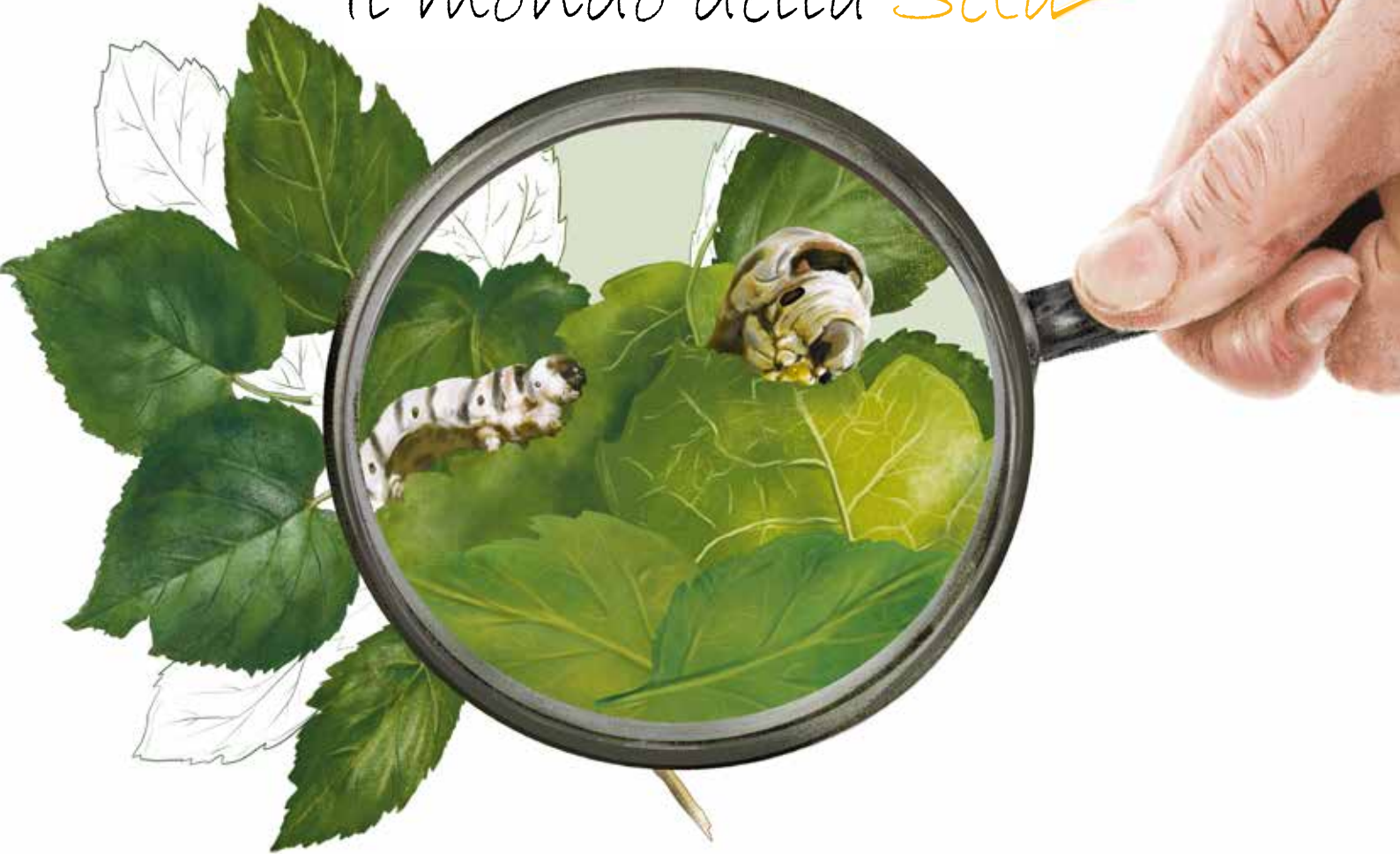


Il mondo della *Seta*







Titolo: Il mondo della Seta

ISBN: 978-84-09-87026-4

Illustrazioni, fotografie e testi di Ana Rut Caravaca Fernández.

Traduzione inglese a cura di Macías Berenguer Ibars.

Traduzione italiana a cura di Luca Tassoni.

Revisione e impaginazione di Ana Pagán Bernabeu e Ana Rut Caravaca Fernández.

Edito da Murcian Institute of Agricultural and Environmental Research and Development (IMIDA).

Finanziato da ARACNE Project.

Questo progetto è finanziato dall'European Union's Horizon Europe research and innovation programme under the Grant Agreement No. 101095188.



Il mondo della Seta

Una guida didattica alla storia, mitologia, scienza e tecnologia della sericoltura.

L'arte e la tecnica che riguardano la coltivazione dei gelsi, l'allevamento del baco da seta e la successiva lavorazione di questa fibra, un'attività che accompagna l'umanità fin dal Neolitico.

Il baco da seta - *Bombyx mori*



Il suo nome scientifico viene dal latino e dal greco. “*Bombyx*” è il nome del “baco da seta” e “*mori*” si riferisce all’albero di gelso, del quale si nutre.

Il baco è un insetto che appartiene all’ordine dei Lepidotteri in quanto possiede ali ricoperte da scaglie e va incontro a metamorfosi. All’interno di questo ordine è classificato nella famiglia dei Bombycidae.

Storia della seta

Le più antiche testimonianze della sericoltura provengono dalla Cina. Si tratta di resti tessili e strumenti utilizzati in questa attività, trovati presso gli scavi archeologici di Jiahu, risalenti a 8500 anni fa. In questo sito, la seta appare tessuta o cucita in altri tessuti.

Le prime testimonianze scritte sull'allevamento del baco da seta da parte dell'uomo sono attribuite a Confucio e risalgono a circa il 2700 a.C. Questi racconti narrano la leggenda della scoperta della seta da parte dell'imperatrice Xi Ling-shi.

Per 3000 anni la sericoltura fu mantenuta segreta per ordine imperiale, pena la morte per chiunque la divulgasse. In questo periodo, la seta divenne un tipico dono diplomatico dell'imperatore: lo ricevevano i popoli vicini o vassalli, e fu persino utilizzato per garantire la pace con gli Unni.

Storia della seta

Nel 552, l'imperatore Giustiniano ricevette le prime uova di baco da seta da alcuni monaci persiani che le avevano nascoste dentro dei bastoni di bambù. Poi istituì manifatture imperiali, rinomate per la qualità dei loro tessuti.

Durante il VII secolo, gli Arabi che invasero la Persia portarono questa conoscenza nel nord Africa e nell'Europa meridionale. Qui nacque nel tempo una fiorente industria della seta che continuò a prosperare fino a tempi abbastanza recenti.

Ancora oggi si trovano persone che ricordano questa attività e che allevavano i bachi da seta in casa. Questa attività familiare aiutava a pagare spese importanti, come le cure mediche e le doti matrimoniali.

La Via della Seta



Miti e leggende sulla seta

Fin dal Neolitico, la storia del baco da seta è stata strettamente intrecciata a quella degli esseri umani, attraverso un delicato filo di seta.

Per secoli, le sue origini rimasero avvolte nel mistero, portando le civiltà lungo la Via della Seta a creare numerose leggende al riguardo.

In Persia si credeva che la prima coppia di bachi da seta fosse emersa dal corpo di Giobbe.

Secondo gli scritti attribuiti a Confucio, nel 17° secolo prima di Cristo, la principessa quattordicenne Leizu scoprì come dipanare la seta dal bozzolo quando uno di questi cadde nella sua tazza di tè. Da qui ebbe l'idea di tessere la seta. Su suggerimento di suo marito, l'imperatore Huang Di, osservò il ciclo vitale dei bachi e insegnò alla corte come allevarli. Da allora, è venerata come la dea della seta nella mitologia cinese.

La seta iniziò ad essere esportata molto presto verso altri paesi, ma la sericoltura rimase a lungo un segreto dei Cinesi, che la custodirono gelosamente. Po drugi legendi je svila potovala iz Kitajske v Indijo skrita v laseh princese, ki je bila zaročena s princem iz Khotana. Ta mlada ženska se je uprla cesarski prepovedi izvoza sviloprejk, saj se ni hotela odreči svoji ljubljeni tkanini.

Per questo motivo, i Romani credevano che la seta provenisse dagli alberi che producevano lana, nel paese dei Seri, una popolazione sconosciuta di una terra lontana e misteriosa.

Secondo un'altra leggenda alcune uova di baco furono portate dalla Cina verso l'India nascoste nell'acconciatura di una principessa che era stata promessa in sposa al principe del Khotan. Questa giovane donna sfidò il divieto imperiale di esportare i bachi da seta, rifiutandosi di separarsi dal suo amato tessuto.

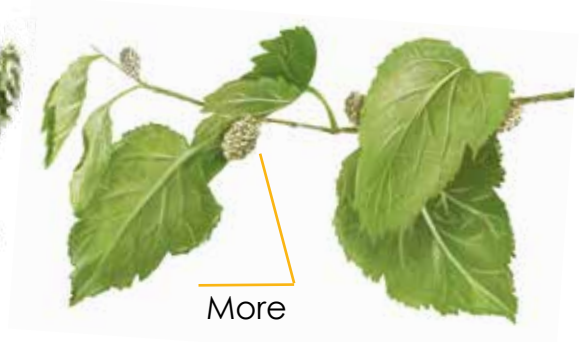
RACCOLTA DELLE FOGLIE DI GELSO

Si svolge nelle prime ore della giornata, per evitare che le foglie si scaldino e lasciando i rami sull'albero in modo che possano svilupparsi nuove gemme.



Morus/ Gelso

Un albero deciduo con foglie alterne, dai margini seghettati.

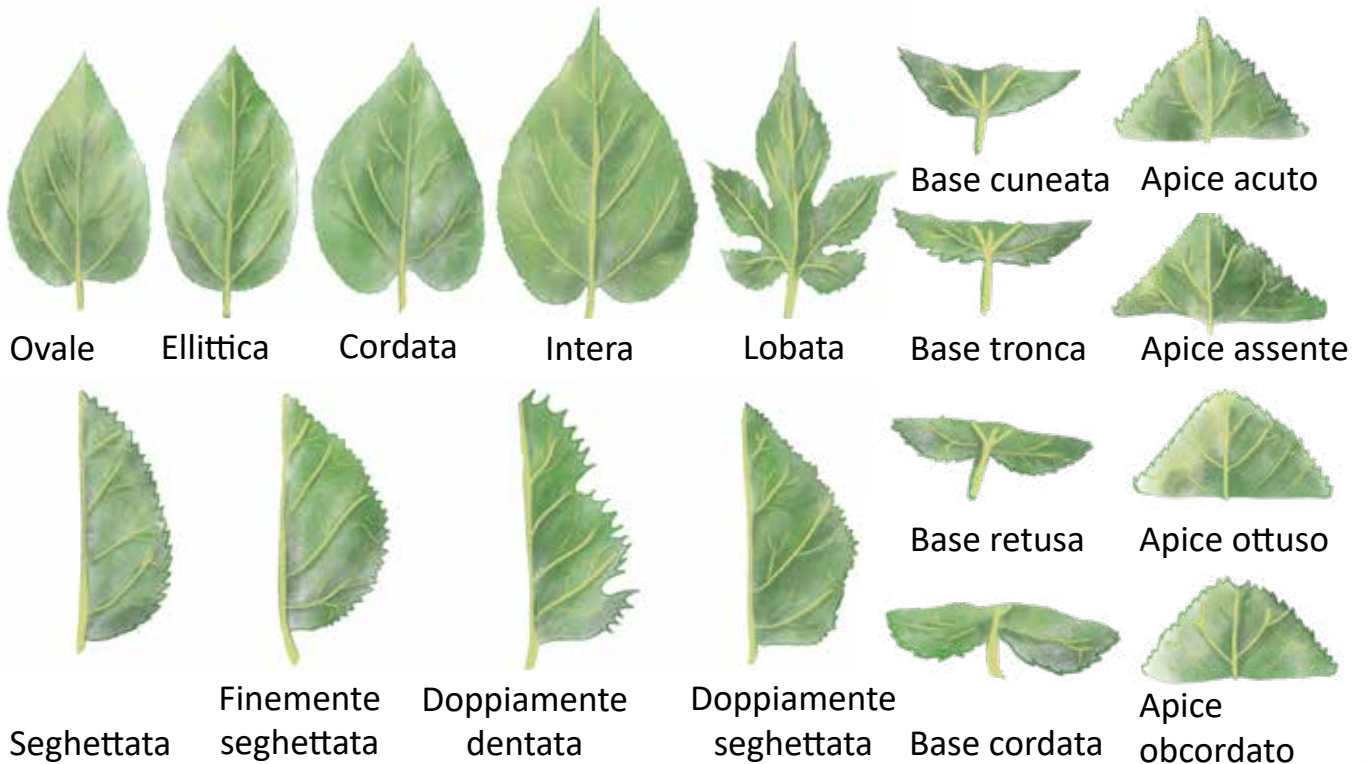


Le gemme tenere alle estremità dei rami sono di colore verde chiaro.
Le foglie mature sono invece di colore verde scuro e hanno una maggiore consistenza. L'ideale è raccogliere le foglie alla mattina e conservarle in un luogo fresco in modo da mantenerle fresche tutto il giorno.

Le forme delle foglie di gelso

Il genere *Morus* ha molte specie, le più conosciute sono:

Morus alba (gelso bianco), *Morus nigra* (gelso nero) e *Morus rubra* (gelso rosso)



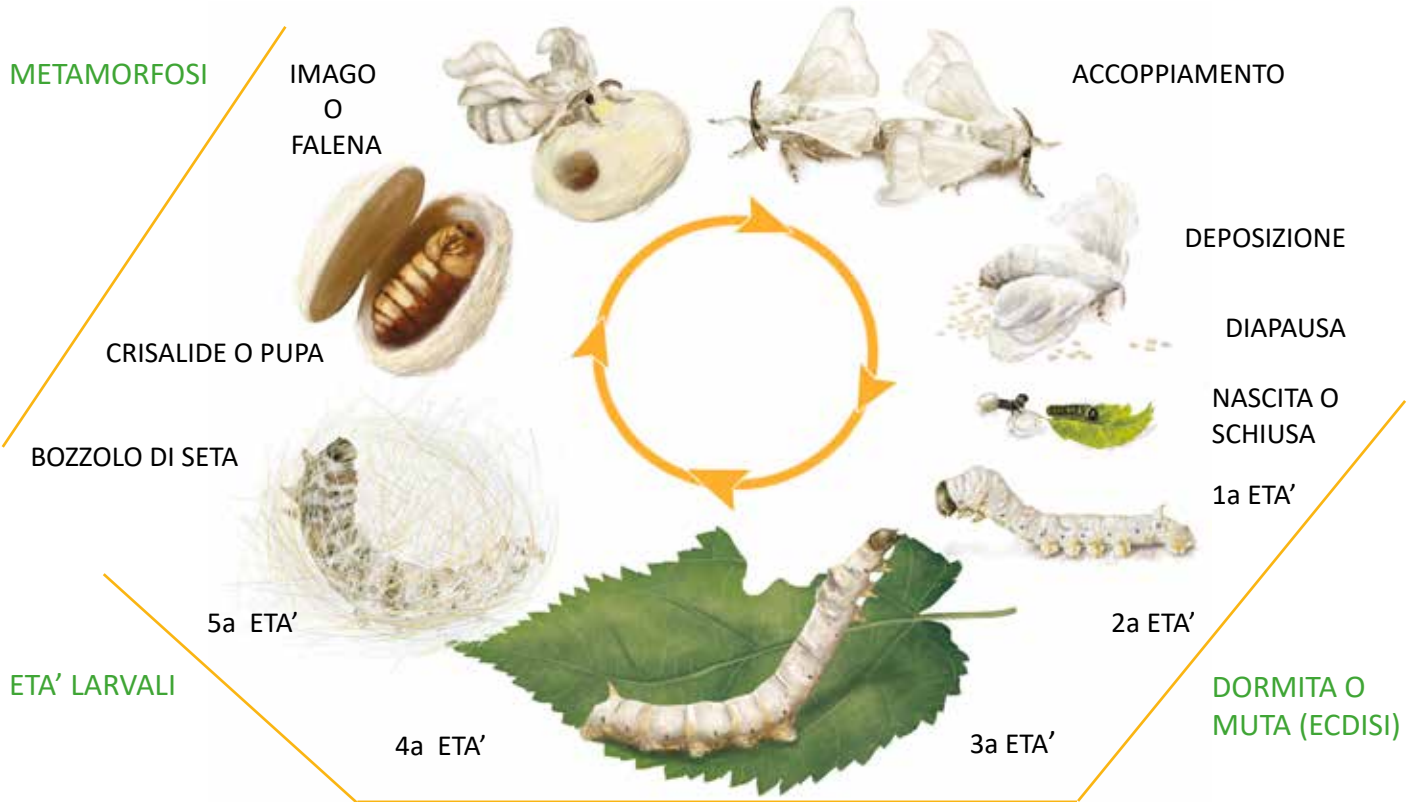
Primavera

L'allevamento del baco è strettamente correlato al gelso, che rappresenta la sua unica fonte di nutrimento. Il suo ciclo di vita è quindi sincronizzato con i ritmi stagionali del gelso, tramite strategie come la lunga diapausa. L'embrione di baco da seta infatti blocca il suo sviluppo all'interno dell'uovo, aspettando che le condizioni ambientali esterne diventino favorevoli.

La primavera è caratterizzata dall'aumento delle ore di luce e delle temperature. Queste condizioni stimolano gli embrioni ad uscire dalla diapausa, che ha consentito loro di sopravvivere senza cibo, e a completare il loro sviluppo in modo da nascere quando i gelsi iniziano a germogliare. Il loro sviluppo risulta quindi finemente sincronizzato con i ritmi stagionali. Il baco si è talmente specializzato a seguire i ritmi del gelso, che le piccole mandibole delle larve appena nate possono masticare solo i germogli più morbidi.

Tuttavia il baco cresce in parallelo alla maturazione delle foglie e si adatta a mangiare foglie sempre più coriacee.

Ciclo di vita



Il ciclo di vita completo dura circa 65 giorni.

Silkworm seed



Le uova di baco da seta vengono tradizionalmente indicate con il termine di "seme bachi". Queste venivano confezionate e distribuite, pronte per essere incubate. L'attività di confezionamento in passato poteva essere effettuata sia da aziende private sia dalle stazioni bacologiche. Attualmente questa attività è svolta esclusivamente dalle stazioni bacologiche che svolgono anche un controllo sulla possibile presenza delle più comuni malattie. Al giorno d'oggi il seme bachi è fornito in telaini, un'unità di misura che corrisponde a circa 20000 uova.

Le uova sono riattivate negli incubatori che mantengono costanti i livelli di temperatura e umidità. Tramite l'accurato controllo dell'illuminazione e della temperatura nelle fasi finali dello sviluppo, è possibile sincronizzare la schiusa di tutte le uova.

Al momento della schiusa, una larva di baco da seta misura circa 2 millimetri di lunghezza e pesa approssimativamente un milligrammo.



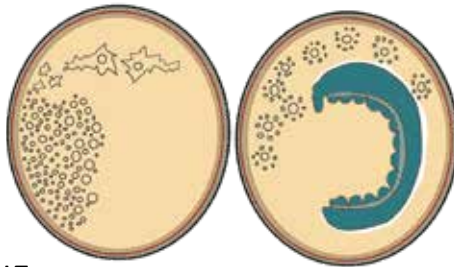
ANTICO INCUBATORE

Un dispositivo che mantiene costanti la temperatura e l'umidità, facilitando la schiusa delle uova.

Sviluppo del baco da seta dentro l'uovo

SVILUPPO DELL'EMBRIONE PRIMA DELLA DIAPAUSA

Questo stadio dura 36



INCUBAZIONE

Questa fase dura da 16 a 20 giorni, se l'incubazione viene fatta con il metodo delle temperature crescenti lentamente; una decina di giorni se viene fatta a 25°C (metodo giapponese).



Mute (dormite)

Dalla schiusa dell'uovo alla trasformazione in falena, trascorrono circa 45 giorni. Durante questo periodo, alimentandosi di foglia di gelso, la larva aumenta di peso di circa 12000 volte, passando da 1 mm a 8 cm di lunghezza.

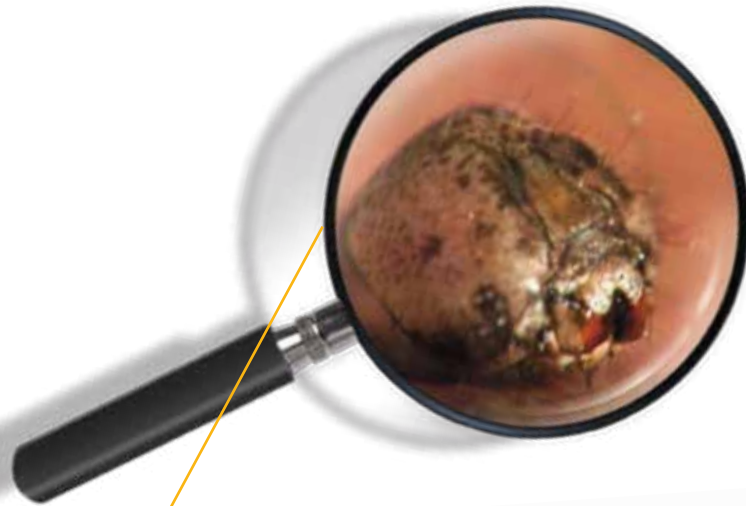
Questa rapida crescita, richiede che la larva affronti quattro mute. Ad ogni muta, la larva perde la pelle e il guscio rigido della testa per poter continuare a crescere e mangiare di più.

Queste fasi di muta sono tradizionalmente chiamate “dormite” dagli allevatori.

Per effettuare la muta, la larva si ancora alla lettiera con alcuni fili di seta, alza la testa e il torace e smette di mangiare per circa due giorni, finché l'ecdisi, cioè la perdita della vecchia pelle, è completa.

Durante la muta è molto importante non disturbare i banchi: toccandoli infatti si rischia di rompere i fili di seta che usano per ancorarsi. Questi fili sono fondamentali per completare la muta e liberarsi della vecchia pelle (anche detta esuvia).

Mute (dormite)



False zampe o
pseudozampe



Vecchia cuticola della testa

Vecchia pelle

Età larvali

Gli stadi larvali tra ogni muta sono detti età larvali:

- 1a età: dura 4 - 5 giorni e la larva si nutre di foglie tenere.
- 2a età: dura 3 giorni e la larva si nutre di foglie un po' più mature.
- 3a età: dura 4 giorni e la larva si nutre di foglie mature.
- 4a età: dura 5 giorni.
- 5a età: dura 7 - 8 giorni e termina con la formazione del bozzolo.

La quarta e la quinta età sono quelle in cui il baco è più vorace: ben l'85% di tutta la foglia necessaria all'allevamento è infatti consumata in queste età.



Età larvali



1a età

2a età

3a età e 4a età

5a età



Morfologia di *Bombyx mori* in quinta età

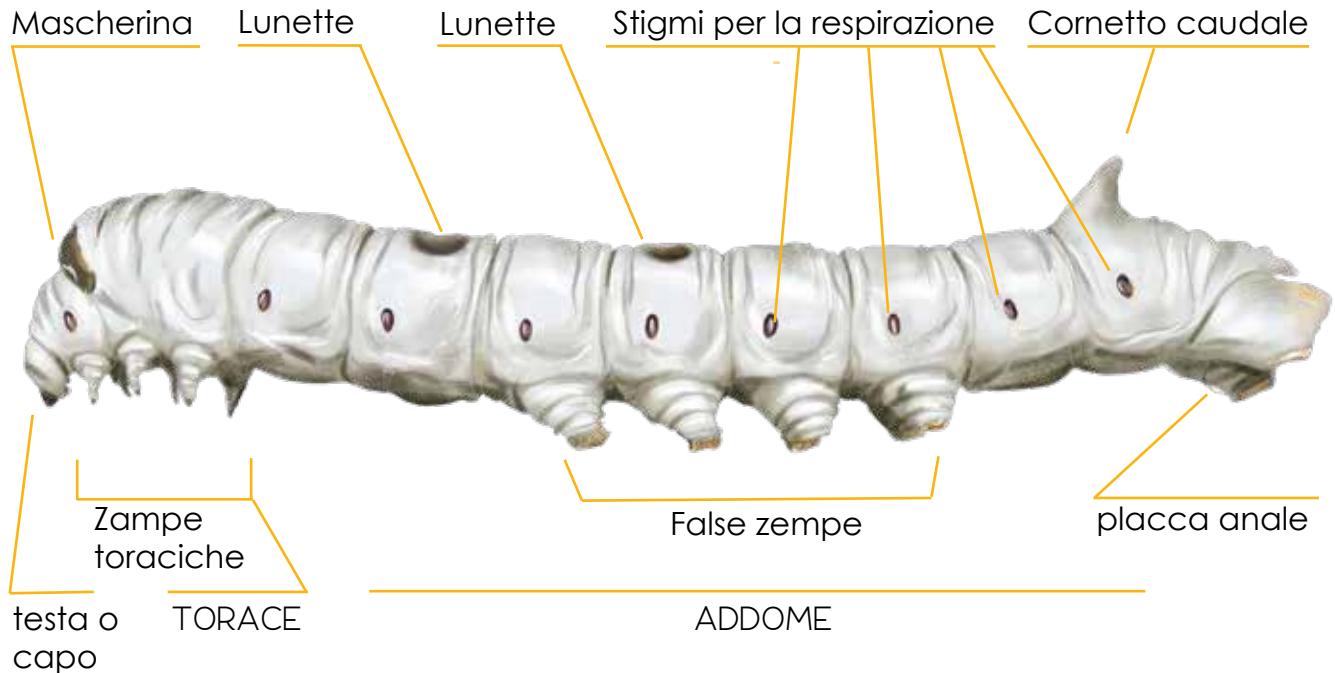
Il capo del baco da seta è coperto da una cuticola dura formata da chitina e contiene piccole antenne piumate, dodici ocelli e due mandibole che si muovono lateralmente, con la bocca al centro. Alla base del capo si trova la filiera, attraverso la quale viene rilasciato il filo di seta, insieme ai palpi che servono a manipolarlo.

Il corpo è formato da dodici segmenti. I primi tre segmenti formano il torace e ognuno possiede un paio di (vere) zampe coniche. I segmenti dal sesto al nono e il dodicesimo, possiedono invece false zampe. I puntini neri sui lati dei segmenti sono gli stigmi, aperture utili alla respirazione, protette da una sottile membrana.

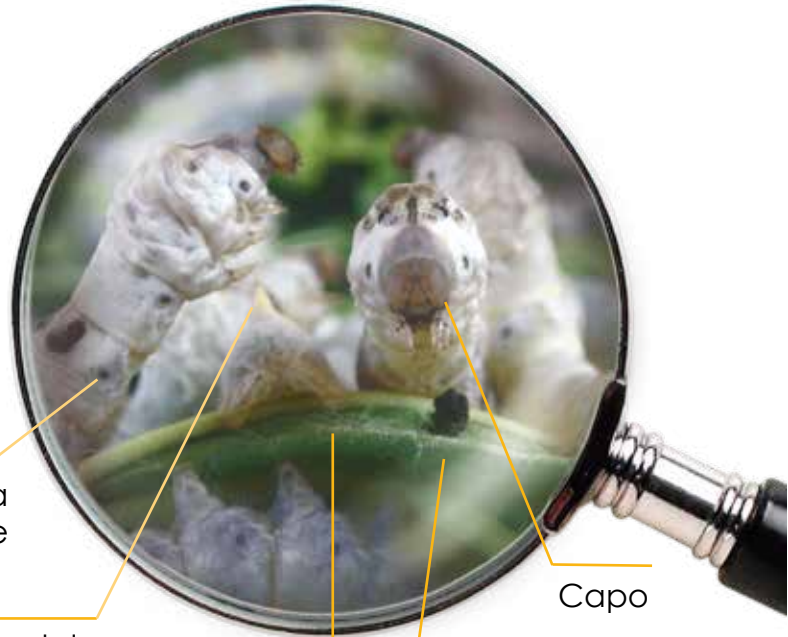
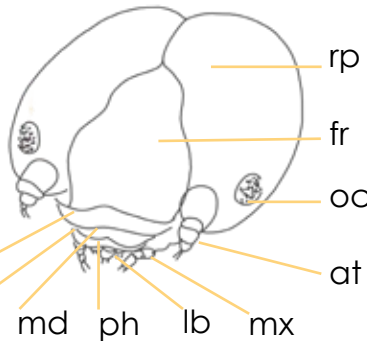
All'interno del corpo, si trova l'intestino, posizionato tra il secondo e il nono segmento.

Il sistema circolatorio include un grande vaso che scorre lungo il dorso. La seta è prodotta in due lunghe ghiandole, che si trovano al di sotto dell'intestino e si connettono alla filiera.

Morfologia di *Bombyx mori* in quinta età



Anatomia del capo della larva e dettagli



rp: regione parietale
fr: frontale
oc: ocelli (occhi semplici)
at: antenna
mx: mascella
lb: labium (labbro inferiore)
ph: filiera
md: mandibola
la: labrum (labbro superiore)
cl: clipeo (parte del capo)

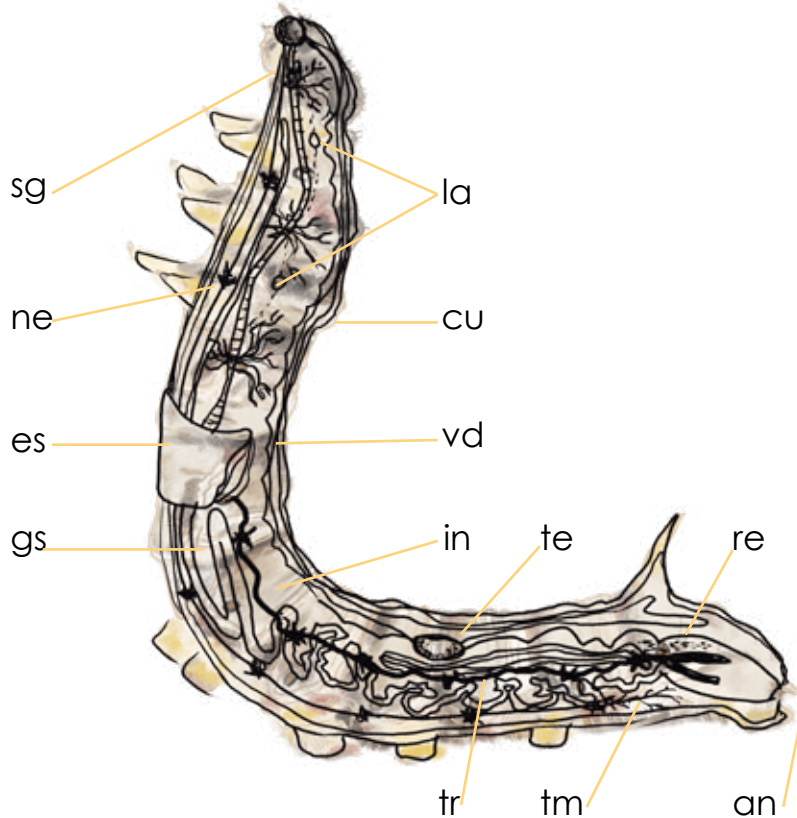
Stigmi per la respirazione
Cornetto caudale (coda)

False zampe

Escrementi

Capo

Anatomia interna della larva



- an: ano
- cu: cuticola
- gs: ghiandola salivare
- in: intestino
- la: origine dell'ala
- ne: nervi
- re: retto
- sp: spiracoli
- sg: ghiandola della seta
- te: testicolo
- tm: tubulo malpighiano
- tr: trachea
- vd: vaso dorsale

Formazione del bozzolo



Per costruire il bozzolo, il baco da seta necessita di diversi punti a cui ancorare i fili di seta. Per questo i bachicoltori in passato usavano rami di varie piante locali, come erica e ginestra. Al giorno d'oggi, la soluzione più comune consiste nell'utilizzo di raggere di plastica sulle quali le larve si arrampicano e alle quali ancorano il bozzolo.

Questo processo di creazione del bozzolo coincide con la fine della fase larvale e dell'alimentazione. Alla fine della quinta età, il baco smette di nutrirsi e cerca un luogo sicuro, solitamente sopraelevato, dove costruire il bozzolo.

Il baco da seta inizia creando una struttura filamentosa che possa ancorare il bozzolo e che richiede circa il 6% di tutta la seta che formerà il bozzolo.

Il baco è in grado di secernere seta dalla filiera. Inizialmente la seta è liquida ma solidifica rapidamente durante la creazione del bozzolo.

Formazione del bozzolo

Il baco muove la testa seguendo un percorso a forma di otto, tessendo una struttura uniforme tutto attorno a sé.

Dopo 4 - 5 giorni, ha filato tutta la seta che era al suo interno. Gli ultimi strati sono costituiti da una seta molto sottile detta "teletta" (o camera pupale) che ricoprirà la pupa.

L'intero bozzolo è costituito da un singolo filo ininterrotto che può misurare tra i 600 e i 1600 metri a seconda delle condizioni di allevamento e dello specifico ceppo di baco da seta.



Metamorfosi o impupamento



La metamorfosi è la trasformazione da uovo a larva, poi a pupa e successivamente a falena, con l'ultimo tratto che avviene interamente dentro il bozzolo e dura tra 15 e 20 giorni.

Due giorni dopo aver finito il bozzolo, il baco va incontro alla quinta muta. Durante questa muta il suo aspetto cambia completamente: diventa infatti una pupa, protetta da uno strato chitinoso più rigido e spesso rispetto alle precedenti mute.

All'interno del bozzolo, la pupa continua a svilupparsi e si trasforma in una falena.

Una volta che la trasformazione è completata, la falena rompe l'involucro chitinoso della pupa, contorcendosi e secerne un liquido dalla bocca che è in grado di ammorbidire il bozzolo. Quindi si spinge attraverso la seta ammorbidita e usa la testa e le zampe per sfarfallare.



Metamorfosi o impupamento



Falena o imago

La falena appena uscita dal bozzolo è subito pronta all'accoppiamento. La durata della sua vita varia in funzione della temperatura e dell'umidità ambientale, oscillando da 3 a 15 giorni.

Nonostante queste falene abbiano perso la capacità di volare, sbattono ancora le ali come se ci provassero. Questo movimento di ali aiuta a diffondere i feromoni, che attraggono i potenziali partner. Le falene rilevano questi feromoni tramite le antenne.



Durante l'accoppiamento, il maschio si aggrappa all'estremità dell'addome della femmina con due uncini chitinosi mobili e feconda le uova internamente.

Falena o imago



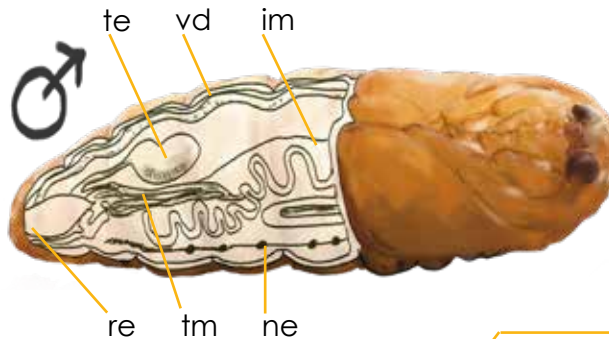
Che siano fecondate o meno, la femmina inizia a deporre le uova al crepuscolo e continua durante la notte. Ogni femmina depone tra le 300 e le 500 uova. Le uova sono di forma lenticolare e misurano circa un millimetro di diametro.

Le uova appena deposte sono gialle. Se fecondate, assumono una colorazione grigio scuro nel giro di 3 o 4 giorni.

Questo cambiamento di colore avviene mentre l'embrione si sviluppa ed entra in diapausa, un periodo di dormienza che si attiva quando l'embrione è in grado di percepire le variazioni di luminosità e temperatura. Per conservare correttamente le uova, queste vanno mantenute al buio, ad una temperatura compresa tra 2,5 e 10 °C durante l'inverno, fino alla successiva primavera, quando i gelsi torneranno a germogliare.

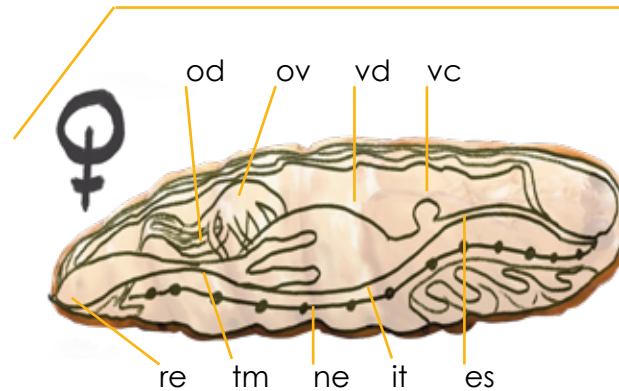


Anatomia interna della pupa



MASCHI

FEMMINE



vc: vescica cecale
es: esofago
it: intestino
od: ovidotto
ov: ovario
ne: nervi
te: testicolo
tm: tubuli malpighiani
vd: vaso dorsale

Differenze tra maschi e femmine nel ciclo di vita

FEMMINE

ai: ghiandola anteriore di Ishiwata
pi: ghiandola posteriore di Ishiwata



h: ghiandola di Herold



MASCHI

“Crini di Firenze”

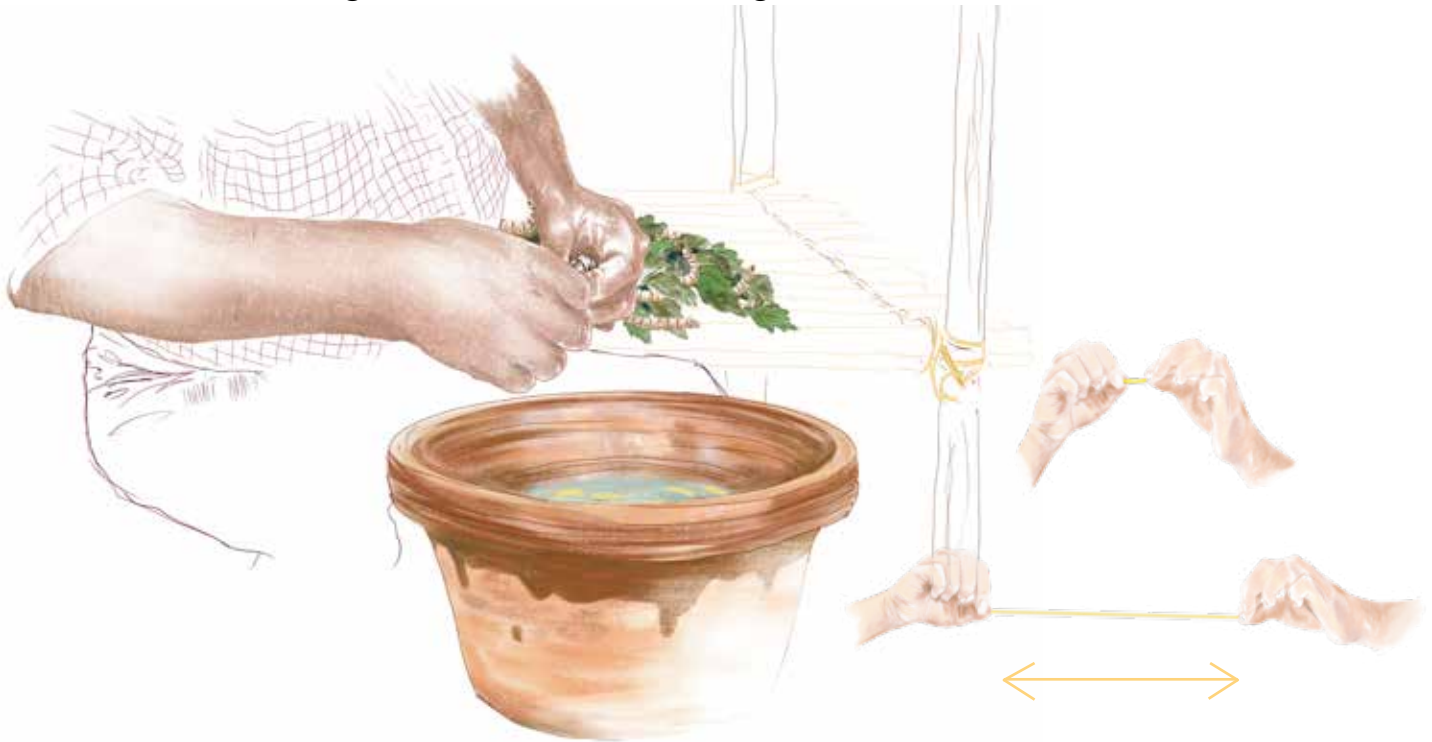
Alla fine del 19° secolo, si diffuse in varie località d'Europa un particolare utilizzo del baco da seta. Le larve venivano immerse in una soluzione di acqua, aceto e sale. Quindi venivano aperte e le loro due ghiandole della seta erano accuratamente allungate a mano, tirandole.

Tramite diversi passaggi che includevano la bollitura, lo sbiancamento, la lucidatura e la stiratura, le fibre ottenute diventavano bianche, trasparenti in acqua e molto resistenti. Questi filamenti di seta, che in Italia erano chiamati “crini di Firenze”, erano usati come suture chirurgiche o lenze da pesca.

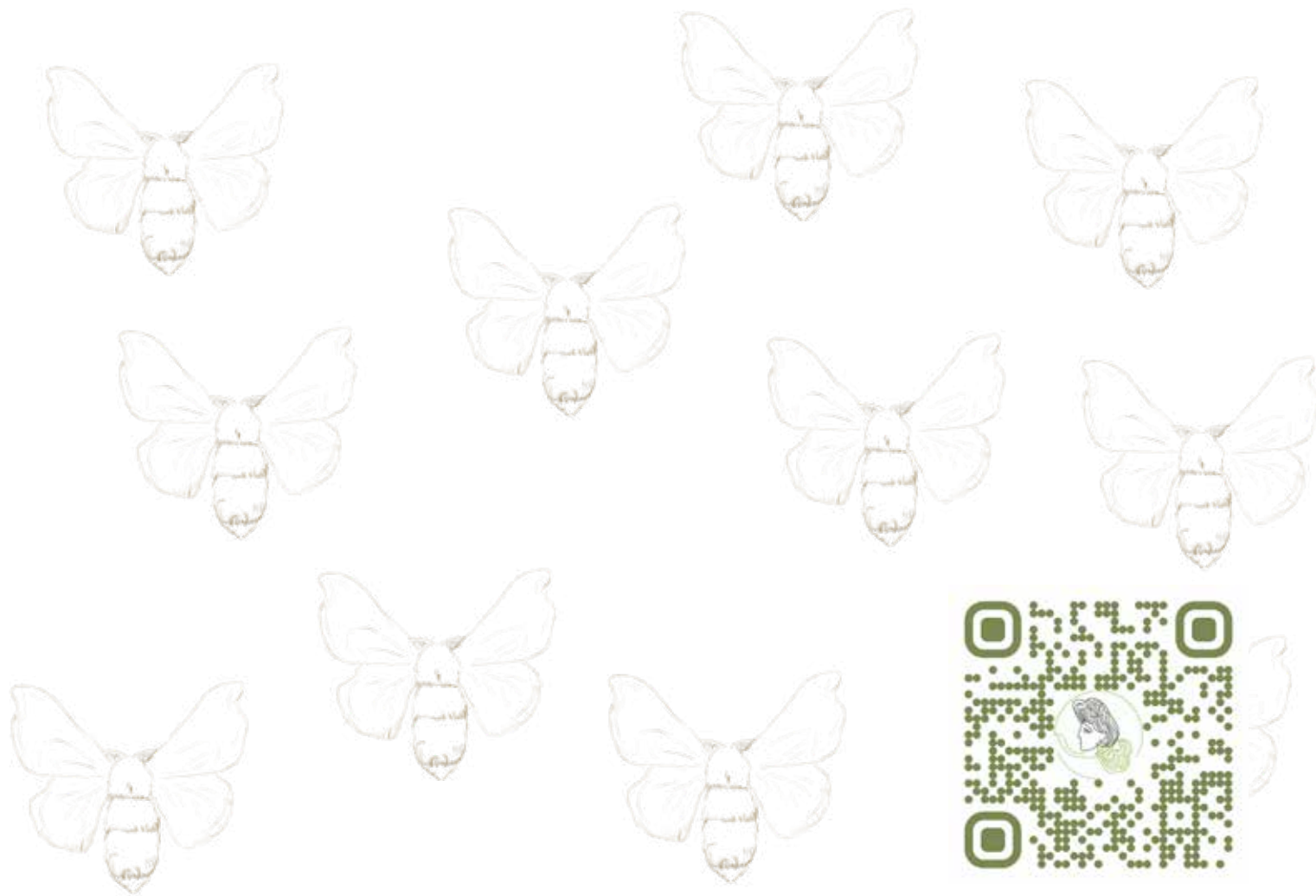


“Crini di Firenze”

Processo di allungamento/stiratura delle ghiandole della seta.







Guida didattica alla Sericoltura.

Scopri il mondo della seta e di *Bombyx mori* attraverso un viaggio storico, biologico e scientifico, esplorando il suo ciclo di vita e l'arte della sericoltura.

Il progetto HORIZON ARACNE è un'iniziativa europea che ha lo scopo di recuperare, preservare e promuovere la tradizione della seta come prezioso elemento di identità e patrimonio culturale.

La sericoltura mette in relazione cultura, arte, tradizione e innovazione nei processi produttivi e nella ricerca scientifica a livello europeo ed internazionale.



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