



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PAVIA

FACOLTÀ DI SCIENZE MM.FF.NN

**DIPARTIMENTO DI SANITÀ PUBBLICA, MEDICINA SPERIMENTALE E
FORENSE**

**ALLEVAMENTO DEL BACO DA SETA (*Bombyx mori*, LINNAEUS,
1758) SU DIETA ARTIFICIALE.**

Relatore:

Prof.ssa Simonetta Lambiase

Tesi sperimentale - Laurea Triennale

Scienze Biologiche

di Marta Pozzi

Anno accademico 2013-2014

1: Introduzione	2
2: Caratteristiche della specie	2
3: Ricostruzione storico – letteraria	
3.1: La bachicoltura nella storia.....	4
3.2: La bachicoltura oggi.....	5
3.2.1: Situazione internazionale	
3.2.2: Import italiano	
3.3: Utilizzi della seta.....	5
4: Sezione sperimentale	
4.1: Materiali.....	8
4.2: Metodi.....	9
4.3: Dieta artificiale.....	10
4.4: Somministrazione e sviluppo <i>Beauveria bassiana</i> (allevamento C).....	11
5: <i>Bombyx mori</i> (Linnaeus 1758)	
5.1: Sistematica.....	12
5.2: Regime alimentare – il gelso.....	13
5.3: Caratteristiche morfologiche.....	14
5.3.1: Anatomia esterna	
5.3.2: Anatomia interna	
5.4: Ciclo biologico.....	18
5.5: Risultati sviluppo su dieta artificiale.....	23
6: Sezione prospettica di un impianto di bachicoltura odierno	24
7: Conclusioni:	27
Bibliografia essenziale.....	29

1: Introduzione

Questo lavoro di tesi si unisce al progetto “La bachicoltura in Lomellina: dal passato al futuro”, sostenuto dalla regione Lombardia, al fine di ricostruire la storia della gelsi-bachicoltura in Lomellina ed analizzare una possibile ripresa. A tale scopo, oltre all'attività laboratoristica, sono state compiute ricerche bibliografiche ed interviste a testimoni protagonisti dell'attività; i risultati della ricerca sono stati utilizzati nella stesura della tesi.

Per tali ragioni la struttura di questo elaborato non ricalca gli standard utilizzati normalmente per l'esposizione dei risultati che sono in parte inediti.

Alla conclusione del lavoro di riferimento delle testimonianze storico-letterarie si è organizzata una manifestazione svoltasi nel Palazzo Strada di Ferrera Erbognone, sede dell'Ecomuseo del Paesaggio lomellino, con mostra di strumenti, documenti e pubblicazioni legate alla bachicoltura, proiezioni tematiche a ciclo continuo riassuntive dei vari aspetti del progetto, una sezione biologica con bachi da seta in allevamento e fissati osservabili con la strumentazione ottica fornita da Leica Microsystem s.r.l e relazioni di esperti del settore, preceduti dai sindaci di Ferrera Erbognone e di Mede e dal direttore dell'Ecomuseo del Paesaggio lomellino.

Il sito <http://www-5.unipv.it/bachiculturainlomellina/index.html> raccoglie tutti i dati ed i risultati dell'intero lavoro.

2: Obiettivi del lavoro di tesi

L'intero progetto si poneva tre obiettivi principali;

1. Verifica dell'efficienza alimentare della dieta artificiale; a questo scopo è stato utile allevare i bachi in laboratorio. Nel corso di tre mesi è stato possibile costituire tre allevamenti differenti all'interno dei quali sono stati allevati i bachi su apposita dieta artificiale.

Durante tutto il ciclo vitale sono state segnate le tempistiche di sviluppo che sono state poi confrontate con i tempi di sviluppo su gelso.

2. Sensibilità al fungo *Beauveria bassiana*. Tale fungo, scoperto nel 1835 dal naturalista e botanico Agostino Bassi durante i suoi studi sul baco da seta, fa parte dei funghi endofiti e, grazie alle sue proprietà entomopatogene, è in grado di causare differenti danni a molti insetti. Provoca una malattia che viene chiamata “mal del calcino” o “malattia del baco da seta”; le spore del fungo entrano in contatto con l'insetto, germinano ed entrano all'interno del corpo dove si svilupperanno, uccidendolo dall'interno. Il nome richiama il fatto che, nel momento in cui le spore vanno incontro a germinazione, fuoriescono all'esterno del corpo dando all'insetto una colorazione bianca molto simile al gesso.

Per verificare la sensibilità a questo fungo, in uno dei tre allevamenti, è stato somministrato per cinque giorni consecutivi del cibo infetto da spore del fungo.

3. Computo dei costi di impianto di un'attività di gelsi-bachicoltura. Questo tipo di analisi ha consentito di verificare i costi attuali di attività e di ipotizzare quindi un'eventuale ripresa dell'attività.

3: Ricostruzione storico - letteraria

3.1: La bachicoltura nella storia

L'attività di bachicoltura nasce in Cina intorno al VII millennio a.C.; per diverso tempo i metodi di produzione e lavorazione della seta vennero tenuti nascosti da parte dei cinesi che puntavano a mantenere il primato delle attività seriche.

Secondo la tradizione, le tecniche di allevamento, vennero esportate al di fuori della Cina grazie ad una principessa che nascose tra i suoi capelli i "semi" del baco; successivamente, nel 550 d.C., il baco da seta venne importato a Bisanzio ad opera di due monaci. La sua diffusione in Europa e, più precisamente in Sicilia, avvenne solo attorno all'anno mille, durante il regno di Ruggero II [1].

Si può quindi dire che la bachicoltura in Italia nacque circa 900 anni fa e, in poco tempo, alle attività di allevamento e produzione bozzoli, si affiancarono le altre attività correlate, ovvero la produzione del seme-bachi (uova del baco da seta), l'industria della filatura e quella della tessitura.

Lo sviluppo della bachicoltura nel centro-nord origina nella Lomellina, nel XIV secolo per opera di Lodovico il Moro che introdusse i primi meccanismi di torcitura e filatura della seta ed estese l'attività di gelsi-bachicoltura in tutto il suo ducato, a partire da Vigevano [2].

Qui l'attività di gelsi-bachicoltura raggiunse il suo primato, contribuì al processo di industrializzazione del lavoro grazie ai meccanismi introdotti per la lavorazione della seta e alla specializzazione nella selezione qualitativa delle uova. Inoltre fu proprio in Lomellina che si realizzarono i primi allevamenti in ambienti controllati e vennero utilizzati degli essiccatori ad aria calda per il trattamento dei bozzoli.

L'industria serica in Italia continuò a crescere rapidamente ed a diffondersi su tutto il territorio; a partire dal XII secolo si manifestò a Firenze, Genova e Milano e, non molto tempo dopo, anche a Venezia.

Il crollo dell'attività iniziò nel XX secolo come conseguenza del progressivo sviluppo della risicoltura, attività che portò alla distruzione dei gelseti e, di conseguenza, ad inevitabili effetti negativi sulla produzione di seta. Determinanti furono anche l'industrializzazione del paese e l'arrivo, negli anni '30, della seta artificiale [3].

La produzione di seta diminuì progressivamente in Italia e, con la seconda guerra mondiale, si ebbe la sua quasi totale scomparsa; sulla base di dati statistici si può infatti individuare un flesso durante il periodo bellico per poi avere una notevole ripresa nel periodo precedente la seconda guerra mondiale, dopo la quale si estinse ovunque [4].

Singolare osservare che parallelamente alla sparizione dell'attività, alcune regioni mai coinvolte in questa produzione provarono a rilanciarla; è il caso per esempio del Trentino, della

Puglia e della Calabria [5].

Attualmente resiste l'attività di tessitura, caratterizzata da ottimi livelli quantitativi e qualitativi, seppure basata sull'importazione della materia prima.

3.2: La bachicoltura oggi

3.2.1: Situazione internazionale

In Europa, l'industria tessile e dell'abbigliamento, è tutt'ora uno dei settori industriali più importanti e sviluppati; a causa della continua crescita della concorrenza internazionale, tale settore si trova ad affrontare un continuo incremento dei costi di produzione. Dati economici recenti dimostrano che, nonostante lo sforzo europeo, la Cina detiene ancora il primato mondiale di produzione in campo serico; al secondo posto vi è l'India, seguita da Giappone, Brasile, Corea, Thailandia e all'ultimo posto il Vietnam (Tab.1) [6].

Tab. 1 – Produzione di seta grezza nei paesi dell'est dal 2005 al 2008

Country	2005		2006		2007		2008	
	Volume	% Share						
China	87800	80.2%	93100	80.9%	78000	79.0%	70980	78.0%
India	15445	14.1%	16525	14.4%	16245	16.5%	15610	17.2%
Japan	150	0.1%	150	0.1%	105	0.1%	95	0.1%
Brazil	1285	1.2%	1387	1.2%	1220	1.2%	1177	1.3%
Korea Republic	150	0.1%	150	0.1%	150	0.2%	135	0.1%
Uzbekistan	950	0.9%	950	0.8%	950	1.0%	865	1.0%
Thailand	1420	1.3%	1080	0.9%	760	0.8%	1100	1.2%
Vietnam	750	0.7%	750	0.7%	750	0.8%	680	0.7%

Nonostante la sua ultima posizione, il Vietnam, contribuisce con differenti prodotti commercializzando principalmente le uova del baco, ma anche bozzoli e seta lavorata; inoltre, questo paese, possiede diverse fabbriche per la lavorazione della seta, che consentono la produzione di sete di differenti qualità. Il Vietnam commercializza principalmente due tipi di bozzoli, quelli bianchi e quelli gialli, che presentano ovviamente prezzi differenti in base alla qualità.

Il prodotto più richiesto rimane comunque la seta; da una tonnellata di bozzoli è possibile ricavare circa 120 kg di seta greggia [7].

Il primato delle esportazioni spetta all'India che registra sempre tassi di importazione elevati.

Altri due grandi importatori sono l'Italia ed il Giappone, nonostante quest'ultimo presenti la tecnologia più avanzata in campo serico [8]; i principali prodotti di importazione sono i capi di abbigliamento come sciarpe, scialli, cravatte, maglie e camicie.

3.2.2: Import italiano

In Italia, la maggior parte delle industrie seriche, si occupa del processo di lavorazione della seta ma non della sua produzione. Per poter arginare il problema della produzione, l'Italia, importa la materia prima direttamente dalla Cina, Germania, India e Giappone.

Dal 2000, grazie ad un accordo tra Unione Europea e Cina, gli stati dell'Unione Europea possono acquistare la materia prima (in questo caso la seta) di cui necessitano direttamente dai produttori cinesi, senza richiedere come tramite la Società Governativa di Commercio Estero, organo principale per le trattative di esportazione.

3.3: Utilizzi della seta

La seta è una proteina fibrosa con un'elevata forza meccanica. L'impiego della seta come filo di sutura non riassorbibile in ambito medico-chirurgico è ormai consolidato da anni, anche se il suo uso è attualmente in declino per la competizione di una vasta gamma di prodotti analoghi confezionati con polimeri sintetici. Tuttavia, molte altre applicazioni di tipo biomedico sono attualmente allo studio. A titolo di esempio, lo sviluppo di materiali compositi seta-idrossiapatite da impiegare come protesi per la rigenerazione ossea, la produzione di garze protettive per il trattamento delle ustioni, e di tessuti bioattivi con attività antimicrobica. Le membrane di fibroina sono materiali altrettanto interessanti. E' infatti possibile preparare biosensori immobilizzando all'interno delle membrane vari tipi di enzimi con una tecnica molto semplice, che non richiede alcuna reazione chimica. La constatazione che le membrane di fibroina sono biocompatibili, sono permeabili all'ossigeno e al vapore acqueo, e sono in grado di fungere da substrato per l'adesione e la crescita cellulare ha stimolato studi finalizzati allo sviluppo di dispositivi in grado di assistere la rigenerazione di tessuti danneggiati (ad esempio: l'epidermide), e di matrici tridimensionali per la rigenerazione di organi. Il successo della seta come filo da sutura ha recentemente incoraggiato l'espansione di nuovi biomateriali: ad esempio, la coltura cellulare su "scaffold" di seta ha dato come risultato la formazione di tessuti quali ossa, cartilagini, legamenti, sia in vitro sia in vivo. La seta viene attualmente studiata per la formazione di legamenti, di protesi vascolari, di membrane per la riparazione della cornea, come matrice per il lento rilascio di farmaci, come bendaggio per le ferite, grazie alla biocompatibilità, al fatto che esibisce effetti riparatori e dà luogo ad effetti infiammatori molto contenuti [9].

Si può quindi dire che la seta non è solo una delle fibre naturali più preziose utilizzate

dall'industria tessile, che spazia dai capi d'abbigliamento fino ai paracadute, ma anche un biopolimero di grande interesse per le sue proprietà chimiche, fisiche, meccaniche e strutturali, che può essere utilizzato come materia prima per lo sviluppo di un'ampia gamma di dispositivi innovativi per applicazioni in campo biomedico e nelle biotecnologiche.

Il baco da seta, inoltre, è stato recentemente studiato come “bio-reattore” per la produzione di proteine. Infatti, possiede un sistema specializzato ad alta efficienza costituito dalle ghiandole della seta. Geni esogeni possono essere introdotti nel genoma del baco da seta, in maniera da “obbligare” l'insetto a sintetizzare le proteine volute.

Dal momento in cui, per primi, Maeda *et al.* (1985) hanno annunciato la produzione di alfa-interferone umano nelle larve del baco da seta, l'ottenimento di molte altre proteine d'interesse farmaceutico è stato conseguito utilizzando il baco da seta. La Toray Ind. Inc. (Tokyo, Giappone) ha usato il baco da seta per produrre due proteine ricombinanti per uso veterinario: “Intercat”, un farmaco composto principalmente d'interferone felino per infezioni feline da calicivirus e “Interdog”, un farmaco composto principalmente da interferone canino, per la cura della dermatite atopica nei cani. Tuttavia, grazie al sequenziamento del genoma del baco da seta, grossi passi avanti sono stati fatti nell'utilizzo di questo insetto e moltissime altre proteine di interesse farmaceutico sono allo studio o sono già state prodotte.

Bibliografia.

- [1]- Colandrea Ornello, *La storia della seta tessuto nobile* (<http://www.lapelle.it/storia/seta.htm>)
- [2]- Biscossa Sergio, *La gelsicoltura e la bacologia a Vigevano e in provincia di Pavia nell'ottocento*, Viglevanum, Società storica vigevanese 2009, Pagg. 89 – 97
- [3]- Dimensione natura, *La seta*, <http://www.dimensionenatura.eu/Materiali/Seta/tabid/74/Default.aspx>
- [4]- Lorenzi Porzia Lombardo Amedeo Consolini Annibale Cosmo Guido Poggi, Luciano Pigorni, Enrico Masera, *La realtà di oggi e le prevedibili prospettive della bachicoltura italiana*, 1959, Pagg. 1 – 11
- [5]- Fontana Giuseppe, *la gelsi-bachicoltura ed attività serica in Calabria sino alla situazione attuale*, <http://www.fainotizia.it/2009/05/30/la-gelsi-bachi-coltura-ed-attivita-serica-calabria-sino-alla-situazione-attuale>
- [6]- Sustainable Management of Natural Resources in Central Vietnam, 2006, Value Chain Analysis for Sericulture Sub – sector in Quang Binh province
- [7]- Sustainable Management of Natural Resources in Central Vietnam, 2006, Value Chain Analysis for Sericulture Sub – sector in Quang Binh province
- [8]- D&B, 2010, Final Report – National Fibre Policy Sub – Group on Silk
- [9]- CRA . API. - I.S.Z.A Sezione specializzata per la bachicoltura, Padova.

4: Sezione sperimentale

4.1: Materiali

Differenti sono i materiali utilizzati in fase di laboratorio durante l'allevamento dei bachi da seta; questi materiali hanno consentito lo sviluppo dei singoli allevamenti e, soprattutto, hanno permesso di documentare le singole fasi permettendo un'osservazione più dettagliata.

Elenco materiali utilizzati:

- kit SETAVIVA [1]; tale kit viene fornito dall'azienda Zooplanet srl. ed è stato ideato dal Centro Sperimentale della Seta in collaborazione con il Consiglio di ricerca per la sperimentazione in agricoltura – Unità di ricerca di Apicoltura e Bachicoltura di Padova.

All'interno del kit sono presenti:

- un opuscolo contenente le istruzioni per l'allevamento;
 - due vaschette, una di media grandezza e l'altra di dimensioni inferiori;
 - un termostato;
 - una provetta contenente le uova embrionate (circa 50);
 - undici contenitori di dieta artificiale.
- Apparecchiatura fotografica e video, utilizzati per poter documentare ogni singola fase del ciclo di sviluppo.
 - Fungo *Beauveria bassiana* (Fig.1). Durante le fasi di allevamento abbiamo utilizzato tale fungo, fornitoci dal dipartimento di Micologia dell'Università di Pavia, nel tentativo di infettare parte dei bachi per osservare lo sviluppo del mal del calcino [2].
 - Stereomicroscopio Leica MZ 16 FA, utilizzato per raccogliere materiale fotografico dei dettagli anatomici delle larve e degli adulti.

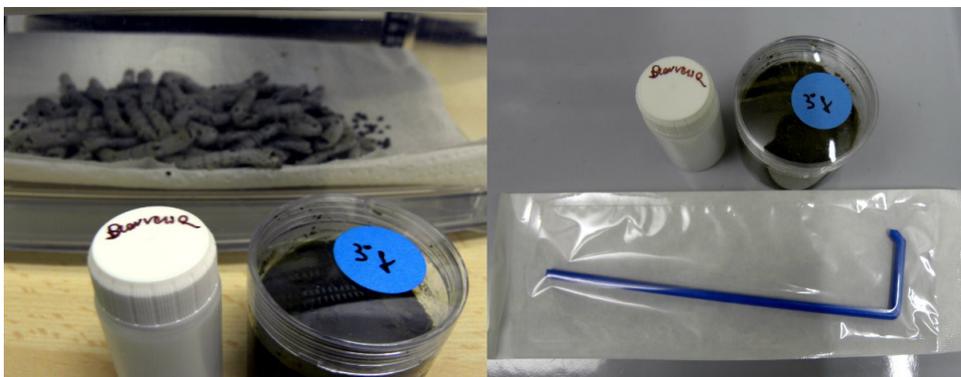


Fig. 1: Fungo *Beauveria bassiana* e substrato alimentare.

4.2: Metodi



Fig. 2: Posizionamento termostato.

La crescita e lo sviluppo del baco richiedono, per tutto il ciclo vitale, una temperatura ed una percentuale di umidità abbastanza elevati; per ottenere ciò è importante, come primo passo, andare a posizionare il termostato (Fig.2) all'interno della vaschetta che presenta dimensioni maggiori. Questo consentirà di mantenere la temperatura intorno ai 28°C.

Per quanto riguarda l'umidità, invece, basterà aggiungere nella vaschetta maggiore dell'acqua distillata, che andrà a riempire circa l'1/3 del volume totale.

Successivamente, la vaschetta con dimensioni inferiori, potrà essere inserita all'interno della vasca maggiore; all'interno della vaschetta minore avverrà il vero e proprio allevamento. Infatti, dopo aver estratto dalla provetta il foglietto su cui sono collocate le uova embrionate, esso verrà riposto all'interno della vaschetta più piccola.

A questo punto è possibile chiudere la vaschetta più piccola con l'apposito coperchio; il coperchio verrà in seguito ricoperto da una pellicola di polietilene che eviterà eventuali infiltrazioni d'acqua e che verrà rimossa solo quando i bachi saranno circa a metà del loro ciclo vitale.



Fig. 3: Allevamento completo e pronto per essere messo in funzione.

Una volta chiusa e sigillata la vaschetta media è possibile chiudere anche la vaschetta maggiore: verrà posizionato il coperchio e, successivamente, anche esso verrà ricoperto con la pellicola di polietilene per facilitare il mantenimento del livello di umidità(Fig.3).

Completati questi passi è possibile mettere in funzione l'allevamento collegando il termostato ad una presa elettrica; il funzionamento del termostato è indicato dalla spia rossa.

Un procedimento molto importante per osservare i dettagli anatomici al microscopio è la fissazione; tale procedimento prevede la conservazione delle larve in alcool al 75% previa bollitura delle stesse (Fig.4).

Oltre alla fissazione, per continuare l'osservazione dei dettagli anatomici, è stato utile aprire alcuni bozzoli; il metodo utilizzato per svolgere ciò è molto semplice in quanto è stato utilizzato solamente un bisturi da lavoro.

Successivamente la crisalide è stata fissata in modo da poter osservare al microscopio le modificazioni morfologiche che la riguardavano.



Fig. 4: Larve al primo ed al quinto stadio fissate e conservate in alcool al 75%.

4.3.: Dieta artificiale

Durante il periodo invernale raramente sono disponibili le foglie di gelso e, di conseguenza, l'allevamento dei bachi non sarebbe possibile; per ovviare a questo problema negli ultimi anni gli studiosi hanno cercato di costituire una dieta artificiale che provveda al fabbisogno necessario per la crescita delle larve.

Per poter formulare tale dieta artificiale è stato necessario studiare in maniera dettagliata le esigenze nutritive delle larve, al fine di conoscere la quantità utile di proteine, zuccheri, grassi, sali minerali, vitamine, acqua e sostanze minori necessarie per conferire un odore e sapore adatto alla dieta. Altra caratteristica molto importante è la consistenza dell'alimento; esso, infatti, deve essere compatibile con il tipo di apparato boccale (masticatore) delle larve.

Alla fine degli studi è stato creato dall'Unità di Ricerca di Apicoltura e Bachicoltura di Bologna, sede di Padova – CRA Consiglio per la Ricerca e la Sperimentazione in Agricoltura, un alimento che consente di allevare il baco da seta in tutti i mesi dell'anno; questo alimento contiene in percentuale: 36% farina di soia naturale, 26% foglia di gelso disidratata, 15% cellulosa, 7% zucchero, 2% vitamine e sali minerali, 7% amido e il 7% gelatina di alghe o agar [3].

Purtroppo non c'è stato consentito sapere tutti gli ingredienti presenti nella dieta.

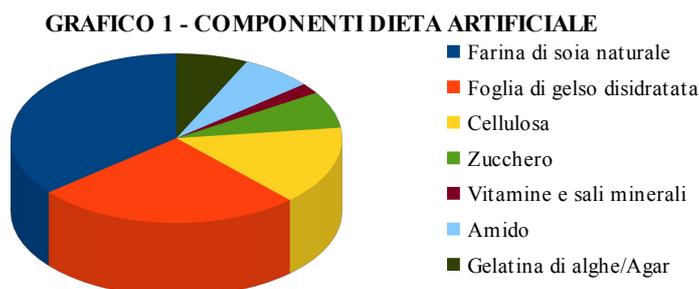




Fig. 5: Contenitori di dieta artificiale.

4.3: Somministrazione e sviluppo *Beauveria bassiana* (allevamento C).

Nel corso del 27° giorno all'allevamento C sono stati somministrati per cinque giorni consecutivi i substrati alimentari contenenti il fungo *Beauveria bassiana*; per quanto riguarda lo sviluppo di tale fungo le spore, entrando in contatto con l'insetto, germinando ed entrano nel corpo causando la morte dell'individuo. Dopo la morte dell'insetto esso si ricoprirà di uno strato biancastro che porterà alla produzione di nuove spore.

Di seguito sono portate le date di somministrazione del fungo; non è stato possibile raccogliere dati riguardo allo sviluppo di tale patologia in quanto non sono stati osservati nell'allevamento sintomi tipici di tale malattia.

Tab. 2 – Somministrazione fungo.

Giorni	Inoculo
23/03 (L5)	1°
24/03 (L5)	2°
25/03 (L5)	3°
26/03 (L5)	4°
27/03 (L5)	5°

Bibliografia.

[1]- Kit Setaviva: http://www.zooplanet.it/index/index/id/75/fh/22/Kit_SETAVIVA.html

[2]- Bassi Agostino, *Del mal del segno calcinaccio o moscardino malattia che affligge i bachi da seta e sul modo di liberarne le bigattaje anche le più infestate*, Tipografia Orcesi, Lodi, 1835, Pagg. 127

[3]- <http://www5.indire.it:8080/set/bacodaseta/pagina12c.htm>

5: *Bombyx mori* (Linnaeus, 1758)

5.1: Sistematica

Viene comunemente detto baco da seta la larva di una specie di farfalla (*Bombyx mori*) appartenente alla famiglia dei lepidotteri bomicidi (Bombycidae).

Questa famiglia racchiude al suo interno circa 350 specie differenti che presentano un areale di distribuzione molto ampio. Il baco da seta rientra nella sottodivisione Endopterygota – Holometabola del gruppo degli pterigoti (insetti alati o atteri, segmenti toracici ben sviluppati, fecondazione per copula, metamorfosi emi- o olometabola).

Gli endopterygoti comprendono gli insetti a sviluppo olometabolo, nei quali gli stadi immaturi (larvali/pre-imaginali) sono molto diversi dallo stadio definitivo adulto (immagine); le ali e l'apparato genitale degli adulti, durante gli stadi pre-imaginali, sono collocati all'interno del corpo nei dischi imaginali. Lo stadio intermedio tra quello larvale e quello adulto prende il nome di crisalide o pupa. Durante questo stadio l'insetto non si alimenta e, all'interno della cuticola pupale, avviene la metamorfosi [1].

Nomenclatura binomiale: *Bombyx mori* (Linnaeus 1758)

Genere:	<i>Bombyx</i>
Specie:	<i>Bombyx mori</i>
Dominio:	Eucarioti
Regno:	Animalia
Phylum:	Arthropoda
Subphylum:	Tracheata
Superclasse:	Hexapoda
Classe:	Insecta
Ordine:	Lepidoptera
Famiglia:	Bombycidae
Sottofamiglia:	Bombycinae

Diverse sono le razze di baco da seta conosciute e, tale diversità, si riflette in molti caratteri sia morfologici (colore, forma, ecc.) sia funzionali.

Con il termine voltinismo si vuole indicare il numero di generazioni per anno in una determinata specie; le specie vengono dette monovoltine quando il ciclo biologico si compie una sola volta in un anno mentre, se accade due o più volte, vengono dette bi- o poli-voltine. In alcuni casi il ciclo biologico impiega più di un anno per compiersi e si parla in questo caso di specie

semivoltine [2].

Il voltinismo, pur essendo un carattere ereditario, viene influenzato anche da caratteristiche ambientali; spesso lo sviluppo non è continuo per tutta la durata dell'anno ma si arresta durante i periodi sfavorevoli, in cui l'insetto entra in diapausa o quiescenza. Con l'arrivo poi di condizioni più favorevoli, l'insetto potrà riprendere il suo ciclo biologico; grazie a questa caratteristica, modificando la temperatura e l'umidità in un allevamento, sarà possibile modificare artificialmente il ritmo dei cicli di sviluppo del baco.

5.2: Regime alimentare - Il gelso

Il baco da seta è un insetto monofago e in natura si alimenta principalmente di foglie di gelso; la specie più indicata per l'alimentazione del baco è *Morus alba* (gelso bianco) in tutte le sue declinazioni relativamente alla maturazione fogliare che può essere precoce, medio-precoce, tardiva. Questo albero fa parte della famiglia delle *Moraceae* ed è originario della Cina e venne introdotto in Europa solo verso il XV secolo.

Le Cultivar precoci (es. *Morettiano*), tipiche del nord Italia, hanno foglie piccole, verdi intense, frutti bianchi o rosso chiaro. Le gemme si aprono già ai primi giorni di aprile per raggiungere il massimo sviluppo vegetativo entro i primi di giugno e possono essere utilizzate a partire dai primi di maggio per foraggiare i bachi. Per prelevare la foglia si asporta l'intero ramo che la pianta rimpiazzerà nell'anno successivo.

Le Cultivar medio-precoci (es. *Florio*, *Rosa di Lombardia*) aprono le gemme con una settimana di ritardo rispetto a quelle precedentemente descritte. Hanno foglie di verde più o meno intenso e di media grandezza e frutti neri. Si tratta di piante vigorose e resistenti al freddo.

Le Cultivar tardive (*Kokusò*) sono giapponesi, importate in Italia nel 1955 e hanno un ciclo ritardato in quanto la foglia matura quando gli allevamenti primaverili si sono conclusi, ovvero dopo la metà di giugno. Si tratta, quindi, di cultivar più adatte centro-sud Italia ove il clima consente di anticipare di una ventina di giorni il ciclo. Le foglie sono molto grandi, di un verde più o meno intenso.

Di tutta la pianta solo le foglie vengono utilizzate per alimentare le larve; nel primo periodo larvale i bachi vengono alimentati con foglie di gelso tagliate a striscioline molto sottili e compattate, per poter consentire una facile alimentazione delle larve che hanno ancora dimensioni ridotte.

A partire dal terzo stadio larvale i bachi hanno raggiunto dimensioni abbastanza grandi da poter essere alimentati direttamente con rami e foglie intere infatti, avendo aumentato le loro dimensioni e anche le dimensioni dell'apparato boccale, essi sono in grado di masticare foglie più

grandi [3].

5.3: Caratteristiche morfologiche

5.3.1: Anatomia esterna

La larva del baco da seta è di tipo eruciforme (dal latino *eruca*: “bruco”) per cui essa presenta un corpo allungato e di forma cilindrica. Esternamente è presente la cuticola; questa struttura, costituita da due strati differenti (epicuticola e procuticola), darà origine al robusto esoscheletro che riveste il corpo e gli arti, agli apodemi (zone di inserzione dei muscoli) e inoltre agisce come barriera protettiva per i tessuti e gli organi interni [4]. Al di sotto della cuticola è localizzato un singolo strato di cellule che costituisce l'epidermide ed essa, insieme alla cuticola, costituisce il tegumento; la cuticola fornisce sostegno al corpo grazie alla presenza di un polimero non ramificato, la chitina.

A livello del capo sono localizzati gli ocelli larvali, organi sensoriali costituiti da fotorecettori che consentono la ricezione della luce ma non permettono una vera e propria visione dell'ambiente che li circonda [5].

L'apparato boccale (Fig. 6) è di tipo masticatore; esso è costituito da un labbro superiore, che costituisce il tetto della cavità boccale, ed è un prolungamento membranoso della squama frontale. Il labbro superiore è direttamente legato a due forti mandibole che presentano il bordo interno

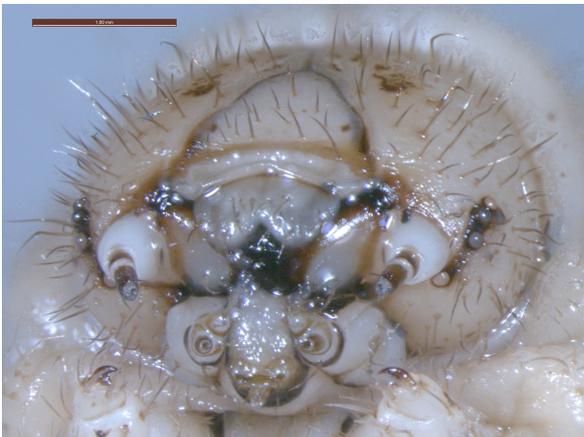


Fig. 6: Microfotografia apparato boccale (Telecamera Leica DFC420 montata su stereomicroscopio Leica MZ 16 FA, Laboratorio di Entomologia Forense Università di Pavia).

seghettato e tagliente, caratteristica che consente di masticare facilmente le foglie di gelso. Sono poi presenti due mascelle ed un labbro inferiore, costituito da due piccoli palpi labiali bi-articolati; tra i due palpi è situata la filiera, una piccola estrusione conica all'interno della quale sbocca il dotto escretore delle due ghiandole serigene da cui fuoriesce la bava che, a contatto con l'aria, solidifica diventando seta [6].

Sul torace sono presenti in posizione ventrale tre paia di zampe che non hanno funzione di locomozione; esse vengono infatti utilizzate solo per la manipolazione del cibo.

Sull'addome invece sono localizzate, sempre ventralmente, le pseudozampe che vengono utilizzate per la locomozione; ogni pseudozampa ha una forma cilindrica e all'estremità presenta un piccola corona costituita da piccoli uncini che consentono una maggior adesione e presa alle

differenti superfici. In posizione laterale sono inoltre localizzati gli stigmi, o spiracoli, piccole aperture esterne dell'apparato tracheale che consentono gli scambi gassosi[7].

Il processo di metamorfosi consentirà il passaggio dallo stadio larvale a quello adulto e, tale fase, avviene all'interno della crisalide o pupa; essa è avvolta da uno strato chitinoso che inizialmente presenta una colorazione gialla pallida mentre, successivamente, assume una colorazione più scura. Sul capo della crisalide è possibile individuare in posizione latero-anteriore due piccole zone semisferiche di colore nero che, una volta completata la metamorfosi, andranno a costituire gli occhi composti nell'individuo adulto.



Fig. 7: Microfotografia insetto adulto. Sono ben visibili gli occhi composti, le antenne e le zampe (Telecamera Leica DFC420 montata su stereomicroscopio Leica MZ 16 FA Laboratorio di Entomologia Forense Università di Pavia).

Terminata la metamorfosi le larve si trasformano in individui adulti; la farfalla adulta ha una colorazione bianco-crema ed una dimensione di circa 3-4 cm. Il corpo è ricoperto da un sottile strato di peli, la segmentazione diventa ben visibile ed appaiono i tre gruppi di segmenti principali degli insetti: testa, torace ed addome derivati dalla fusione di segmenti larvali.

Le femmine adulte presenteranno una dimensione maggiore rispetto agli individui maschi, questo perché necessitano di un addome molto ampio e sviluppato per poter contenere le uova. Sul capo sono situati gli occhi composti che consentono una vista a 360°; ogni occhio è costituito da una serie di unità individuali che si ripetono molte volte e prendono il nome di ommatidi [8]. Sono poi presenti una coppia di antenne, importanti nella comunicazione intraspecifica in quanto consentono la ricezione dei feromoni sessuali.

Sull'addome, in posizione laterale, sono presenti tre paia di zampe che consentono una buona adesione alle superfici dato che le farfalle adulte, pur provviste di ali, non sono in grado di volare. Con la metamorfosi viene perso l'apparato boccale e sviluppato maggiormente quello genitale-riproduttivo, dal momento che l'unico scopo della vita adulta è la riproduzione.

5.3.2: Anatomia interna

Durante lo stadio larvale il tegumento molle riveste completamente il corpo della larva fornendo una sorta di protezione da eventuali attacchi esterni; al di sotto del tegumento sono presenti i muscoli striati che vanno a rivestire la superficie esterna del canale alimentare e consentono il movimento delle larve.

All'interno dell'insetto è presente una cavità corporea che viene definita emocoela che contiene

un fluido detto emolinfa. L'emolinfa è un fluido acquoso in cui sono disciolti ioni, molecole e cellule; presenta una colorazione verde-gialla e svolge differenti funzioni (scambi nutritivi, protezione, coagulazione, ecc.) ma non quella respiratoria in quanto non presenta pigmenti respiratori. Il suo principale componente è il plasma che funziona come riserva d'acqua e nutrienti.

La circolazione viene mantenuta grazie alla presenza di un sistema di pompe muscolari in grado di muovere l'emolinfa in diversi compartimenti; è presente un vaso dorsale che decorre lungo tutto il corpo della larva, provvisto di piccole aperture denominate ostioli. La parte anteriore di tale vaso viene comunemente chiamata aorta mentre, la parte posteriore, dove il vaso termina a fondo cieco, viene detta cuore [9].

Sotto al sistema circolatorio è posto il canale alimentare; esso si presenta come un tubo rettilineo costituito da tre componenti diverse (l'intestino anteriore, medio e posteriore) collegate tra loro grazie alla presenza di valvole capaci di aprirsi/chiudersi per consentire il passaggio del cibo.

L'intestino anteriore interviene direttamente nell'ingestione, accumulo e sminuzzamento del cibo e può essere suddiviso in tre zone differenti: una faringe innestata sul fondo dell'apparato boccale, un esofago utile a deglutire il cibo ed un ingluvie che costituisce l'area di accumulo per il cibo. Può essere presente una quarta componente che prende il nome di proventricolo e svolge la funzione di organo triturante.

L'intestino medio consente invece il rilascio degli enzimi digestivi e l'assorbimento dei prodotti utili derivanti dalla digestione. È formato da due aree principali: il ventricolo e i ciechi gastrici, dei diverticoli laterali a fondo cieco. La funzione svolta da questo tratto intestinale implica il riassorbimento di acqua, sali e altre molecole utili all'organismo prima dell'eliminazione delle feci attraverso l'apparato escretore.

Nell'intestino posteriore è possibile individuare tre parti differenti dette ileo, colon e retto; l'escrezione è resa possibile grazie al retto, e/o l'ileo, che agisce in concomitanza con i tubuli malpighiani (estroflessioni del canale alimentare che originano in prossimità della giunzione tra intestino medio e posteriore). Queste componenti consentono il riassorbimento di elementi utili e l'eliminazione delle sostanze di scarto attraverso la produzione di feci [10].

Il sistema nervoso è localizzato al di sotto del canale alimentare e la sua componente base è il neurone; ogni neurone è costituito dal corpo cellulare (dendrite) e da due o più assoni che permettono la trasmissione dell'informazione. Nel complesso sono individuabili tre componenti: il sistema nervoso centrale (SNC) costituito da differenti centri nervosi detti gangli, il sistema nervoso viscerale costituito da nervi e gangli che innervano parte del tubo digerente, alcuni organi endocrini ed il sistema tracheale e infine il sistema nervoso periferico che innerva i muscoli[11].

L'emolinfa non svolge nessun tipo di funzione respiratoria che viene invece svolta dal sistema

tracheale; tale sistema consente gli scambi gassosi tra l'ambiente esterno e gli organi interni e, inoltre, consente i processi di respirazione a livello cellulare. La presenza degli spiracoli addominali consente l'entrata dell'aria nelle trachee; in corrispondenza di ogni spiracolo è presente una camera, o atrio, che presenta una valva che funge da apertura e chiusura. Le trachee sono delle invaginazioni dell'epidermide ed il loro rivestimento è in continuità con la cuticola; durante la muta i rivestimenti cuticolari vengono eliminati. Le porzioni terminali delle trachee sono a fondo cieco e prendono il nome di tracheole; nel loro insieme, trachee e tracheole, consentono la respirazione cellulare [12].

Un'importanza particolare la riveste l'apparato secretore; tale apparato è rappresentato da due componenti, quella esocrina che riversa i suoi secreti al di fuori dell'emocele, e quella endocrina, il cui secreto viene rilasciato all'interno dell'apparato circolatorio. Le ghiandole esocrine più importanti sono quelle serigene, che hanno il compito di secernere il filo di seta; l'apparato serigeno è costituito da due elementi tubulari ripiegati che rappresentano la porzione ghiandolare con funzione secernente. Questi due elementi si allargano in due tubi, con un diametro maggiore, all'interno dei quali si accumulerà la bava che andrà a costituire la seta; anteriormente ad essi dipartono due canali che, passando in modo rettilineo tra esofago ed intestino, raggiungono il capo dove confluiranno all'interno della filiera [13].

Per quanto riguarda la crisalide l'unica attività svolta durante questo stadio è quella respiratoria; è possibile individuare al di sotto del guscio chitinizzato la muscolatura addominale che permette movimenti circolari.

Nello stadio adulto, a differenza di quello larvale, gli individui non assumono nessuna sorta di cibo e, di conseguenza, l'apparato boccale e l'intestino risultano essere atrofizzati e non verranno utilizzati. Le esigenze alimentari dell'adulto vengono coperte dall'utilizzo del materiale di riserva accumulato durante lo sviluppo larvale; la maggior modificazione si ha a livello dell'apparato riproduttore.

Per quanto riguarda l'apparato riproduttore femminile le componenti fondamentali sono una coppia di ovari che rilasciano gli ovociti maturi (uova) all'interno di ovidotti laterali che si uniscono a formare un ovidotto comune. L'apertura esterna prende il nome di vulva; sono presenti strutture interne per accogliere l'organo copulatore maschile e strutture esterne utilizzate per l'ovodeposizione. Gli ultimi segmenti addominali sono modificati per andare a costituire una struttura tubulare utilizzata per deporre le uova, detta ovopositore.

Il riproduttore maschile consta di una coppia di testicoli ciascuno dei quali contiene una serie di tubuli che si aprono nel dotto spermatico.

La coppia di dotti spermatici si unisce a formare un dotto eiaculatore, che consente il

trasporto degli spermatozoi nell'apparato riproduttore femminile [14].

5.4: Ciclo biologico

Per trasformarsi in adulto la larva deve crescere in massa e volume: dai suoi 3 mm alla schiusa raggiungerà una lunghezza di circa 90 mm, mentre il suo peso si incrementerà di circa 9.000 volte ed il volume di 6.000 volte. Ciò è reso possibile grazie al fenomeno della muta.

- **Muta:** processo che inizia con l'apolisi, ovvero la separazione dell'epidermide (singolo strato di cellule posto al di sotto della cuticola) dalla cuticola dello stadio precedente. Coinvolge cambiamenti ormonali, comportamentali e modificazioni morfologiche che si concludono con l'eliminazione della vecchia cuticola. La parziale rottura della vecchia cuticola e la formazione di quella nuova avviene grazie all'azione delle cellule epidermiche; il distacco di tali cellule dalla cuticola consente l'inizio della muta che, solitamente, procede in direzione antero-posteriore.

L'ecdisi inizia nel momento in cui i resti della vecchia cuticola si aprono lungo la linea mediana dorsale, come conseguenza dell'aumento di pressione da parte dell'emolinfa; eliminata la vecchia cuticola, inghiottendo aria o acqua, l'insetto può espandere la nuova cuticola (Fig. 8). Gli ormoni che controllano il processo di muta agiscono direttamente sulle cellule epidermiche e sono i neuropeptidi, gli ecdisteroidi (derivati degli steroli) e l'ormone giovanile (JH) [15].



Fig. 8: Microfotografia della cuticola cefalica e di una exuvia derivanti dal processo di muta (Telecamera Leica DFC420 montata su stereomicroscopio Leica MZ 16 FA Laboratorio di Entomologia Forense Università di Pavia).

Durante lo sviluppo è possibile in realtà distinguere due momenti differenti: il primo è la fase di incremento della muta, che indica l'aumento di dimensioni che avviene tra uno stadio e l'altro, mentre il secondo viene detto periodo di intermuta, ovvero la durata del singolo stadio e quindi l'intervallo di tempo fra due ecdisi successive [16].

Nel baco da seta si ha un accrescimento di tipo determinato, in quanto esiste un momento ben preciso che indica la fine della muta e dell'accrescimento; in questo tipo di accrescimento la maturità sessuale viene raggiunta solo nell'ultimo stadio che viene indicato come adulto o imaginale.

In condizioni ottimali il ciclo biologico, che dura complessivamente 27-30 giorni, è scandito come in tabella 3.

Tab. 3- Durata del ciclo biologico.

Età larvale	Durata età in giorni	Durata muta in giorni	Totale
1	4	1	5
2	3	1	4
3	4	1	5
4	5	1.5-2	6.5-7
5	7-9	-----	7-9

Prima fase-uovo:

Le uova del baco da seta, comunemente dette seme-bachi, rappresentano la fase iniziale del ciclo di sviluppo; vengono depositate in numero variabile, da 400 a 600, in base alla razza. Sono strutture di non più di 1 mm di diametro, del peso medio di circa 0,5 mg e dalla forma biconcava; esternamente sono protette da un guscio rigido e resistente che prende il nome di corion. Tale guscio è composto da quattro strati detti esocorion, endocorion, strato di corion più interno e strato ceroso [17]. Il guscio svolge differenti funzioni tra cui quella di protezione da agenti esterni, facilita il processo di ovodeposizione e, grazie alla presenza di stretti canali che lo percorrono detti micropili, consente l'ingresso degli spermatozoi per la fecondazione.

La fecondazione delle uova è un processo complesso e non necessariamente di successo, ma facilmente verificabile sulla base della colorazione assunta dalle uova. Esse infatti, all'origine biancastre, se fecondate virano verso un giallo progressivamente più intenso nelle prime 24 ore, poi al rosa ed al rosso mattone, per poi assumere il colore definitivo, grigio, in 36-48 ore (Fig.9). Le uova non fecondate, invece, rimangono giallognole e col tempo si essicano.

L'uovo verrà deposto subito dopo la fecondazione e dovrà presentare un quantitativo di tuorlo abbastanza elevato per garantire la sopravvivenza e lo sviluppo (embriogenesi) dell'organismo.



Fig. 9: Microfotografia di uova appena deposte, deposte da circa un giorno e deposte da circa tre giorni (Telecamera Leica DFC420 montata su stereomicroscopio Leica MZ 16 FA, Laboratorio di Entomologia Forense Università di Pavia).

Seconda fase: prima età larvale

Convenzionalmente la schiusa delle uova segna l'inizio del primo stadio; alla schiusa le larve sono molto piccole e presentano delle caratteristiche che verranno perse nei primi due giorni di vita. Infatti, alla nascita, presentano una leggera peluria diffusa su tutto il corpo e la cuticola è di colore molto scuro tendente al nero (Fig.10); tali peculiarità verranno perse attraverso l'alimentazione e le larve assumeranno la caratteristica colorazione grigia. Le larve vengono dette polipode, presentano un corpo cilindrico provvisto di brevi zampe toraciche e pseudozampe addominali; sul capo sono localizzati gli ocelli larvali, l'apparato boccale e la filiera.

Alla prima età segue il processo di muta, che dura circa 24 ore.

Terza fase: seconda età larvale

Le larve di seconda età (Fig.11) raggiungono una dimensione di circa 7 mm e si differenziano da quelle di prima età principalmente per le dimensioni, ma anche per la perdita della colorazione grigia e l'assunzione di una colorazione più tendente al bianco.



Fig. 10: Microfotografia larve al primo stadio (Telecamera Leica DFC420 montata su stereomicroscopio Leica MZ 16 FA, Laboratorio di Entomologia Forense Università di Pavia).

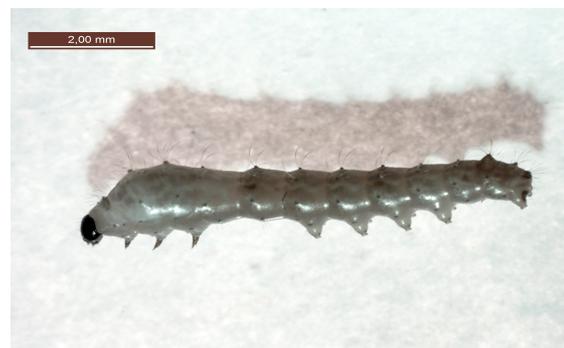


Fig. 11: Microfotografia larva al secondo stadio (Telecamera Leica DFC420 montata su stereomicroscopio Leica MZ 16 FA, Laboratorio di Entomologia Forense Università di Pavia).

Quarta fase: terza età larvale

In questa fase iniziano a delinearsi meglio i marcatori morfologici che sono principalmente tre: una sorta di “cornino” (Fig. 12) in posizione caudale-dorsale in prossimità dei terminalia (ultimi segmenti addominali), una “mascherina” sul secondo segmento toracico ed una piccola macchia, costituita da due semilune, posta dorsalmente. In questa fase, che dura circa quattro giorni, le larve raggiungono una lunghezza di 1,5 cm.



Fig. 12: Microfotografia del "cornino" (Telecamera Leica DFC420 montata su stereomicroscopio Leica MZ 16 FA, Laboratorio di Entomologia Forense Università di Pavia)..

Quinta fase: quarta età larvale

Nel corso di questa fase raggiungono una dimensione di circa 3-4 cm di lunghezza; la muta che segna il termine di tale fase durerà circa 48 ore, ovvero il doppio del tempo rispetto alle mute precedenti (Fig. 13).



Fig. 13: Microfotografia larva al quarto stadio (Telecamera Leica DFC420 montata su stereomicroscopio Leica MZ 16 FA, Laboratorio di Entomologia Forense Università di Pavia).

Sesta fase: quinta età larvale

In questa fase le larve raggiungono il loro massimo dimensionale ovvero 8-9 cm (Fig. 14). Dopo circa otto giorni dall'inizio della fase inizieranno a costruire il bozzolo, all'interno del quale, avverrà il processo di metamorfosi. Ci sarà un progressivo accrescimento delle diverse parti del corpo con lo sviluppo di alcune componenti che erano ridotte, o non presenti, allo stadio larvale, come l'apparato genitale e le ali; l'inizio del processo è caratterizzato dal raggiungimento di una determinata taglia corporea e dalla modificazione dei livelli ormonali (per esempio: riduzione della concentrazione dell'ormone giovanile). Il processo di muta che introduce la fase pupale prende il nome di impupamento; in questa fase l'insetto non si nutre. La pupa si trova racchiusa all'interno della cuticola pupale, detta farato.



Fig. 14: Microfotografia larva al quinto stadio (Telecamera Leica DFC420 montata su stereomicroscopio Leica MZ 16 FA, Laboratorio di Entomologia Forense Università di Pavia).

Settima fase: Pupa



Fig. 15: Microfotografia di una pupa (Telecamera Leica DFC420 montata su stereomicroscopio Leica MZ 16 FA, Laboratorio di Entomologia Forense Università di Pavia).

Pupa obtecta tipica dei lepidotteri; in questo caso la cuticola è fortemente indurita e le appendici, come anche le ali, sono cementate al corpo. Una volta che il processo di metamorfosi è completo, l'individuo adulto romperà il bozzolo grazie al rilascio di un liquido in grado di dissolvere la seta e potrà uscire da esso [18].

Mediamente, ad una temperatura di 22-25°C, la metamorfosi dura circa 18 giorni.

Ottava fase: adulto (fase imaginale)

L'adulto (Fig. 16) derivante dalla metamorfosi risulta essere molto diverso morfologicamente dalla larva; in questa fase avverrà il processo di riproduzione seguito dalla morte degli individui dopo un periodo che varia da pochi giorni a qualche settimana.



Fig. 16: Fotografia insetto adulto (Laboratorio di Entomologia Forense Università di Pavia).

5.5: Risultati sviluppo su dieta artificiale

Durante i mesi di febbraio, marzo ed aprile sono stati allestiti i tre allevamenti che hanno permesso l'osservazione delle fasi di crescita e la valutazione dell'efficienza della dieta artificiale. La schiusa delle uova è avvenuta dopo circa sei giorni dalla messa in funzione degli allevamenti; a questo punto è stato possibile collocare il primo substrato alimentare apposito per le larve al primo stadio. Tale procedimento è stato applicato per tutte le età larvali successive fino a che, nel corso del 32° giorno, i bachi hanno iniziato ad imbozzolarsi entrando così nella penultima fase, quella di crisalide, che ha consentito poi l'osservazione della fase adulta (42° giorno) e della riproduzione.

Di seguito sono riportate le tempistiche di sviluppo delle diverse fasi.

Tab. 4 – Sviluppo larvale.

Età larvale	Durata stadio
1	5
2	6
3	6
4	6
5	8
Crisalide	10
Adulto	Circa 15

Bibliografia.

- [1]-[16]- Gullan J. Penny, Cranston Peter S., Lineamenti di entomologia, Zanichelli, Bologna, 2013
- [3]- Caratteristiche pianta del gelso: <http://www.giardinaggio.org/gelso.asp>

6: Sezione prospettica di un impianto di bachicoltura odierno

Per poter avere un'analisi economica di massima dei costi di tale produzione bisogna prendere in considerazione tre fattori:

- Costo di impianto del gelseto
- Costo di produzione della foglia
- Costo di allevamento dei bachi

Per quanto riguarda i costi di impianto del gelseto essi dipendono dalla struttura dell'appezzamento e dal numero di piante che si vogliono coltivare; esse vanno messe a dimora a distanza di 1,30 m nella stessa fila e la distanza interfilare deve essere di 3 m. Quindi, ipotizzando di mettere a dimora 2.500 piante si otterrebbe un gelseto di circa 1 ha.

La Tab. 5 fornisce un'idea approssimativa del costo di impianto.

Tab. 5 – Costo di impianto di 1ha di gelseto.

Spese	Importo in euro riferito alla fine dell'impianto (terzo anno)	
Spese generali		2.890,00
1. acquisto gelsi	2.100,00	
2. acquisto e distribuzione fertilizzanti, diserbanti, carburanti, lubrificanti.	550,00	
3. quote (fondiaria e d'assicurazione, manutenzione macchine e attrezzi)	240,00	
Salario (250 ore manodopera)		1.960,00
Stipendio (per direzione, amministrazione e sorveglianza)		160,00
Mancati redditi (beneficio fondiario, interessi sul capitale agrario)		650,00
Costo totale		5.660,00

Per quanto riguarda invece i costi di produzione della foglia di gelso, sempre in un'area di un ettaro di gelseto, bisogna prendere in considerazione differenti fattori che sono riassunti all'interno della tabella 6.

Tab. 6 – Spese di produzione fogliare ad ettaro

Spese	Importo
Spese varie e generali (acquisto e distribuzione fertilizzanti, diserbanti, carburanti, lubrificanti e materiale vario, imposte...)	390,00
Quota ammortamento spese impianto gelseto	220,00
Quote (fondiarie, di assicurazione, manutenzione e reintegra di macchine e attrezzi)	105,00
Salario (100 ore manodopera mediamente)	800,00
Stipendio (per direzione, amministrazione, sorveglianza)	75,00
Interessi sul capitale agrario	90,00
Beneficio fondiario	155,00
Costo totale	1.835,00

Infine bisogna considerare il costo che ha l'allevamento dei bachi; in questo caso, disponendo di un gelseto di un ettaro, si può contare in una produzione di foglia/ha che va dai 110 ai 120 qli con cui è possibile allevare circa 25 telaini. La componente che incide maggiormente sul costo di produzione è la manodopera che si aggira intorno alle 300 ore.

Tab. 7 – Spese per l'allevamento del baco

Spese	Importo in euro
Seme-bachi	200,00
Foglia di gelso	715,00
Spese varie rimanenti e spese generali	290,00
Quote (reintegra, manutenzione, assicurazione)	300,00
Salario (circa 300 ore)	2.400,00
Stipendio	105,00
Interessi (sul cap. agrario al 2%)	495,00
Beneficio fondiario	350,00

Totale spese produzione bozzolo	4855
---------------------------------	------

Per la realizzazione di quanto detto finora bisogna prevedere una dotazione di immobili e attrezzature da impiegare nell'allevamento e che comprendono:

a) Immobili

- Locale da mq 30 (per le prime tre età larvali).
- Capannone , opportunamente coibentato e climatizzato, da mq 500 per l'allevamento di quarta e quinta età larvale.

b) Attrezzature d'allevamento

- n. 4 graticci per l'allevamento bachi fino alla 3° età	800,00
- 1 sfogliatrice meccanica	2.000,00
- 1 taglierina per trinciatura foglia prima età	1.900,00
- teli in pvc forati, teli in plastica a maglie fitte, termometro di max. e min., igrometro, ceste, sacchi per bozzoli, carrello	500,00
- 600 raggiere in pvc per l'imboscamento	4.200,00
- pettine per sbozzolare	100,00
- spellaiatrice bozzoli	500,00
	TOTALE
	10.000,00

Allo stato attuale, tuttavia, questo costo di produzione è completamente teorico, poiché il prezzo internazionale del bozzolo presuppone che sul posto sia presente una filiera che vada dalla produzione delle uova all'essiccazione e trattura industriale.

(Analisi e dati forniti da Silvia Cappellozza, ricercatrice dell'Unità di Ricerca di Apicoltura e Bachicoltura di Bologna, sede di Padova – CRA Consiglio per la Ricerca e la Sperimentazione in Agricoltura)

7: Conclusioni

Lo studio in laboratorio delle differenti fasi di crescita ha consentito un successivo confronto tra le tempistiche di sviluppo su dieta artificiale e quelle su gelso; per quanto riguarda lo sviluppo larvale non si sono notate grandi differenze, infatti le tempistiche su dieta artificiale coincidono abbastanza con quelle previste se l'allevamento avviene su gelso.

Le differenze maggiori si notano negli ultimi due stadi di sviluppo, ovvero la crisalide e l'adulto. Per quanto riguarda lo sviluppo su gelso la fase di crisalide ha una durata di circa 15 giorni mentre, quella di adulto, dura all'incirca una settimana; al contrario, se l'allevamento avviene su dieta artificiale, si può notare che la durata del periodo di crisalide si riduce a circa 10 giorni mentre, la fase adulta, aumenta raggiungendo in alcuni casi anche le due settimane. Questa differenza, soprattutto nella fase adulta, può essere imputabile alla maggior concentrazione di nutrienti nella dieta artificiale; infatti, la durata della fase adulta, dipende solamente dalla quantità di energie accumulate durante la fase larvale in cui gli individui si possono nutrire. Di conseguenza si può ipotizzare che la dieta artificiale contenga una percentuale di nutrienti maggiormente concentrata rispetto alle foglie di gelso e quindi questo consentirà una maggior energia e vitalità nella fase adulta.

Ovviamente questa differenza risulta essere molto favorevole in quanto le farfalle adulte, sopravvivendo più a lungo, avranno modo di accoppiarsi più volte e quindi verranno deposte un numero maggiore di uova.

Per quanto riguarda invece lo sviluppo del mal del calcino non è stato possibile un confronto tra lo sviluppo in laboratorio di tale patologia e lo sviluppo in natura in quanto i bachi da noi infettati non hanno presentato alcun segno di malattia; questo risultato è probabilmente dovuto all'eventuale presenza di antibiotici o antimicotici nella dieta artificiale che hanno impedito lo sviluppo delle spore e quindi del fungo. Un'altra causa potrebbe essere che il ceppo utilizzato negli inoculi non fosse abbastanza forte da iniziare l'infezione.

Infine, l'ultimo scopo del lavoro, era quello di capire se in futuro la ripresa di un'attività come la bachicoltura è anche solo ipotizzabile.

È importante dire che, grazie ai nuovi campi in cui può essere impiegata la seta, l'interesse per tale attività dovrebbe aumentare; infatti, proprio questi nuovi usi, dovrebbero essere uno stimolo per una possibile ripresa della produzione interna della materia. A maggior ragione, dal momento che per esempio la sintesi di membrane in fibroina non richiede la fase di trattura del bozzolo, proprio l'utilizzo biomedico potrebbe stimolare la ripresa dell'allevamento che, a sua volta, stimolerebbe il ripristino del processo di filatura portando così il nostro paese verso una progressiva autonomia in questo settore.

Non si può dire con certezza se il ripristino di tale attività nelle nostre regioni sia possibile, si può però dire che, grazie alle nuove tecniche utilizzate in questo campo e ai nuovi possibili impieghi, la possibilità di una ripresa, sia nelle fasi di allevamento che nelle fasi di lavorazione della seta, sembra sicuramente più fattibile che in passato.

Secondo esperti in materia, proprio per questi motivi, la ripresa dell'attività di bachicoltura e di sericoltura può essere ipotizzata e bisognerebbe cercare di portare maggior interesse verso il prodotto derivante da questi processi per poter stimolare la ripresa in tutto il paese.

Bibliografia essenziale.

- Biscossa Sergio, *La gelsicoltura e la bacologia a Vigevano e in provincia di Pavia nell'ottocento*, Viglevanum, Società storica vigevanese 2009, Pagg. 89 – 97
- Caratteristiche pianta del gelso: <http://www.giardinaggio.org/gelso.asp>
- Colandrea Ornello, *La storia della seta tessuto nobile* (<http://www.lapelle.it/storia/seta.htm>)
- CRA . API. - I.S.Z.A Sezione specializzata per la bachicoltura, Padova.
- Dimensione natura, *La seta*, <http://www.dimensionenatura.eu/Materiali/Seta/tabid/74/Default.aspx>
- D&B, 2010, Final Report – National Fibre Policy Sub – Group on Silk
- Fontana Giuseppe, *La gelsi-bachicoltura ed attività serica in Calabria sino alla situazione attuale*
- Gullan J. Penny, Cranston Peter S., *Lineamenti di entomologia*, Zanichelli, Bologna, 2013
- <http://www5.indire.it:8080/set/bacodaseta/pagina12c.htm>
- <http://www.fainotizia.it/2009/05/30/la-gelsi-bachi-coltura-ed-attivita-serica-calabria-sino-alla-situazione-attuale>
- Kit Setaviva: http://www.zooplanet.it/index/index/id/75/fh/22/Kit_SETAVIVA.html
- Lorenzi Porzia Lombardo Amedeo Consolini Annibale Cosmo Guido Poggi, Luciano Pigorni, Enrico Masera, *La realtà di oggi e le prevedibili prospettive della bachicoltura italiana*, 1959, Pagg. 1 – 11
- Sustainable Management of Natural Resources in Central Vietnam, 2006, Value Chain Analysis for Sericulture Sub – sector in Quang Binh province
- Sustainable Management of Natural Resources in Central Vietnam, 2006, Value Chain Analysis for Sericulture Sub – sector in Quang Binh province