

El mundo de la Seda







Título: El mundo de la Seda.

ISBN: 978-84-09-80011-7

Deposito legal: MU 2047-2025

Imprime Nextcolor S.L.U.

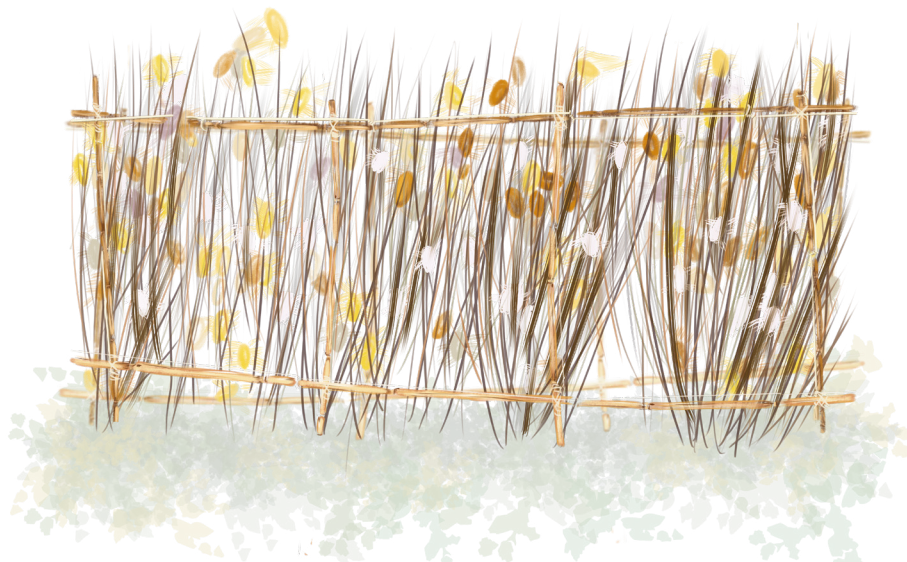
Ilustraciones, fotografías y textos de Ana Rut Caravaca Fernández.

Revisión y diseño de maquetación realizado por Ana Pagán Bernabeu y Ana Rut Caravaca Fernández.

Editado por el Instituto Murciano de Investigación y Desarrollo Agrario y Medioambiental (IMIDA).

Financiado por Proyecto ARACNE

This project is funded by the European Union's Horizon Europe research and innovation programme under the Grant Agreement No 101095188



El mundo de la Seda.

Guía de aprendizaje de la historia, mitología, ciencia y tecnología de la sericultura.

El arte y oficio que abarca el cultivo de las moreras, la crianza del gusano de la seda y el posterior procesado de esta fibra, que ha permanecido unida a los humanos desde el neolítico.

El gusano de la seda *Bombyx mori*



Su nombre científico proviene del latín y el griego.

El prefijo "*Bombyx*" significa gusano de seda y "*mori*" se refiere a la morera de la que se alimenta.

Pertenece al grupo de los insectos lepidópteros, porque tiene alas escamosas y realiza el proceso de la metamorfosis. Dentro de este grupo, se cataloga en la familia de los bombícidos.

Historia de la seda

Los primeros indicios de sericultura aparecen en China. Son restos textiles y herramientas relacionadas con esta actividad, encontradas en las excavaciones arqueológicas de Jiahu, con 8.500 años de antigüedad. En este yacimiento la seda aparece entretejida o cosida en otros textiles.

Los primeros escritos que documentan la cría doméstica del gusano de la seda se atribuyen a Confucio y son del año 2.700 a.C. En ellos cuenta la leyenda del descubrimiento de esta fibra por la emperatriz Leizu.

Durante 3.000 años, la sericultura fue un secreto por orden imperial, bajo pena de muerte a cualquiera que difundiese este conocimiento. En este tiempo la seda era el regalo diplomático más habitual del emperador a sus vecinos o vasallos, llegando incluso a pagar la paz con los hunos.

Los especialistas opinan que desde el siglo II a.C. los chinos ya habían establecido una red comercial con el objetivo de exportar esta fibra a occidente. La extensa y peligrosa "Ruta de la Seda".

Historia de la seda

En el año 552, el emperador Justiniano recibió los primeros huevos de gusanos, que le trajeron unos monjes persas, ocultos en sus bastones de bambú. Creó entonces fábricas imperiales que destacaban por la calidad de sus tejidos.

Durante el siglo VII, los árabes que invadieron Persia difundieron este conocimiento hacia el norte de África y el sur de Europa, donde la industria de la seda experimentó un notable florecimiento. Este proceso representó uno de los avances tecnológicos más significativos durante muchos siglos.

Aún hoy es posible hablar con personas que han conocido esta industria y criado en sus casas los gusanos de la seda. Esta actividad, que implicaba a toda la familia, sirvió para pagar numerosos gastos extraordinarios, como visitas médicas y ajuares.

La Ruta de la Seda



Mitos y leyendas de la seda

La vida de esta especie está unida a la de los humanos por un hilo de seda desde el neolítico. Su origen ha sido un misterio durante tanto tiempo que las civilizaciones que la conocieron mediante las rutas de la seda inventaron numerosas leyendas al respecto. En Persia, por ejemplo, se contaba que la primera pareja de gusanos de la seda aparecieron del cuerpo de Job.

En los escritos de Confucio se cuenta que en el siglo XVII a.C. la joven emperatriz Leizu, a los catorce años, descubrió cómo devanar el capullo, cuando éste cayó en su taza de té. Entonces tuvo la idea de tejerlo. Tras observar la vida de este insecto a instancias de su marido, el emperador Huang Di, enseñó a su corte la forma de criarlos. Desde entonces la joven fue considerada como la diosa de la seda en la mitología china.

Aunque la seda se empezó a exportar muy pronto a otros países, la sericultura fue un secreto cuidadosamente guardado por los chinos. Los otros pueblos tuvieron que inventar diversos orígenes para este maravilloso tejido.

Así, los romanos pensaban que el hilo provenía de una especie de árboles de lana de Seres, pueblo desconocido de un país inencontrable.

Según otra leyenda, la seda salió de China en dirección a la India en los cabellos de una princesa prometida a un príncipe de Khotan. Esta joven desafió la prohibición imperial de exportar gusanos de la seda, negándose a quedarse sin su amada tela.

RECOLECTA DE HOJAS DE MORERA

Se realiza a primera hora del día para que no se calienten las hojas, dejando las ramas en el árbol para que vuelvan a crecer nuevas hojas.



Morus/ Morera

Árbol de hoja caduca con hojas
alternas de bordes aserrados.



Moras (frutos)

Los brotes tiernos en las puntas de las
ramas, son de color verde claro.
Las hojas maduras, son de color
verde oscuro y de textura más
áspera. Lo ideal es recoger las hojas
por la mañana y guardarlas en un
lugar donde se mantengan frescas
todo el día.

Clasificación de hojas de morera por su forma

El género de árboles *Morus* tiene muchas especies, las más conocidas son: *Morus alba* (morera blanca), *Morus nigra* (moral) y *Morus rubra* (morera roja).



Primavera

Este insecto vive íntimamente ligado a la morera de la que se alimenta. Su ciclo de vida se acompasa al de ésta, usando algunas estrategias como la asombrosa diapausa. El embrión del gusano de la seda detendrá su desarrollo en el interior del huevo, esperando a que las condiciones ambientales sean favorables.

Cuando llega la primavera, el aumento de las horas de sol y la temperatura, propiciará que los embriones del gusano de la seda salgan de este estado, que les ha permitido sobrevivir mientras no tenían alimento, y completen su desarrollo para nacer en el mismo momento en el que broten las moreras.

Hacen de su vida un baile al ritmo de las estaciones.

El insecto está tan especializado para vivir con la morera que las pequeñas mandíbulas del gusano recién nacido sólo pueden masticar los brotes tiernos. Pero crecerán al mismo ritmo que las hojas maduran, adaptando su cuerpo para comer hojas cada vez más duras.

Ciclo de vida



El ciclo de vida del gusano de la seda dura unos 65 días.

Simiente del gusano de la seda



En Murcia, se llama tradicionalmente simiente a los huevos del gusano de la seda, preparados para su avivamiento o incubación.

A partir del 1.918, la simiente se controlaba y era distribuida por la Estación Sericícola de Murcia en unas pequeñas cajas circulares que contenían media onza (unos 15 gramos), equivalente a unos 25.000 huevos.

Éstos se avivan en incubadoras que mantienen una temperatura y humedad constantes. Es posible hacer que todos los huevos nazcan a la vez controlando la iluminación y la temperatura cuando están a punto de eclosionar.

Al nacer el gusano mide unos 2 mm y pesa aproximadamente 1 milésima de gramo.

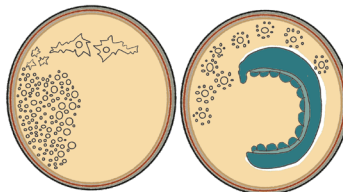


AVIVADOR o INCUBADORA ANTIGUA
Herramienta para mantener la temperatura y la humedad constantes, facilitando la eclosión de los huevos.



DESARROLLO EMBRIONARIO DEL GUSANO DE LA SEDA

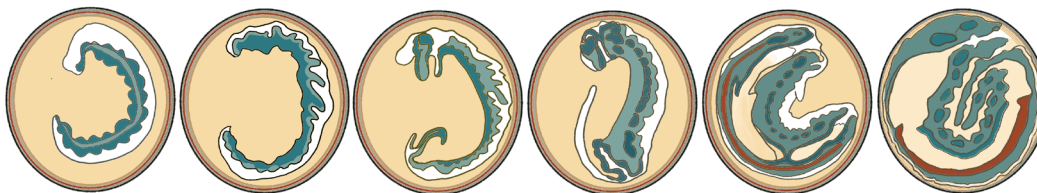
EMBRIÓN



Esta fase dura 36 h.

INCUBACIÓN

Fase de 16 a 20 días.



Mudas o dormidas

Desde que nace hasta que se convierte en mariposa pasarán unos 45 días, en los que a base de devorar incansablemente hojas de morera, multiplicará su peso por 12.000 (pasando de 1 mm a 8 cm).

Este desarrollo tan rápido le obligará a realizar cuatro mudas durante su crecimiento. En éstas, el gusano cambiará la piel y la cutícula de la cabeza para seguir creciendo y mejorar su capacidad devoradora.

Estas mudas se llamaban “dormidas” en Murcia.

Para hacerla, se sujeta con hebras de seda, levanta la cabeza y el tórax, y permanece sin comer dos días hasta que consigue completar la muda. Es importante no manipular a los gusanos durante el proceso de la muda, para no romper las hebras con las que se sujeta, ya que las necesitará para desprenderse de la piel que descarta.

Mudas o dormidas



Cutícula de la cabeza



Piel vieja



Estadios larvarios

Las etapas entre cada muda se llaman estadios larvarios:

- 1^{er} estadio: dura 5 días y los gusanos comen hojas muy tiernas.
- 2^o estadio: dura 6 días, comen hojas un poco más maduras.
- 3^{er} estadio: dura 6 días y ya comen hojas maduras.
- 4^o estadio: dura 7 días.
- 5^o estadio: dura 8 días y termina con la construcción del capullo.

Los estadios cuarto y quinto son conocidos como “freza”.

En ellos, el gusano consumirá una cantidad asombrosa de hojas, el 85% de las que comerá a lo largo de toda su vida.



Estadios larvarios

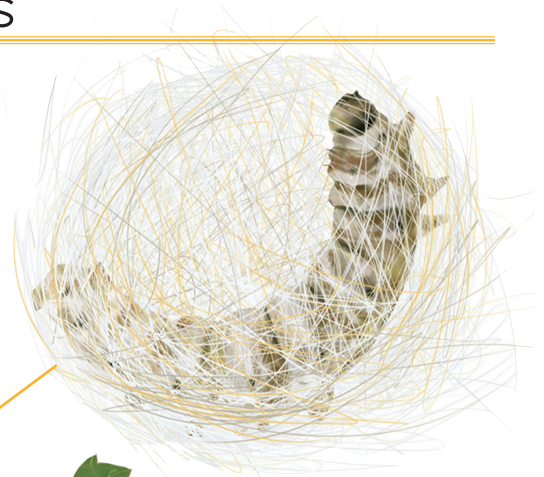


1^{er} estadio

2^o estadio

3^{er} y 4^o estadio

5^o estadio



Morfología del *Bombyx mori* en el quinto estadio

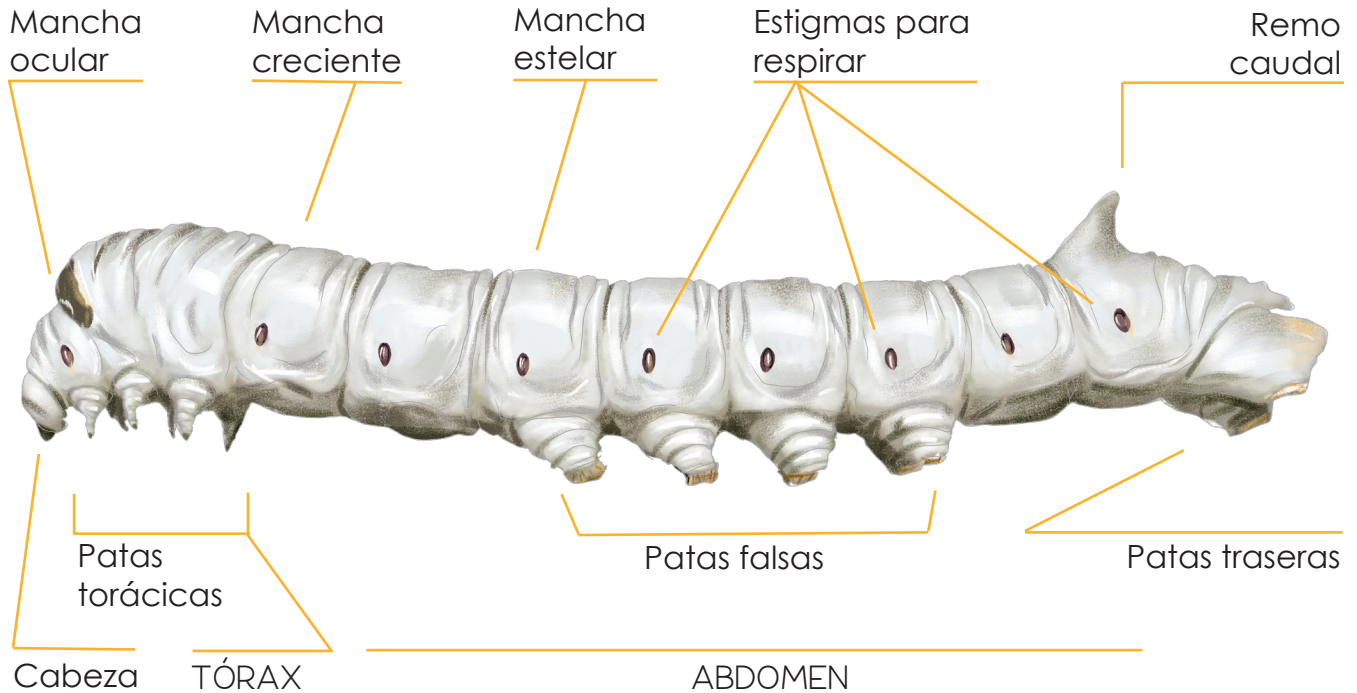
La cabeza está cubierta por un caparazón de quitina en el que se encuentran unas pequeñas antenas con pelos táctiles, doce ojos, dos mandíbulas que se mueven lateralmente y entre ellas, la boca. En la base se encuentra la trompa sedera, por la que sale la seda, y junto a ella se sitúan los palpos, que utiliza para manipular el hilo.

El cuerpo está formado por doce anillos. Los tres primeros son el tórax, y en cada uno de ellos hay un par de patas cónicas, las patas verdaderas. En el sexto, séptimo, octavo, noveno y doceavo anillo, tienen las falsas patas.

Los puntos negros que tienen en los laterales se llaman estigmas y son aperturas respiratorias protegidas por una membrana.

El estómago se encuentra internamente entre el segundo y noveno anillo. El sistema circulatorio está formado por un gran vaso dorsal a todo lo largo de su cuerpo. La seda se forma en dos largas glándulas situadas bajo el estómago y unidas a la trompa sedera.

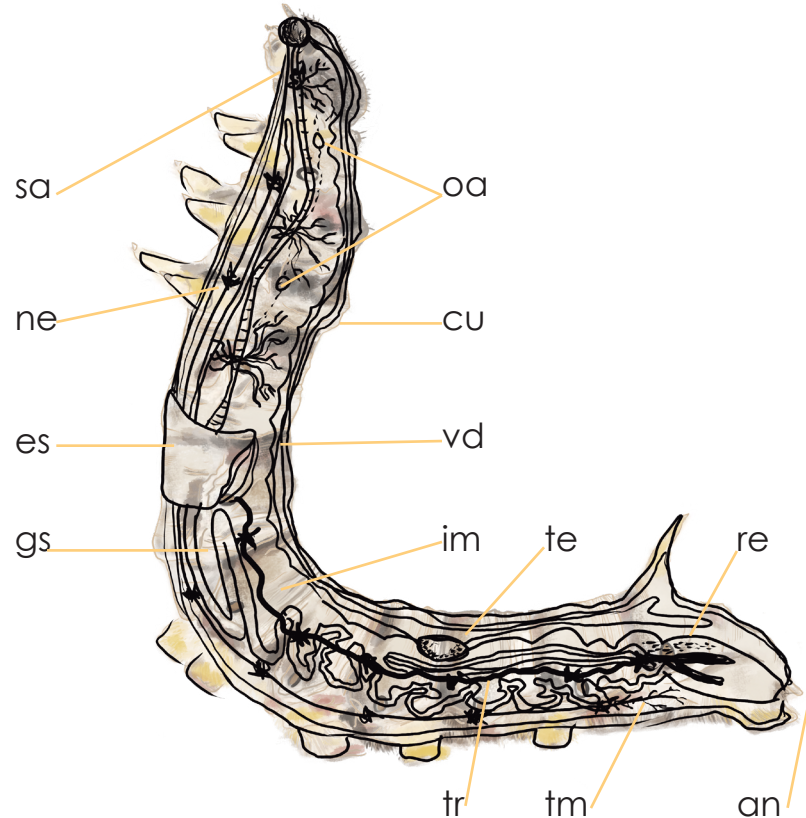
Morfología de *Bombyx mori*



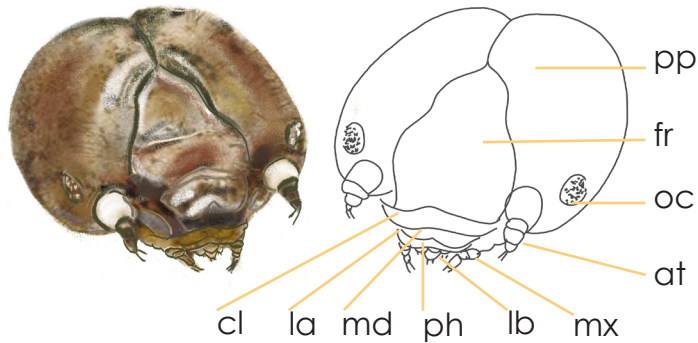
Anatomía interna de la larva



an: ano
cu: cutícula
es: espiráculo
gs: glándula de seda
im: intestino medio
ne: nervio
oa: origen de alas
re: recto
sa: glándula salival
te: testículo
tm: túbulo de Malpighio
tr: tráquea
vd: vaso dorsal



Morfología externa de la cabeza y detalles



pp: placa parietal
fr: frontal
oc: ocelos
at: antena
mx: maxiliar
lb: labio
ph: pezón hilador
md: mandíbula
la: labro
cl: clípeo

Estigmas para
respirar

Remo caudal

Falsas patas



Embojado



Para construir el capullo, el gusano necesita varios puntos donde anclar sus hilos. Los sericicultores les proporcionan ramas de boja real, albaida o esparto como estructura donde sujetarlos. Esta labor se hace coincidiendo con los últimos cebos de hojas.

Al final del quinto estadio, el gusano dejará de comer y buscará un lugar seguro para construir su capullo. Generalmente buscarán sitios elevados.

Comenzará creando una estructura de hilos para sujetar el capullo, llamada "borra", en la que emplea un 6% de la seda que constituye el capullo.

Comprimiendo sus anillos expulsa una secreción proteica por la trompa sedera que al ser estirada se endurece, formando la seda.



Construcción del capullo

Moviendo la cabeza en forma de ochos realiza una estructura uniforme a su alrededor, hasta que a los 4 o 5 días acaba con la seda que lleva dentro. Las últimas capas son de una seda finísima conocida como lecho de la crisálida. Elabora el capullo con una sola hebra continua que mide entre 600 y 1.600 metros dependiendo de la alimentación y la raza.



Metamorfosis o ninfosis

Son las transformaciones de oruga a crisálida y después a mariposa, que ocurren en el interior del capullo.

Este proceso dura unos 15 días.

Dos días después de terminar el capullo, el gusano realiza una quinta muda. Esta vez, su aspecto, cambia totalmente convirtiéndose en una crisálida, protegida por una cubierta quitinosa más rígida que las anteriores mudas. En su interior continúa la transformación en mariposa.

Cuando lo consigue, abre esta cubierta mediante contorsiones de su cuerpo, y por su boca segrega un líquido que reblandece la seda, para crear un orificio por el que sale al exterior, empujando con la cabeza y las patas.



Metamorfosis o ninfosis



Mariposa o imago

Las mariposas eclosionan en disposición de aparearse inmediatamente.

La duración de su vida depende de la temperatura y la humedad ambiente, entre 3 y 15 días.

Aunque las mariposas han perdido la capacidad de volar mueven sus alas como si quisieran hacerlo. Así es como esparcen sus feromonas para atraer posibles parejas, que las captan con las antenas.



El macho sujeta a la hembra por el extremo del abdomen con dos ganchos quitinosos móviles y fecunda los huevos que esta lleva en su interior.



Mariposa o imago

Las hembras, fecundadas o no, comienzan a poner los huevos uno junto al otro al atardecer y durante la noche. Cada hembra pondrá de 300 a 500 huevos. Estos tienen forma lenticular y un milímetro de diámetro. Recién puestos son de color amarillo, y si están fecundados, cambian a un tono gris oscuro en tres o cuatro días.

Este cambio se debe al crecimiento del embrión, que comenzará la diapausa en cuanto sea capaz de percibir los cambios de luz y temperatura exterior. Para conservar correctamente los huevos hay que guardarlos sin luz y entre 5 y 10 °C durante todo el año, hasta que vuelvan a brotar las moreras la próxima primavera.



Hijuela

A finales del siglo XIX, los criadores del barrio de San Juan de Murcia empezaron a aprovechar los gusanos enfermos. Éstos se sumergían en una solución de agua, vinagre y sal para después abrirlos y estirar a mano sus dos glándulas sederas. Tras varios procesos de cocido, blanqueo, pulido y planchado se obtenían unas fibras blancas, transparentes en el agua y muy resistentes, utilizadas como hilo de sutura en cirugía o como sedal de pesca.

Esta industria fue muy importante para la Región de Murcia que, por ejemplo, exportó unas 20 toneladas de hijuela al resto del mundo en el año 1926.

La aparición de productos artificiales, sobre todo el nylon, marcó el final de su producción.

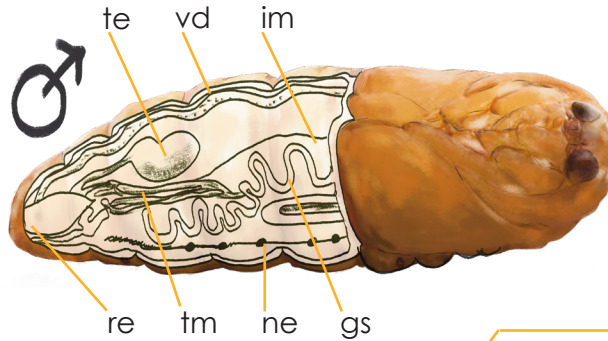


Hijuela



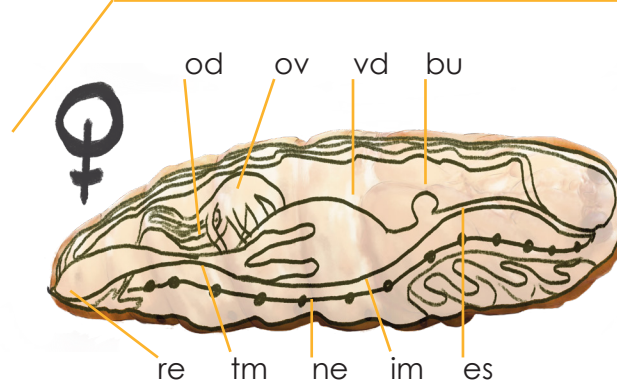
Proceso del estirado de las glándulas sederas

Morfología interna de la larva



MACHOS

HEMBRAS



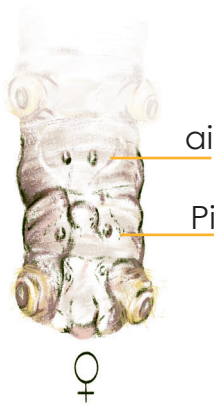
bu: buche
es: esófago
gs: glándula sericígena
im: intestino medio
od: oviducto
ov: ovario
ne: nervio
te: testis
tm: túbulo de Malpighio
vd: vaso dorsal
re: recto

Género a lo largo del ciclo de vida

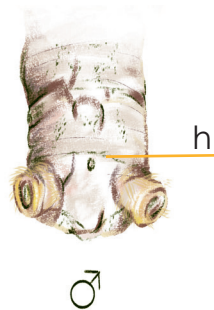
HEMBRAS

ai: Glándula
anterior de
Ishiwata

Pi: Glándula
posterior de
Ishiwata



h: Glándula
de Herold



MACHOS

Investigación e innovación con la seda

IMIDA. Instituto Murciano de Investigación y Desarrollo Agrario y Medioambiental.

El Equipo de Biotecnología del IMIDA trabaja investigando nuevas aplicaciones para la seda, destacando su uso en medicina regenerativa e ingeniería tisular.

De esta forma, la antigua Estación Sericícola retoma la crianza del gusano de la seda con aplicaciones novedosas, más allá del tradicional uso textil, y hace resurgir esta actividad que fue un potente motor económico en la Región de Murcia, en el mismo enclave en el que hace más de 100 años se llevaba a cabo.



IMIDA

Actualmente, el Equipo de Biotecnología cuenta con casi 20 años de experiencia en investigación con la seda, el gusano de la seda y la morera, en el área de la biomedicina.



IMIDA

La hebra de seda está constituida por dos proteínas, la fibroína y la sericina. La fibroína es la mayoritaria, da la estructura a la seda y tiene unas características ideales para su uso como biomaterial. Es biocompatible, biodegradable y con unas propiedades mecánicas excepcionales en la naturaleza.



Trenzado de hijuelas, de alta resistencia mecánica, para regeneración de tendones y ligamentos

Investigación e innovación con la seda



Capullo de seda



Hilo de seda



Sericina

Fibroína



Fibroína de seda como biomaterial, extraída de los capullos de seda y procesada en el laboratorio.

IMIDA

El IMIDA desarrolla diversos biomateriales de fibroína de seda que combinados con células y moléculas biológicamente activas, pueden crear tejidos funcionales y estimular la capacidad del organismo para sanar y regenerar tejidos dañados. Algunos ejemplos son los “films” transparentes, las mallas electrohiladas, las “esponjas” porosas y las fibras de alta resistencia obtenidas con hijuelas.



“Esponjas porosas” de seda para regeneración de tejido óseo

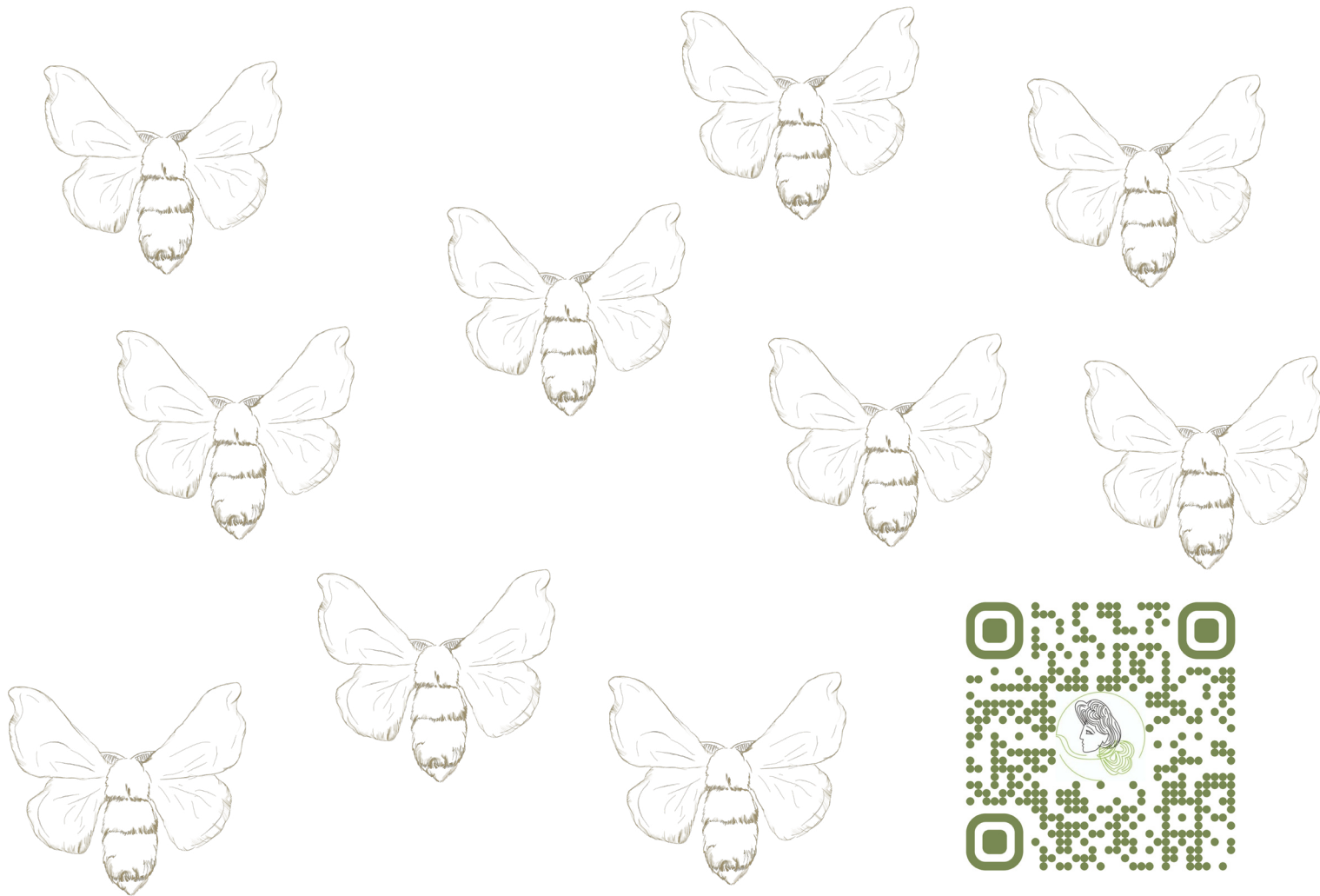


“Films” transparentes para regeneración de tejido ocular

Investigación e innovación con la seda







Guía de aprendizaje sericícola.

Descubre el mundo de la seda y el insecto *Bombyx mori*, en un recorrido histórico, biológico y científico, a través de su ciclo de vida y el arte de la sericicultura.

El proyecto HORIZON ARACNE es una iniciativa europea que busca recuperar, preservar y poner en valor el legado sedero como seña de identidad cultural y bien patrimonial, conectando a nivel internacional y europeo, cultura, arte, tradición y novedades en producción e investigación científica.



aracne

ADVOCATING THE ROLE
OF SILK ART AND CULTURAL
HERITAGE AT NATIONAL
AND EUROPEAN SCALE



Instituto Murciano de Investigación
y Desarrollo Agrario y Medioambiental



This project is funded by the European Union's Horizon Europe research and innovation programme under the Grant Agreement No 101095188