

Strategie di contenimento/eradicazione e di controllo dell'infestazione da *Aethina tumida*

Franco Mutinelli, IZSVE, CRN per l'apicoltura,
e-mail: fmutinelli@izsvenezie.it

Premessa

Aethina tumida Murray (1867) (*Coleoptera: Nitidulidae*) è un coleottero responsabile di malattia nelle api, soggetto a denuncia in Italia (Ordinanza 20 aprile 2004) e nell'Unione Europea (Direttiva 92/65/CEE del Consiglio; Decisione 2004/216/CE della Commissione), e inserito nell'elenco delle malattie delle api dell'OIE (OIE, 2014).

Originario del Sudafrica (Lundie, 1940) e endemico nell'Africa sub-sahariana, *A. tumida* è considerato un parassita opportunistico ed uno spazzino dell'alveare che invade quando è in cattive condizioni, utilizzandolo come fonte di sostentamento e per deporre le uova. In questo contesto non è considerata una minaccia per l'apicoltura, anche in funzione del comportamento difensivo di *Apis mellifera scutellata* e *Apis mellifera capensis* e della tendenza ad abbandonare l'alveare (*absconding*) di *Apis mellifera scutellata* quando non più ospitale (Lundie, 1940; Elzen *et al.*, 2001; Ellis, 2005).

È stato segnalato per la prima volta al di fuori del suo areale originario negli Stati Uniti, precisamente in Florida, nel 1998, anche se la prima introduzione risale al 1996, causando notevoli danni all'apicoltura statunitense. Gli altri stati in cui il parassita è stato successivamente rilevato sono, nell'ordine, Egitto (2000), Canada e Australia (2002), Messico (2007), ancora Canada (2007 e 2010), El Salvador, Cuba (2013) e più recentemente Nicaragua e Italia (2014) (Gillespie *et al.*, 2003; Clay, 2006; Neumann e Ellis, 2008; Palmeri *et al.*, 2014; Mutinelli *et al.*, 2014). Nel 2004, in Portogallo, nel corso dei controlli all'importazione, sono state rinvenute larve di *A. tumida* nelle gabbiette di trasporto di api regine provenienti dagli USA (Texas). In quella circostanza sono stati distrutti tutto il materiale e le api regine importate, oltre agli apiari in cui le stesse erano state inserite. Questo intervento ha evitato il diffondersi dell'infestazione (Valerio Da Silva, 2014).

Si sottolinea come negli USA e in Australia, *A. tumida* si è insediata stabilmente, mentre in altre aree la sua presenza è stata segnalata solo occasionalmente e, come nel caso del Canada, le condizioni climatiche interferiscono in modo rilevante con il suo ciclo biologico ostacolando l'insediamento.

L'alveare costituisce la sede elettiva per la nutrizione, l'ovideposizione e l'espletamento di parte del ciclo vitale di *A. tumida*. Tuttavia, la capacità di indirizzarsi verso ospiti alternativi, come i bombi (*Bombus* spp.) o le api selvatiche potrebbe costituire una valida strategia di sopravvivenza quando le api sono meno abbondanti o temporaneamente non disponibili (Ambrose, 2000; Spiewok e Neumann, 2006; Hoffmann *et al.*, 2008).

La presenza di *A. tumida* negli USA e Australia ha causato notevoli danni economici all'industria apistica locale (Elzen *et al.*, 2002; Gillespie *et al.* 2003; Hood, 2004, 2011; Neumann e Elzen, 2004; Spiewok *et al.*, 2007). Nel 1998 la stima dei danni negli USA ammontava a 3 milioni di dollari (USD), mentre in Australia, nelle zone meridionali del New South Wales, aveva determinato la morte di un terzo degli alveari ed una perdita economica stimata di 10 milioni di dollari (AUSD) nel Queensland meridionale (Hood, 2011). Il danno economico derivava in particolare dagli effetti negativi della presenza di *A. tumida* in Australia sul mercato interno ed internazionale di pacchi d'ape e api regine (Hood, 2011).

Cenni sulle caratteristiche e la biologia di *A. tumida*

L'insetto adulto è un coleottero dal corpo schiacciato, lungo 5-7 mm e largo 3,2 mm, di colore da bruno scuro a quasi nero. E' attratto dalle sostanze volatili rilasciate dall'alveare (Suazo *et al.*, 2003; Torto *et al.*, 2005), si muove rapidamente sui favi e rifugge la luce (Lundie, 1940). E' in grado di compiere spostamenti anche di 10-16 km, preferibilmente prima o dopo il crepuscolo individualmente, in sciami o ancora unendosi agli sciami di api (Lundie, 1940; Tribe, 2000; Ellis *et al.*, 2003), alla ricerca di alveari "stressati" (Wenning, 2001) da colonizzare. E' stato inoltre dimostrato un elevato livello di scambio di coleotteri fra colonie dello stesso apiario (Elzen *et al.*, 1999, 2000; Ellis e Delaplane, 2006).

L'adulto è un buon volatore (Elzen *et al.*, 1999), particolarmente attivo in questo senso nei primi giorni dopo che è emerso dal terreno (Lundie, 1940), mostrando una tendenza a spostarsi lontano dal punto da cui è emerso nonostante siano presenti alveari nelle immediate vicinanze (Spiewok *et al.*, 2007; Neumann *et al.*, 2012) e tendendo poi divenire più stanziale. *A. tumida* raggiunge la maturità sessuale una settimana dopo essere emersa dal terreno e la femmina depone da 1000 a 2000 uova (Schmolke, 1974; Somerville, 2003) nel corso della sua vita.

Le uova di colore bianco perla, lunghe 1,4 mm e larghe 0,26 mm, sono deposte nelle crepe del legno dell'arnia, ma anche nelle celle di covata e polline e schiudono dopo 2-6 giorni (Hood, 2004).

Le larve sono lunghe da 10 a 11 mm, di colore bianco-crema. Presentano due file di piccole spine filiformi lungo il dorso, oltre a due aculei all'estremità posteriore, e a tre paia di prozampe in corrispondenza dell'estremità anteriore. Le larve e adulti si nutrono di polline, miele e covata di api. La maggior parte delle specie appartenenti alla famiglia *Nitidulidae* si nutre su frutta marcescente, succhi vegetali in fermentazione, funghi, carogne, fiori o polline (Neumann and Elzen, 2004; Stedman, 2006).

Una volta mature (larve vaganti), le larve smettono di alimentarsi, fuoriescono dall'alveare e cadono sul terreno in prossimità dello stesso, dove si impupano e completano il ciclo di sviluppo, passando dallo stadio di larva matura a quello di adulto. Possono tuttavia spostarsi fino a molti metri di distanza dall'alveare alla ricerca del terreno ottimale. La maggior parte delle larve si localizza nei primi 20 cm di spessore del terreno (Pettis e Shimanuki, 2000).

La durata del ciclo biologico di *A. tumida* può variare da 27 a 80 giorni (da uovo ad adulto), in funzione delle condizioni climatiche (umidità e temperatura in particolare). Quando la temperatura scende al di sotto di 10°C, il ciclo di sviluppo si arresta. Tuttavia, le larve sono in grado di sopravvivere nel terreno fino a 3-4 settimane a temperature inferiori a 10°C. Il tipo di suolo, la sua umidità, densità, pendenza, drenaggio, le precipitazioni e la temperatura influenzano notevolmente il ciclo di sviluppo di *A. tumida* (Ellis *et al.*, 2004a; de Guzman *et al.*, 2009). Gli studi condotti in laboratorio indicano che la temperatura può avere un impatto significativo sull'abbondanza di coleotteri in quanto una riduzione della durata del ciclo di sviluppo determina un aumento del numero di generazioni per anno (Lundie, 1940; de Guzman *et al.*, 2007). Nelle condizioni climatiche ottimali sono possibili fino a 6 generazioni. Si ricorda inoltre che *A. tumida* è in grado di superare l'inverno all'interno del glomere, dove sicuramente trova temperature più adatte alla sua sopravvivenza (Pettis e Shimanuki, 2000).

Elevati livelli di infestazione da *A. tumida* non sembrano dovuti a caratteristiche della famiglia di api quali posizione, dimensioni, quantità di scorte e covata o stato dell'ape regina. La diffusione di *A. tumida* è determinata da fattori locali come la densità della popolazione di coleotteri, fenomeni di riproduzione di massa del coleottero e densità dell'ospite (apiari e colonie selvatiche o rinselvatichite) (Spiewok *et al.*, 2008). Pertanto, la modalità principale di diffusione di *A. tumida* su lunghe distanze sembra essere determinata dall'attività dell'apicoltore, attraverso il nomadismo o i pacchi d'ape (Hood, 2000; Caron *et al.*, 2001). Di conseguenza, il controllo della disseminazione di *A. tumida* dovrebbe concentrarsi sulla diffusione mediata dall'attività dell'uomo (Spiewok *et al.*, 2008).

I danni arrecati negli alveari dalle larve sono gravi e consistono nello scavo di tunnel nei favi, con distruzione della covata e dei favi stessi. Le deiezioni delle larve determinano inoltre la fermentazione del miele immagazzinato (che non è più commestibile né per l'uomo né per le api) e la perdita della produzione. Le larve e gli adulti di *A. tumida* si nutrono di miele e polline, ma anche delle uova presenti nei favi di covata.

Una famiglia di api può essere fortemente infestata o addirittura distrutta da *A. tumida* nell'arco di 4 settimane (Elzen *et al.*, 1999; Neumann and Elzen 2004).

Fino ad oggi non è stato ancora possibile definire una soglia di infestazione a cui segue il declino e il collasso di una famiglia (Spiewok *et al.*, 2007) o di danno economico per la presenza di *A. tumida* nell'alveare (Nolan e Hood, 2008; Hood, 2011).

Si rimanda alle pubblicazioni di Hood (2004), Neumann e Elzen (2004) e Cuthbertson *et al.* (2013) per una trattazione dettagliata degli aspetti inerenti la biologia di *A. tumida*.

Contenimento ed eradicazione in Italia

In seguito alla conferma della presenza di *A. tumida* in Italia (Ministero della Salute, 2014a), sono stati disposti: 1. Il rintraccio e controllo a destino degli apiari che hanno effettuato attività di nomadismo durante il periodo estivo in Calabria; 2. Il sequestro di miele, favi e qualsiasi materiale veicolo di contagio in caso di rilevamento di adulti o stadi larvali; 3. Negli apiari di cui al punto 2) si procederà alla distruzione dell'intero apiario e al contestuale trattamento del terreno circostante che dovrà essere arato per una profondità di almeno 20 cm e trattato con sostanze antilarvali. Sono state altresì definite una zona di protezione di 20 km di raggio attorno al focolaio e una zona di sorveglianza di 100 km di raggio.

Le misure finora adottate in Italia dalle autorità sanitarie nell'area di protezione (20 km di raggio) puntano al contenimento e all'eradicazione del coleottero, con lo scopo di impedire che possa diffondersi in altri ambiti apicoli del territorio nazionale. In pratica, si è ricorsi alla distruzione degli apiari infestati e al trattamento del terreno, oltre ovviamente al blocco delle movimentazioni, quale possibile fonte di diffusione.

Contestualmente, ai fini della prevenzione, sono iniziate le ispezioni di apiari posti in un raggio di 100 km dal focolaio iniziale, in base all'analisi del rischio a seguito di movimentazioni, scambi, contatti tra apicoltori. Allo stesso tempo è stato esteso a tutto il territorio della regione Calabria e della Sicilia il divieto di movimentazione in uscita di api e materiale apistico. Anche nelle altre regioni italiane è iniziata un'analoga attività di controllo in apiari potenzialmente a rischio, in base alle movimentazioni di materiali provenienti dall'Italia meridionale (Ministero della Salute, 2014b).

Ai fini della prevenzione, sempre maggiore attenzione deve essere quindi rivolta agli scambi di api e materiale apistico, in quanto la globalizzazione dei mercati non fa eccezioni per l'apicoltura. Il controllo sanitario delle famiglie di api, nell'ambito di un adeguato piano di sorveglianza, anche con il supporto delle trappole, costituisce pertanto l'unica possibilità per rilevare l'eventuale presenza e per prevenire la diffusione del parassita, individuandone al più presto la presenza qualora sia stato inavvertitamente introdotto (Ministero della Salute, 2014). I provvedimenti adottati dal Ministero della Salute italiano sono stati confermati a livello europeo con la Decisione di esecuzione della Commissione 2014/909/UE (Commissione Europea, 2014) (Commissione Europea, 2014). Nello specifico sono state adottate le seguenti misure di protezione: a) divieto di spedizione di partite dei seguenti prodotti dalle zone elencate nell'allegato (tutto il territorio delle regioni Calabria e Sicilia) verso altre zone dell'Unione: i) api mellifere; ii) bombi; iii) sottoprodotti apicoli non trasformati; iv) attrezzature apistiche; v) miele in favo per il consumo umano; b) l'effettuazione immediata di ispezioni ed indagini epidemiologiche comprendenti: i) l'identificazione e il controllo degli spostamenti dei prodotti sopra elencati, da e verso gli apiari e gli stabilimenti di estrazione del miele situati in una zona nel raggio di 20 km dagli alveari in cui è stata confermata la presenza del piccolo coleottero dell'alveare; ii) la notifica immediata alla Commissione dei risultati di tali ispezioni ed indagini epidemiologiche. Inoltre, l'Italia effettua ulteriori ispezioni e indagini

epidemiologiche, comprendenti il controllo dei precedenti spostamenti di prodotti sopra citati, da e verso le zone elencate nell'allegato. La decisione si applica fino a maggio 2015.

Strategia di controllo

Negli stati e territori dove il coleottero si è insediato, USA e Australia, non è stato possibile eradicarlo, in funzione anche del fatto che quando è stato rilevato era già diffuso nel territorio da tempo, rendendo inapplicabile qualsiasi strategia di eradicazione. Si è di conseguenza proceduto all'applicazione di misure di controllo che rendessero compatibile la sua presenza con l'attività apistica. Dette misure mirano quindi a contenere il livello di infestazione degli adulti negli alveari e a prevenire/limitare i possibili danni arrecati dalle larve di *A. tumida* al miele e materiale apistico nei laboratori di smielatura e in magazzino.

Negli USA, l'infestazione da *A. tumida* è stata mantenuta sotto controllo trattando il terreno con insetticidi contenenti permetrina (Baxter *et al.*, 1999; Hood, 2000), soprattutto nel caso di forte infestazione e dopo lo spostamento degli alveari per nomadismo, con l'applicazione di trappole all'interno dell'alveare (Hood, 2004, 2011) e con il trattamento delle colonie infestate con un farmaco a base di coumaphos posizionato sul fondo dell'arnia (Elzen *et al.*, 1999). Anche se efficace, la lotta chimica convenzionale comporta rischi di resistenza dei parassiti come nel caso di *Varroa destructor* Anderson & Trueman (Spreafico *et al.*, 2001; Elzen e Westerwelt, 2002; Pettis, 2004) e di residui chimici nei prodotti delle api (Wallner, 1999; Bogadanov, 2006).

Buone pratiche apistiche

Le buone pratiche apistiche possono essere di aiuto agli apicoltori per limitare l'esposizione delle loro famiglie di api ad *A. tumida*.

Gli apicoltori devono conoscere *A. tumida* e la sua biologia e come identificarla. Gli apicoltori devono ispezionare gli alveari per individuare *A. tumida*.

Gli apicoltori devono essere consapevoli dei rischi a cui vanno incontro nello spostare i loro alveari in aree in cui *A. tumida* è presente o in aree vicine a quelle in cui è stata rilevata. Gli apicoltori possono consultare il sito web dell'IZS delle Venezie (www.izsvenezie.it) per informazioni aggiornate sulla diffusione di *A. tumida*.

La gestione delle famiglie di api è una delle misure più importanti per prevenire i danni causati da *A. tumida*. Famiglie ben popolate, sane e forti possono assicurare un'ulteriore difesa nei confronti di *A. tumida*.

Ogni apicoltore dovrebbe:

- gestire le famiglie per una forza ottimale e rafforzare colonie deboli quando possibile,
- mantenere regine sane e affrontare precocemente ogni problema connesso alla regina,
- ridurre al minimo la quantità di favi non occupati da api in funzione della popolazione di api - fare attenzione al momento in cui si posano i melari,
- rimuovere tempestivamente tutte le colonie morte dall'apiario e controllare i favi per la presenza di *A. tumida* prima di riporre il materiale apistico o di riutilizzarlo,
- tenere pulito l'apiario rimuovendo eventuali detriti di cera derivanti da favi rotti o raschiatura di cera (Ellis, 2002; Kozak, 2010).

Controllo non farmacologico

Trappole

Sono state messe a punto diverse tipologie di dispositivi (trappole) che possono essere utilizzate per catturare gli adulti di *A. tumida* sia con finalità diagnostiche (Schäfer *et al.*, 2008; Schäfer *et al.*, 2010) sia come strumento di controllo dell'infestazione (Hood e Miller, 2003; Hood, 2011). In quest'ultimo caso la trappola non è in grado di catturare tutti i coleotteri presenti nell'alveare, ma ne può ridurre il loro numero in maniera sensibile. La maggior parte delle trappole funziona sfruttando la naturale tendenza degli adulti di *A. tumida* a cercare spazi riparati dalla luce, ristretti e non accessibili alle api, in cui nascondersi.

Trappole diagnostiche

Le trappole diagnostiche sono utilizzate per facilitare il rilievo della presenza di *A. tumida* a supporto della visita clinica dell'alveare. La trappola più comune è costituita da un cartone ondulato o meglio da un inserto in policarbonato (75 x 10 cm) con fori di 3-4 mm di lato. La trappola viene inserita nell'alveare attraverso la porticina e lasciata in posizione, sul fondo dello stesso, per almeno 48 ore prima di rimuoverla per il suo esame (Schäfer *et al.*, 2008; Schäfer *et al.*, 2010). L'esame si effettua osservando direttamente l'eventuale presenza di coleotteri adulti in trasparenza, nel caso di fogli di policarbonato trasparente, oppure esaminando in controluce ciascun foro della trappola se il policarbonato è colorato. I coleotteri possono essere recuperati per l'ulteriore analisi sbattendo la trappola sulle pareti interne di un contenitore sul cui fondo è presente acqua e sapone (il coleottero caduto in tale soluzione non riesce a fuggire). L'efficacia delle trappole tende a diminuire quando la temperatura ambientale scende al di sotto dei 20°C (Schäfer, comunicazione personale). Infatti, le api sono meno attive, di conseguenza il coleottero è meno disturbato e quindi si muove meno e non si trova nella necessità di dover cercare rifugio nella trappola.

Trappole per il controllo degli adulti

Le trappole per il controllo dell'infestazione consistono in un serbatoio chiuso nella parte superiore da una griglia che consente al coleottero di entrarvi (Hood *et al.*, 2003; Hood, 2011; Bernier *et al.*, 2014). In aggiunta, nel serbatoio possono essere versati olio vegetale o aceto in cui i coleotteri rimangono bloccati e muoiono. Va ricordato che l'aceto ha un'azione attrattiva nei confronti dei coleotteri della famiglia *Nitidulidae* a cui *A. tumida* appartiene (Nolan e Hood, 2008). Queste trappole sono posizionate all'interno dell'alveare, solitamente tra due portafavi. Di conseguenza, per il loro controllo è necessario procedere all'apertura dell'alveare.

Controllo farmacologico

Analogamente a quanto già avviene per i trattamenti effettuati per il controllo dell'infestazione da *Varroa destructor*, anche nel caso di *A. tumida* qualsiasi trattamento deve essere effettuato in assenza di melario e nel rispetto dei tempi di sospensione indicati nel foglietto illustrativo del farmaco utilizzato.

Controllo farmacologico nell'alveare

Sebbene i trattamenti farmacologici oggi disponibili possano ridurre il numero di adulti di *A. tumida* in una famiglia api, non sono in grado di eliminare completamente l'infestazione.

USA/Canada

Negli USA e in Canada per il controllo di *A. tumida* è autorizzato un farmaco denominato Checkmite+® (Bayer HealthCare), il cui principio attivo è il coumaphos (Elzen *et al.*, 1998; Elzen *et al.*, 1999; Sanford *et al.*, 1999; Mostafa e Williams, 2002; Neumann e Hoffman, 2008; Kozak, 2010). Questo farmaco era stato sviluppato inizialmente per il controllo di *Varroa destructor*, ma il suo utilizzo è stato poi esteso anche al controllo di *A. tumida*. Nell'Unione Europea, questo farmaco è autorizzato in alcuni stati membri (Grecia, Spagna, Cipro, Bulgaria, Romania, Svezia) per il solo controllo della infestazione da *Varroa destructor* (Mutinelli, 2014).

Questa classe di sostanze chimiche è relativamente tossica per le api e gli esseri umani. E' necessaria quindi un'adeguata attenzione nella sua applicazione e, come nel caso di qualsiasi trattamento, è necessario leggere e seguire attentamente le istruzioni riportate nel foglietto illustrativo.

Principio attivo: coumaphos [0,0-Diethyl 0-(3-chloro-4-methyl-2-oxo-2H-1-benzopyran-7-yl) Phosphorothioate], è un estere fosforico liposolubile volatile con proprietà ectoparassitocida, efficace contro insetti e acari.

Concentrazione: 10% peso/peso di coumaphos per striscia (1,36 g di coumaphos per striscia).

Meccanismo d'azione: il coumaphos, o il suo metabolita bioattivato oxon, agisce attraverso l'inattivazione dell'acetilcolinesterasi, interferendo quindi con la trasmissione dell'impulso nervoso.

Modalità di utilizzo: preparare un pezzo di cartone ondulato rimuovendo la superficie di un lato per esporre le scanalature all'interno del cartone. Ritagliare il cartone delle dimensioni di circa 15 x 15 cm, tagliare a metà trasversalmente una striscia di Checkmite+® e applicare le due metà sul lato ondulato del cartone stesso. Coprire i bordi del lato liscio del cartone (il lato opposto alle scanalature) con del nastro adesivo, per evitare che le api mastichino o rimuovano il cartone, o utilizzare lamine ondulate in plastica con la scanalatura solo su un lato al posto del cartone. Posizionare il cartone così preparato al centro del fondo dell'alveare attraverso la porticina con la striscia di Checkmite+® rivolta verso il basso a contatto con il fondo stesso in modo che i coleotteri possano entrare nelle scanalature ed essere esposti al principio attivo. Al tempo stesso, le api non possono infilarsi sotto il cartone e venire a contatto con la striscia di CheckMite+®.

Efficacia: fino al 90,2% di mortalità dei coleotteri adulti (Elzen *et al.*, 1999). Tuttavia, questo studio ha considerato solo i coleotteri adulti presenti sul fondo dell'alveare e quindi il risultato ottenuto sottostima con ogni probabilità il livello di infestazione delle famiglie e di conseguenza anche l'efficacia del trattamento.

Efficacia nei pacchi d'ape: 94,5% (Baxter *et al.*, 1999)

Durata trattamento: 42 gg (max 4 trattamenti/anno)

Tempo di sospensione: 14 gg

Effetti indesiderati: l'uso di CheckMite+® è sconsigliato negli alveari destinati alla produzione di celle reali.

Residui: il coumaphos è liposolubile e di conseguenza tende ad accumularsi più facilmente nelle sostanze lipidiche come la cera (Wallner, 1999; Bogdanov, 2006).

MRL nel miele: 100 ng/g (Regolamento (UE) N. 37/2010 della Commissione)

Checkmite+® può essere utilizzato per la diagnosi di *A. tumida* lasciandolo nell'alveare come descritto sopra per una settimana, quindi verificare la presenza di coleotteri morti (Kozak, 2010).

Resistenza al coumaphos

Nell'utilizzo del coumaphos nel controllo dell'infestazione da *A. tumida* è importante tenere conto della possibilità dello sviluppo di fenomeni di farmacoresistenza, anche se a tutt'oggi non esistono segnalazioni

in questo senso (Neumann e Hoffmann, 2008). Tuttavia, il ricorso a questo principio attivo nella lotta alla varroa ha già evidenziato da tempo l'insorgenza di questi fenomeni come documentato sia in Italia (Spreatico *et al.*, 2001) sia negli USA (Elzen e Westervelt, 2002; Pettis, 2004).

Il meccanismo della resistenza al coumaphos nella Varroa non è noto, tuttavia potrebbe essere coinvolto il sistema di detossificazione mediato dall'esterasi (Sammataro *et al.*, 2005). Il meccanismo della resistenza probabilmente segue quello osservato nella zecca dei bovini del sud, *Boophilus microplus*, che comprende la insensibilità all'acetilcolinesterasi e un'aumentata detossificazione metabolica (Li *et al.*, 2005).

Australia

In Australia, per il controllo di *A. tumida*, la Australian Pesticides and Veterinary Medicines Authority (APVMA) ha autorizzato un rifugio-trappola denominato Apithor™ (<http://www.apithor.com.au/index.html>) (Levot, 2012), il cui principio attivo è il fipronil (Levot, 2007, 2008).

Levot (2007) ha sviluppato e testato in campo con successo un rifugio-trappola per *A. tumida* composto da due parti, un involucro in plastica a prova di manomissione contenente al suo interno un cartone tamburato trattato con fipronil. Il rifugio-trappola è efficace facendo registrare una mortalità di coleotteri adulti del 62% ed una riduzione del loro numero fino al 96% in alveari in cui era stata posizionato un solo rifugio-trappola (Levot, 2008).

Principio attivo: fipronil, noto anche come fluocianobenpirazolo, 300 mg per rifugio-trappola

Durata trattamento: 6 settimane

Meccanismo d'azione: è un insetticida ad ampio spettro che altera l'attività del sistema nervoso centrale dell'insetto impedendo il passaggio degli ioni cloruro attraverso il recettore del GABA ed il recettore del Glut-Cl, determinando la ipereccitazione dei nervi e dei muscoli degli insetti colpiti. La selettività d'azione del fipronil nei confronti degli insetti dipende da una maggiore efficacia a livello dei recettori del GABA, ma anche dal fatto che i recettori del Glu-Cl non sono presenti nei mammiferi.

Modalità di utilizzo: Apithor™ viene posizionato sul fondo dell'alveare ben aderente al fondo stesso

Efficacia: riduzione del numero di coleotteri adulti fino al 96% in alveari in cui è stato posizionato un solo rifugio-trappola

Durata trattamento: 6 settimane

Effetti indesiderati: nessuno

Residui: da <LOQ ad un massimo di 0,1 ng/g nel miele presente negli alveari durante la sperimentazione di campo (Levot, 2008) (http://www.apithor.com.au/how_apithor_works.html)

MRL nel miele: 0,1 mg/kg (APVMA)

Controllo chimico al di fuori dell'alveare (terreno)

La fase di pupa del ciclo biologico di *A. tumida* si svolge al di fuori dell'alveare e precisamente nel terreno circostante l'alveare stesso (Lundie, 1940; Hood, 2000, 2004). Questa caratteristica offre l'opportunità di aggredire il coleottero (larve, pupe, giovani adulti) in questa sede attraverso il trattamento del terreno circostante l'alveare (Hood, 2000, 2011) per almeno 90-180 cm di distanza dallo stesso (Pettis e Shimanuki, 2000). In molti stati degli USA, GardStar® (p.a. permetrina 40%) è stato registrato ed ampiamente utilizzato per questo scopo e raccomandato anche per uccidere le pupe residue presenti nel terreno dopo che le colonie infestate erano state spostate (per il nomadismo) (Delaplane, 1998). In Australia, la National Registration Authority (NRA) ha autorizzato il trattamento del terreno con l'insetticida Farnoz Permex EC e altri prodotti a base di permetrina (500 g/l permetrina) (White, 2003). In Italia, il trattamento è stato effettuato utilizzando Deadyne (Blueline srl, Forlì, Italia) all'1% (cipermetrina 6,85% e tetrametrina 1,25%), dopo aratura del terreno ad una profondità di 20-30 cm (Mutinelli *et al.*, 2014).

Negli USA gli apicoltori hanno sempre utilizzato la permetrina per il controllo delle larve e delle pupe nel terreno (Hood, 2004). Tuttavia, il suo uso continuo può dare origine a fenomeni di resistenza (Hemingway e Ranson, 2000) ed effetti collaterali indesiderati sia sulle api sia sull'uomo (Hassan *et al.*, 1983; WHO, 1980).

Altri principi attivi (acidi organici, oli essenziali)

Studi sono stati condotti per verificare l'efficacia di altri principi attivi quali acidi organici (Schäfer *et al.*, 2009; Buchholz *et al.*, 2011) e oli essenziali (Ellis e Delaplane, 2007; Buchholz *et al.*, 2011) nell'ottica di strategie di lotta integrata contro *A. tumida*.

Dagli studi di Schäfer *et al.* (2009) e Buchholz *et al.* (2011) sugli acidi organici (acido formico, ossalico, lattico, citrico, acetico) si evince che il trattamento di favi contenenti polline/miele infestati da *A. tumida* con acido acetico aumenta in modo significativo la mortalità dei coleotteri adulti e che il trattamento con acido formico riduce in modo significativo l'infestazione larvale. Il trattamento con acidi organici dei favi conservati nel magazzino potrebbe aiutare a ridurre i danni causati da *A. tumida* (Schäfer *et al.*, 2009). Tuttavia, Buchholz *et al.* (2011) concludono che la maggior parte degli acidi organici testati non sono adatti per il controllo di *A. tumida*.

Apilife VAR®, i cui principi attivi sono timolo, canfora, mentolo, eucaliptolo e già utilizzato nel controllo di *Varroa destructor* è risultato tossico solo nei confronti delle larve vaganti di *A. tumida* (Ellis e Delaplane, 2007). Il timolo non è risultato invece adatto al controllo di *A. tumida* negli studi condotti da Buchholz *et al.*

(2011). Infatti, nessuna delle concentrazioni utilizzate (10, 20, 50 mg, 99%) ha dimostrato alcun effetto sulla mortalità di *A. tumida* negli stadi vitali testati (uova, larve e adulti) fino a 72 ore di esposizione.

Altri metodi di controllo

Funghi entomopatogeni

Il controllo biologico mediante microrganismi patogeni ed in particolare funghi entomopatogeni ha la potenzialità di costituire un'alternativa agli insetticidi chimici (Lacey *et al.*, 2001). Inoltre, i funghi patogeni sono spesso molto specifici e non tossici per i vertebrati (Lacey *et al.*, 2001). Adulti e larve di *A. tumida* si nutrono sulla frutta (Ellis *et al.*, 2002) o prodotti dell'alveare in fermentazione e si riproducono prontamente sui favi vecchi e ammuffiti. Queste osservazioni farebbero pensare che *A. tumida* sia in grado di tollerare diversi microrganismi patogeni presenti naturalmente nel suo ambiente. Tuttavia, già Lundie (1940) aveva segnalato un potenziale controllo fungino non meglio identificato in relazione ad un'elevata mortalità di *A. tumida* allevata in laboratorio. Analogamente, Ellis *et al.* (2004b) aveva registrato una mortalità del 32% in pupe di *A. tumida* dopo contatto di larve mature con pupe uccise da un possibile patogeno. Cinque specie fungine erano state isolate dalle pupe uccise dal potenziale patogeno di cui sopra: due di queste erano *Aspergillus niger* van Tieghem (*Eurotiaceae*) e *A. flavus* Link:Grey (*Eurotiaceae*). Entrambe le specie sono funghi cosmopoliti del terreno che sembrano infettare lo stadio di pupa di *A. tumida* quando le larve lasciano l'alveare e si interrano per impuparsi. Mortalità di *A. tumida* era stata osservata anche nel corso dell'allevamento massivo del coleottero (Müerrle e Neumann, 2004). Uno studio di Leemon e McMahon (2009) ha dimostrato che diversi isolati di *Metarhizium* e *Beauveria* manifestano una buona efficacia contro larve e adulti di *A. tumida* in laboratorio. In generale, *Metarhizium* è più efficace nei confronti delle larve, mentre *Beauveria* nei confronti degli adulti. Tre isolati di *Metarhizium* hanno ucciso il 70% delle larve in settima giornata, mentre due diversi isolati di *Beauveria* hanno determinato il 99 e il 100% di mortalità di adulti di *A. tumida* rispettivamente 14 giorni dopo il trattamento. I generi fungini *Beauveria*, *Metarhizium*, *Hirsutella* e *Lecanicillium* sono entomopatogeni generici con differenze di specie e di ceppo specifiche per quanto riguarda specificità e virulenza nei confronti di diversi insetti (Kendrick, 1992; Lacey *et al.*, 2001; Cuthbertson and Walters, 2005; North *et al.*, 2006; Cuthbertson *et al.*, 2005, 2008). Mürrle *et al.* (2006) hanno segnalato risultati promettenti in merito agli effetti di diverse specie di funghi entomopatogeni nei confronti di *A. tumida* e raccomandano di testare ulteriori specie nell'ottica di sviluppare un efficiente insetticida fungino.

Nematodi entomopatogeni

Cabanillas and Elzen (2006) hanno studiato la suscettibilità delle larve migranti a nematodi entomopatogeni disponibili in commercio. E' stato dimostrato che le larve sono sensibili a *Steinernema carpocapsae*, S.

riobrave e *Heterorhabditis megidis* e si ipotizza che la mortalità potrebbe essere aumentata colpendo gli stadi pupali del coleottero, soprattutto nei periodi dell'anno in cui i coleotteri trascorrono molti giorni nel terreno prima che gli adulti emergano. Uno studio recente ha dimostrato che nematodi entomopatogeni generici come *S. riobrave*, *S. carpocapsae*, *S. kraussei* e *H. indica* hanno la possibilità di controllare lo stadio larvale di *A. tumida* dopo una singola applicazione sul terreno (Ellis *et al.*, 2010; Cuthbertson *et al.*, 2012). Ellis *et al.* (2010) dichiarano che i nematodi potrebbero essere usati come utile strumento nelle strategie di lotta integrata che mirano a ridurre le popolazioni di *A. tumida* al di sotto del livello di danno economico accettabile. Cuthbertson *et al.* (2012) hanno dimostrato che i nematodi *S. carpocapsae* e *S. kraussei* determinano la morte di tutte le larve impupate in recipienti contenenti sabbia e che i nematodi fuoriescono prontamente dalle larve sezionate.

Bacillus thuringiensis

Sono stati testati tre diversi ceppi di *Bacillus thuringiensis* [*B. thuringiensis*, var. *aizawai* (B401®), *B. thuringiensis* var. *kurstaki* (Novodor®) e *B. thuringiensis* var. *San Diego tenebrionis* (Jackpot®)] e Perizin® (3.2% coumaphos), ciascuno applicato sui favi mediante una dieta di polline somministrata a coppie di coleotteri. La finalità della prova consisteva nel valutare la loro capacità di interferire con la riproduzione di *A. tumida*. Mentre nessuno dei ceppi di *B. thuringiensis* ha dimostrato un effetto significativo sul numero di larve vaganti prodotte, gli autori hanno confermato l'efficacia del coumaphos nel controllo del piccolo coleottero dell'alveare. La stessa è stata confermata anche quando applicato sui favi a concentrazioni più basse e in forma liquida. Gli autori concludono sottolineando l'opportunità di continuare la ricerca di un ceppo di *B. thuringiensis* efficace che infetti naturalmente *A. tumida* nel suo areale naturale o in nuovi areali. Lo stesso potrebbe diventare quindi uno strumento per il controllo integrato di *A. tumida* (Buchholz *et al.*, 2006).

Calce e polvere di diatomee

Poiché la calce spenta e il carbonato di calcio sono sostanze idrofile ed innalzano il pH, potrebbero influenzare l'impupamento di *A. tumida* o essere utilizzate come mezzo alternativo di controllo nelle trappole inserite nell'alveare. Buchholz *et al.* (2009) hanno dimostrato sperimentalmente che la calce spenta e la polvere di diatomee (FS 90.0s) possono rappresentare alternative idonee al controllo chimico tradizionale di *A. tumida*. Mentre la calce spenta ostacola l'impupamento delle larve migranti, la polvere di diatomee risulta letale sia per gli adulti sia per le larve quando inserita nelle trappole posizionate nell'alveare e per le larve in test di laboratorio. Si ritiene inoltre che il terreno trattato ad esempio con calce spenta non sia idoneo per l'impupamento delle larve per le proprietà sopra ricordate (pH elevato e disidratazione) (Ellis *et al.*, 2004a).

Non è stato invece dimostrato alcun effetto sul controllo di *A. tumida* da parte del carbonato di calcio polverizzato (Buchholz *et al.*, 2009).

Accorgimenti per la sala di smielatura/deposito dei melari

A. tumida può infestare e causare danni alle attrezzature apistiche e può contaminare il miele. I melari possono essere responsabili della introduzione sia delle larve sia degli adulti di *A. tumida* nella sala di smielatura e nel deposito dei melari. Inoltre, è ben nota la possibilità che nella sala di smielatura avvenga una riproduzione di massa di *A. tumida* (Lundie, 1940; Eischen *et al.*, 1999). Gli apicoltori devono sempre porre attenzione alla presenza di *A. tumida* quando rimuovono i melari dagli alveari e li portano nel magazzino o nella sala di smielatura.

Nel caso in cui *A. tumida* è presente nel magazzino o nella sala di smielatura è importante seguire le seguenti pratiche (Ellis, 2002; Kozak, 2010):

- il miele deve essere estratto dai melari immediatamente (non più di 2-3 giorni) dopo che sono stati rimossi dagli alveari
- se possibile, utilizzare sempre l'escludi-regina e, se ciò non avviene, assicurarsi che non ci sia covata nei melari
- utilizzare il deumidificatore per mantenere l'umidità relativa inferiore al 50%
- assicurarsi che i locali di conservazione dei melari e di smielatura siano mantenuti come il più possibile puliti
- pulire accuratamente i locali di conservazione dei melari e di smielatura subito dopo che è stata completata la maggior parte dell'attività di smielatura
- rimuovere i seguenti materiali o conservarli in contenitori a prova di *A. tumida*: favi, cera di opercoli, residui della lavorazione della cera
- conservare favi di miele, favi smielati e melari non inutilizzati in congelatore (-18/-20°C), o in camera fredda (< 10°C) o in un locale con bassa umidità relativa (<50%).

Conclusioni

Da quanto esposto si evidenzia la complessità della gestione del contenimento/eradicazione e del controllo dell'infestazione da *A. tumida* che non si limita agli interventi di buona pratica apistica e farmacologici negli alveari, ma implica anche, in relazione al ciclo biologico di *A. tumida*, interventi di bonifica del terreno circostante gli alveari e specifiche precauzioni per la gestione dei melari nei locali di smielatura e del materiale apistico immagazzinato. Si sottolinea inoltre che l'opportunità del trattamento farmacologico deve essere valutata in funzione dell'infestazione e non può essere applicato di routine a tutti gli apiari

(Hood, 2011). Ne deriva quindi che sono auspicabili approcci alternativi al controllo dell'infestazione da *A. tumida* nell'alveare e nel suolo, nel contesto di un controllo integrato delle specie nocive per le api, considerata anche la non specificità dei trattamenti del terreno. Va tuttavia sottolineato che, ad oggi, i risultati ottenuti negli studi condotti sui possibili metodi alternativi per il controllo di *A. tumida* non hanno ancora trovato una reale applicazione pratica.

Bibliografia

1. Ambrose J.T., Stanghellini M.S., Hopkins D.I. 2000 A scientific note on the threat of small hive beetles (*Aethina tumida* Murray) to bumble bee (*Bombus* spp.) colonies in the United States. *Apidologie* 31, 455-456.
2. Baxter J.R., Elzen P.J., Westervelt D., Causey D., Randall C., Eischen F.A., Wilson W.T. 1999 Control of the small hive beetle *Aethina tumida* in package bees. *American Bee Journal* 139, 792-793.
3. Bernier M., Fournier V., Eccles L., Giovenazzo P. 2014 Control of *Aethina tumida* (Coleoptera: Nitidulidae) using in-hive traps. *Canadian Entomology* 00: 1-12.
4. Bogdanov S. 2006 Contaminants of bee products. *Apidologie* 37, 1-18.
5. Buchholz S., Neumann P., Merkel K., Randall Hepburn H. 2006 Evaluation of *Bacillus thuringiensis* Berliner as an alternative control of small hive beetles, *Aethina tumida* Murray (Coleoptera: Nitidulidae). *Journal of Pest Science* 79, 251-254.
6. Buchholz S., Merkel K., Spiewok S., Pettis J.S., Duncan M., Spooner-Hart R., Ulrichs C., Ritter W., Neumann P. 2009 Alternative control of *Aethina tumida* Murray (Coleoptera: Nitidulidae) with lime and diatomaceous earth. *Apidologie* 40, 535-548.
7. Buchholz S., Merkel K., Spiewok S., Imdorf A., Pettis J.S., Westervelt D., Ritter W., Duncan M., Rosenkranz P., Spooner-Hart R., Neumann P. 2011 Organic acids and thymol: Unsuitable for alternative control of *Aethina tumida* (Coleoptera: Nitidulidae)? *Apidologie* 42, 349-363.
8. Cabanillas H.E., Elzen P.J. 2006 Infectivity of entomopathogenic nematodes (*Steinernematidae* and *Heterorhabditidae*) against the small hive beetle *Aethina tumida* (Coleoptera: Nitidulidae). *Journal of Apicultural Research* 45, 49-50.
9. Caron D.M., Park A., Hubner J., Mitchell R., Smith I.B. 2001 Small hive beetle in the Mid-Atlantic states. *American Bee Journal* 141, 776-777.
10. Clay H. 2006. Small hive beetle in Canada. *Hivelights* 19, 14-16.
11. Cuthbertson A.G.S., Walters K.F.A. 2005 Pathogenicity of the entomopathogenic fungus *Lecanicillium muscarium* against the sweetpotato whitefly *Bemisia tabaci* under laboratory and glasshouse conditions. *Mycopathologia* 160, 315-319.

12. Cuthbertson A.G.S., Blackburn L.F., Northing P., Luo W., Cannon R.J.C., Walters K.F.A. 2008. Further compatibility tests of the entomopathogenic fungus *Lecanicillium muscarium* with conventional insecticide products for control of sweetpotato whitefly, *Bemisia tabaci* on poinsettia plants. *Insect Science* 15, 355-360.
13. Cuthbertson A.G.S., Mathers J.J., Blackburn L.F., Powell M.E., Marris G., Pietravalle S., Brown M.A., Budge G.E. 2012 Screening commercially available entomopathogenic biocontrol agents for the control of *Aethina tumida* (Coleoptera: Nitidulidae) in the UK. *Insects* 3, 719–726.
14. Cuthbertson A.G.S., Wakefield M.E., Powell M.E., Marris G., Anderson H., Budge G.E., Mathers J.J., Blackburn L.F., Brown M.A. 2013 The small hive beetle *Aethina tumida*: A review of its biology and control measures. *Current Zoology*, 59, 644–653.
15. Valério Da Silva M.J. 2014 The first report of *Aethina tumida* in the European Union, Portugal 2004. *Bee World*, 91(4), 90-91.
16. de Guzman L.I., Frake A.M. 2007 Temperature affects *Aethina tumida* (Coleoptera: Nitidulidae) development. *Journal of Apicultural Research* 46, 88-93.
17. de Guzman L.I., Prudente J.A., Rinderer T.E., Frake A.M., Tubbs H. 2009 Population of small hive beetles (*Aethina tumida* Murray) in two apiaries having different soil textures in Mississippi. *Science of Bee Culture* 1, 4-8.
18. Delaplane K.S. 1998 The small hive beetle *Aethina tumida* in the southeast. *American Bee Journal* 138, 884–885.
19. Ellis J.D., Neumann P., Hepburn R., Elzen P.J. 2002 Longevity and reproductive success of *Aethina tumida* (Coleoptera: Nitidulidae) fed different natural diets. *Journal of Economic Entomology* 95, 902-907.
20. Ellis J.D., Hepburn H.R., Delaplane K.S., Elzen P.J. 2003 A scientific note on small hive beetle (*Aethina tumida*) oviposition and behaviour during European (*Apis mellifera*) honey bee clustering and absconding events. *Journal of Apicultural Research* 42, 47-48.
21. Ellis J.D., Hepburn H.R., Luckmann B., Elzen P.J. 2004a. Effects of soil type, moisture and density on pupation success of *Aethina tumida* (Coleoptera: Nitidulidae). *Environmental Entomology* 33, 794-798.
22. Ellis J.D., Rong I.H., Hill M.P., Hepburn H.R., Elzen P.J. 2004b. The susceptibility of small hive beetle (*Aethina tumida* Murray) pupae to fungal pathogens. *American Bee Journal* 144: 486-488.
23. Ellis J.D., Delaplane K.S. 2006 The effects of habitat type, ApilifeVAR, and screened bottom boards on small hive beetle (*Aethina tumida*) entry into honey bee (*Apis mellifera*) colonies. *American Bee Journal* 146, 537-539.
24. Ellis J.D., Spiewok S., Delaplane K.S., Buchholz S., Neumann P., Tedders W.L. 2010 Susceptibility of *Aethina tumida* (Coleoptera: Nitidulidae) larvae and pupae to entomopathogenic nematodes. *Journal of Economic Entomology* 103, 1-9.

25. Elzen P.J., Batxer J.R., Westervelt D., Ivera R., Cutts L., Randall C., Wilson W.T. 1998. Small hive beetle control: USDA initial lab study results. *Bee Culture* 10, 19-20.
26. Elzen P.J., Baxter J.R., Westervelt D., Randall C., Delaplane K.S., Cutts L., Wilson W.T. 1999 Field control and biology studies of a new pest species, *Aethina tumida* Murray (*Coleoptera, Nitidulidae*), attacking European honey bees in the Western Hemisphere. *Apidologie* 30, 361-366.
27. Elzen P.J., Baxter J.R., Westervelt D., Randall C., Wilson W.T. 2000 A scientific note on observations of the small hive beetle, *Aethina tumida* Murray (*Coleoptera, Nitidulidae*) in Florida, USA. *Apidologie* 31, 593-594.
28. Elzen P.J., Westervelt D., Ellis J.D., Hepburn H.R., Neumann P. 2002 Method of application of tylosin, an antibiotic for American foulbrood control, with effects on small hive beetle (*Coleoptera: Nitidulidae*) populations. *Journal of Economic Entomology* 95, 1119-1122.
29. Elzen P.J., Westervelt D. 2002 Detection of Coumaphos resistance in *Varroa destructor* in Florida. *American Bee Journal* 142, 291-292.
30. Decisione della Commissione del 1 marzo 2004 che modifica la direttiva 82/894/CEE del Consiglio concernente la notifica delle malattie degli animali nella Comunità al fine di includere talune malattie degli equidi e talune malattie delle api nell'elenco delle malattie soggette a denuncia (2004/216/CE). (G.U.U.E. L 67 del 5 marzo 2004, pp. 27-30).
31. Decisione di esecuzione della Commissione del 12 dicembre 2014 relativa ad alcune misure di protezione a seguito della presenza confermata del piccolo scarabeo dell'alveare in Italia (2014/909/UE). (G.U.C.E. L 359, 16 dicembre 2014, pp. 161-163).
32. Direttiva 92/65/Cee del Consiglio, del 13 luglio 1992, che stabilisce norme sanitarie per gli scambi e le importazioni nella Comunità di animali, sperma, ovuli e embrioni non soggetti, per quanto riguarda le condizioni di polizia sanitaria, alle normative comunitarie specifiche di cui all'allegato A, sezione I, della direttiva 90/425/CEE. (G.U.C.E. n. L 268 del 14 settembre 1992, pp. 54-72).
33. Gillespie P., Staples J., King C., Fletcher M.J., Dominiak B.C. 2003 Small hive beetle, *Aethina tumida* (Murray) (*Coleoptera: Nitidulidae*) in New South Wales. *General and Applied Entomology* 32, 5-7.
34. Hassan S.A., Bigler F., Bogenschütz H. 1983 Results of the second joint pesticide testing programme by the IOBC/WPRS-Working Group "Pesticides and beneficial arthropods". *Zeitschrift für Angewandte Entomologie* 95, 151-158.
35. Hemingway J., Ranson H. 2000 Insecticide resistance in insect vectors of human diseases. *Annual Review of Entomology*, 45, 371-391.
36. Hoffmann D., Pettis J., Neumann P. 2008 Potential host shift of the small hive beetle *Aethina tumida* to bumblebee colonies *Bombus impatiens*. *Insectes Sociaux* 55, 153-162.
37. Hood W.M. 2000 Overview of the small hive beetle *Aethina tumida* in North America. *Bee. World* 81, 129-137.

38. Hood W.M., Miller A.G. 2003 Trapping small hive beetles (Coleoptera: Nitidulidae) inside colonies of honey bees (*Hymenoptera: Apidae*). *American Bee Journal* 143, 405-409.
39. Hood W.M. 2004 The small hive beetle, *Aethina tumida*: a review. *Bee World* 85, 51-59
40. Hood W.M. 2011 Handbook of Small Hive Beetle IPM. Clemson University Cooperative Extension Program. Extension Bulletin 160, October 2011, pp. 20.
41. Kendrick B, 1992. The Fifth Kingdom. 2nd edn. Newburyport, MA: Focus Information Group Inc..
42. Kozak P. 2010 Small Hive Beetle treatment recommendations. OMAFRA, Ontario, Canada, September 2010, pp. 2.
43. Lacey L.A., Frutos H.K., Vail P. 2001 Insect pathogens as biological control agents: Do they have a future? *Biological Control* 21, 230-248.
44. Leemon D., McMahon J. 2009 Feasibility study into in-hive fungal bio-control of small hive beetle. Project report No. PRJ- 000037 for Australian Government Rural Industries Research and Development Corporation, pp. 19.
45. Levot G. 2007 Insecticidal control of small hive beetle. Project report No. DAN 216A for Australian Government Rural Industries Research and Development Corporation, pp. 27.
46. Levot G. 2008 Feasibility of in-hive control of adult small hive beetles *Aethina tumida* Murray (Coleoptera: Nitidulidae) with an insecticide treated refuge trap. *General and Applied Entomology* 37, 21-25.
47. Levot G. 2012 Commercialization of the small hive beetle harbourage device. Project report No. PRJ- 004606 for Australian Government Rural Industries Research and Development Corporation, pp. 33.
48. Li A.Y., Pruett J.H., Davey R.B., George J.E. 2005 Toxicological and biochemical characterization of coumaphos resistance in the San Roman strain of *Boophilus microplus* (Acari: Ixodidae), *Pesticide Biochemistry and Physiology* 81, 145-153.
49. Lundie A.E. 1940 The small hive beetle, *Aethina tumida*. *Science Bulletin* 220. Union of South Africa, Department of Agriculture and Forestry (Entomological Series #3), pp. 30.
50. Ministero della Salute, 2014a. Accertamento della presenza di *Aethina tumida* in Calabria. Nota Prot. N.0018842 del 12/09/2014.
51. Ministero della Salute, 2014b. Indicazioni sulla attività di sorveglianza nelle Regioni in cui non è stata rilevata la presenza di *Aethina Tumida*. Nota Prot. N. 0020069-01/10/2014-DGSAF-COD_UO-P.
52. Mostafa A.M., Williams R.N. 2002 New record of the small hive beetle in Egypt and notes on its distribution and control. *Bee World* 83, 99-108.
53. Mürrle T.M., Neumann P., Dames J.F., Hepburn H.R., Hill M.P. 2006 Susceptibility of adult *Aethina tumida* (Coleoptera: Nitidulidae) to entomopathogenic fungi. *Journal of Economic Entomology* 99, 1-6.
54. Mutinelli F. 2014 Regulations and veterinary medicines in the European Union. Proc. EurBee 6, Murcia, Spain, 8-12 September 2014.

55. Mutinelli F., Montarsi F., Federico G., Granato A., Maroni Ponti A., Grandinetti G., Ferrè N., Franco S., Duquesne V., Rivière M-P., Thiéry R., Hendrikx P., Ribière-Chabert M., Chauzat M-P. (2014) Detection of *Aethina tumida* Murray (Coleoptera: Nitidulidae) in Italy: outbreaks and early reaction measures. Journal of Apicultural Research 53, 569-575.
56. Neumann P., Elzen P. 2004 The biology of the small hive beetle (*Aethina tumida* Murray, Coleoptera: Nitidulidae): Gaps in our knowledge of an invasive species. Apidologie 35, 229-247.
57. Neumann P., Ellis J D. 2008 The small hive beetle (*Aethina tumida* Murray, Coleoptera: Nitidulidae): distribution, biology and control of an invasive species. Journal of Apicultural Research 47, 181-183.
58. Neumann P., Hoffmann D. 2008 Small hive beetle diagnosis and control in naturally infested honey bee colonies using bottom board traps and CheckMite + strips. Journal of Pest Science 81, 43-48.
59. Neumann P., Hoffmann D., Duncan M., Spooner-Hart R., Pettis J.S. 2012 Long-range dispersal of small hive beetles. Journal of Apicultural Research 51, 214-215.
60. Nolan IV M. P., Hood W.M. 2008 Comparison of two attractants to small hive beetles, *Aethina tumida*, in honey bee colonies. Journal of Apicultural Research and Bee World 47, 229-233.
61. North J.P., Cuthbertson A.G.S., Walters K.F.A. 2006 The efficacy of two entomopathogenic biocontrol agents against adult Thrips palmi (*Thysanoptera: Thripidae*). Journal of Invertebrate Pathology 92, 77-80.
62. Office International Des Epizooties. 2014 Infestation with *Aethina tumida* (Small Hive Beetle). Chapter 9.4. In Terrestrial Animal Health Code. OIE (World Organisation for Animal Health); Paris, France.
http://www.oie.int/index.php?id=169&L=0&htmfile=chapitre_aethina_tumida.html
63. Ordinanza 20 aprile 2004 Norme per la profilassi dell'*Aethina tumida* e del *Tropilaelaps* spp. (G.U. n. 141 del 18 giugno 2004).
64. Palmeri V., Scirtò G., Malacrinò A., Laudani F., Campolo O. 2014 A new pest for European honey bees: first report of *Aethina tumida* Murray (Coleoptera Nitidulidae) in Europe. Apidologie, <http://dx.doi.org/10.1007/s13592-014-0343-9>.
65. Pettis J.S. 2004 A scientific note on *Varroa destructor* resistance to coumaphos in the United States. Apidologie 35, 91-92.
66. Pettis J.S., Shimanuki H. 2000 Observations on the small hive beetle, *Aethina tumida* Murray, in the United States. American Bee Journal 140: 152–155.
67. Regolamento (CE) N. 1398/2003 della Commissione del 5 agosto 2003 recante modifica dell'allegato A della direttiva 92/65/CEE del Consiglio al fine di includervi il piccolo scarabeo dell'alveare (*Aethina tumida*), l'acaro *Tropilaelaps* (*Tropilaelaps* spp.), il virus di Ebola e il virus del vaiolo delle scimmie. (G.U.C.E. L 198 del 6 agosto 2003, pp. 3-6).
68. Regolamento (UE) N. 37/2010 della Commissione del 22 dicembre 2009 concernente le sostanze farmacologicamente attive e la loro classificazione per quanto riguarda i limiti massimi di residui negli alimenti di origine animale. (G.U.C.E. L 15, 20 gennaio 2010, pp. 1-72).

69. Sammataro D., Untalan P., Guerrero F., Finley J. 2005 The resistance of Varroa mites (*Acari: Varroidae*) to acaricides and the presence of esterase. *International Journal of Acarology* 31, 67–74.
70. Sanford T., Flottum K., Arthur B. 1999 Focus on Bayer bee strip: The newest weapon in beekeeping's arsenal against Varroa also controls the small hive beetle. *Bee Culture* 3, 32-35.
71. Schäfer M.O., Pettis J.S., Ritter W., Neumann P. 2008 A scientific note on a quantitative diagnosis of small hive beetles, *Aethina tumida* in the field. *Apidologie* 39, 564-565.
72. Schäfer M.O., Pettis J.S., Ritter W., Neumann P. 2010 Simple small hive beetle diagnosis. *American Bee Journal* 150, 371-372.
73. Schäfer M.O., Ritter W., Pettis J.S., Teal P.E.A., Neumann P. 2009 Effects of organic acid treatments on small hive beetles, *Aethina tumida*, and the associated yeast *Kodamaea ohmeri*. *Journal of Pest Science* 82, 283-287.
74. Schmolke M.D. 1974 A study of *Aethina tumida*: the small hive beetle, Project Report, University of Rhodesia, pp. 181.
75. Somerville D. 2003 Study of the small hive beetle in the USA. RIRDC Publication No 03/050, 69 pp.
76. Spiewok S., Neumann P. 2006 Infestation of commercial bumblebee *Bombus impatiens* field colonies by small hive beetles *Aethina tumida*. *Ecological Entomology* 31, 623-628.
77. Spiewok S., Pettis J.S., Duncan M., Spooner-Hart R., Westervelt D., Neumann P. 2007 Small hive beetle, *Aethina tumida*, populations I: Infestation levels of honeybee colonies, apiaries and regions. *Apidologie* 38, 595-605.
78. Spiewok S., Duncan M., Spooner-Hart R., Pettis J.S., Neumann P. 2008 Small hive beetle, *Aethina tumida*, populations II: Dispersal of small hive beetles. *Apidologie* 39, 683-693.
79. Spreafico M., Eördegh F.R., Bernadinelli I., Colombo M. 2001 First detection of strains of Varroa destructor resistant to coumaphos. Results of laboratory tests and field trials. *Apidologie* 32, 49-55.
80. Stedman M. 2006 Small Hive Beetle (SHB): *Aethina tumida* Murray (*Coleoptera: Nitidulidae*). Government of South Australia. Primary Industries and Resources for South Australia. Factsheet 03/06, pp. 13.
81. Tribe G.D. 2000 A migrating swarm of small hive beetles (*Aethina tumida* Murray). *South African Bee Journal* 72, 121-122.
82. Wallner K. 1999 Varroacides and their residues in bee products. *Apidologie* 30, 235-248.
83. White B. 2003 Small hive beetle update. *Australian Beekeeper* 11, 2.
84. World Health Organization (WHO). 1990 Permethrin. (Environmental Health Criteria 94); World Health Organization, United Nations Environment Program and International Labour Organization: Geneva, Switzerland, pp. 76-78.