias para la cría de 20,000 huevecillos va de 80 a 90 kg. El patrón estándar de requerimiento de espacio en esta edad, para la cantidad de huevecillos antes mencionado, es alrededor de 10 m² (Marmolejo, 1982; Cifuentes y Kee-Wook, 1998).

Quinto ínstar: Dura de seis a ocho días, va de la cuarta muda al encapullado, con un tamaño de larva de 10 cm aproximadamente (figura 53). La temperatura óptima es de 23 a 24°C, con humedad relativa de 70%. Durante este ínstar el porcentaje de ingestión de morera es de 73.9 y de digestión 38.6%. Del 100% suministrada al gusano en esta edad consume alrededor de 90% y el restante 10% debe sobrar en el camarote. La cantidad de hojas de morera necesarias para la cría de 20,000 huevecillos va de 450 a 475 kilogramos.



Figura 53. Gusano de quinto ínstar.

El patrón estándar de requerimiento de espacio en esta edad, para la cantidad de huevecillos antes mencionado, es alrededor de 20 m².

La larva alcanza su peso máximo uno o dos días antes de empezar a hilar el capullo. La glándula de seda crece más rápidamente durante el quinto ínstar. El gusano, cuando está desarrollado completamente, deja de comer, el integumento larval se ve como transparente, busca el lugar de encapullado. En esta etapa se le llama gusano maduro, empieza a formar capullo más o menos en dos días, al terminar el encapullado el gusano se transforma en pupa en dos días (Cifuentes y Kee-Wook, 1998).

18.2.2 Morfología de la larva

El gusano de seda en su estado larval puede ser observado externamente con claridad, con todas sus características, en la quinta edad. El cuerpo se encuentra dividido en tres regiones bien definidas: cabeza, tórax y abdomen (figura 54).



Los tres segmentos seguidos a la cabeza conforman el tórax y la parte comprendida entre el cuarto y el treceavo segmento se llama abdomen (figura 55).



Figura 54. Morfología del gusano de seda.

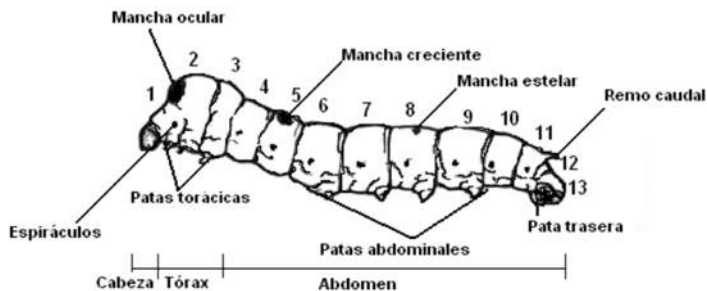


Figura 55. Morfología de la larva del gusano en el quinto ínstar.

Entre cada segmento larval hay una membrana inter segmental, la cual facilita el movimiento del gusano; del primer al tercer segmento encontramos tres pares de patas torácicas, del sexto al noveno segmento cuatro pares de patas abdominales, y en el último se encuentra una pata trasera. Las patas torácicas le sirven para sostener las hojas de morera durante la alimentación, mientras que las patas abdominales y traseras sirven para el movimiento. Los espiráculos se encuentran en ambos lados, del primero y del cuarto al onceavo segmentos, dando como resultado nueve pares. Los gusanos comerciales generalmente tienen tres tipos de manchas larvales: ocular en el segundo segmento, mancha creciente en el quinto y mancha estelar en el octavo segmento.



La parte exterior de la cabeza en la larva del gusano de seda está cubierta por varios tamaños de esqueleto cefálico compuestos de quitina. En la parte superior de la cabeza se encuentran dos placas parientales y, entre ellas, una placa frontal. La sutura de estas tres placas muestran una forma de Y invertida (figura 56).



Figura 56. Morfología exterior de la cabeza del gusano de seda.

La cabeza de la larva del gusano de seda tiene varios órganos importantes; en el centro, debajo de la placa frontal, se encuentra la parte bucal que está constituida por un labio, un par de mandíbulas y un par de maxilas.

Las mandíbulas tienen la función de cortar la morera para ingerirla; en el centro del labio hay un pezón hilador a través del cual secreta el filamento de seda desde las glándulas, al lado de las mandíbulas se encuentran un par de antenas que sirven como órgano sensorial con el cual perciben los alimentos; hay seis ocelos en cada lado de la base de las antenas, que sirven sólo para percibir la intensidad de la luz, mas no para percibir figuras ni colores (figura 57).

El tórax está compuesto por tres segmentos llamados protórax, mesotórax y metatórax, cada uno de estos segmentos torácicos tienen ventralmente un par de patas, las cuales a su vez se dividen en segmentos. Las patas verdaderas son cónicas y terminan en unas finas uñas distales. Las uñas no son usadas para moverse sino para sostener las hojas de morera durante la alimentación (figura 58).

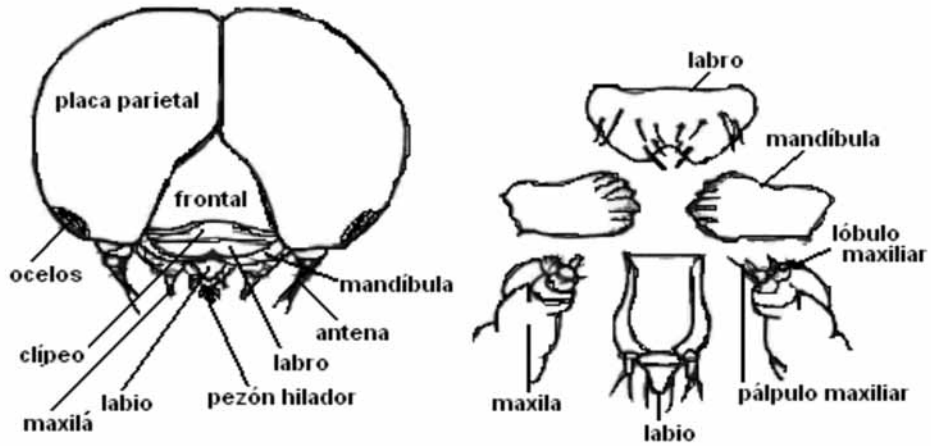


Figura 57. Cabeza y aparato bucal del gusano de seda en el quinto ínstar.



Figura 58. Anatomía del gusano de seda: cabeza, tórax, abdomen y cuerno caudal.

El abdomen está dividido en once segmentos de los cuales sólo nueve pueden distinguirse, ya que los últimos tres están fusionados, el plato anal y patas caudales. De el tercero al sexto y último segmento abdominal, existen un par de falsas patas



o pseudopatas, que realmente son prolongaciones o protuberancias musculares, en el extremo de cada una de ellas se forma una especie de disco con una serie de ganchos curvados y arreglados en semicírculos, sobre el lado dorsal del octavo segmento abdominal las larvas tienen un cuerno o remo caudal.

18.2.3 Sistema integumentario del gusano

El integumento es la envoltura del cuerpo compuesta por uno o más tejidos que sirven para aislar y proteger el cuerpo del medio ambiente. El gusano de seda, como otros insectos, tiene exoesqueleto o esqueleto externo, el cual es rígido y su función es proteger y sostener el cuerpo y sus órganos internos.

18.2.4 Sistema digestivo y nutrición del gusano

Los principales órganos internos son: intestino, glándula de seda, tráquea, sistema nervioso, tubo de malpighi, vaso dorsal y órganos reproductivos. El sistema digestivo ocupa la mayor parte del cuerpo del gusano de seda en el quinto ínstar (figura 59).

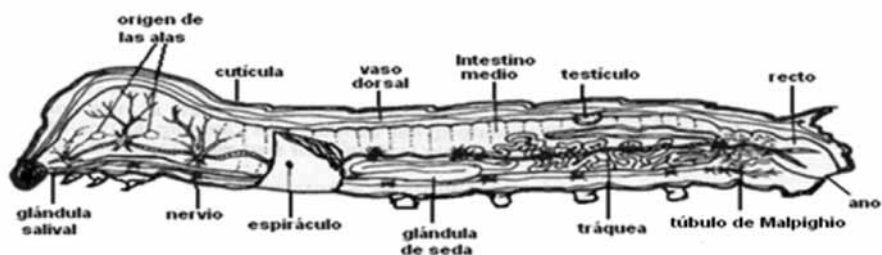


Figura 59. Anatomía interna de la larva en el quinto ínstar.

El suministro de alimento es indispensable para que el gusano mantenga su maquinaria metabólica en funcionamiento para crecer y reproducirse. Los alimentos ingeridos deben ser sometidos a manipulaciones previas, que implican su rup-



tura mecánica y enzimática, para llegar en una forma capaz de ser asimilada por el gusano, esto se logra en el proceso de digestión, que es seguido por la absorción de los materiales alimenticios por el cuerpo del gusano de seda. La masa de alimento está constituida por las tres clases principales: hidratos de carbono, proteínas y grasa. La forma del canal digestivo del gusano de seda se modifica según el desarrollo de la etapa de transformación, debido al cambio de su función. La figura 60 muestra las diferentes formas del canal alimenticio en las tres etapas de desarrollo: larva, pupa y polilla. La pupa y la polilla no ingieren nada de alimento, por tanto, el canal alimenticio de la larva se degenera notablemente y se transforma para las funciones distintas de la etapa de polilla.

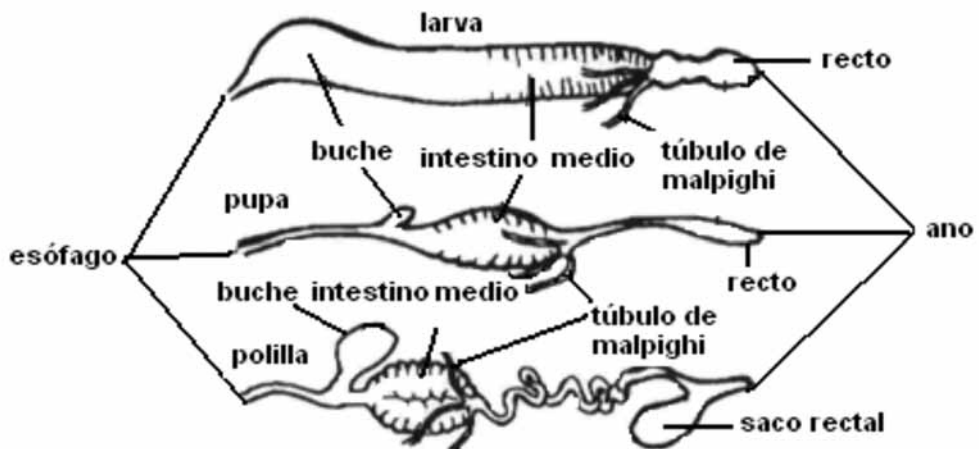


Figura 60. Transformación del sistema digestivo del gusano de seda.

18.2. 5 Glándula sericígena del gusano de seda

La larva del gusano tiene un par de glándulas de seda, son el segundo órgano más grande; están situadas en ambos lados ventrales del intestino medio y posterior y pueden ser divididas en tres regiones diferentes: anterior, medio y posterior. Las regiones anteriores de las glándulas sericígenas están reunidas en una, cerca de la cabeza, abierta al pezón hilador que es una parte del labro (figura 6).

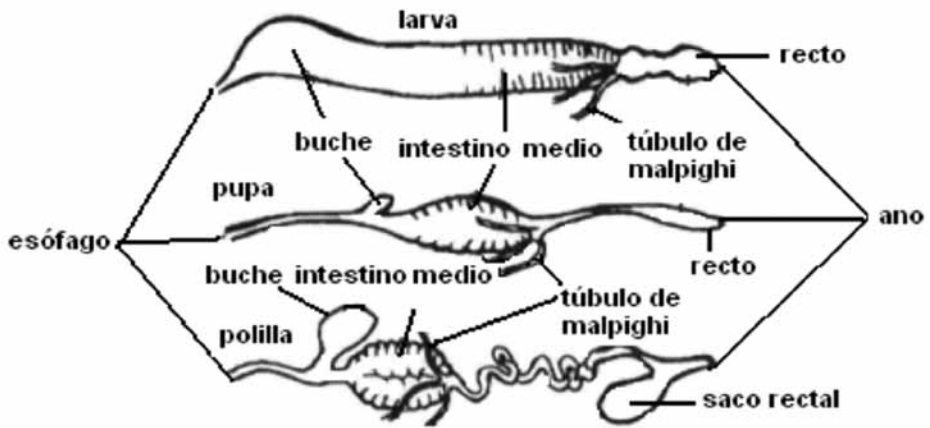


Figura 61. Estructura de la glándula de seda en el quinto instar.

La región posterior de la glándula es muy larga, con muchas curvas, y secreta exclusivamente la fibroína, la proteína principal del hilo de seda que aporta entre 75 y 85% de la seda (Cifuentes y Kee-Wook, 1998).

18.2.6 Sexado de las larvas

Los caracteres sexuales secundarios no son distintos en la etapa larval, aunque el crecimiento de la hembra es más rápido que el del macho, con relación al tamaño y al peso, después de la segunda muda.

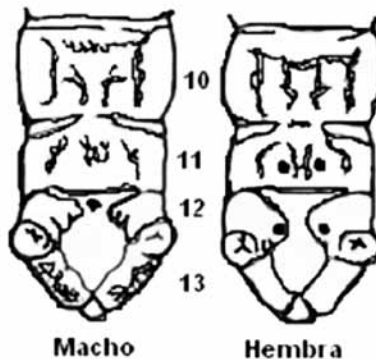


Figura 62. Discriminación sexual de las larvas del gusano.



Cuando el gusano llega al cuarto o quinto ínstar sus caracteres sexuales aparecen sobre el lado ventral del onceavo y doceavo segmento (figura 62), si se observa la parte ventral posterior del abdomen se puede discriminar el sexo de los gusanos de acuerdo al número y lugar de unos puntos lechosos pequeños.

18.3 Pupa

El estado de pupa (figura 34) es generalmente llamado de descanso, un estado inactivo, cuando el insecto es incapaz de comer y aparece en completa quietud. Es una fase transitoria durante la cual se definen cambios en la forma del insecto (figura 63).

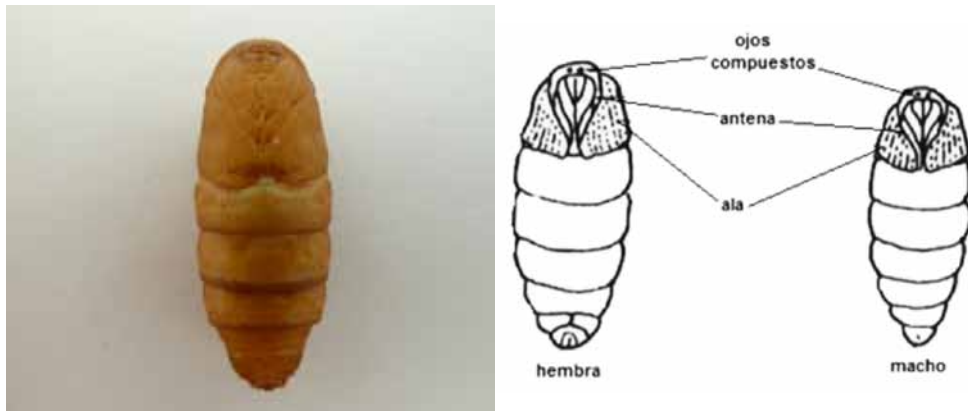


Figura 63. Forma externa de las pupas del gusano de seda.

La etapa de pupa es importante porque se produce la histólisis en algunos órganos larvales, tales como la glándula sericígena, patas abdominales, ocelos, etc. Otros órganos también cambian su forma y las funciones específicas en el adulto. La duración de esta etapa es de 12 a 15 días, es relativamente fija, y finaliza cuando la mariposa emerge del capullo (Pescio *et al.*, 2006).



18.3 Palomilla

La polilla está constituida por tres partes: cabeza, tórax y abdomen. El cuerpo está cubierto por escamas blancas y hay tres pares de patas y dos pares de alas en el tórax (figura 64). Su función es exclusivamente la reproducción, no pueden volar y tampoco alimentarse. La cabeza del adulto presenta dos antenas plumosas que sirven para percibir el olor de las feromonas, especialmente las del macho, que son más grandes (Salice *et al.*, 2001).



Figura 64. Emergencia de polillas y reconocimiento de machos y hembras.

El sexo se puede diferenciar fácilmente en este estado, la hembra presenta un cuerpo más voluminoso que el macho y en el centro ventral del octavo segmento tiene una arruga en forma de X, su abdomen termina redondeado. El macho presenta un abdomen más delgado y un punto corporal en el noveno segmento ventral, su abdomen termina en punta (figura 65).



Figura 65. Apareamiento de polillas.

Al emerger del capullo, rápidamente los machos buscan una hembra para la cópula, luego de lo cual ésta comienza a colocar huevos (figura 66).



Figura 66. Ovoposición de la polilla hembra.

Las polillas no se alimentan, sólo copulan, la hembra pone más o menos 500 huevos en su ciclo de vida y, en caso de no haber copulado, también ovopondrá, aunque los huevos serán infértiles. Las mariposas mueren luego de tres a cuatro días (Pescio *et al.*, 2006).



19. Manejo del gusano en la fase de crianza

19.1 Camas de crianza para las larvas

La cría se realiza en camas longitudinales o bien en estantería de hasta cuatro pisos, lo cual permite aprovechar de manera más plena la casa o sala de crianza (figura 67). La distancia entre las camas de crianza o de la estantería, debe permitir la circulación de quienes atienden a los gusanos y el manejo de las charolas de alimentación, en el caso de la cría en estantería.

La técnica de cría en estantería es un poco más complicada, pues requieren esfuerzos físicos extra para la carga y rotación de las charolas de alimentación. Los estantes pueden ser contruidos de madera, metal o plástico. La altura entre pisos de la estantería debe ser cuando menos de 50 cm y el ancho de los pasillos de un metro, la longitud de las camas de alimentación depende del tamaño de la sala de crianza (figura 68).



Figura 67. Camas de crianza para gusano de seda.



Figura 68. Estantería de crianza de gusano de seda.

Las divisiones de la estantería deberán ser un máximo de cuatro, para manejarse en condiciones normales. Se debe aprovechar el momento de la alimentación para rotar las charolas o bandejas de la comida, es decir, la charola de la parte inferior se coloca en la parte superior y así sucesivamente, logrando con esto ventilar uniformemente a todos los gusanos; con esto se evita que algunas charolas tengan ventilación deficiente y otras estén en mejores condiciones. La sala de crianza debe ventilarse por principio cada determinado tiempo, ya que la actividad fisiológica de los gusanos de seda hace más denso el ambiente.

19.2 Manejo alimenticio

La cantidad de hojas que se requieren para una caja de gusanos (18,000 a 20,000 y de 11 gramos de peso) es variable, pudiendo ser entre 350 y 650 kg, dependiendo de la variedad o raza de gusanos que se está criando, así como la estación del año. Se deben tomar en cuenta, también, la temperatura y humedad de la sala de crianza y la calidad de las hojas en campo.

Las hojas de las moreras, que servirán como alimento de los gusanos de seda, deberán tener un color y brillo adecuado a su especie o variedad, no deben estar sombreadas ni dañadas o contaminadas por insectos, aves o algún agente químico (figura 69).



Figura 69. Colecta de hoja para alimentación de gusano.

Las hojas se cortan de acuerdo a la edad, en la primera edad se parten en tiras de aproximadamente 1 cm, en la segunda edad de 2 cm y en la tercera edad entre 3 y 4 cm. Dependiendo de la cantidad de gusanos que se atienden, las hojas se cortan en tiras manualmente con cuchillo o tijeras o bien con el apoyo de una máquina cortadora, en el caso de explotaciones grandes (figura 70).



Figura 70. Alimentación de larvas de primer y segundo ínstar.

En las primeras tres edades, el número de veces que se alimentan las pequeñas larvas depende de la cantidad de alimento que se les proporciona; de acuerdo a nuestra experiencia, es suficiente con dos alimentos, uno por la mañana temprano y otro por la tarde-noche, siempre y cuando la cantidad de hojas sea suficiente.



Otro detalle importante a considerar es que las bandejas o cajas de alimentación se deben cubrir con papel encerado fino o con una lámina de polietileno delgado y suave, para evitar la deshidratación rápida del alimento.

En la alimentación de los gusanos de seda de las primeras tres edades se utilizan solamente las hojas más tiernas de las ramas. Para el corte se procede de la siguiente manera: primero se toma con la mano la parte apical de la rama, de tal manera que a partir de las hojitas que quedan libres se empiezan a cortar para los gusanos de la primera edad (las más tiernas, cuatro o cinco hojas); para la segunda edad se seleccionan las siguientes dos o tres hojitas y para la tercera edad, las siguientes dos (figura 71).

El sericicultor, con base en su experiencia, irá seleccionando aquellas hojas más adecuadas para la alimentación de las larvas, de acuerdo a la textura y aspecto, además de su valoración de la aceptación y consumo del alimento por las larvas.



Figura 71. Alimentación con hojas tiernas a gusanos de primer ínstar.

Para lograr tener hojas jóvenes, aproximadamente 35 días antes del inicio de la eclosión de larvas se selecciona un pequeño lote, única y exclusivamente para la obtención de los nuevos brotes. El resto de la plantación será utilizada en su totalidad para la cría de los gusanos en su etapa adulta (cuarta y quinta edades).

La etapa adulta es la comprendida entre la cuarta y quinta edad, los gusanos son particularmente menos exigentes para la temperatura y la humedad y pueden



criarse en condiciones domésticas normales, es cuando ya deben estar en manos de los productores sericícolas.

En estas dos edades, los gusanos son también menos exigentes con la alimentación que se les proporciona, es práctica común, inclusive, que en explotaciones sericícolas grandes se les alimente con toda la rama con hojas, lo que simplifica grandemente la actividad de alimentación.

Para la alimentación de los gusanos adultos, las ramas se colocan sobre las camas, de inmediato, los gusanos trepan y consumen las hojas, y sobre las camas quedan únicamente las ramas desnudas, éstas van formando un grueso colchón sanitario, donde caerá su excremento entre las ramas desnudas, evitando que los gusanos tengan contacto con él y resguardándolos de algún tipo de contaminación.



Figura 72. Alimentación con hojas y ramas a gusanos de cuarta y quinta edad.

La alimentación se da de tres a ocho veces durante el curso del día, incluyendo la noche. Esta cantidad está en relación directa con el volumen de alimento, a mayor volumen, menos número de veces y a menor volumen más número de veces.

Las ramas quedarán en la cama hasta la maduración de los gusanos, por lo que deberá cuidarse a detalle su sanidad con medidas preventivas que eviten que



se acumule humedad excesiva en la sala de crianza, pues esto trae como consecuencia la aparición de hongos en las ramas de la cama. Para evitar la proliferación de hongos es conveniente colocar, dentro de la sala, cal en piedra, que absorbe la humedad excesiva. Cuando el problema es lo contrario, es decir, falta de humedad, entonces es recomendable regar la sala de tiempo en tiempo durante el día y colocar trozos de esponja húmeda en distintos rincones. Otra medida sanitaria es evitar que dentro o cerca de la sala de crianza se utilicen o almacenen productos químicos, además que las ventanas y puertas estén protegidas contra hormigas, avispa, aves o roedores, enemigos naturales de los gusanos de seda.

19.3 Manejo sanitario de crianza de gusano

El traslado de las larvas del lugar de compra a la sala de crianza deberá realizarse en contenedores previamente desinfectados, en días tranquilos, cálidos, evitando fuertes corrientes de aire, lluvia o luz directa del sol.

El área de crianza, previamente a la llegada de las larvas, deberá desinfectarse, la entrada deberá contar con un pediluvio con formalina, para que todo aquel que entre pise este tapete sanitario y desinfecte sus zapatos; ninguna medida de sanidad preventiva estará de más.

En la primera edad se debe cambiar la cama cuando menos una vez, durante la segunda edad de una a dos ocasiones y durante la tercera unas dos o tres veces. La limpieza se realiza con el apoyo de hojas de papel perforado, o bien con tela de tul o redes plásticas diversas que es posible encontrar en el mercado. El papel perforado, o la red, se coloca sobre la superficie de alimentación en donde están las pequeñas larvas, posteriormente se distribuyen las hojas finamente cortadas en tiras, para que las larvas se trepen atravesando las aberturas de la red, una vez sucedido esto, se levanta la red y se coloca en otra charola limpia, finalmente, se retira a el material no consumido que, junto con las excretas de las larvas, puede ser aprovechado posteriormente como abono directo para el campo de moreras, o bien para el área de compostaje.



En la fase de crianza, si se identifican gusanos enfermos, se recomienda retirarlos y desinfectar el área de incidencia de la patología, asimismo, el manejador de larvas enfermas o muertas no deberá entrar en contacto con las sanas sin previa desinfección de las manos o guantes.

El acceso al área de crianza deberá ser sólo para personal autorizado, el crecimiento del gusano es eficaz en ausencia de ruido y contaminantes como humo de tabaco e incidencia de moscas.

19.4 Manejo de las mudas del gusano

La duración de cada muda es más o menos de un día en las edades de la primera a la cuarta y de un día y medio después de la cuarta edad. La entrada en muda se puede observar de manera muy clara, pues los gusanos dejan de comer, se fijan fuertemente a la superficie, se notan incluso un poco brillantes y con tórax y cabeza levantados, de cerca, se puede advertir, por encima de la cabeza, un evidente triángulo de color café claro y cómo poco a poco se desprende la cabeza (figura 73).



Figura 73. Posición de muda del gusano de seda.

En el proceso de muda no se deben alimentar, no molestarlos y proveerles de un ambiente tranquilo, sin ruidos excesivos. En caso de que la entrada en proceso de cambio no sea homogéneo, se debe dar un poco de hoja picada a los retrasados, para igualar en lo posible la muda de los gusanos.



Cuando manejamos de manera correcta las crías de gusanos simplificamos su manejo, tomando descansos en tiempos de muda, facilitando al máximo el momento cumbre de la actividad sericícola, que es justo la maduración de los gusanos y la subida a los montajes.

La primera comida después de la muda debe realizarse con hoja tierna y picada en las primeras tres edades, y en las edades cuatro y cinco esto es menos importante, sólo debemos proveerles siempre de hoja limpia y fresca.

20. Producción de capullo

20.1 Construcción del capullo

La maduración de los gusanos sucede entre el octavo o noveno día de la quinta edad. El gusano maduro busca el sitio adecuado para la construcción del capullo. En la producción existen diversos materiales de montaje donde el gusano realizará eficientemente el capullo (figura 74).



Figura 74. Montajes para la construcción del capullo de seda.



Los gusanos tardan alrededor de 72 horas en el proceso de formación de los capullos. El clima juega un papel fundamental para que logren su la maduración plena; así tenemos que a mayor temperatura, por arriba de los óptimos para los gusanos, éstos maduran más temprano, de la misma manera, a menor temperatura la maduración se retrasa.

El tiempo de espera para proceder a cosechar los capullos es de entre siete y nueve días a partir de que los gusanos suben al montaje. En este lapso los gusanos de seda ya se han transformado en crisálidas o pupas. La cosecha no debe retrasarse, pues hay el riesgo de que emerjan las palomillas, lo cual no es deseable, pues con esta acción, el capullo se perfora y ya no sirve para devanarlo y obtener los hilos continuos.

La cosecha comienza retirando los residuos de morera de las camas de crianza. Los capullos se cosechan uno por uno, depositándolos, sin golpearlos, en un cesto. Al mismo tiempo se separan los anormales, que son los dobles, manchados, muertos e incompletos.

20.2 Características productivas del capullo

El capullo de seda es una estructura de protección que los gusanos construyen con un único filamento de seda, antes de su transformación en mariposa (figura 75).



Figura 75. Capullos de gusano de seda.

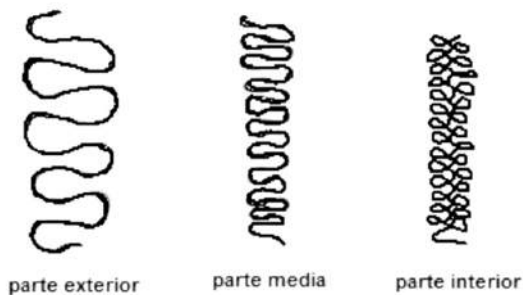


El capullo está conformado por cinco partes: la borra, la corteza, la pupa, el forro de la pupa y la piel del gusano. La borra corresponde a 0.6-0.9% del peso total del capullo fresco o 1.5-2.5 del seco. El filamento es muy delgado y rompible: su contenido de sericina es alto y no se pueden devanar. (Figura 76).



Figura 76. Limpieza de la borra del capullo.

El gusano, después de que forma la borra, empieza a hilar la corteza de afuera hacia adentro y cada 15 a 20 vueltas de filamento cambia de posición; los filamentos se pegan y poco a poco forman la corteza del capullo que constituye de 15-24% del peso total del capullo fresco y 42-53% del seco. La larva cuando hila el filamento mueve la cabeza y va tejiendo en forma de "S" u "8", lo cual tiene relación con la raza del gusano, el medio ambiente, la temperatura, la humedad de la caseta, la sección de la corteza, etcétera. (Figura 77).



Fuente: Cifuentes y kee wook, 1998

Figura 77. Tipo de hilado en los capullos.



20.2.1 Forma del capullo

La forma es una característica importante definida por la raza e influye en su calidad, generalmente cada raza de gusano tiene una forma de capullo diferente, vista por afuera puede ser: redonda, elíptica, cónica, en forma de cacahuete, cintura apretada y poco apretada (figura 78).

Los capullos con mucha cintura dificultan el devaneo ya que el despegue del filamento es disparejo, por el contrario, si son más redondos es más fácil el proceso.



Figura 78. Diversas formas de capullos de seda.

20.2.2 Tamaño

El tamaño del capullo se mide por el diámetro de la cintura más amplia. Hay una relación directa entre el diámetro y el grosor del filamento del capullo: a mayor diámetro mayor es el grosor del filamento (figura 79).



Figura 79. Longitud y diámetro del capullo.



Las dimensiones del capullo son una característica importante para verificar la calidad tecnológica del filamento, generalmente los capullos con tamaño grande presentan una tendencia a poseer un filamento grueso y largo.

20.2.3 Color y brillantez

El color y la brillantez son dos aspectos distintos pero guardan relación entre sí. Cuando el capullo es blanco, la brillantez es normal; si es menos blanco, el brillo también es menor (figura 80). En el caso del capullo blanco grisáceo o amarillento, la brillantez es mínima (Cifuentes y Sohn, 1998).



Figura 80. Color y brillantez del capullo.

20.2.4 Dureza

La dureza se mide al tacto, cuando el capullo es muy duro y de alta resistencia se dice que tiene la corteza dura, al contrario, cuando es flojo, blando y de baja firmeza es de corteza floja.

20.2.5 Filamento del capullo

El filamento está conformado por babas secretadas de las glándulas serígenas. Los filamentos de seda generalmente tienen entre 20-30% de sericina y 70-80% de fibroína. Los componentes de la fibroína y la sericina son: C, H, O, N y S.



La longitud del filamento depende de la raza, el sistema de encapullado, el tiempo, etcétera. La longitud del hilo de un encapullado varía de entre 800 a 1,400 m.

21. Limpieza y secado de los capullos

Los capullos se limpian de la borra externa de manera manual o por medio de una máquina desborradora. También, se deben secar para sacrificar las pupas y evitar que emerjan las palomillas. En las grandes regiones sericícolas, los capullos ya limpios se llevan a un centro de acopio para su secado o venta. (Figura 81).

En los centros especializados se selecciona un pequeño porcentaje de capullos limpios, aquellos que cumplen con las características propias de las razas, líneas o cruza que se manejan, para elegirlos se abren mediante un cuidadoso corte, se extraen las pupas y se determina su sexo. Las pupas ya seleccionadas y sexadas, se colocan en charolas en cuyo fondo se ha instalado papel o cartón acanalado, cubriéndose con papel periódico perforado y se espera la emergencia de las palomillas. (Figura 82).



Figura 81. Secado de capullos en horno con circulación de aire.



Figura 82. Selección de capullos para la producción de huevecillo.

22. Plagas

La mosca parasitaria una de las más comunes, pone sus huevos sobre la piel del gusano de seda, las larvas incubadas entran al cuerpo su cuerpo e invaden varios tejidos. (Cifuentes y Sohn, 1998).

23. Enfermedades

Según Pescio *et al.*, (2006), las enfermedades que atacan al gusano de seda son las siguientes:

Hongos

Murcardina blanca o calcinosis. Es causada por el hongo *Beauverla bassiana*. La larva infectada se momifica y toma un aspecto de yeso.

Muscardina amarilla. Es causada por el hongo *Beauverla bassiana*. La muerte es similar a la producida por la calcinosis, se diferencian porque, en este caso, los cuerpos tienden a ser elásticos después de un periodo determinado.



Muscardina verde. Es causada por el hongo *Nomuraea rileyi* afecta principalmente a larvas jóvenes, se le denomina así debido al color verdoso que toma la larva infectada luego de unos días de muerte.

Apergiolis, *Aspergillus sp.* Los gusanos al morir aparecen cubiertos de un micelio (hongo) de color variable. Las esporas pueden sobrevivir más de un año dentro del sitio donde hubo la infección.

Bacterias

Desmayo bacterial, *Bacillus thuringiensis*. La infección es por vía oral, a través de una sustancia tóxica que produce el desmayo y parálisis; después de muerte, la larva se descompone rápidamente.

Septicemia bacterial, *Pseudomonas sp.*, *Streptococcus sp.* Las bacterias entran por heridas o los espiráculos del gusano, los cuales dejan de alimentarse, vomitan y pierden capacidad de agarre.

Enfermedad intestinal, producida por bacterias que atacan cuando el estado nutricional es deficiente. Los síntomas son pérdida de apetito, diarrea, mueren después de dos o tres días.

Virus

Poliedrosis nuclear que se produce cuando los gusanos se infectan con hojas de morera contaminadas, las larvas jóvenes son más susceptibles. Los agentes de contaminación son los restos de los gusanos, se puede reconocer porque comienzan a hincharse, toman el aspecto de una caña de bambú y la larva camina serpenteando. La muerte puede producirse entre cuatro a cinco días de la infección. La piel del gusano se rompe y se pierde la hemolinfa (la sangre), que provoca el contagio a otros gusanos.

Poliedrosis citoplasmática, es introducida por vía oral, a través de hojas de morera de mala calidad. Los gusanos infectados dejan de alimentarse y se retrasa su desarrollo. La forma de distinguir la enfermedad es por los excrementos que se vuelven blancos. Para confirmarla sólo es posible abriendo el cuerpo, para observar que el intestino medio queda totalmente blanco.



Protozoos

Pebrina, es causada por *Nosema bombycis*. La infección se disemina por dos vías, una transovárica (llamada sexual) en la que las polillas madres transmiten la enfermedad a sus huevos, y la otra, más frecuente, es la infección oral, cuando los gusanos consumen material contaminado. Las hojas se pueden contaminar en el campo, con los desechos del gusano. La enfermedad ataca larvas, polillas o huevos. La larva infectada retrasa su crecimiento y consume poco alimento y muchas no llegan a hacer la muda, luego pueden aparecer manchas oscuras en su cuerpo. Las pupas infectadas se ponen oscuras e hinchadas, si la infección es leve, no se detecta. Las polillas infectadas tienen eclosión anormal y alas deformes, la producción de huevos es escasa, con alto índice de infertilidad.

Intoxicaciones

Se producen por el contacto de los gusanos con sustancias tóxicas, ya que son muy sensibles a los productos químicos. La intoxicación se puede dar por contaminación de las moreras, aplicación directa en el lugar de cría o bien contaminación a través del productor. La muerte se produce rápidamente si la intoxicación es por insecticida. Los síntomas son temblores, vómitos y arrugamiento del cuerpo, el gusano se mueve rápidamente hacia ambos costados y termina en forma de U; puede ocurrir que no muera la larva, pero el capullo formado será de mala calidad. Cuando la afección es por herbicidas o fungicidas los síntomas son leves, incluso pueden sobrevivir, aunque se retrasa su crecimiento, no se alimenta y el desarrollo es pobre, por lo que el capullo será de mala calidad.



24. Literatura consultada

- AICAF. 1995. *Sericulture in the tropics*. Pub. By Association for international cooperation of Agriculture and forestry, Japan 150 p.
- Aruga, H. 1994. *Principles of Sericulture* (Translated from Japanese). A.A. Balke-ma/Rotterdam. pp. 376.
- Benavides, J. E. 1999. "Utilización de la morera en sistemas de producción animal". [En línea]. www.fao.org/ag/AGA/AGAP/FRG/agrofor1.com. Consultado el 30 de septiembre de 2002.
- Benavides, J., Borel, R. & Esnaola, M.A. 1986. "Evaluación de la producción de forraje del árbol de morera (*Morus sp.*) sometido a diferentes frecuencias y alturas de corte". Inst. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. Resumen de las investigaciones realizadas con rumiantes menores, en el Proyecto de Sistemas de Producción Animal. *Serie Técnica. Informe Técnico 67*: pp. 74-76.
- Boschini, C., y Rodríguez, A. M. 2002. "Inducción del crecimiento de estacas de morera (*Morus alba*), con ácido indol butírico (AIB)." *Agronomía Mesoamericana* 13 (1): pp. 19-24.
- Bustamante, A., Castillo, V., Cifuentes, C., César, A. 1986. *Conocimientos generales sobre el cultivo de la morera*. Pereira: *Federación Nacional de Cafeteros*. 35 p.
- Chandi, L., Tzenov, P., Saviane, A. y Cappelozza, S. 2009. "Evaluación del comportamiento biológico de tres razas de gusano de seda (*Bombyx mori*) de origen búlgaro, utilizando como alimento la dieta artificial a base de la hoja de morera (*Morus spp.*) y hoja fresca de morera, en la producción de capullo de seda", IILA (Instituto Italo Latinoamericano), RELASEDA (Red Latinoamericana Andina de la Seda); Ecuador. *Sericulture Experiment Station*; Vratza 3000 Bulgaria. CRA Consiglio per la Ricerca e Sperimentazione in Agricoltura, Unità di Ricerca di Apicoltura e Bachicoltura, sede di Padova; 35143 Italy.
- Cifuentes, C. y Sohn, K. W. 1998. *Manual técnico de sericultura: biología, morfología y fisiología del gusano de seda*. Pereira, Co. Risaralda. pp. 141-176.



- Cifuentes, C.A. & Kee Wook, S. 1998. *Manual técnico de sericultura: cultivo de la morera y cría del gusano de seda en el trópico*. Convenio SENA-CDTS. Colombia. 438 p.
- Cifuentes, C.A. 2008. *Boletín virtual de la seda*. Red Andina de la Seda No. 1. Hecho en Colombia. 5 p.
- Cooper, K. E. 1961. *Silkworms and science. The story of silk*. Harcourt, Brace & World INC. New York., N. Y.
- Cruz, F. C. 1993. Cultivo de la morera. Instituto Nacional de Investigación Agraria. *Manual No 14-93* Lima, Perú. 82 p.
- Datta, R.K. 2002. "Mulberry cultivation and utilization in India". In: *Mulberry for animal production. Animal Production and Health*, No. 147. FAO, Rome. 45 p.
- Dingle, J. G. Hassan, E. Gupta, M. George, D. Anot, L. y Begum, H. 2005. *Silk Production in Australia*. No. 05/145. Rural Industries Research and Development Corporation. 113 p.
- Duarte, J. y Mercado, C. 2001. *Perfil técnico promocional de la sericultura y elaboración de hilo de seda en forma artesanal en la Selva Central de Perú: crianza del gusano de seda*. Chanchamayo-Perú.
- Enciso, C. H. 2010. "Sericultura: una actividad milenaria que sigue en vigencia." Instituto Nacional de Tecnología Industrial. *Saber Cómo, Desarrollo e Innovación Tecnológica*. No. 86. 3 p.
- Espinoza, E. 1996. "Efecto del sitio y el nivel de fertilización nitrogenada sobre la producción y calidad de tres variedades de morera (*Morus spp.*) en Costa Rica". *Tesis Mag. Sc.* Turrialba, C.R. CATIE. pp. 155-162.
- FAO 1976. *Mulberry cultivation*. Via delle Terme di Caracalla 00100 Roma. Italia
- Feidt, E. 1927. Estación Sericícola "Acero" de Monterrey, N.L. *Instrucciones sobre el cultivo del gusano productor de seda*. Compañía Fundidora de Fierro y Acero de Monterrey, S. A. Biblioteca de Propagación Cultural. México, D.F. 24 p.
- García, D., Noda, Y., Medina, G., Martín, G., y Soca, M. 2006. "La morera: una alternativa viable para los sistemas de alimentación animal en el trópico". *Avances en investigación agropecuaria*. 10 (1): pp. 55-72.
- García, E. 1998. Clasificación climática del estado de Hidalgo.
- González, M. F. 1952. *La crianza del gusano de seda*. Sección de Capacitación del Ministerio de Agricultura. NO 12-52 H Madrid. 8 p.



- Hanada, y Watanabe, J. 1986. *Manual de Criacao do Biccho da Seda*. Curitiba: Cocamar. 224 p.
- Hartmann, H. T. y Kester D. 1993. *Plant Propagation: Principles and Practices*. Prentice Hall, New Jersey. 727 p.
- Iwata, E. 1994. *Técnica del cultivo de morera en la zona aledaña a la capital de San Luis Potosí*. Centro Nacional de Sericultura de México. Edición corregida y aumentada. 63 p.
- Kitahara, N. 2001. "Mulberry-pasture association system in Japan". In: *Mulberry for animal feeding in China*. (Eds. Jian, L.; Yuyin, C.; Sánchez, M. & Xingmeng, L.). Hangzhou, China. pp. 27-28.
- Marino, P., Enciso, C. H. y Martínez, L. 2004. "Desarrollo de tecnologías apropiadas para la industrialización de la seda". INTA. 5º *Jornada de Desarrollo e Innovación*. 2 p.
- Marmolejo, G. A. 1982. "Gusano de seda (*Bombyx mori*), aspectos generales sobre su cría". Universidad Nacional Autónoma de México. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Tesis. México D.F. 72 p.
- Medina, M.G., García, D., Moratinos, P. & Cova, L.J. 2009. *La morera (Morus spp.) como recurso forrajero: avances y consideraciones de investigación*. Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas del estado Trujillo, Venezuela
- Medina, R. G. 2004. "Comportamiento agronómico de una asociación de *Morus alba* (Linn.) con *Panicum máximum* en condiciones de pastoreo simulado". *Tesis de maestría presentada en opción al título de Máster en Pastos y Forrajes*. Universidad de Matanzas, Estación Experimental de Pastos y Forrajes "Indio Hatuey", Matanzas, Cuba.
- Mendonca, V., Carvalho, F., Nogueira, P., Moura, P. H. y Tadeu, H. 1981. "Sustratos no enraizamiento de estacas de morera (*Morus alba* L.)". *Revista verde de agroecología*. El desenvolvimiento sustenta el grupo verde de agricultura alternativa. (GVAA). ISSN 1981-8203.
- Montoya, J. L. 2009. Cría del gusano de seda Eri para seda artesanal. Delegación de Sagarpa S.L.P.
- Noda, Y., Pentón, G., y Martín, G. 2004. "Comportamiento de nueve variedades de *Morus alba* (L.) durante la fase de vivero". *Pastos y Forrajes*, 27(2): pp. 131-138.



- Pentón, G., Martín, G., Pérez, A., y Noda, Y. 2007. "Comportamiento morfoagronómico de variedades de morera (*Morus alba* L.) durante el establecimiento". *Pastos y Forrajes* 30(3): pp. 315-325.
- Pescio, F., Zunini, H., Pedro, B. C., Divo, de S. M., Frank, R. G., Pelicano, A. E. y María V. C. 2006. *Sericultura: manual para la producción*. Instituto Nacional de tecnología Industrial (INTI). Facultad de Agronomía UBA. 188 p.
- Revenga, L. 1947. *El gusano de seda y la industria serícola: métodos modernos y prácticos de cría y reproducción del insecto productor de la seda, extracción y tratamiento de ésta y cultivo de plantas sericígenas*. Editorial SINTES, Ronda Universidad, 4 Barcelona 180 p.
- Rojas, H y Benavides, J. E. 1992. "Producción de leche de cabras alimentadas con pastos y suplementadas con altos nivel de morera". En: Seminario Centroamericano de Agroforestería y Rumiantes menores. Chiquimulas, Guatemala. *Memorias*.
- Salice, G., Soria, S. y Avendaño, F. 2001. *Guía práctica de sericultura*. Roma. pp. 87-128.
- Sánchez, D. M. 2000. "Mulberry, an exceptional forage available almost worldwide". In: *Mulberry for Animal Production*. FAO.
<http://www.fao.org/DOCREP/005/X9895E/x9895e00.htm>. Consultado en febrero, 2007.
- Sánchez, 1999. "Morera: un forraje excepcional disponible mundialmente". [En línea]. [www. <fao.org/waicent/search/default.asp>](http://www.fao.org/waicent/search/default.asp). Consultado el 10 de enero de 2003.
- Sánchez, M.D. 2002. "World distribution and utilization of mulberry and its potential for animal feeding". In: *Animal Production and Health Paper* No. 147. FAO, Rome. pp. 1-8.
- Sohn, K. 1995. *Curso básico de sericultura para técnicos: anatomía y fisiología del gusano de seda*. pp. 1-9.
- Veda, K., Nagai, I. and Horikomi, M. 1997. "Silkworm rearing" (translated from Japanese). *Science Publishers*. Inc., USA. pp. 302.

Colofón