

Effetti a breve termine dell'acido ossalico sulle api

Importanti acquisizioni di conoscenze grazie a osservazioni e rilevazioni puntuali sugli effetti delle diverse versioni del trattamento invernale antivarroa più utilizzato

Gli apicoltori sanno molto bene che l'acido ossalico è una molecola attiva molto efficace contro la varroa, se applicato in assenza di covata e con sufficiente umidità nell'arnia. Non ha ancora ingenerato resistenze, non lascia residui nel miele e - a specifiche modalità operative - è generalmente ben tollerato dalle api. Quest'ultima conclusione si basa sulla consistenza numerica delle colonie prima e dopo il trattamento, a confronto con colonie di controllo che non vengono trattate¹. Le famiglie trattate arrivano a primavera un po' più deboli del gruppo di controllo, ma il loro ritardo si colma in poco tempo (e, naturalmente, il gruppo di controllo non trattato arriva

a luglio con un tale carico di acari da pregiudicarne la sopravvivenza). Nella letteratura, tuttavia, non si considera la reazione a breve termine delle api al trattamento. Le poche api morte che si trovano sul predellino di volo sembrano essere l'unico segnale di moderata sofferenza, anche se si sa che sarebbe meglio non assoggettare le api a più di un trattamento nell'arco della loro vita - indicazione che gli apicoltori sono obbligati ad ignorare quando la caduta di acari dopo il trattamento è tanta da far pensare che le varroe sopravvissute siano comunque in grado di mettere in pericolo la colonia. Ci sono tuttavia dei segnali che indicano che la cosa

non è così semplice.

In seguito all'applicazione di acido ossalico al momento del blocco naturale di covata durante l'inverno (sospetto che questo valga anche per i blocchi forzati, ma nelle condizioni prealpine in cui opero il problema non si pone) si osserva sistematicamente un drastico aumento della temperatura che persiste per 3-5 giorni o anche oltre, un aumento dell'attività metabolica della colonia, e un'intensificazione dell'attività delle api, sia dentro che fuori l'arnia. Spesso, anche se non necessariamente, si ha una ripresa della covata. Esaminiamo questi effetti nell'ordine.

La temperatura nell'arnia.

1. Applicazione per nebulizzazione

L'acido ossalico può essere somministrato in diverse modalità, tre delle quali comportano un'iniezione improvvisa di sostanza nell'arnia: per nebulizzazione, per sgocciolamento e per sublimazione. Sono possibili anche modalità a rilascio lento, non ancora approvate per l'uso in Italia, ma in tutta verosimiglianza l'effetto sulle api segue modalità diverse e pertanto non ce ne occuperemo. L'applicazione per sublimazione non richiede l'apertura dell'arnia, anche se turba comunque la quiete della colonia. Il trattamento per sgocciolamento comporta unicamente l'apertura del coprifavo, mentre la nebulizzazione richiede la movimentazione di tutti i favi e porta pertanto un certo scompiglio nella colonia. Le api disturbate tendono a

scaldare, in parte perché si muovono (il movimento comporta calore), in parte perché preparano la muscolatura al volo, il che richiede di portare la temperatura del torace a 35 °C. Per valutare l'effetto del trattamento sulla temperatura dell'arnia è dunque necessario scontare l'effetto dell'agitazione causato dal disturbo meccanico. Conviene dunque partire dalla modalità applicativa che più disturba le api, vale a dire la nebulizzazione.

Il grafico 1 riporta l'effetto di una semplice apertura dell'arnia e dell'ispezione di tutti i favi effettuata in un giorno tiepido di metà novembre². In seguito alla rimozione di tutti i favi e all'agitazione che ne è seguita, la temperatura all'interno del glomere è

salita da 23 °C a oltre 32 °C.

Dopo qualche ora ha iniziato a scendere, e dopo circa 24 ore ha raggiunto una nuova posizione di equilibrio temporaneo, attorno ai 27 °C, per perdere altri 2 °C nel corso dei giorni successivi. In effetti, dunque, il disturbo legato alla manipolazione dell'alveare mostra effetti immediati e ben visibili sulla temperatura.

Il grafico 2 mostra l'effetto dell'applicazione dell'acido assieme a quello di ulteriori manipolazioni che si sommano a quelle della semplice ispezione. In primo luogo, la nebulizzazione dell'acido comporta inumidire le api, costringendole dunque ad asciugarsi. In secondo luogo, per aumentare l'efficacia dell'acido ossalico è stato aggiunto

¹ Charrière et al., Honey bee tolerance to different winter treatments against Varroa, Rev. Suisse Apic. 125, 2004, pp. 32-39

² Dati rilevati con un datalogger Sensirion SHT31 Smart Gadget.

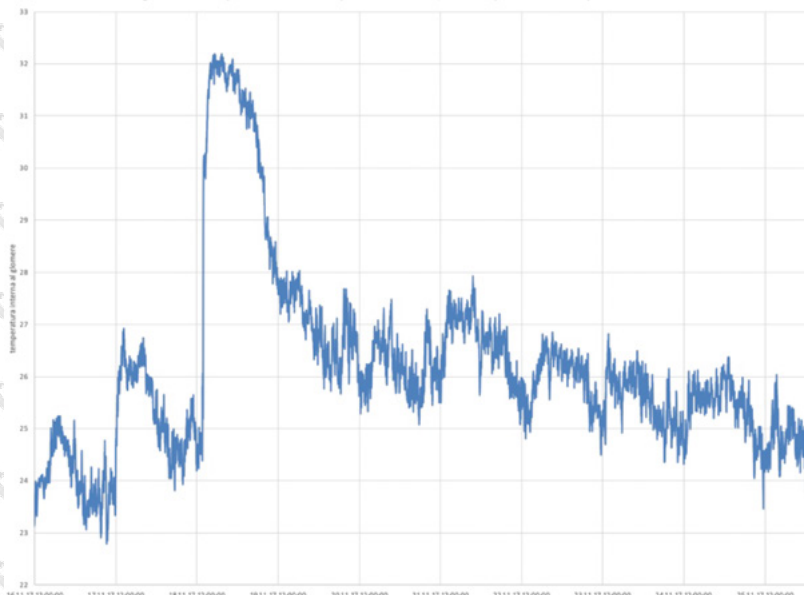


Grafico 1
Effetto dell'apertura dell'arnia con ispezione di tutti i favi, senza compiere alcuna altra operazione.
18 NOVEMBRE

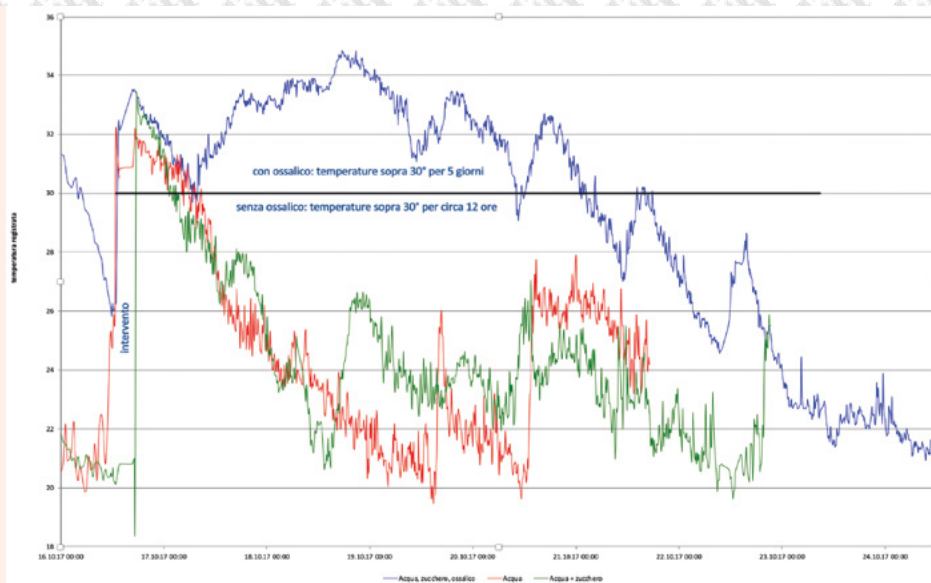
dello zucchero alla soluzione, con la funzione di mantenere l'azione dell'acido anche una volta asciugata l'acqua in cui è sciolto l'ossalico. Le api potrebbero mangiare lo zucchero, operazione che a sua volta comporta un surriscaldamento. Le due curve rossa e verde mostrano dunque l'effetto sulla temperatura dell'arnia di una spruzzata di acqua tiepida e, rispettivamente, di una spruzzata di acqua e zucchero. La linea blu riporta l'effetto della nebulizzazione di acido ossalico in una soluzione zuccherina (3 g di acido ossalico sciolti in 100 ml di soluzione zuccherina al 30% in

peso). Il grafico³ mostra che le due nebulizzazioni senza acido causano un aumento della temperatura i cui effetti sono riassorbiti completamente in poco più di 24 ore. L'irrorazione con acqua o con sciroppo produce dunque sulle temperature sostanzialmente il medesimo effetto di un'ispezione. La presenza dell'acido, invece, induce le api a mantenere una temperatura superiore a 30 °C per 5 giorni, dopo di che si assesta gradualmente.

Questo risultato non è straordinario o accidentale: si registra ad ogni trattamento, anche se a volte la

temperatura resta sopra i 30 °C solo per 3 o 4 giorni; capita anche di vedere temperature ben oltre 40 °C mantenute per 2 giorni. Questo anche se la soluzione include glicerolo anziché zucchero (il glicerolo svolge la medesima funzione, ma è più facilmente solubile e non rischia di intasare l'ugello del nebulizzatore), e indipendentemente dalla forma dell'arnia (le figure 3 e 4 riportano l'andamento della temperatura⁴ in un'arnia Warré su due piani e in un'arnia Dadant a 12 favi convertita a favo caldo, entrambe trattate con una soluzione a base di acqua e glicerolo).

Grafico 2
Effetto di spruzzata di ossalico, sciroppo o acqua



³ Dati raccolti da un sistema Bepro.ch (versione beta); è riportato unicamente il dato del sensore centrale, sui 5 disponibili. Il grafico è costruito traslando due delle tre curve per far coincidere il momento del trattamento per permettere un più facile confronto. La prima operazione, a cui si riferiscono le date indicate sull'asse delle ascisse, è stato il trattamento con l'acido. Una settimana dopo è seguita la spruzzata di acqua, e dopo un'ulteriore settimana è quella con acqua e zucchero.

⁴ I dati sono registrati con dei Sensirion SHT31 Smart Gadget: uno per piano nella Warré (le api erano posizionate in gran parte nel piano inferiore) e tre nell'arnia a favo caldo: uno verso il fronte dell'arnia, uno arretrato e uno centrale.

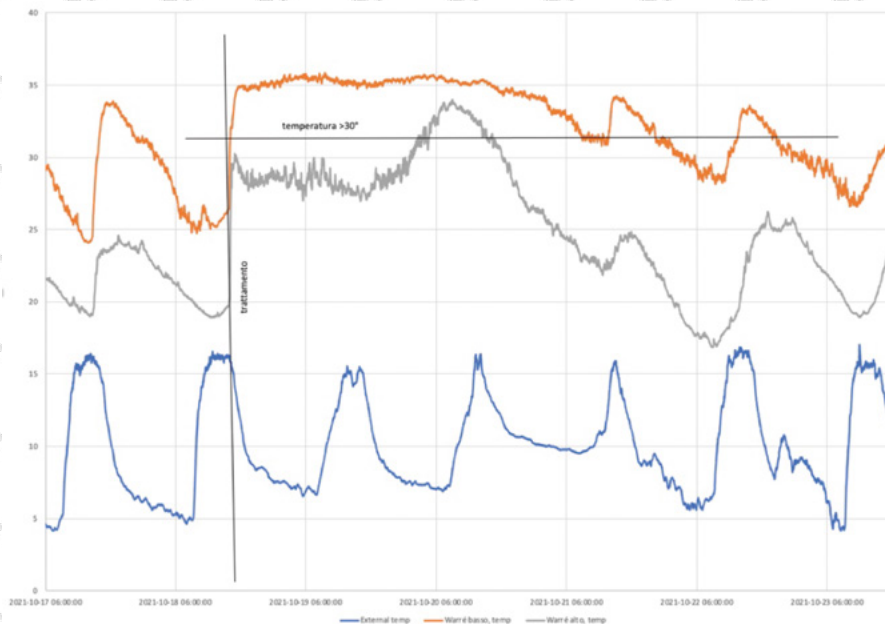


Grafico 3
 Nebulizzazione di acido ossalico in arnia Warré su 2 piani (acido ossalico 3 g, acqua 75 ml, glicerolo 25 ml)

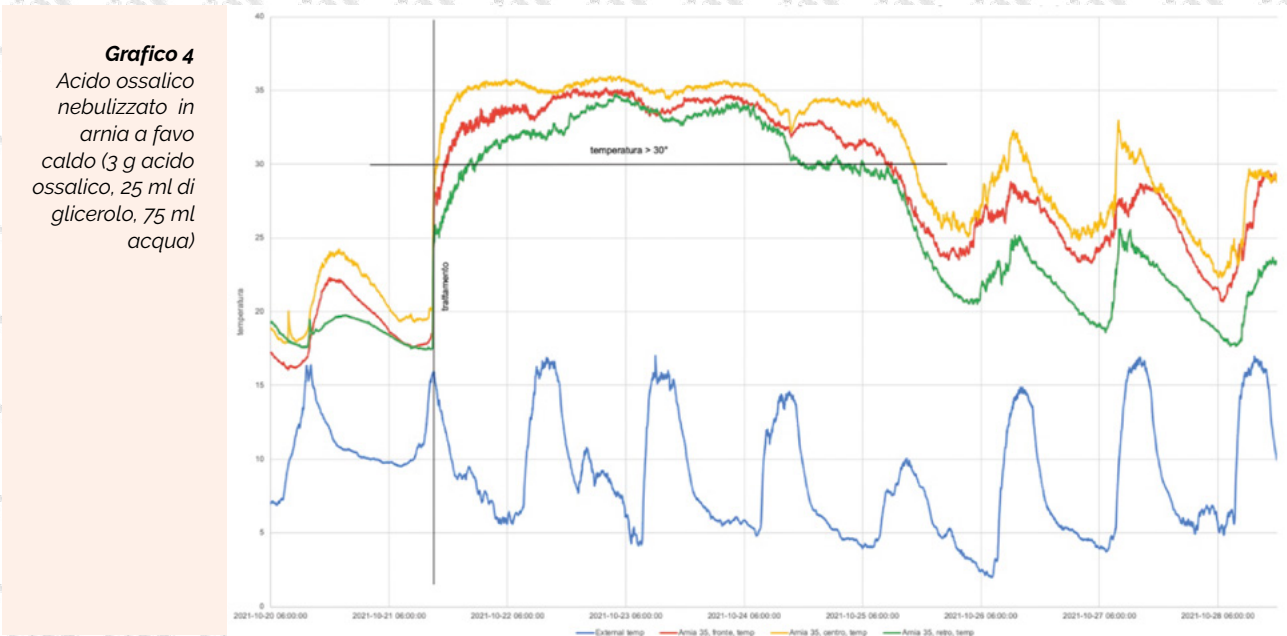


Grafico 4
 Acido ossalico nebulizzato in arnia a favo caldo (3 g acido ossalico, 25 ml di glicerolo, 75 ml acqua)

La temperatura nell'arnia.
2. Applicazione per sgocciolamento

L'applicazione per sgocciolamento produce essenzialmente i medesimi effetti della nebulizzazione sulle temperature, cioè un incremento a oltre 30 °C per un periodo di 3-5 giorni, come mostra la figura 5 che riporta le temperature di due colonie alloggiata in un'arnia Dadant a 12 favi, divisa in due parti comunicanti ma separate da un'escludiregina.

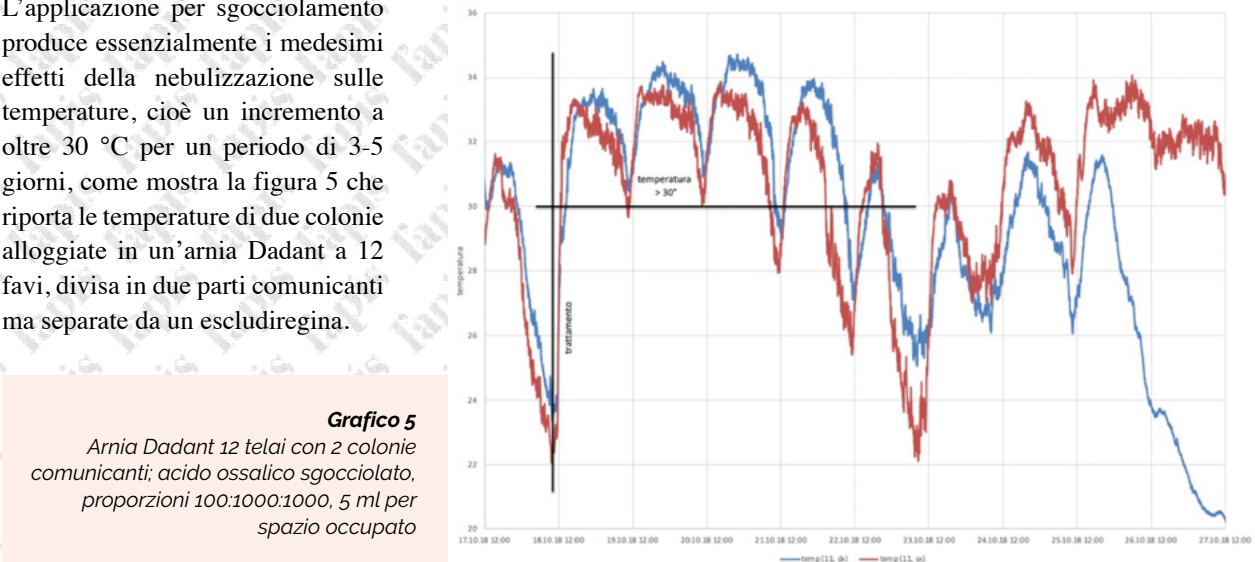


Grafico 5
 Arnia Dadant 12 telai con 2 colonie comunicanti: acido ossalico sgocciolato, proporzioni 100:1000:1000, 5 ml per spazio occupato

La temperatura nell'arnia.

3. Applicazione per sublimazione

L'applicazione per sublimazione produce un effetto nettamente meno marcato sulle temperature interne. La figura 6 si riferisce ad un'arnia a struttura verticale, un parallelepipedo esagonale di lato 16 cm e altezza utile 80 cm, con 4 sensori (sistema beepro.ch) sistemati

in posizione centrale ad altezze diverse (T1 in alto, tra le scorte di miele, e T4 in basso vicino all'entrata). Al momento del trattamento, il glomere era centrato attorno ai sensori T2 e T3. L'acido ossalico è stato applicato con un apparecchio Varrox. L'effetto

immediato è stato di scaldare il sensore più in basso per qualche minuto. Le temperature registrate dagli altri settori aumentano poi di pochi gradi, dai 25.5 °C di partenza a un massimo di 29 °C, e l'effetto complessivo si esaurisce in 2-3 giorni.

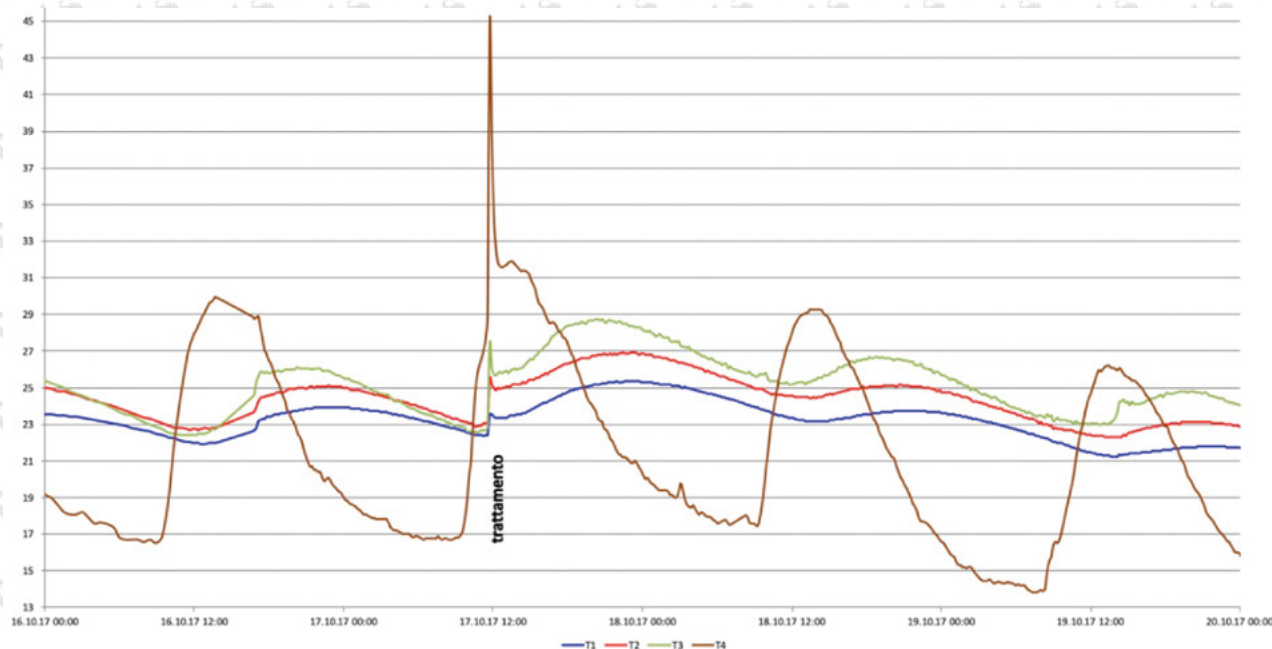


Grafico 6

Effetto dell'applicazione di ossalico sublimato sulle temperature all'interno dell'arnia

La reazione metabolica

L'aumento di temperatura che si riscontra dopo la somministrazione di acido ossalico in forma nebulizzata o sgocciolata ha un correlato nell'attività metabolica che si registra nelle variazioni di anidride carbonica emessa dalle api. La figura 7 riporta i dati termometrici di un'arnia Dadant (5 sensori), la temperatura esterna, e le emissioni di CO₂ misurate da un sensore poggiato sulla retina sul fondo dell'arnia, più o meno sotto il glomere, col lamierino antivarroa chiuso⁵. Il trattamento è stato effettuato per nebulizzazione di ossalico in una soluzione di glicerolo, alle concentrazioni già indicate in precedenza.

Inizialmente, le temperature mostrano il solito andamento, cioè un aumento immediatamente dopo il trattamento;

i sensori situati nella parte centrale dell'arnia più popolata dalle api (S2, S3 e S4) indicano temperature tra 33 e 35 °C, e anche le temperature rilevate dai sensori periferici crescono di oltre 10 °C. Dopo 4 giorni, tutte le temperature salvo quella di S3 iniziano a scendere. Non per molto, però, perché il quinto giorno è stato somministrato alle api un nutritore di sciroppo. Andarlo a prendere e la lavorazione hanno comportato un ulteriore sforzo con conseguente rialzo della temperatura di tutti i sensori per il tempo necessario per asportare tutto lo sciroppo. Dopo di che, mentre il sensore S3 si mantiene per qualche altro giorno attorno ai 33 °C per poi stabilizzarsi attorno a 32 °C indicando che la covata è ricominciata, gli altri sensori tornano a scendere,

fino a 10 °C nei telai alla periferia del glomere e attorno ai 20-25 °C nella parte intermedia. Le temperature di S3 sono scese al di sotto dei 30 °C 28 giorni dopo il trattamento (non visibile in figura), indicando che le ultime uova deposte stavano sfarfallando. La deposizione è dunque durata circa una settimana.

Il livello di anidride carbonica riflette il metabolismo delle api: più lavorano, più CO₂ producono. Prima del trattamento e diversi giorni dopo, quando le api se ne stanno tranquille in glomere durante la notte, la concentrazione di CO₂ è a livelli molto bassi (5-800 parti per milione; a termine di confronto, all'esterno oscilla tra 300 e 400). Nei giorni di bel tempo con temperature tiepide che permettono alle api di uscire c'è

⁵ Le temperature interne sono misurate con un sistema beepro (sono reperibili al link <https://www.bitcrib.ch/nodes/81>), quella ambientale con un Sensirion SHT31 Smart Gadget, mentre la concentrazione di CO₂ è misurata con un sensirion SCD4x CO₂ Gadget.

un aumento della produzione di CO₂ poco prima dell'involto delle api, quando stanno scaldando i muscoli prima dell'uscita, e nelle prime fasi dell'attività esterna, con picchi fino a 5000 ppm. Ben diversa è la situazione immediatamente dopo il trattamento: la concentrazione di anidride carbonica

sale visibilmente, con una media di 8000 ppm (più nei primi due giorni, e meno nei due giorni successivi) e punte oltre 13000 ppm. Questi valori sono ben al di là di quanto ci si potrebbe aspettare da un confronto con quelli registrati nei giorni successivi in presenza di covata. Quando, al

quarto giorno dopo il trattamento, le temperature di S1, S2, S4 e S5 iniziano a scendere, scende anche la concentrazione di CO₂, per risalire non appena le api iniziano a lavorare per processare lo sciroppo salgono le temperature, per tornare infine al ritmo normale.

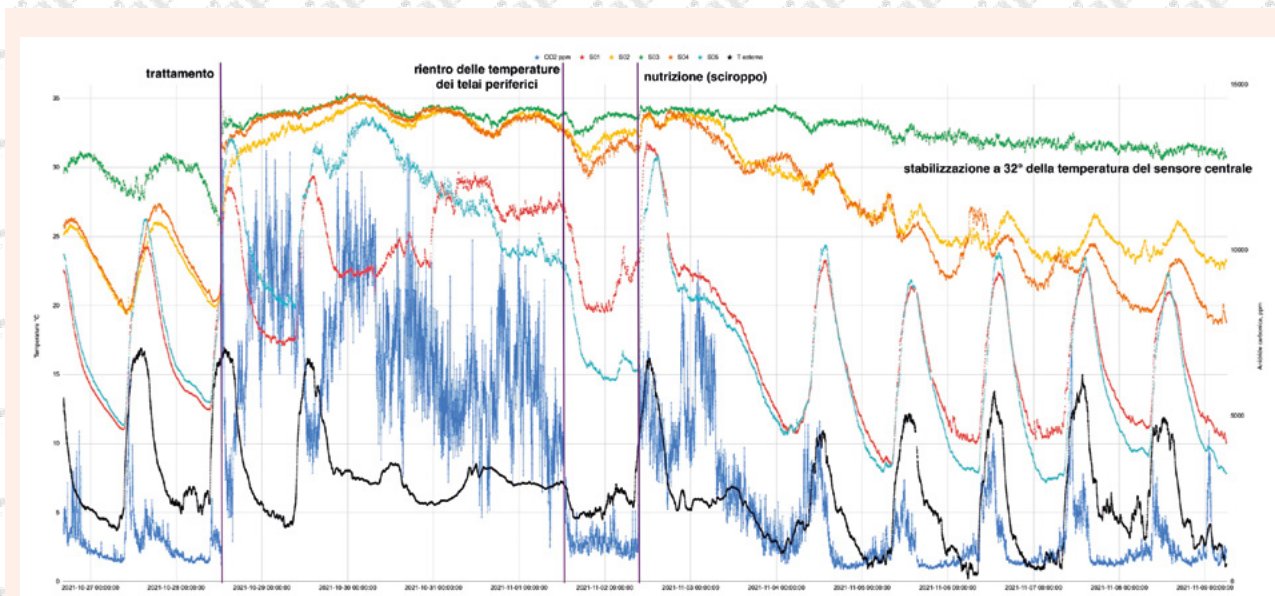


Grafico 7

Temperature e anidride carbonica prodotte da una colonia in seguito alla somministrazione di acido ossalico per nebulizzazione

Osservazioni sul comportamento delle api

Per quanto riguarda il comportamento delle api, posso offrire un'impressione non corroborata da dati precisi, e una invece documentata su un'arnia di osservazione. Cominciamo dalla prima. Se si effettua il trattamento solo su un sottoinsieme delle arnie, è possibile notare differenze nell'attività delle api dei due gruppi. Nei giorni immediatamente seguenti il trattamento, le colonie trattate mostrano un grado di attività nettamente maggiore delle altre: iniziano a volare prima al mattino - almeno in parte perché hanno cadaveri da asportare -, volano in numero maggiore, e ventilano, cosa che nella seconda metà di ottobre è inusuale nelle colonie non trattate (a meno che siano state nutrite). Per corroborare queste osservazioni sarebbe necessario

l'impiego di contatori di volo, di cui però non dispongo.

L'arnia di osservazione, invece, offre una visualizzazione completa di quanto avviene all'interno. Consiste di 7 favi Dadant sovrapposti in altezza, visibili nella loro interezza attraverso pareti di plexiglas su entrambi i lati (vedi figura 8). Quando non è osservata, l'arnia è coibentata con lastre di polistirene, e durante l'inverno è scaldata dall'interno tramite resistenze regolate da termostati per ovviare all'impossibilità per le api di costituire un glomere.

Prima del trattamento, in assenza di covata, la situazione era come illustrata in figura 9⁶. La temperatura era abbastanza uniforme, attorno ai 17-18 °C con l'eccezione di un'area calda sui 25 °C. Un paio d'ore



Foto 8

⁶ Immagini termiche riprese con Flir one. I falsi colori sono correlati alle temperature relative: le zone bianche sono più calde, quelle blu più fredde.

dopo il trattamento, effettuato per nebulizzazione (3 g di acido ossalico in 15 ml di glicerolo e 85 ml di acqua), le api si sono ammassate - per quanto possibile nello spazio d'ape tra il favo e la parete dell'arnia - verso il centro dell'arnia; la temperatura è salita nettamente ovunque c'erano api (la termocamera indicava 36,4 °C nel punto più caldo, dove lo strato di api era più denso) (figura 10). Le api erano già completamente asciutte: a quella temperatura, gli 85 ml di acqua spruzzati su di loro sono evaporati velocemente. Il glicerolo, la cui temperatura di ebollizione è molto più alta di quella dell'acqua (290 °C), era però rimasto su tutte le superfici, incluse le api, e con esso l'acido ossalico, come si evinceva dal fatto che le api scivolavano visibilmente quando cercavano di attaccarsi al plexiglas.

In seguito le api hanno lentamente iniziato a riposizionarsi. Individualmente, le api tendevano a rimanere stazionarie; non si notava neppure un'attività di pulizia reciproca. Il riscaldamento non era dunque dovuto all'attività motoria delle api, quanto piuttosto alle vibrazioni della muscolatura alare (vedi figura 11, che ritrae la situazione a 24 ore dal trattamento; si noti in particolare il calore del primo telaio: le api sono state nutrite con sciroppo, il nutritore è posizionato sopra l'arnia).

54 ore dopo il trattamento, le api si sono ulteriormente riposizionate (vedi figura 12). Ce n'erano ancora molte sotto il nutritore, anche se lo sciroppo era ormai esaurito, e si notava un notevole movimento sia su quel favo che nell'ultimo favo in basso, entrambi registravano temperature di oltre 33 °C. La grande agitazione è continuata per

diversi giorni, traducendosi in calore, come mostrano le immagini al quarto e all'ottavo giorno (figure 13 e 14), per concludersi solo al decimo giorno, quando la quiete ha permesso di capire cos'era successo: le api hanno rimosso tutte le scorte dal favo in basso⁷, consumato tutte le scorte liquide che ancora avevano prima del trattamento, e non è rimasta traccia dello sciroppo dato il secondo giorno.

Soprattutto, hanno iniziato ad allevare covata in corrispondenza delle macchie di calore sul secondo e terzo favo dall'alto. Il decimo giorno la covata era già opercolata, indicando che la deposizione era iniziata al più tardi il giorno successivo al trattamento. L'anno successivo, ho visto la regina deporre 2 ore e mezza dopo l'applicazione dell'ossalico (sempre per nebulizzazione), e le api accettare queste uova e allevare



Fig. 9.
Prima del trattamento

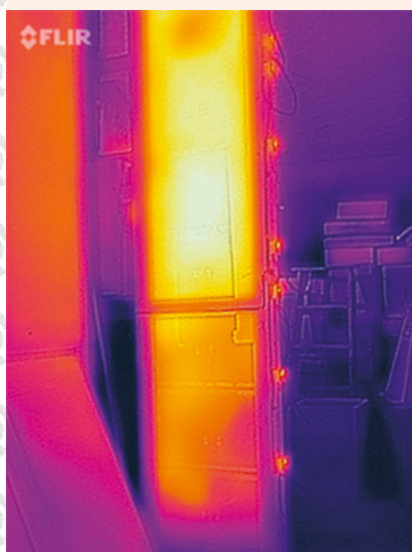


Fig. 10.
2 ore dopo il trattamento

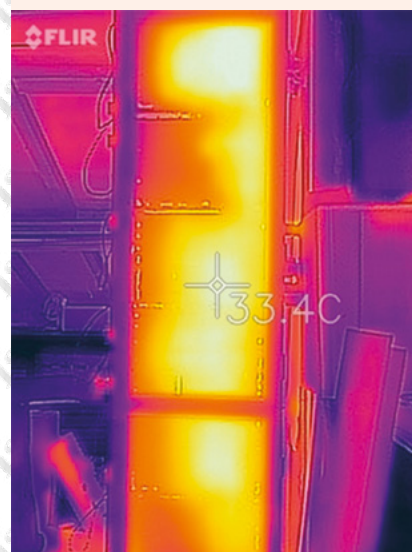


Fig. 11.
24 ore dopo il trattamento

⁷ Questa collocazione delle scorte potrebbe sembrare innaturale, ma è dovuta alla posizione inusuale dell'entrata, all'altezza del terzo telaio dall'alto (per questioni logistiche). Data l'entrata, le api sistemano le scorte il più lontano possibile dall'accesso, per limitare le tentazioni di eventuali saccheggiatori di altre specie. Sul telaio vicino all'entrata le api allevano covata o sistemano scorte di polline, le scorte stanno nei due telai in alto e in quelli in basso, e in parte sul lato posteriore del telaio. Naturalmente in una normale arnia con entrata in basso le api mettono le scorte in alto, sui telai di sponda, e sul lato posteriore dei telai.

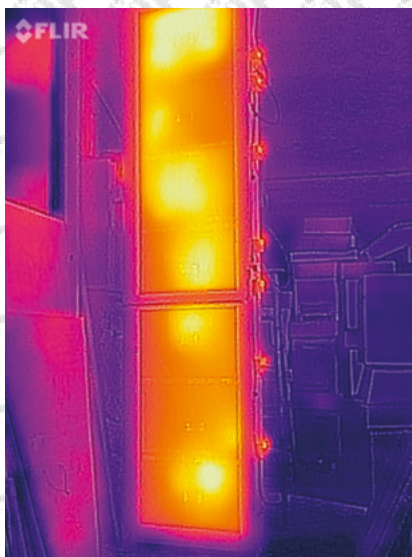


Fig. 12.
54 ore dopo il
trattamento

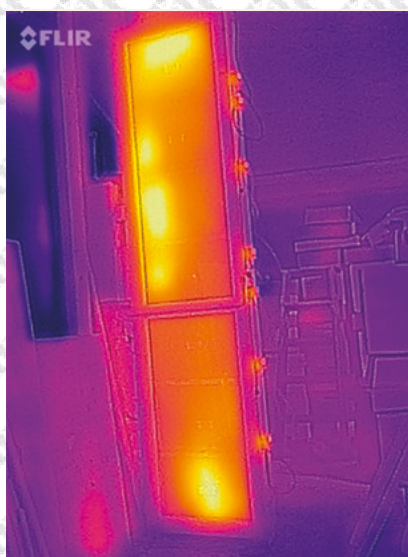


Fig. 13.
4 giorni dopo il
trattamento

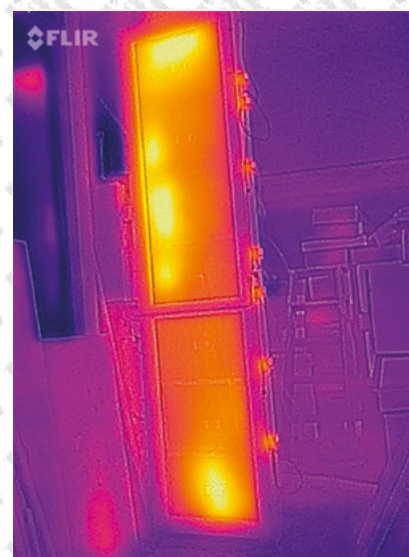


Fig. 14.
8 giorni dopo il
trattamento

la covata. Questo suggerisce che non è, come si potrebbe supporre, il calore prodotto dalle api ad indurre la deposizione: non è infrequente, infatti,

Perché scaldano?

I dati e le osservazioni riportate ci dicono che, in seguito ad una somministrazione di acido ossalico con zucchero o glicerolo per nebulizzazione o per sgocciolamento, le api producono notevoli aumenti di temperatura, spesso fino a 35 °C ma talvolta anche oltre 42 °C, che mantengono per 3-5 giorni. Se l'acido è somministrato per sublimazione, l'aumento è molto più contenuto. Se si nebulizza in soluzione acquosa, senza l'aggiunta di zucchero o glicerolo, si ottiene una reazione intermedia al sublimato e allo sgocciolato in quanto a intensità, e variabile in quanto a durata⁸. Congetturando che l'intensità e la durata del calore prodotto riflettano l'intensità e la durata dell'effetto dell'acido, se ne dovrebbe dedurre

che durante i giorni invernali caldi la temperatura dell'arnia salga anche per diverse ore al di sopra di 33 °C, ma questo non è sufficiente a stimolare

che mentre l'applicazione di soluzione zuccherina produce un effetto intenso e protratto (fin troppo protratto: oltre il 90% delle varroe cade nei primi due giorni, per cui l'azione successiva non produce effetti di rilievo sulle varroe, mentre ha continuato a disturbare le api), le applicazioni non zuccherine e per sublimazione sono meno efficaci e per meno tempo.

Azzardo una possibile spiegazione: l'acido ossalico, come tutti gli acidi, richiede umidità per agire. L'aggiunta di zucchero o di glicerolo alla soluzione costituisce, per così dire, una riserva chimica di umidità, che dunque permette all'acido di essere attivo finché dura l'additivo. La soluzione acquosa fornisce direttamente un po' d'acqua, che tuttavia evapora

la ripresa della covata. Deve dunque trattarsi di un effetto dell'acido stesso, di cui però non saprei congetturare un meccanismo.

presto, dopo di che l'acido può agire solo se c'è sufficiente umidità nell'arnia. Il sublimato dipende interamente dall'umidità dell'arnia. Poiché in assenza di covata le api non scaldano più di tanto e quindi non producono molta umidità (l'acqua è un sottoprodotto della trasformazione degli zuccheri del miele in energia: più si scalda, più se ne produce), la presenza di acqua dipende dall'umidità esterna. Se questa è scarsa, l'acido agisce poco. Sia lo zucchero che il glicerolo, inoltre, aumentano l'adesione del liquido e favoriscono la trasmissione per contatto dell'acido da un'ape all'altra, ed è appurato che l'ossalico agisce per contatto e non per ingestione o per evaporazione. In presenza di questi additivi, dunque,

⁸ Non dispongo per questo di registrazioni con datalogger, ma solo di dati trascritti manualmente e a una frequenza ovviamente molto rada.

⁹ Charrière e Imdorf, Oxalic Acid Treatment by trickling against Varroa destructor: recommendations for use in central Europe and under temperate climate conditions, *Bee World* 83, 2002, pp. 51-60

l'acido agisce in modo più efficace. Peraltro, più agisce e più le api scaldano, consumando zuccheri che producono ancora più umidità e permettendo così un prolungamento ulteriore dell'azione dell'acido.

Indicazioni pratiche

Non saprei dire in quale modo precisamente le api siano disturbate, non abbastanza da morire in gran numero ma abbastanza da causare una reazione febbricitante più o meno intensa di durata compresa tra 3 e 5 giorni. Certamente devono trovare fastidioso essere irrorate con un acido molto corrosivo la cui azione si esplica per diversi giorni. Può anche darsi che siano particolarmente colpite le antenne, che da un lato sono molto esposte e dall'altro alloggiavano i sensori di temperatura di cui sono dotate le api. In ogni caso, questo indica che l'acido ossalico non è innocuo per le api: come minimo le infastidisce parecchio.

Le varroe sono naturalmente ancora più dannose a lungo termine. Eliminarle comporta però un prezzo che alcuni apicoltori potrebbero sottovalutare. Il suggerimento che traggio da queste osservazioni è che occorre cercare il giusto equilibrio tra dannosità delle varroe (che può essere stimato solo conoscendo il numero di acari e familiarizzando con la matematica della loro riproduzione) e dannosità dell'acido ossalico, evitando di trattare in modo ripetuto se non è

Congiuntamente, questi meccanismi potrebbero spiegare la minore intensità dell'azione in assenza di zucchero, e la variabilità della durata dell'effetto dell'acido. Del resto è noto anche che accresciute concentrazioni di zucchero

strettamente necessario e soprattutto evitando i trattamenti ripetuti in assenza di covata, che sono poco efficaci contro la varroa (e pericolosi in quanto illusori) ma certamente dannosi per le api. Moderando l'uso dell'acido si riduce anche il rischio che insorgano resistenze (cosa tutt'altro che impossibile: alcuni meccanismi plausibili sono già stati identificati): queste sarebbero una disgrazia per l'apicoltura, perché ci priverebbero dello strumento più efficace di cui disponiamo.

La presumibile dannosità dei trattamenti con zucchero o glicerolo suggeriscono che, nel caso fosse necessario un secondo trattamento per abbattere ulteriormente il numero di acari, si proceda impiegando una formulazione più blanda come il sublimato, per evitare di infliggere un secondo giro di tortura alle medesime api.

Una seconda considerazione riguarda la covata. Non è infrequente che la somministrazione di acido ossalico induca una ripresa temporanea della covata. Delle 13 colonie che ho controllato lo scorso autunno un mese dopo il primo trattamento per eseguirne un secondo, 5 avevano

nella soluzione acida aumentano la mortalità delle api a lungo termine⁹. La crescita di temperatura, in questo caso, potrebbe essere un sintomo precoce di questo effetto.

ancora un residuo della covata iniziata immediatamente dopo il trattamento, mentre altre due hanno iniziato a deporre 2 settimane dopo la somministrazione dell'acido (non saprei se dipenda o meno dal trattamento o se sia parte del ciclo normale di molte colonie, come rilevato da Jeffree e da Moebus¹⁰).

È dunque imperativo non effettuare un secondo trattamento alla cieca, per non correre il rischio di vanificare l'intervento causando danno alle api senza riuscire a colpire la varroa: va preventivamente verificato che non ci sia covata, oppure occorre intervenire entro 8 giorni per anticipare l'opercolazione nel caso fossero presenti delle larve.

In terzo luogo, occorre prestare attenzione ai consumi di miele. Scaldare è energeticamente costoso, e richiede l'uso di parecchio carburante. Le api nell'arnia di osservazione hanno consumato in una settimana un intero favo opercolato di miele, tutte le scorte liquide, e un nutrito di sciroppo. Occorre dunque tenerne conto nel calcolo delle scorte di cui devono essere provviste. ●

***Daniele Besomi**

Ricercatore indipendente

⁹ Edward P. Jeffree, Winter Brood and pollen in honeybee colonies, *Insectes Sociaux*, September 1956, Volume 3, Issue 3, pp. 417-422. B. Möbus, Brood rearing in winter, in *Apimondia, The XXVII-th international congress of apiculture*. Athens, 1979, Bucarest: Apimondia, 1980; e Brood rearing in the winter cluster, in *American Bee Journal*, Luglio 1988.