

# Vita organizzatissima in uno spazio esiguo: la riproduzione degli acari della varroa nelle covate opercolate delle colonie d'api

Gérard Donz <sup>1</sup>, Peter Fluri<sup>2</sup> e Anton Imdorf<sup>2</sup>

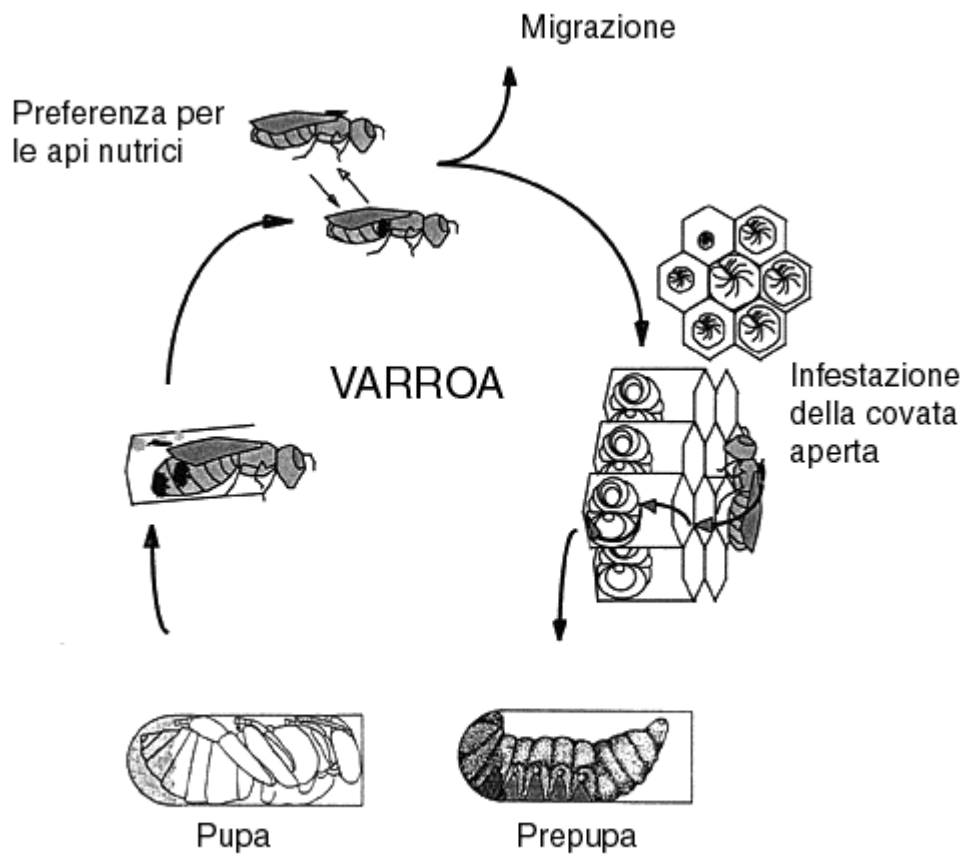
<sup>1</sup> Istituto di zoologia, Universit  di Neuchâtel, Rue Emile-Argand 11, CH-2007 Neuchâtel

<sup>2</sup> Centro Svizzero di Ricerche Apicole, Stazione di Ricerche Lattiere, Liebefeld, CH-3003 Berna

*Durante la loro attivit  con le colonie di api gli apicoltori sperano di trovare soltanto pochi acari della varroa; il contrario significherebbe che le misure di lotta non sono state sufficienti e che la sopravvivenza delle colonie   in pericolo. Per noi, che compiamo ricerche sulla varroa, la situazione,   diametralmente opposta: siamo contenti quando nelle colonie sperimentali le varroa sono facilmente rintracciabili. Ci  ci consente di svelare parte dei segreti della misteriosa vita degli acari. Qui di seguito vi informiamo sulle scoperte rese possibili dalla ricerca sulle varroa compiuta negli ultimi anni.*

## Cellette di covata trasparenti - la chiave del segreto

Le femmine del parassita *varroa* vivono sulle api adulte fuori delle cellette di covata opercolate, dove si nutrono di emolinfa praticando un piccolo foro fra le prime righe posteriori dell'addome. La riproduzione avviene esclusivamente nella cellette di covata opercolate. Appena prima della chiusura degli alveoli le femmine s'introducono in una celletta, scivolano sotto le larve anziane e s'immergono nella gelatina larvale. Tale comportamento sembra proteggere gli acari dalle api addette alla cura della covata. Non appena le operaie hanno opercolato la celletta, gli acari dispongono di 12 giorni (cellette di operaie), rispettivamente 14 giorni (cellette di fuchi) per riprodursi (**fig. 1**). Dal momento che non   possibile osservare gli acari in questo punto, abbiamo pensato di sviluppare cellette mobili e trasparenti. A questo scopo   stato ritagliato un certo numero di tubicini in polistirolo delle dimensioni di cellette di covata e fissati su di un sostegno in plastica. Per avere la certezza di attirare le api, la struttura di tubicini   stata ricoperta di miele e introdotta in un normale favo di covata di una colonia infestata dalle varroa (**fig. 2**). La regina   quindi stata rinchiusa in una cassetta collocata sopra le cellette artificiali affin  vi deponesse le uova. Durante gli otto giorni successivi le operaie hanno allevato le larve nelle cellette in plastica. Prima dell'opercolazione in alcune di esse si sono infiltrate femmine della varroa. Successivamente le cellette artificiali sono state rimosse dalla colonia e portate in laboratorio in un'incubatrice con le stesse condizioni climatiche (temperatura, umidit  dell'aria) dell'apiario. L'incubatrice era inoltre munita di una lente e di una videocamera che consentiva di osservare nonch  di fotografare e filmare direttamente quanto avveniva all'interno delle cellette (**figg. 3a e 3b**).



### Riproduzione nella covata opercolata

**Fig. 1** Ciclo biologico della *Varroa*. All'esterno delle cellette di covata le femmine della varroa si lasciano trasportare dalle api nutrici (fase foretica). Per potersi riprodurre, gli acari penetrano nella covata di una larva e si introducono sotto di essa. Quindi attendono di nascosto l'opercolazione della celletta. Ogni femmina di *varroa* depone da 5 a 6 uova. Soltanto un uovo dà origine a un maschio. Non appena i discendenti sono adulti si accoppiano. Dopo lo sfarfallamento dell'ape sopravvivono soltanto le femmine adulte, le altre, come pure i maschi, periscono nella celletta.

**Fig. 2** Cellette artificiali su di un favo contenente larve di operaie e di fuchi.



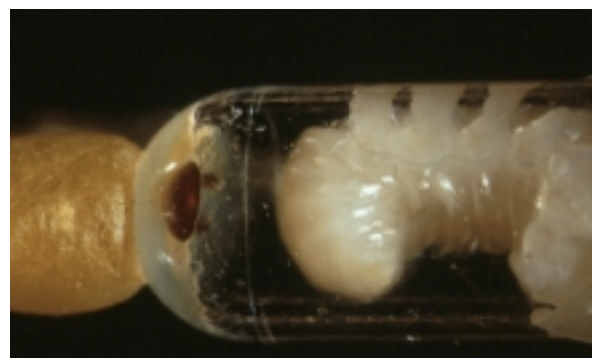


**Figg. 3a e 3b** Le cellette infestate vengono osservate in un'incubatrice dove sono simulate le condizioni climatiche dell'apiario (temperatura, umidità relativa dell'aria). Una celletta viene esaminata sotto una lente munita di videocamera. Le osservazioni avvengono o direttamente con strumenti oculari o riprodotti su di un monitor. Foto J. Hättenschwiler

## Dall'opercolazione della celletta alla trasformazione in crisalide della larva di ape

### ***La varroa sa come evitare il bozzolo***

Appena prima dell'opercolazione la larva lascia la sua posizione arrotolata e quasi inerte e dà inizio a un'attivissima fase durante la quale tesse il suo bozzolo, sdraiandosi e consumando la riserva di gelatina larvale. L'acaro coglie l'occasione per liberarsi dalla gelatina: si aggrappa alla larva e si fa estrarre dalla massa viscosa (**fig. 4**). La riproduzione del parassita può iniziare. Durante circa 33 ore la larva delle operaie (48 ore per la larva dei fuchi) è occupata a tessere il suo bozzolo. Con movimenti oscillanti della testa riveste la parete della celletta con un sostanza sierosa che si trasforma in una specie di fine tessuto. L'acaro rimane prevalentemente aggrappato alla larva, evitando così di rimaner intrappolato fra la parete della celletta e il bozzolo. Inoltre succhia il sangue del suo ospite. L'assorbimento di emolinfa è importante affinché gli oociti della varroa possano svilupparsi al più presto. Lo scarso tempo a disposizione per la riproduzione viene così sfruttato in modo ottimale, poiché non appena l'ape diventa adulta e sfarfalla la riproduzione s'interrompe immediatamente.



**Fig. 4** Una *varroa* nella gelatina larvale dopo l'opercolazione della celletta. L'acaro si aggrappa all'ape non appena questa inizia a mangiare la gelatina rimanente.

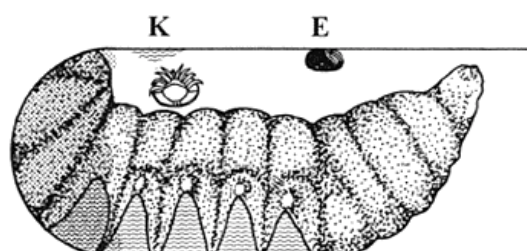
### ***Strato di feci - futura dimora della famiglia delle varroa***

Terminato il bozzolo, nella celletta la larva dell'ape si stende sulla schiena. Torace e testa sono rivolti verso l'alto, ossia verso l'opercolo (**fig. 5b**). Durante questo stadio di sviluppo privo di movimenti (prepupa), la larva occupa soltanto i 2/3 dell'alveolo, lasciando libera alla varroa tutta la parte superiore e la zona laterale verso l'opercolo. Essa deposita continuamente le proprie feci vicino all'opercolo, presso la zona anale della prepupa (**figg. 5a e 5b**). Col trascorrere del tempo si forma uno strato di feci di color bianco, che, quando si aprono le cellette, lasciano intravedere chiaramente l'infestazione di varroa.

**Fig. 5a** Celletta infestata da due *varroa*. L'ape è allo stadio della prepupa (vista ventrale). La macchia bianca nella parte posteriore è lo strato di feci, mentre davanti si scorgono due uova. Una *varroa* è sulla parete della celletta, l'altra si sposta sull'ape.



**Fig. 5b** Vista laterale schematica della ripartizione dello spazio in una celletta artificiale allo stadio della prepupa (vista ventrale). K = strato di feci; E = primo uovo



### ***Strategia del parassita: garantire la sopravvivenza dell'ospite***

A poco a poco il comportamento della femmina del parassita cambia: diventa sempre meno attiva e rimane sempre più a lungo sulla parete dell'alveolo, dove trascorre quasi il 90 % del suo tempo sullo strato di feci, la testa rivolta verso il basso. Così facendo risparmia energia, salvaguardando le riserve fisiche di ospite e parassita. La femmina del parassita lascia questa posizione unicamente per posarsi sull'ape e per nutrirsi. Dopo ogni pasto ritorna immediatamente sullo strato di feci. È interessante notare che il parassita non punge mai i segmenti della testa o del torace della prepupa, bensì sempre i cuscinetti laterali dei segmenti addominali. Se ne deduce che un simile comportamento contribuisce ad evitare danni all'apparato boccale, alle antenne, alle ali e alle zampe dell'ape. Per l'acaro si tratta di un fattore vitale, in quanto alla fine del suo sviluppo l'ape dev'essere in grado di aprire l'opercolo. In caso contrario la famiglia degli acari rimarrebbe prigioniera nella celletta e perirebbe.

### ***Scelta accurata del luogo dove deporre il primo uovo***

Circa sessanta-settanta ore dopo l'opercolazione lo strato di feci diventa il punto di partenza della ricerca del luogo dove deporre il primo uovo. Esattamente come lo strato di feci, anche le uova non sono deposte a caso. Dapprima l'acaro si spinge verso il quarto anteriore della celletta.

Successivamente procede zigzagando da una parte all'altra della celletta prima di fermarsi. Questo punto si trova nella parte anteriore dell'alveolo e quindi quasi sempre in uno dei tre angoli superiori dell'esagono. Sollevando delicatamente l'opercolo di cellette contenenti prepupe badando di avere una buona illuminazione, di solito è piuttosto facile scoprire l'uovo. Prima della deposizione, la femmina piega le prime due paia di zampe verso l'orifizio di espulsione situato al centro della faccia ventrale. Sostenendosi sulle zampe l'acaro cerca un buon punto di sostegno sulla parete dell'alveolo per poter espellere l'uovo e fissarlo alla superficie (**fig. 6**). Considerate le sue notevoli dimensioni, l'espulsione dell'uovo non è certo facile: durante questa fase infatti le zampe della femmina vibrano. Dopo aver deposto l'uovo, rimane tranquilla durante 20-30 minuti, reggendosi con le quattro zampe contro la parete superiore della celletta. Successivamente si allontana, senza dimenticare di accertarsi che l'uovo aderisca alla parete dell'alveolo. Circa 30 ore dopo il giovane acaro (protoninfa) sfarfalla sostenendosi con le zampe alla parete dell'alveolo e lasciando l'involucro dell'uovo.

**Fig. 6** Un uovo fuoriesce dall'orifizio e viene fissato alla parete della celletta. La ninfa che contiene presenta il ventre contro l'alveolo. In questo modo, al momento di uscire, può appoggiarsi alle pareti con le zampe e uscire dall'involucro.



### ***Orientamento nell'oscurità***

Alla fine dello stadio di metamorfosi la maggior parte delle cellette infestate dai parassiti presentano un unico strato di feci nella parte posteriore e un uovo (cellette di operaie) o due uova (cellette di fuchi) nella parte anteriore. Ci si può chiedere in che modo il parassita, privo di occhi, localizzi tali posizioni e a quale scopo. Dal momento che non sono mai state osservate feci o uova sulla prepupa, si può dedurre che l'acaro è in grado di distinguere l'odore del bozzolo da quello della cuticola dell'ospite. Inoltre, utilizzando alveoli spostati di 180° (con la prepupa sospesa sulla parte superiore), abbiamo constatato che gli acari si orientano verso la zona anale dell'ape grazie alla forza di gravità e probabilmente con l'ausilio di stimoli di natura chimica.

### ***Massima sicurezza per il primo uovo***

L'osservazione secondo la quale gli acari depongono lo strato di feci e il primo uovo sempre nei posti citati (**figg. 5a, 5b**) può spiegare la garanzia del successo di riproduzione: poiché le femmine si soffermano nella parte posteriore della celletta in vicinanza dello strato di feci, la parte anteriore viene percorsa solo raramente. Il rischio di toccare l'uovo modificandone la posizione è minimo. Si tratta di un fattore importante, perché l'uovo contiene una protoninfa le cui zampe devono sempre essere rivolte verso la parte superiore della celletta. Se l'uovo dovesse essere girato lateralmente o rovesciato, la protoninfa non sarebbe più in grado di uscire dall'uovo con le proprie zampe. Anche la metamorfosi da prepupa in pupa presenta un pericolo analogo (**fig. 1**). L'apparato boccale e le zampe che emergono dalla futura ape potrebbero girare l'uovo. Ma dato che è incollato alla parte anteriore dell'alveolo e a un angolo, anche questo rischio è piuttosto contenuto.

## **Dalla formazione della pupa allo sfarfallamento dell'ape**

### ***Le femmine degli acari allargano il loro spazio e preparano il foro di nutrizione***

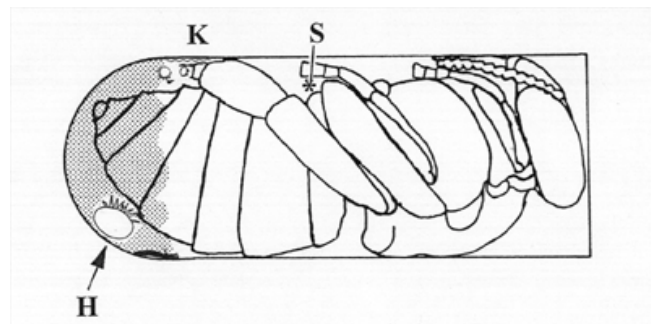
La formazione della pupa (metamorfosi dallo stadio di prepupa a pupa) dura da 30 a 40 minuti. Si tratta di una fase sorprendentemente breve se si pensa che non soltanto si abbandona il vecchio involucro del corpo come se si sfilasse una camicia, ma che si sta formando un nuovo corpo.



Contemporaneamente cominciano a delinearsi zampe, apparato boccale, antenne e ali e il corpo comincia ad assumere l'aspetto di un'ape. L'ambiente vitale del parassita ne risulta radicalmente modificato (**figg. 5b, 7a e 7b**). Durante questa fase gli acari vengono spesso disturbati dai movimenti delle api e spinti fuori dallo strato di feci. Tuttavia vi fanno immediatamente ritorno.



**Fig. 7b** Vista laterale schematica della ripartizione dello spazio in una celletta artificiale allo stadio della pupa. K = strato di feci; S = foro di suzione; H = luogo di permanenza dei giovani acari durante la muta.



**Fig. 8** Ripresa al microscopio elettronico a scansione. Una femmina di *varroa* (parzialmente nascosta dal secondo paio di zampe) si sta cibando sul 5° segmento della pupa. Il terzo paio di zampe è stato allargato dalla famiglia di *varroa* per conferire più spazio al ventre. Fotografia di Heinz Bolli.



Subito dopo la formazione della pupa i parassiti spingono spesso il terzo paio di zampe della pupa allargando in tal modo lo spazio disponibile attorno allo strato di feci (**figg. 7a e 8**). Il compito successivo delle femmine consiste nel praticare un foro nella cuticola della pupa per permettere la nutrizione. Le prime suzioni durano fino a due ore, mentre, in media, quelle sulla prepupa terminano già dopo 2,7 minuti. La femmina *varroa* investe molta energia nel preparare il foro di nutrizione, che sarà l'unico accesso all'alimentazione utilizzato da tutti gli acari. Abbiamo potuto dimostrare che le protoninfe non sono in grado di nutrirsi da sole, perché non riescono a praticare un foro. Sono quindi costrette ad approvvigionarsi a una fonte di emolinfa comune e ad inserirsi nel gruppo. Aprendo alveoli non più recenti si osserva che tutte le *varroa* per le quali non ha avuto luogo la muta si trovano sullo strato di feci o nelle immediate vicinanze (con la testa rivolta verso il basso). Quando sono affamate scendono sulla pupa e cercano il foro di nutrizione. Dopo aver succhiato l'emolinfa ritornano sullo strato di feci (**figg. 7a, 7b e 8**). Un comportamento di gruppo tanto rigido presenta molti vantaggi per i parassiti: da una parte riduce notevolmente i danni alla pupa (un'unica apertura), mantenendo intatte le sue forze fino alla fuoriuscita dalla celletta.

Dall'altra l'accesso al luogo di nutrizione non viene bloccato dagli acari. Durante le mute gli acari si posano un po' in disparte, ma sempre ancora in vicinanza dello strato di feci.

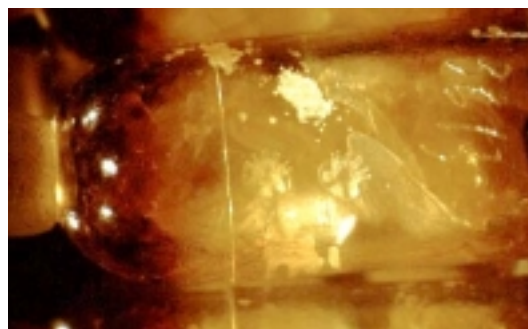
### **Obiettivo: giovani femmine fecondate**

L'obiettivo più importante del comportamento di gruppo e degli adattamenti del parassita allo spazio disponibile nell'alveolo è un'alta percentuale di successo nell'accoppiamento delle giovani femmine. Non è evidente che l'unico maschio di ogni famiglia e tutte le femmine debbano trovarsi più volte per l'accoppiamento. Il fatto che l'alveolo sia tagliato in due parti dal terzo paio di zampe della pupa rende l'operazione più difficoltosa. Qualora i discendenti dovessero iniziare a girovagare, il loro incontro risulterebbe ancora più difficile. Questo sarebbe fatale perché tutte le femmine non fecondate al momento di lasciare l'alveolo rimarranno sterili.

### **La durata dell'opercolazione limita la riproduzione**

La femmina della varroa depone il primo uovo circa 70 ore dopo l'opercolazione e successivamente ne depone un altro ogni 30 ore. Da un uovo nasce un maschio, che diventa sessualmente maturo quando la prima femmina diventa adulta. Il maschio si accoppia con la prima femmina più volte fintantoché la seconda femmina diventa adulta e si può accoppiare, e il ciclo ricomincia. Il numero delle femmine fecondate è però limitato dalla durata della covata opercolata, per cui non tutti i discendenti diventano adulti e raggiungono la maturità necessaria per accoppiarsi. In media nelle cellette di operaie per una femmina vi sono da 1 a 1,5 figlie femmine in grado di riprodursi, mentre nelle cellette di fuchi la media è di 1,5 fino a oltre 2 femmine. Per questa ragione le varroa prediligono di gran lunga la covata di fuchi.

**Fig. 9** Celletta di fuco infestata da varroa. Due deutoninfe si sono scostate leggermente dallo strato di feci (nel mezzo della foto) per la muta. Il color giallo-bruno della pupa indica un'età superiore a quella della fig. 7a.



## Conclusione

Gli apicoltori sono affascinati dal modo di vita senza eguali delle api. Interessante è anche la convivenza con il parassita della varroa. Durante la fase di riproduzione nelle covate opercolate gli acari dimostrano una grande capacità di adattarsi all'ospite. Ciò traspare dal modo in cui i parassiti utilizzano la covata come spazio vitale e la larva dell'ape come fonte di nutrimento. Con il loro comportamento i parassiti sembrano assicurarsi le condizioni più favorevoli per garantire la loro riproduzione. Inoltre non va dimenticato che l'ospite non deve subire eccessivi danni.

La prossima volta che voi apicoltori aprirete una colonia, concedetevi qualche minuto per gettare un'occhiata in alcune cellette di covata. Una lente può essere molto utile. Con un po' di fortuna potrete farvi un'idea di una vita organizzatissima in uno spazio esiguo.

I nostri risultati sono illustrati in modo scientifico e dettagliato nelle seguenti pubblicazioni:

Donzé G., Guerin P.M. (1994) Behavioral attributes and parental care of *Varroa* mites parasitizing honeybee brood. *Behav. Ecol. And Sociobiol.* 34: 305-319.

Donzé G. and Guerin P.M. 1997. Time-Activity budgets and space structuring by the different life stages of *Varroa jacobsoni* in capped brood of the honey bee. *Apis mellifera*. *J. Insect Behavior* 10 (3): 371-393

Donzé G., Hermann M., Bachofen B., Guerin P. (1996). Effect of mating frequency and brood cell infestation rate on the reproductive succes of the honeybee parasite *Varroa jacobsoni*. *Ecological Entomology* 21: 17-26