

Progetto LIFE14 NAT/IT/001128 STOPVESPA  
Finanziato con il contributo del programma LIFE della Commissione Europea



## Azione A2: Review of the techniques available to monitor and control *Vespa velutina*

**'Rassegna delle metodiche per il monitoraggio e controllo della *Vespa velutina*'**



Versione: settembre 2016



POLITECNICO  
DI TORINO



Le specie aliene invasive appartenenti alla famiglia dei Vespidae possono rappresentare un grave problema nelle operazioni di contenimento spaziale o eradicazione. Infatti, molti dei tentativi di eradicazione portati avanti nell'ultimo secolo per diverse specie di Vespidae sono falliti (Beggs et al. 2011). Il primo passo per lo sviluppo di una strategia di controllo efficace per contrastare una specie aliena invasiva è la revisione delle metodiche che si possono utilizzare per il suo monitoraggio e controllo, al fine di adottare le migliori e più recenti metodiche disponibili (Wittenberg e Cock 2001). Il monitoraggio è fondamentale per l'implementazione di un sistema di allerta precoce e risposta rapida (*Early Warning and Rapid Response System*), mentre le attività di controllo sono necessarie per limitare la diffusione di una specie aliena invasiva.

Il Calabrone asiatico *Vespa velutina* è considerato una specie aliena invasiva in diverse aree di introduzione, come Europa (Haxaire et al. 2006, Villemant et al. 2011), Corea del Sud (Choi et al. 2012, 2013) e Giappone (Ueno 2014). Differenti metodiche sono state appositamente sviluppate per monitorare e controllare le popolazioni di *V. velutina* (Monceau et al. 2014a), mentre altre metodiche, comunemente utilizzate per altre specie di Vespidae, sono state adattate per la specie. In questo lavoro viene presentata una revisione delle principali metodiche che possono essere utilizzate per monitorare e controllare le popolazioni di *V. velutina*, attraverso un'analisi critica della letteratura scientifica e delle riviste di settore. Nella revisione saranno inoltre inserite e trattate metodiche di controllo ritenute al momento meno idonee, come la lotta biologica o trappole a base di feromoni o esche avvelenate, al fine di fornire un quadro complessivo sulle metodiche di monitoraggio e controllo, incluse tecniche sulle quali le ricerche sono in corso. Per ogni metodica sarà fornita una stima del costo, unitamente a una valutazione critica sulla sua efficacia e sugli svantaggi noti. Sulla base di queste valutazioni saranno quindi riassunte le metodiche che verranno implementate nel corso del Progetto LIFE STOPVESPA per il monitoraggio e il controllo delle popolazioni di *V. velutina* in Italia.

## Metodiche per il monitoraggio di *Vespa velutina*

Le metodiche utilizzabili per il monitoraggio di *V. velutina*, o di specie simili, possono essere riassunte nelle tre seguenti tipologie:

- citizen science;
- monitoraggio con trappole per la cattura degli individui;
- monitoraggio con alveari attrattivi sperimentali.

### Citizen science

Monitorare la presenza di una specie su vaste aree, come il territorio nazionale o anche singole regioni, è un compito di difficile applicazione se si hanno a disposizione limitate risorse umane. Il contributo di apicoltori, volontari e più in generale dei cittadini, diventa quindi indispensabile (Roy et al. 2015). La diffusione della *V. velutina* in Francia è stata monitorata a partire dal 2006 attraverso l'implementazione di un sistema di segnalazioni online, gestito dal Museo Nazionale di Storia Naturale (Rome et al. 2011a, <https://inpn.mnhn.fr>). Anche in Spagna è stato sviluppato un sistema di sorveglianza e identificazione, dove sia gli *stakeholder* sia i cittadini possono contribuire al monitoraggio segnalando la presenza della specie (AA.VV. 2014). In Italia è stato effettuato un monitoraggio preventivo a partire dal 2007 (Demichelis et al. 2014), al fine di individuare precocemente eventuali colonizzazioni da parte della specie. Inoltre è stato utilizzato un sistema di segnalazioni basato sia sul monitoraggio condotto dalle Associazioni apistiche sia sulle segnalazioni online pervenute da siti tematici. L'adozione di un sistema univoco di raccolta delle segnalazioni in ogni paese dove è presente la *V. velutina*, come precedentemente attuato da Francia e Spagna, è fondamentale per ottimizzare le energie, i fondi disponibili e coordinare gli interventi di controllo.

Ogni segnalazione ricevuta dai cittadini deve essere verificata da personale esperto nell'identificazione della *V. velutina*. Nonostante le differenze morfologiche della specie dagli altri Vespidae europei, circa il 30% delle segnalazioni ricevute in Francia dai cittadini non si riferivano alla *V. velutina* (Rome et al. 2011a, Balmori 2015). Gli adulti della specie possono essere confusi con altri Vespidae (*Vespa crabro*, *Dolichovespula media*), altri Hymenoptera (*Megascolia maculata*, *Urocerus gigas*, *Xylocopa violacea*) o altri insetti (*Milesia crabroniformis*, *Volucella zonaria*). I nidi, nonostante in autunno raggiungano dimensioni ragguardevoli e siano facilmente identificabili, possono essere confusi nei primi mesi di sviluppo con nidi di *V. crabro*, *Vespula* spp. e *Dolichovespula* spp. (Rome et al. 2011a). Lo sviluppo di campagne comunicative e la distribuzione ai cittadini di materiale informativo contribuisce a informare e sensibilizzare un elevato numero di persone sulla problematica della *V. velutina*, a illustrare le principali differenze morfologiche degli individui e dei nidi rispetto ad altri insetti con cui possono essere confusi e, quindi, a evitare un elevato numero di segnalazioni errate (Rome et al. 2011a, AA.VV. 2014).

Le segnalazioni devono riportare, oltre al materiale documentativo come fotografie o campioni biologici, anche le coordinate geografiche della zona di osservazione. Questa informazione permette, infatti, di monitorare visivamente la distribuzione spaziale della specie e sviluppare inoltre modelli predittivi di idoneità ambientale utili per predirne l'espansione (Villemant et al. 2011, Balmori 2015, Bessa et al. 2015).

L'eventuale collaborazione con Associazioni apistiche può incrementare notevolmente il numero di segnalazioni. Infatti gli apicoltori possono essere degli eccellenti collaboratori per monitorare l'espansione della *V. velutina* su vasta scala: sono presenti in molti comuni e distribuiti generalmente in modo omogeneo sul territorio; sono abituati a lavorare con le api, quindi

potenzialmente capaci di identificare correttamente la specie; possiedono gli apiari, una fonte di risorse particolarmente attrattiva per la *V. velutina*. Infatti la specie è un predatore particolarmente specializzato nel predare le api, si posiziona di fronte alle arnie e aspetta le api bottinatrici di ritorno agli alveari per catturarle (Monceau et al. 2013b, 2014a, 2014b). Di conseguenza *V. velutina* risulta facilmente osservabile in apiario, soprattutto nei mesi estivi, quindi gli apicoltori possono segnalarne agevolmente la presenza durante le loro periodiche attività.

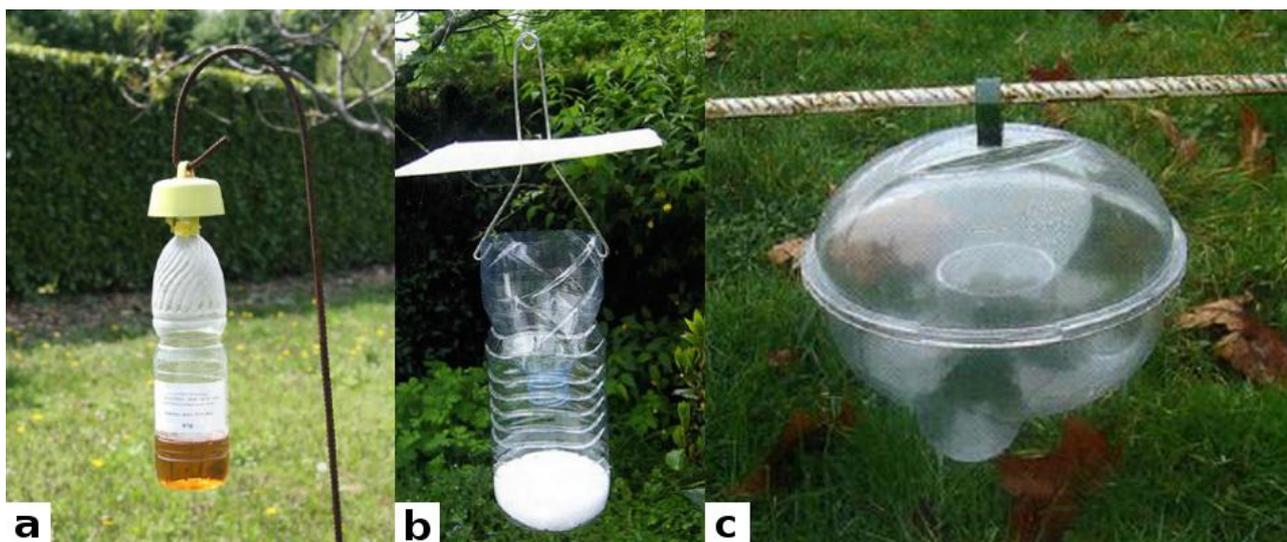
### Monitoraggio con trappole per la cattura degli individui

La cattura degli individui di *V. velutina* può essere considerata una metodica sia di monitoraggio sia di controllo, in base alle modalità e allo sforzo di cattura (Monceau et al. 2012, 2014a, Porporato et al. 2014). Nella cattura degli individui a scopo di monitoraggio, le trappole devono coprire soprattutto zone esterne all'areale di distribuzione noto per la specie, al fine di individuare le aree di nuova colonizzazione e quindi implementare un sistema di allerta precoce e risposta rapida. Tuttavia, anche segnalazioni interne all'areale noto sono utili per aumentare l'efficacia dei controlli.

Ai fini del monitoraggio sono generalmente utilizzate trappole con esca attrattiva a base di carboidrati (birra chiara al 4,7% di alcol) o proteine. Negli anni sono state sperimentate diverse tipologie di trappole, sia commerciali sia artigianali, ed esche attrattive (Demichelis et al. 2014). In Francia è stato anche sperimentato il succo di favo fermentato come esca attrattiva a base di carboidrati.

Demichelis et al. (2014) suggeriscono di utilizzare bottiglie in plastica trasparente con esche a base di birra e tappo commerciale per la cattura degli Imenotteri (Tap Trap®). Questo sistema permette di catturare la *V. velutina* durante la maggior parte dell'anno ed evitare la cattura accidentale di un grande quantitativo di api, bombi o altri insetti indesiderati (Fig. 1a).

Anche in Francia sono state sperimentate diverse tipologie di trappole (Abeilles et Fleurs n° 770), sia autocostruite sia commerciali (Fig. 1b, 1c). È consigliabile praticare dei piccoli fori sulle bottiglie (5 mm di diametro) per permettere agli insetti indesiderati di uscire dalle trappole, e quindi aumentarne la selettività nei confronti della *V. velutina*.



**Fig. 1** - Tipologie di trappole per il monitoraggio di *V. velutina*: a) trappola autocostruita con esca attrattiva a base di birra e tappo commerciale per la cattura degli Imenotteri (Demichelis et al. 2014); b) trappola autocostruita utilizzata in Francia (Abeilles et Fleurs N° 770, foto Saunier R.); c) trappola commerciale utilizzata in Francia (Abeilles et Fleurs N° 770, foto Saunier R.)

I periodi migliori per monitorare utilizzando trappole con esca a base di carboidrati sono la primavera, quando le regine fondatrici fuoriescono dai siti di ibernazione e cercano un sito di nidificazione, e l'autunno, quando le future regine iniziano ad allontanarsi dal nido (Abeilles et Fleurs n° 770). Durante i mesi estivi è invece possibile utilizzare trappole con esca proteica, in quanto le operaie necessitano di fonti proteiche per nutrire le larve.

Il monitoraggio con le trappole può avere un potenziale impatto sull'entomofauna presente nell'ambiente (Haxaire e Villemant 2010, Rome et al. 2011a, 2011b, Monceau et al. 2012). Ricercatori francesi affermano che il numero di individui di *V. velutina* catturati con le trappole può variare in base al periodo di campionamento, all'esca attrattiva utilizzata e alla vicinanza delle trappole agli apiari (Rome et al. 2011b). Infatti la percentuale di individui catturati con trappole posizionate in prossimità degli apiari con un'alta pressione predatoria risulta essere composta da circa 30-40% da individui di *V. velutina*, e la restante parte da individui di altre specie, come Imenotteri, Ditteri e Lepidotteri. Al contrario, trappole posizionate in lontananza degli apiari catturano mediamente 12% di individui di *V. velutina*, quindi l'impatto sull'entomofauna può potenzialmente essere molto alto se la metodica di monitoraggio non risulta essere adeguatamente impostata.

### **Monitoraggio con alveari attrattivi sperimentali**

Monitorare l'evoluzione delle malattie o delle problematiche delle api utilizzando alveari sperimentali è un'attività che è stata recentemente avviata in Italia, inizialmente con l'attivazione del programma di monitoraggio e ricerca ApeNet e successivamente con la rete di monitoraggio BeeNet (ISPRA 2011, Lodesani et al. 2014). In questi programmi un conveniente numero di alveari è stato individuato su una vasta porzione di territorio; essi venivano poi controllati periodicamente, al fine di studiare le malattie delle api e capire i processi e le cause della sindrome da spopolamento degli alveari. Questa metodica può essere trasferita e applicata anche per il monitoraggio della *V. velutina*.

Gli alveari rappresentano una fonte di nutrimento molto attrattiva per la *V. velutina*, in quanto la specie necessita di un grande quantitativo di proteine per alimentare le larve, soprattutto in tarda estate e autunno quando le colonie raggiungono grandi dimensioni (Monceau et al. 2013a, b, 2014b). Inoltre la specie è attratta dagli odori di alcune sostanze contenute negli alveari, come polline, miele o feromoni (Couto et al. 2014) e risulta essere facilmente osservabile in apiario, a causa del suo caratteristico comportamento predatorio di fronte all'ingresso degli alveari (Fig. 2). Quindi gli alveari sperimentali possono potenzialmente essere utilizzati per monitorare l'espansione della specie in aree periferiche all'areale di distribuzione noto per la *V. velutina*. Per ottimizzare le risorse e minimizzare i costi di questa metodica di monitoraggio, alveari sperimentali possono essere posizionati in aree non coperte dalla presenza di altri apiari gestiti da apicoltori che collaborano nelle attività di monitoraggio.



**Fig. 2** - Comportamento predatorio di *V. velutina* negli apairi: in alto si può osservare la specie in volo stazionario di fronte all'ingresso dell'alveare, in attesa delle api bottinatrici di ritorno alla colonia; in basso un'alveare assalito da numerosi individui di *V. velutina*

## Confronto tra le metodiche per il monitoraggio di *Vespa velutina*

Nella seguente tabella viene riportata la stima dei costi per le diverse metodiche di monitoraggio per la *V. velutina*, unitamente a una valutazione sulla loro efficacia e sugli svantaggi. Dal momento che non è possibile risalire a priori al costo monetario complessivo della singola metodica per carenza di dati bibliografici, sarà applicata la seguente scala che prevede una suddivisione in categorie del costo: basso (minore di 3'000 €), medio (3'000 - 6'000 €), alto (maggiore di 6'000 €) per anno.

**Tabella 1** - Confronto dei costi, dell'efficacia e degli svantaggi tra le diverse metodiche di monitoraggio per la *V. velutina*

Metodica di monitoraggio	Costo stimato	Efficacia presunta	Svantaggi
<b>Citizen science</b>	<b>Basso.</b> Dopo l'implementazione di un sistema per le segnalazioni, il costo è legato al tempo di lavoro di 1 persona per la verifica delle segnalazioni e l'aggiornamento del database (2-10 ore di lavoro settimanali, in relazione al periodo dell'anno).	<b>Abbastanza efficace.</b> La metodica permette di monitorare vaste aree di territorio, difficilmente monitorabili con altre metodiche. Occorre tuttavia informare il pubblico su come riconoscere la specie. È importante coinvolgere gli apicoltori.	Alto numero di segnalazioni errate (in Francia è stato stimato il 30% di false segnalazioni). Occorre sviluppare un sistema per ricevere le segnalazioni o appoggiarsi a sistemi già sviluppati per altre specie animali.
<b>Monitoraggio con trappole per la cattura degli individui</b>	<b>Basso/Medio.</b> Il costo della metodica di monitoraggio è in relazione al numero di trappole posizionate (costo di 1 trappola: 2,80 €; esca attrattiva da sostituire ogni 15 giorni: < 1,00 €); 1 anno di catture con 100 trappole costa 370 € (Abeilles et Fleurs n° 765). Per monitorare vaste aree occorre posizionare un elevato numero di trappole. Al costo delle trappole deve essere sommato il costo del tempo di lavoro per sostituire le esche, recuperare i campioni e analizzarli. Quest'ultima attività può far aumentare i costi.	<b>Efficace.</b> Se il numero di trappole posizionate è adeguato all'area da monitorare, la metodica risulta efficace; la <i>Vespa velutina</i> viene attratta facilmente in determinati periodi dell'anno se viene utilizzata un'esca attrattiva adeguata; inoltre i campioni possono essere conservati e inviati a personale esperto nel riconoscimento nel caso di individui sospetti.	Se le trappole non sono altamente selettive, la metodica può produrre un'impatto sulle specie native. Le persone che effettuano il monitoraggio devono riuscire a riconoscere la specie, per effettuare una prima scrematura dei campioni.
<b>Monitoraggio con alveari attrattivi sperimentali</b>	<b>Medio/Alto.</b> Il costo della metodica è proporzionale al numero di alveari attrattivi sperimentali che è necessario acquistare (200 € ad alveare). Inoltre occorre sommare il costo del personale che deve mantenere le colonie e verificare la presenza di <i>Vespa velutina</i> .	<b>Efficace.</b> La <i>Vespa velutina</i> preda le api in modo intensivo negli apiari, soprattutto dalla seconda metà dell'estate e in autunno. Una visita di poche ore agli alveari permette di osservare la presenza della specie.	La metodica risulta essere molto costosa se applicata in modo intensivo su vaste aree; tuttavia può essere applicata occasionalmente in aree dove non siano presenti apicoltori che possano fornire eventuali segnalazioni.

## Metodiche per il controllo di *Vespa velutina*

Le metodiche di controllo per la *V. velutina* attualmente utilizzate si basano principalmente sulle seguenti tecniche:

- neutralizzazione dei nidi;
- cattura degli individui adulti.

Alcune metodiche innovative per l'individuazione dei nidi sono in fase di sviluppo e potranno perfezionare, in caso si dimostrino efficaci, le procedure di ricerca e neutralizzazione dei nidi.

Altre metodiche, come la lotta biologica, la cattura degli individui con trappole a feromoni o l'utilizzazione di esche avvelenate, risultano attualmente non applicabili per il controllo delle popolazioni di *V. velutina*. Queste metodiche saranno trattate comunque al fine di fornire un quadro completo delle metodiche di controllo.

### Neutralizzazione dei nidi

La neutralizzazione dei nidi è la metodica principalmente utilizzata in Francia e Spagna per il controllo delle popolazioni di *V. velutina* (Rome et al. 2011a, AA.VV. 2014), tuttavia la sua efficacia è discutibile (Beggs et al. 2011). I nidi in ambiente naturale sono difficilmente osservabili sino all'autunno, quando raggiungono grandi dimensioni e gli alberi iniziano a perdere le foglie. Inoltre i



**Fig. 3** - Neutralizzazione di un nido di *V. velutina* utilizzando biocidi e aste telescopiche: i nidi possono essere costruiti ad altezze elevate e spesso sono difficili da raggiungere

nidi segnalati sono localizzati prevalentemente in aree urbane, mentre i nidi in aree rurali o forestali potrebbero non essere individuati, e al momento non si è a conoscenza di quanto la specie utilizzi questi ambienti per la costruzione dei nidi (Monceau et al. 2014a, Monceau e Thiéry 2016). La sopravvivenza di alcune colonie può potenzialmente produrre un elevato numero di regine fondatrici; inoltre la neutralizzazione dei nidi non può essere sufficientemente intensiva per controllare le popolazioni di Vespidae presenti su vaste aree. Tuttavia la neutralizzazione dei nidi può temporaneamente e localmente ridurre la predazione esercitata sugli apiari e limitare la diffusione della specie; al momento, è una delle poche metodiche che possono essere utilizzate per il controllo delle popolazioni di *V. velutina* (Rome et al. 2011a). Anche in Italia al momento risulta essere la metodica maggiormente utilizzata: centinaia di nidi sono stati distrutti su base volontaria dagli apicoltori, dalla protezione civile e dai vigili del fuoco.

La neutralizzazione dei nidi può essere effettuata con strumenti meccanici o chimici, tra cui alcuni biocidi come anidride solforosa o insetticidi

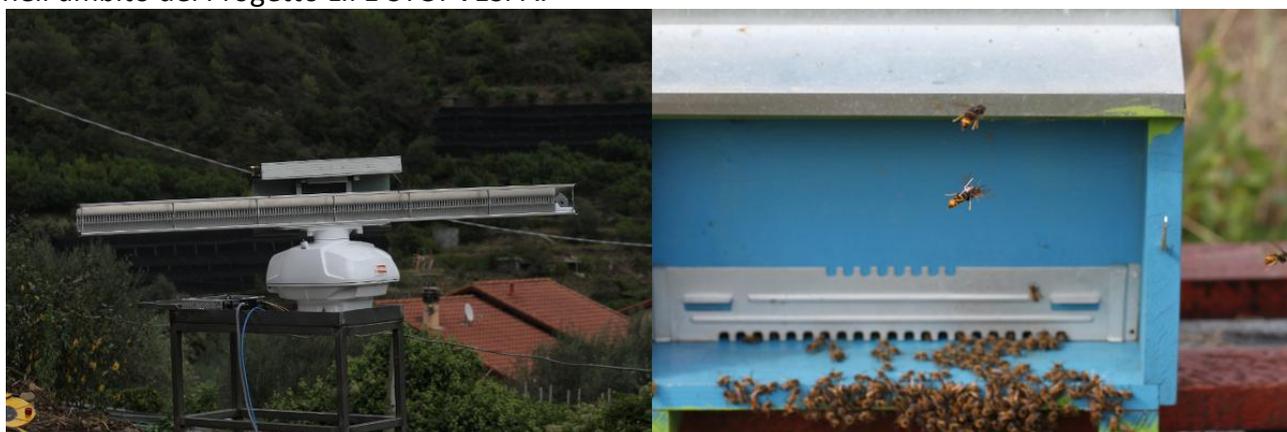
piretroidi (Rome et al. 2011a, Monceau et al. 2014a), valutando preventivamente le rispettive normative nazionali sull'uso di questi prodotti. Nel caso di neutralizzazione chimica, i biocidi possono essere inseriti direttamente nel nido tramite apposite aste telescopiche (Fig. 3). I nidi trattati utilizzando sostanze con tempo di decadimento lungo è meglio che siano rimossi, quando possibile, per evitare contaminazioni nell'ambiente o danni ad altre specie animali. Metodiche di neutralizzazione artigianali improvvisate sono state utilizzate negli anni, come la neutralizzazione con armi da fuoco (Rome et al. 2011a, Avinent 2016). Queste metodiche non devono essere assolutamente utilizzate poiché possono rivelarsi potenzialmente pericolose (punture di molti animali che escono dal nido) e inefficaci (non tutti gli animali vengono neutralizzati). Inoltre, se le regine riescono a sopravvivere possono costruire un altro nido, e continuare la crescita della colonia (Rome et al. 2011a, Monceau et al. 2014a).

In alcuni casi la neutralizzazione dei nidi non è coordinata a livello locale o nazionale (Monceau et al. 2014a), quindi gli interventi spesso non sono omogenei sul territorio interessato dalla presenza della *V. velutina*, e l'efficacia della metodica può ulteriormente diminuire. Le Associazioni di apicoltori possono rivelarsi dei validi collaboratori nelle attività di neutralizzazione dei nidi, in quanto gli apicoltori hanno esperienza a lavorare con gli Imenotteri. Il personale coinvolto nelle attività di neutralizzazione deve essere adeguatamente formato in quanto la rimozione di un nido di *V. velutina* può essere potenzialmente pericolosa per gli operatori (AA.VV. 2014).

### Metodiche innovative per l'individuazione dei nidi

I nidi di *V. velutina* sono spesso di difficile individuazione, in quanto possono essere nascosti dalla vegetazione fino al tardo autunno, periodo nel quale le future regine si sono già accoppiate con i maschi e possono essersi già disperse nell'ambiente. Per questo motivo si stanno sviluppando delle metodologie innovative per l'individuazione precoce dei nidi, come il radar armonico per il tracciamento del volo dei calabroni di ritorno al nido (Milanesio et al. 2016), l'uso della termocamera (Berton et al. 2016), sistemi acustici (Fontana et al. 2016) o sistemi che prevedono l'utilizzo di droni per l'individuazione dei nidi dall'alto (Torres 2015).

Il radar armonico per il tracciamento del volo dei calabroni (Fig. 4) permette di individuare i nidi di *V. velutina* seguendo il volo degli individui che tornano al nido. A tal fine occorre catturare gli adulti, applicare un diodo sul torace dei calabroni, liberarli nuovamente e tracciare il segnale di ritorno al radar per identificare la direzione di volo preferenziale e successivamente individuare i nidi di *V. velutina* (Milanesio et al. 2016). Un primo modello di radar armonico è stato sviluppato dal Politecnico di Torino in precedenti progetti di ricerca; un nuovo modello sarà sviluppato nell'ambito del Progetto LIFE STOPVESPA.



**Fig. 4** - Radar armonico per il tracciamento del volo dei calabroni: a sinistra il primo modello di radar armonico sviluppato dal Politecnico di Torino in progetti di ricerca precedenti al Progetto LIFE STOPVESPA; a destra un esemplare di *V. velutina* in volo di fronte all'alveare con il diodo applicato sul torace

## Cattura degli individui adulti

La cattura degli individui di *V. velutina* è considerata una delle metodiche disponibili per limitare la dimensione delle popolazioni e l'impatto sugli alveari (Monceau et al. 2014a). La cattura può essere orientata verso le regine di *V. velutina*, per limitare il numero di fondatrici che origineranno nuove colonie, o verso le operaie, per limitare la pressione predatoria.

### Cattura delle regine di *V. velutina*

Il momento più critico nel ciclo di sviluppo della *V. velutina* è la fondazione del nido primario in primavera, dopo che le regine escono dai siti di ibernazione. La cattura delle regine in primavera può quindi essere considerata una metodica utile per diminuire il numero di regine che fonderanno delle nuove colonie e, quindi, limitare l'espansione delle popolazioni.

Durante questo periodo, le regine necessitano di fonti alimentari zuccherine, quindi le esche devono contenere soluzioni a base di carboidrati. Porporato et al. (2014) suggeriscono di utilizzare una soluzione a base di birra chiara (0,33 L al 4,7° di alcol) dal momento che risulta particolarmente attrattiva nei confronti dei calabroni, economica e selettiva nei confronti delle api. Altre soluzioni a base di carboidrati che possono essere utilizzate consistono in miscele di acqua e zucchero, succo di frutta, aceto, vino e zucchero, marmellata, ecc. La cattura delle regine come metodica di controllo può essere effettuata adottando le stesse trappole utilizzate per il monitoraggio, come le bottiglie in plastica contenenti esca attrattiva a base di carboidrati e tappo specifico per la cattura dei Vespidae (Tap Trap®). Anche altre tipologie di trappole commerciali o artigianali possono essere utilizzate (Demichelis et al. 2014).

Un fattore determinante nelle catture primaverili è il posizionamento delle trappole: durante la fondazione del nido le regine necessitano di fonti idriche e fibre per la sua costruzione, oltre a fonti zuccherine per il loro metabolismo. Di conseguenza in questo periodo, trappole posizionate in prossimità di fonti di fibra e idriche risultano maggiormente efficaci rispetto a trappole posizionate in prossimità degli apiari, suggerendo che la ricerca di fonti proteiche avviene in un secondo periodo (Monceau et al. 2012).

In Liguria e Piemonte, dove la specie è arrivata da pochi anni, la cattura delle regine durante la primavera può essere utile per diminuire la velocità di espansione della specie. Tuttavia, alcuni autori sconsigliano questa metodica di controllo quando la specie abbia ormai colonizzato stabilmente il territorio (Monceau e Thiéry 2016).

Durante l'autunno, dalle colonie iniziano a sfarfallare i maschi che si andranno ad accoppiare con le future regine fondatrici. La cattura di questi individui può rivelarsi utile per limitare gli accoppiamenti e aumentare la proporzione di regine non fecondate. Anche durante il periodo autunnale possono quindi essere utilizzate esche attrattive a base di carboidrati. Tuttavia bisogna considerare che molto probabilmente la maggior parte delle regine sono comunque destinate a non superare l'inverno e solo una minima parte di esse darà origine a nuove colonie. Occorrerebbe quindi valutare se la mortalità causata dalle catture è additiva a quella naturale o sostitutiva (con le catture diminuisce il numero totale di regine e quelle che rimangono potrebbero avere maggiori probabilità di sopravvivenza).

### Cattura delle operaie di *V. velutina*

La presenza della *V. velutina*, oltre a provocare impatti sull'ambiente e la biodiversità, provoca un grande impatto anche sull'apicoltura; una delle necessità è quindi il controllo della specie in prossimità degli apiari, per diminuire la pressione predatoria che essa esercita. Gli apiari rappresentano infatti un'enorme fonte di nutrimento concentrato in una piccola area, dove il successo predatorio è elevato (Monceau et al. 2014a). La cattura in massa delle operaie in apiario

deve però essere considerata una metodica utilizzabile per diminuire la pressione predatoria, e non come una metodica di controllo utilizzabile per contenere le popolazioni di *V. velutina* su ampie porzioni di territorio.

Da giugno a ottobre, durante il periodo in cui la colonia aumenta notevolmente le proprie dimensioni, è necessario affiancare alle trappole con esche a base di carboidrati delle trappole con esche proteiche per la cattura degli adulti. Durante questo periodo infatti le operaie devono procurarsi le sostanze proteiche per lo sviluppo delle larve, e quindi risultano facilmente attraibili (Monceau et al. 2014a). Le trappole per la cattura in massa delle operaie possono essere di diverse tipologie, tra cui le trappole a bottiglia con esche proteiche e le trappole adesive. Le trappole a bottiglia con esche proteiche sono le medesime trappole utilizzate sia per il monitoraggio sia per la cattura delle regine e dei maschi, tuttavia viene aggiunta all'esca una sostanza proteica, come carne o pesce. Le trappole adesive consistono invece in pannelli ricoperti di colla entomologica contenenti esche proteiche e posizionati in prossimità degli apiari. Con questa tipologia di trappola i calabroni sono attirati dalle esche proteiche e rimangono adesi al substrato. Le trappole adesive dovrebbero essere ricoperte da una rete a maglia metallica che permetta il passaggio della *V. velutina*, ma impedisca ad altri animali, come mammiferi o uccelli, di entrare in contatto con la sostanza adesiva.

Alcune persone suggeriscono di utilizzare anche trappole contenenti esche avvelenate a lenta azione, in modo che gli adulti possano ritornare al nido e avvelenare il resto della colonia. Questa metodica rappresenta un pericolo sia per l'ambiente sia per le specie non bersaglio, oltre a essere vietata dalla normativa vigente; inoltre, l'utilizzo di sostanze tossiche non autorizzate rappresenta una minaccia per l'ecosistema e per le persone che possono entrarne in contatto.

Indipendentemente dalla tipologia di trappola o esche utilizzata, è necessario controllare sempre la selettività delle trappole, per evitare di catturare insetti non bersaglio; la verifica periodica degli insetti catturati risulta quindi fondamentale (Porporato et al. 2014).

Recentemente è stata sviluppata e testata una nuova tipologia di trappola installabile nelle arnie utilizzate per l'apicoltura (ApiShield, <http://www.vita-europe.com/products/apishield-hornet-trap>) che non richiede l'utilizzo di esche, feromoni o prodotti chimici (Fig. 5). La trappola agisce da base per le arnie, ha un ingresso principale per le api e degli ingressi laterali che permettono di catturare i calabroni in uno scompartimento separato. Alcune valutazioni sono state effettuate (Papachristoforou et al. 2013), ma l'efficacia della trappola nel controllare le popolazioni di *V. velutina* deve ancora essere dimostrata.



**Fig. 5** - Trappola per la cattura della *V. velutina* installabile alla base delle arnie (foto <http://www.vita-europe.com>)

In Francia molti apicoltori hanno sperimentato soluzioni artigianali per limitare l'impatto della *V. velutina* sugli apiari (Abeilles et Fleurs n° 757, 759, 777). Una di queste soluzioni prevede il posizionamento di dissuasori di fronte all'ingresso dell'alveare, per ostacolare il volo dei calabroni. Inoltre, diverse varianti alle precedenti tipologie di trappole sono state sperimentate (Fig. 6); tuttavia, al momento non sono disponibili dati sull'efficacia di questi modelli per il controllo delle popolazioni di *V. velutina*.



**Fig. 6** - Soluzioni e trappole artigianali contro la *V. velutina* (foto Abeilles et Fleurs N° 757, 759, 777)

In tabella 2 sono riassunte le metodologie e le esche da utilizzare nei diversi mesi sulla base del ciclo biologico della *V. velutina*.

**Tabella 2** - Principali attività della *V. velutina* durante l'anno e modalità di cattura (posizionamento delle trappole e tipologia di esca attrattiva)

Periodo dell'anno	Attività della <i>V. velutina</i>	Metodiche di cattura
Dicembre – Febbraio	Le future regine fondatrici, dopo aver abbandonato il nido, trascorrono i mesi invernali nei siti di svernamento. Il resto della colonia non sopravviverà all'inverno.	In questo periodo non si effettuano catture.
Febbraio – Giugno	Le regine fondatrici abbandonano i siti di svernamento e cercano un luogo idoneo per costruire il nido primario. In questo periodo le regine necessitano di fonti energetiche a base di carboidrati.	Posizionare le trappole in prossimità di nidi dell'anno precedente, fonti idriche, fonti zuccherine o fonti di fibre. Le trappole devono contenere esche attrattive a base di carboidrati.
Giugno – Settembre	La colonia raggiunge il suo massimo sviluppo. Le operaie ricercano fonti proteiche per l'alimentazione delle larve. La predazione in apiario raggiunge i massimi livelli.	Posizionare le trappole negli apiari, vicino agli alveari. Le trappole devono contenere esche attrattive a base di proteine.
Settembre – Dicembre	I maschi sfarfallano e iniziano gli accoppiamenti con le future regine. Gli individui sono nuovamente attratti da fonti energetiche a base di carboidrati.	Le trappole con esche attrattive a base di carboidrati diventano nuovamente attrattive e possono essere posizionate negli stessi posti del periodo primaverile.

### Trappole a feromoni

I feromoni potrebbero rappresentare un'ottima 'esca' attrattiva per la *V. velutina*, in quanto sono sostanze biochimiche prodotte dagli organismi in grado di attrarre specificatamente individui della medesima specie. Trappole a feromoni sono state sviluppate per alcune specie animali (Welzel e Choe 2016); inoltre alcuni gruppi di ricerca stanno approfondendo le conoscenze sulla biologia della *V. velutina* e sul suo sistema olfattivo (Couto et al. 2016). Tuttavia al momento non sono disponibili feromoni specifici per la cattura della *V. velutina*, quindi la metodica non sarà utilizzabile nel breve periodo (Couto et al. 2014, Monceau et al. 2014a).

### Controllo biologico

Il controllo biologico è una metodica utilizzata per contrastare specie indesiderate utilizzando organismi antagonisti, ossia predatori o parassiti che limitano le dimensioni della popolazione indesiderata. Al momento sono note solamente alcune specie che possono agire da potenziali predatori per la *V. velutina*: alcuni mammiferi e uccelli possono alimentarsi di Imenotteri, compresa anche la *V. velutina*. Tra questi ricordiamo il falco pecchiaiolo (*Pernis apivorus*), il tasso (*Meles meles*), la ghiandaia (*Garrulus glandarius*) e il gruccione (*Merops apiaster*). In alcuni apiari della Francia sono stati osservati anche esemplari di pollo domestico (*Gallus gallus domesticus*) mentre predavano alcuni individui di *V. velutina*. L'attività predatoria nei confronti della *V. velutina* esercitata da queste specie risulta tuttavia limitata e non è sufficiente a contenere le popolazioni di *V. velutina* (Monceau et al. 2014a).

Anche parassiti locali, acari, funghi e batteri possono interagire con la *V. velutina*. Blanchard et al. (2008) ha scoperto che la *V. velutina* è un possibile ospite per il virus israeliano della paralisi acuta (IAPV) che infetta già l'ape europea in Francia e Cina. In Asia *Bareogonalos jezoensis*, Imenottero della famiglia Trigonalidae, si nutre generalmente su individui di *V. velutina*; tuttavia questa specie non è mai stata osservata in Europa (Monceau et al. 2014a).

In Francia sono stati trovati dei parassiti, forme larvali del Dittero *Conops vesicularis*, all'interno dell'addome di alcuni individui di *V. velutina*, di cui hanno provocato la morte (Darrouzet et al. 2014). Gli adulti di questi insetti, dopo la riproduzione, attaccano altri insetti per ovideporre le uova all'interno dell'addome della specie parassitata. Dalle uova nascono quindi le larve che si alimenteranno all'interno della specie ospite e ne causeranno lentamente la morte. Spradbery (1973) riporta che gli adulti di *C. vesicularis* possono attendere all'ingresso del nido le operaie che vi fanno ritorno, per poi attaccarle e ovideporre le uova. Quindi gli individui di *V. velutina* potrebbero essere parassitati da questa specie nell'ambiente, durante l'attività di foraggiamento, o nei pressi del nido. Tuttavia l'efficacia di *C. vesicularis* come agente biologico per il controllo delle popolazioni di *V. velutina* appare limitata.

Un altro potenziale parassita della *V. velutina* è stato confermato da Villemant et al. (2015), con il ritrovamento di un nematode della famiglia Mermithidae, genere *Pheromermis*. Questo parassita è stato rinvenuto in esemplari adulti di *V. velutina* in Francia in due occasioni, a novembre 2012 presso Dompierre-sur-Besbre, e gennaio 2013 a Issigeac. Tuttavia anche in questo caso la loro efficacia come controllo biologico appare limitata, in quanto risultano essere gli unici due casi di nematodi rinvenuti su esemplari di *V. velutina* in tutta Europa.

L'introduzione di parassiti o predatori di *V. velutina* dall'areale di provenienza della specie, l'Asia, dovrebbe essere inoltre attentamente considerato: l'introduzione di nuove specie aliene potrebbe rivelarsi estremamente dannoso per l'ecosistema e altre specie presenti in Europa. In conclusione il controllo biologico non può essere considerato attualmente come metodica di controllo per la *V. velutina* in Europa.

### **Lotta integrata**

Le metodiche di controllo attualmente disponibili per la *V. velutina* non consentono l'eradicazione della specie là dove questa si sia già stabilmente insediata; anche il contenimento spaziale risulta in molti casi di difficile applicazione. Per far fronte all'emergenza rappresentata dalla rapida diffusione della *V. velutina* occorre quindi reiterare il concetto di lotta integrata, ossia utilizzare diverse metodiche di controllo per limitare il più possibile l'espansione della specie (Manino e Laurino 2016). Lo sviluppo di metodologie innovative ed efficaci è fondamentale per incrementare le possibilità di contenimento spaziale della specie.

## Confronto tra le metodiche per il controllo di *Vespa velutina*

Come per le metodiche di monitoraggio, nella seguente tabella vengono riassunti i costi stimati delle metodiche di controllo per la *V. velutina*, unitamente a una valutazione sulla loro efficacia e sugli svantaggi. Anche in questo caso i costi monetari vengono presentati suddivisi in categorie di costo, per la difficoltà di reperire dati bibliografici sui costi delle diverse metodiche: basso (minore di 3'000 €), medio (3'000 - 6'000 €), alto (maggiore di 6'000 €) per anno.

*Tabella 3 - Confronto dei costi, dell'efficacia e degli svantaggi tra le diverse metodiche di controllo per la V. velutina*

Metodica di controllo	Costo stimato	Efficacia presunta	Svantaggi
<b>Neutralizzazione dei nidi</b>	<b>Alto.</b> Il costo per la neutralizzazione di un nido può variare in base all'altezza del nido da terra, (da 96 €/nido a 186 €/nido; Abeilles et Fleurs n° 765). Nel 2015 sono stati segnalati in Liguria 221 nidi, considerando un costo medio di 141 € a nido, si può stimare un costo complessivo di circa 30'000 € per 1 anno di attività di neutralizzazione. In alcuni paesi il numero di nidi segnalati può superare il migliaio, con ingenti costi di neutralizzazione.	<b>Abbastanza efficace.</b> La neutralizzazione dei nidi è la metodica più utilizzata in questi anni per controllare le popolazioni di <i>V. velutina</i> . Tuttavia la specie continua a espandere l'areale occupato, in quanto la maggior parte dei nidi neutralizzati si trova in ambiente frequentato dall'uomo, mentre i nidi in ambienti rurali o naturali sono segnalati con bassa frequenza. Metodiche innovative di ricerca dei nidi in questi ambienti potrebbero aumentare l'efficacia di questa metodica di controllo.	La metodica risulta essere altamente costosa; inoltre è necessario del personale specificatamente formato nella neutralizzazione dei nidi, oltre all'attrezzatura necessaria per intervenire nelle diverse situazioni (es. aste telescopiche, scale, tute antipuntura, biocidi, cestelli o piattaforme aeree).
<b>Metodiche innovative per l'individuazione dei nidi e la successiva rimozione</b>	<b>Alto.</b> Al fine di aumentare ulteriormente l'efficacia della metodica di neutralizzazione dei nidi, è possibile utilizzare metodiche innovative per l'individuazione dei nidi difficilmente osservabili. Oltre ai costi della neutralizzazione dei nidi occorre sommare i costi per l'acquisto/utilizzo di tecnologie specifiche (es. radar, termo-camera, droni, sistemi acustici). Tuttavia queste metodiche devono ancora essere sviluppate o implementate, quindi non è ancora possibile fornire una stima dettagliata dei costi.	<b>Non quantificabile.</b> Queste metodiche devono ancora essere testate o implementate, quindi al momento la loro efficacia non può essere quantificata.	Queste metodiche sono altamente costose. Inoltre l'ambiente naturale in cui devono operare può diminuirne l'efficacia: versanti scoscesi possono diminuire l'efficacia del radar; la copertura fogliare può diminuire l'efficacia della termo-camera e dei droni; la temperatura può contribuire a diminuire ulteriormente l'efficacia della termo-camera.

<b>Cattura delle regine di <i>Vespa velutina</i></b>	<b>Basso/Medio.</b> Il costo è assimilabile al costo per il monitoraggio con trappole per la cattura degli individui (370 € per 100 trappole/anno, più il costo del personale addetto alle verifiche), in quanto la metodica è la medesima. Il costo varia in relazione al numero di trappole che occorre posizionare.	<b>Poco efficace.</b> Recenti studi hanno dimostrato che un elevato numero di catture non influenza significativamente il numero di nidi segnalati nella stagione successiva (Monceau e Thiéry 2016).	Se le trappole non sono altamente selettive, la metodica può produrre un'impatto sulle altre specie native.
<b>Cattura delle operaie di <i>Vespa velutina</i></b>	<b>Basso/Medio.</b> Il costo è assimilabile a quello della metodica precedente per la cattura delle regine di <i>V. velutina</i> .	<b>Non efficace.</b> Questa metodica non è efficace per il controllo delle popolazioni di <i>V. velutina</i> ; tuttavia può essere utilizzata in apiario per diminuire la pressione predatoria di fronte agli alveari.	Se le trappole non sono altamente selettive, la metodica può produrre un'impatto sulle altre specie native.
<b>Trappole a feromoni</b>	Al momento non sono disponibili feromoni specifici per la <i>V. velutina</i> , quindi non possono essere effettuate delle valutazioni sul costo, sull'efficacia e sugli svantaggi. La metodica non può essere applicata nel breve periodo.		
<b>Controllo biologico</b>	Al momento non sono disponibili organismi biologici utilizzabili per il controllo della <i>V. velutina</i> , quindi non possono essere effettuate delle valutazioni sul costo, sull'efficacia e sugli svantaggi. La metodica non può essere applicata nel breve periodo; può inoltre provocare danni ecosistemici o ad altre specie animali, quindi sono necessari studi specifici e attente valutazioni prima di un impiego di agenti biologici.		

## **Metodiche di monitoraggio e controllo per la *Vespa velutina* che saranno utilizzate durante il Progetto LIFE STOPVESPA**

Nel corso del progetto LIFE STOPVESPA occorre sviluppare un sistema di individuazione precoce e risposta rapida (*Early Warning and Rapid Response System*) per la *V. velutina*, che sfrutti metodiche di monitoraggio e controllo efficaci.

Tutte le metodiche di monitoraggio per la *V. velutina* che sono state analizzate risultano essere efficaci o abbastanza efficaci per individuare la specie. La differenza sostanziale tra le metodiche è il costo per la loro implementazione: la *citizen science* è la metodica meno costosa una volta avviato un sistema per ricevere le segnalazioni, anche se il numero di 'false segnalazioni' può essere elevato; al contrario il monitoraggio con trappole o con alveari sperimentali dovrebbe essere maggiormente efficace tuttavia il costo è superiore. Da una valutazione dell'efficacia, dei costi e degli svantaggi di ogni metodica appare evidente che una sinergia delle 3 metodiche di monitoraggio, ognuna implementata a un livello di scala differente in relazione ai costi, dovrebbe garantire una strategia efficace per il monitoraggio delle popolazioni di *V. velutina*:

- la *citizen science* sarà implementata sviluppando un sistema per ricevere le segnalazioni (sito web di progetto, email e recapiti telefonici), unitamente a campagne informative per aumentare la conoscenza del pubblico sulla *V. velutina* e sul suo riconoscimento;
- il monitoraggio con trappole per la cattura degli individui sarà una metodica che verrà proposta ad apicoltori e cittadini (tramite newsletter e volantini) in determinati periodi dell'anno; in questo modo molte persone potranno contribuire in modo volontario al monitoraggio della *V. velutina*;
- il monitoraggio con alveari attrattivi sperimentali sarà utilizzato nelle aree di possibile espansione della *V. velutina* dove non saranno presenti altri alveari di apicoltori locali.

Al contrario, le metodiche di controllo efficaci per le popolazioni di *V. velutina* sono limitate: la neutralizzazione dei nidi è la metodica più utilizzata e maggiormente efficace, anche se il costo è alto; le altre metodiche di controllo risultano essere poco efficaci o non utilizzabili (cattura delle regine, cattura delle operaie, cattura con trappole a feromoni, controllo biologico). Per questo motivo nel corso del progetto LIFE STOPVESPA le popolazioni di *V. velutina* saranno controllate tramite:

- neutralizzazione dei nidi; tutti i nidi segnalati o trovati dalle squadre di monitoraggio saranno neutralizzati in tempi rapidi da squadre di neutralizzazione appositamente formate;
- sviluppo di tecnologie innovative per l'individuazione dei nidi; al fine di incrementare l'efficacia nel rilevamento e nella neutralizzazione dei nidi sarà sviluppato un nuovo sistema radar per il tracciamento del volo dei calabroni di ritorno al nido, che dovrebbe incrementare il numero di nidi trovati in ambiente naturale (boschi, aree rurali o poco frequentate) e aumentare l'efficacia del controllo.

## Bibliografia

- AA.VV. (2014). Estrategia para la detección y control del Avispon Asiático o Avispa Negra (*Vespa velutina nigrithorax*) en el Principado de Asturias. *Gobierno del Principado de Asturias, Consejería de Agroganadería y Recursos Autoctonos, Dirección General de Recursos Naturales, Oviedo, ES*
- Abeilles et fleurs (n° 757 / 2014) Découvrir la protection anti-frelon asiatique de Cathy. *Abeilles et fleurs, Union Nationale de l'Apiculture Française, 757: 34–35*
- Abeilles et fleurs (n° 759 / 2014) Le piège à frelons de Marc Bastian. *Abeilles et fleurs, Union Nationale de l'Apiculture Française, 759: 34*
- Abeilles et fleurs (n° 765 / 2014) Lutte contre le frelon asiatique: des collectivités s'engagent aux côtés des apiculteurs. *Abeilles et fleurs, Union Nationale de l'Apiculture Française, 765: 20–23*
- Abeilles et fleurs (n° 770 / 2015) Frelon asiatique - Tous à vos pièges! *Abeilles et fleurs, Union Nationale de l'Apiculture Française, 770: 10–11*
- Abeilles et fleurs (n° 777 / 2014) Frelon asiatique. 10 ans après son introduction, quelles méthodes pour lutter efficacement? *Abeilles et fleurs, Union Nationale de l'Apiculture Française, 777: 22–29*
- Avinent J (2016) Sospel: chasseur vs frelon asiatique. *Nice-matin, 14 janvier 2016: 10*
- Balmori A (2015) Sobre el riesgo real de una expansión generalizada de la avispa asiática *Vespa velutina* Lepeletier, 1836, (Hymenoptera: Vespidae) en la Península Ibérica. *Boletín de la Sociedad Entomológica Aragonesa 56: 283–289*
- Beggs JR, Brockerhoff EG, Corley JC, Kenis M, Masciocchi M, Muller F, Rome Q, Villemant C (2011) Ecological effects and management of invasive alien Vespidae. *BioControl 56: 505–526*
- Berton A, Moroni D, Salvetti O, Quaranta M, Bortolotti L, Felicioli A (2016) Hovering above the yellow-legged hornet nest. *Velutina Task Force Kickoff Meeting, Grugliasco 18-20 September 2016*
- Bessa AS, Carvalho J, Gomes A, Santarem F (2016) Climate and land-use drivers of invasion: predicting the expansion of *Vespa velutina nigrithorax* into the Iberian Peninsula. *Insect Conservation and Diversity 9: 27–37*
- Choi MB, Martin SJ, Lee JW (2012) Distribution, spread, and impact of the invasive hornet *Vespa velutina* in South Korea. *Journal of Asia-Pacific Entomology 15: 473–477*
- Choi MB, Lee SA, Suk HY, Lee JW (2013) Microsatellite variation in colonizing populations of yellow-legged Asian hornet, *Vespa velutina nigrithorax*, in South Korea. *Entomological Research 43: 208–214*
- Couto A, Lapeyre B, Thiéry D, Sandoz JC (2016) Olfactory pathway of the hornet *Vespa velutina*: new insights into the evolution of the hymenopteran antennal lobe. *Journal of Comparative Neurology*. <http://doi.org/10.1002/cne.23975>
- Couto A, Monceau K, Bonnard O, Thiéry D, Sandoz JC (2014) Olfactory Attraction of the Hornet *Vespa velutina* to Honeybee Colony Odors and Pheromones. *Plus One*. <http://dx.doi.org/10.1371/journal.pone.0115943>
- Darrouzet E, Gévar J, Dupont S (2014) A scientific note about a parasitoid that can parasitize the yellow-legged hornet, *Vespa velutina nigrithorax*, in Europe. *Apidologie 46: 130–132*
- Demichelis S, Manino A, Minuto G, Mariotti M, Porporato M (2014) Social wasp trapping in north west Italy: comparison of different bait-traps and first detection of *Vespa velutina*. *Bulletin of Insectology 67 (2): 307–317*
- Fontana P, Malagnini V, Buzzetti FM (2016) Can bee lining as well bioacoustics techniques be applied to the detection of *Vespa velutina* nests? *Velutina Task Force Kickoff Meeting, Grugliasco 18-20 September 2016*
- Haxaire PG, Villemant C (2010) Impact sur l'entomofaune des «pièges à frelon asiatique». *Insectes 159 (4): 1–6*

- Haxaire J, Bouguet JP, Tamisier JP (2006) *Vespa velutina* Lepeletier, 1836, une redoutable nouveauté pour la faune de France (Hym., Vespidae). *Bulletin de la Société entomologique de France* 111 (2): 194
- ISPRA (2011) Indagine tecnico-conoscitiva sul fenomeno della moria delle api all'interno delle aree naturali protette. *Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale, Rapporto Finale, Settembre 2011*
- Lodesani M, Porrini C, Mutinelli F, Bortolotti L, Sgolastra F, Medrzycki P (2014) Result from a national-wide monitoring project in Italy and the Bee Emergency Service Team. *Sixth European Conference of Apidology*, Murcia 9-11 September 2014
- Milanesio D, Saccani M, Maggiora R, Laurino D, Porporato M (2016) Design of an harmonic radar for the tracking of the Asian yellow-legged hornet. *Ecology and Evolution*. <http://doi.org/10.1002/ece3.2011>
- Monceau K, Thiéry D (2016) *Vespa velutina* nest distribution at a local scale: An eight-year survey of the invasive honeybee predator. *Insect Science*. <http://doi.org/10.1111/1744-7917.12331>
- Manino A, Laurino D (2016) Integrated pest management: a holistic approach to *Vespa velutina* control. Oral Presentation in: Velutina Task Force Kickoff Meeting, Grugliasco (Torino), 18-20 Febbraio 2016. <https://drive.google.com/file/d/0B5MANrkRbqXdMm9rbTIGSHVQMTg/view?pref=2&pli=1>
- Monceau K, Bonnard O, Thiéry D (2012) Chasing the queens of the alien predator of honeybees: A water drop in the invasiveness ocean. *Open Journal of Ecology* 2 (4): 183–191
- Monceau K, Bonnard O, Thiéry D (2013a) Relationship between the age of *Vespa velutina* workers and their defensive behaviour established from colonies maintained in the laboratory. *Insectes Sociaux* 60 : 437–444
- Monceau K, Bonnard O, Thiéry D (2014a) *Vespa velutina*: a new invasive predator of honeybees in Europe. *Journal of Pest Science* 87: 1–16
- Monceau K, Bonnard O, Moreau J, Thiéry D (2014b) Spatial distribution of *Vespa velutina* individuals hunting at domestic honeybee hives: heterogeneity at a local scale. *Insect Science* 21: 765–774
- Monceau K, Maher N, Bonnard O, Thiéry D (2013b) Predation pressure dynamics study of the recently introduced honeybee killer *Vespa velutina*: learning from the enemy. *Apidologie* 44: 209–221
- Papachristoforou A, Arca M, Poirot B, Ifantidis MD (2013) Trapping Asian hornets (*Vespa velutina*) workers and queens in France, using the Apiburg® hive bottom board. In: Proceedings of the XXXIII International Apicultural Congress, 29 September - 04 October 2013, Kiev, UA
- Porporato M, Manino A, Laurino D, Demichelis S (2014) *Vespa velutina* Lepeletier (Hymenoptera Vespidae): A first assessment two years after its arrival in Italy. *Redia* 97: 189–194
- Rome Q, Perrard A, Muller F, Villemant C (2011a) Monitoring and control modalities of a honeybee predator, the yellow-legged hornet *Vespa velutina nigrithorax* (Hymenoptera: Vespidae). *Aliens: the Invasive Species Bulletin* 31: 7–15
- Rome Q, Muller F, Théry T, Andrivot J, Haubois S, Rosenstiehl E, Villemant C (2011b) Impact sur l'entomofaune des pieges a biere ou a jus de cirier dans la lutte contre le frelon asiatique. *Journée Scientifique Apicole*: 18–20.
- Roy HE, Rorke SL, Beckmann B, Booy O, Botham MS, Peter MJ, Brown PMJ, Harrower C, Noble D, Sewell J, Walker K (2015) The contribution of volunteer recorders to our understanding of biological invasions. *Biological Journal of the Linnean Society* 115: 678–689
- Torres M (2015) Drones para vigilar la *Vespa velutina*. *La Voz de Galicia*, 19 Octubre 2015
- Villemant C, Zuccon D, Rome Q, Muller F, Poinar GO Jr, Justine JL (2015) Can parasites halt the invader? Mermithid nematodes parasitizing the yellow-legged Asian hornet in France. *PeerJ* 3. <https://doi.org/10.7717/peerj.947>
- Villemant C, Barbet-Massin M, Perrard A, Muller F, Gargominy O, Jiguet F, Rome Q (2011) Predicting the invasion risk by the alien bee-hawking Yellow-legged hornet *Vespa velutina nigrithorax* across Europe and other continents with niche models. *Biological Conservation* 144: 2142–2150

- Ueno T (2014) Establishment of the Invasive Hornet *Vespa velutina* (Hymenoptera: Vespidae) in Japan. *International Journal of Chemical, Environmental & Biological Sciences* (2) 4: 2320–4087
- Welzel KF, Choe DH (2016) Development of a Pheromone-Assisted Baiting Technique for Argentine Ants (Hymenoptera: Formicidae). *Journal of Economic Entomology*. <http://dx.doi.org/10.1093/jee/tow015>
- Wittenberg R, Cock MJW (2001) Invasive Alien Species: A Toolkit of Best Prevention and Management Practices. *CAB International*, Wallingford, Oxon, UK