

METODI DI MONITORAGGIO DELLE INFESTAZIONI DEL PUNTERUOLO ROSSO DELLE PALME

POMPEO SUMA (*) - SANTI LONGO (*) - ALESSANDRA LA PERGOLA (*) - VICTORIA SOROKER (**)

(*) *Dipartimento di Gestione dei Sistemi Agro-alimentari e Ambientali, Università degli Studi di Catania, via S. Sofia 100, Catania; suma@unict.it*

(**) *Volcani Center, ARO, Bet Dagan 50250, Israele.*

Letture tenuta durante la Tavola Rotonda "Il punteruolo rosso delle palme: nuove acquisizioni e possibilità di controllo demografico". Seduta Pubblica dell'Accademia - Firenze - 15 Novembre, 2013.

*Monitoring strategies for the detection of *Rhynchophorus ferrugineus* infestations*

The detection of the Red Palm Weevil (RPW) *Rhynchophorus ferrugineus* infestations is important for the timely development of effective control methods. In relation to the ethology of the weevil, poorly reliable are the indications given by direct visual observations and then, in function of the availability of commercially equipment, the following preliminary tests were recently carried out: I) visual surveys II) thermographic measurements, III) remote visual inspections, IV) use of pheromone traps baited with the synthetic aggregation pheromone, V) chemical detection using sniffer dogs. The results obtained within the tests were not fully satisfactory; poor information were possible to achieved based on the visual observations of the infested palm trees as well as using the infrared cameras. Interesting were the results obtained with the trap monitoring system that, as well as the chemical detection by means of the sniffer dogs, seemed the most effective and reliable method to monitor and detect RPW infestations. Considering that the infested palms can recover only if treated at an early stage of infestation more efforts are needed to improve these monitoring strategies in order to achieve more consistent results in the management of the weevil infestations.

KEY WORDS: *Red palm weevil, visual detection, baited traps, chemical detection, sniffer dogs.*

INTRODUZIONE

La globalizzazione del mercato con la conseguente movimentazione di palme adulte ospitanti stadi biologici di fitofagi e gli insufficienti controlli fitosanitari sono state le cause principali della recente introduzione e diffusione in Italia del Punteruolo rosso delle palme *Rhynchophorus ferrugineus* (Olivier). Il coleottero, di origine asiatica, è stato introdotto nel bacino del Mediterraneo nei primi anni '90 (COX, 1993; KEHAT, 1999) e, a distanza di circa un decennio dalla sua prima segnalazione in Spagna (BARRANCO *et al.*, 1996), è stato rinvenuto in Italia, Francia, Turchia e in Grecia dove si è inizialmente insediato prevalentemente su piante adulte e di sesso maschile di *Phoenix canariensis* (Hortorm ex Chabaud). Il contenimento delle infestazioni del Punteruolo rosso presenta problemi di non facile soluzione, in particolare in ambito urbano. Il comportamento da endofita delle larve del coleottero e le notevoli dimensioni delle palme rendono poco efficace la lotta per l'impossibilità di individuare le fasi iniziali delle infestazioni quando gli adulti e le larve sono raggiungibili dagli insetticidi (LONGO, 2006). Diversi sono i sistemi di monitoraggio finora proposti e sperimentati per individuare tempestivamente la presenza degli adulti e soprattutto delle larve endofite

che però, ad oggi, non hanno fornito risultati attendibili e inequivocabili. Nelle palme delle Canarie, infestate dall'insetto, l'attacco non si manifesta per mesi, nel corso dei quali le larve si sviluppano nella parte sommitale dello stipite (LONGO *et al.*, 2009). La possibilità quindi di poter disporre di mezzi e metodologie di indagine utili a una corretta diagnosi delle infestazioni di *R. ferrugineus* il più possibile tempestiva e rapida, è certamente uno degli aspetti che, nell'ambito della ricerca, assume notevole interesse pratico applicativo. Pertanto, ai fini della definizione di metodologie idonee al monitoraggio delle infestazioni di *R. ferrugineus*, nell'ambito di specifici progetti di ricerca (FitoPalmIntro, DiProPalm, PalmProtect) nell'ultimo settennio, sono state effettuate prove sperimentali mirate a valutare l'applicabilità di diverse tecniche, note e meno note, opportunamente adattate allo scopo.

MONITORAGGIO DEGLI ADULTI

Trappole innescate con i feromoni sintetici di aggregazione

Trappole attivate con i feromoni sintetici di aggregazione "Rhynchophorol" o "Ferrugineol" (4-methyl-5-nonanol) (HALLET *et al.*, 1993; GUNAWARDENA *et*

al., 1995; FALEIRO *et al.*, 2000) addizionate con acetato di etile e melasso, sono state impiegate in Sicilia, per il monitoraggio degli adulti del Punteruolo rosso già a partire dal 2006. Le trappole, inizialmente costruite artigianalmente e via via sostituite con quelle disponibili in commercio, consistevano in contenitori in plastica di forma parallelepipedica o cilindrica della capacità di circa 5 litri, provvisti di aperture nelle zone laterali e in quella superiore per consentire l'ingresso degli adulti attratti. Inizialmente le trappole sono state installate sullo stipite delle palme a un'altezza di circa 3 m; negli anni successivi, considerate le basse catture effettuate e le conoscenze acquisite sull'etologia degli adulti, le trappole sono state parzialmente interrare (OEHLISCHLAGER *et al.*, 1993), a circa 10-20 m di distanza dalle palme da monitorare, sia asintomatiche che con sintomi di infestazione.

Le catture nelle trappole, registrate dal 2007 al 2013, in Sicilia (7.103 maschi e 12.312 femmine), hanno consentito di accertare che gli adulti di Rincoforo sono attivi nel corso dell'intero anno con brevi interruzioni dei voli nei periodi in cui le temperature giornaliere superano i $34\pm 1^\circ\text{C}$ o sono inferiori a $12\pm 1^\circ\text{C}$ (Fig. 1). Inoltre, le trappole, che hanno catturato in prevalenza femmine (65%), il 90% delle quali fecondate, hanno permesso di intercettare la presenza di adulti del Punteruolo persino in un sito ricadente nel Parco dell'Etna, a quota 1.030 m s.l.m.m. e distante oltre 5 Km dalle palme più vicine.

Contestualmente, in 45 siti della Sicilia centro-

orientale, è stato predisposto un sistema di sorveglianza/monitoraggio degli adulti del Punteruolo rosso, impiegando un totale di 58 delle trappole descritte in precedenza (47 in provincia di Catania, 6 in provincia di Siracusa, 2 in quella di Ragusa e una rispettivamente in provincia di Caltanissetta, Enna e Messina). Nello specifico, le trappole, sono state installate in zone in cui erano presenti palme delle Canarie con sintomi evidenti di infestazione attiva, in areali in cui le palme presentavano una leggerissima asimmetria della chioma e in aree, apparentemente indenni, limitrofe ad altre con infestazioni conclamate. Obiettivo della sperimentazione è stato quello di ricavare dati significativi sull'impiego delle trappole come strumenti di accertamento tempestivo dell'arrivo dell'insetto nelle zone apparentemente indenni. Allo scopo, parametri di valutazione sono stati individuati nelle diverse risposte ottenute dall'analisi delle catture e suddivise in: a) *positive* relative a quelle registrate nelle trappole poste in aree in cui sussistevano infestazioni già appurate o relative all'assenza di catture in zone in cui le infestazioni non erano manifeste; b) *negative* relative a tutti quei casi in cui non sono state registrate catture nelle trappole benché le infestazioni fossero già visivamente accertate; c) *di allerta* relative ai casi in cui si registravano catture alle trappole laddove le palme monitorate non presentavano, al momento dell'attivazione delle trappole, infestazioni evidenti ma che solo successivamente hanno manifestato sintomi. I risultati ottenuti (Fig. 2 e 3), evidenziano

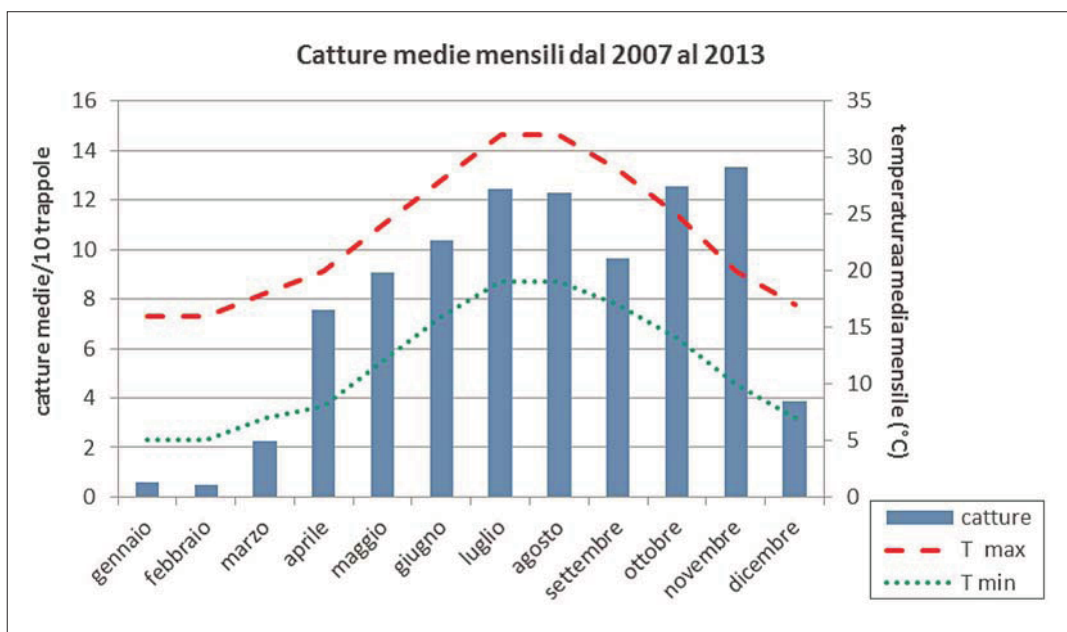


Fig. 1

Numero medio di adulti di RPW catturati mensilmente in 10 trappole dal 2007 al 2013 installate nel centro urbano di Catania e temperature medie mensili.

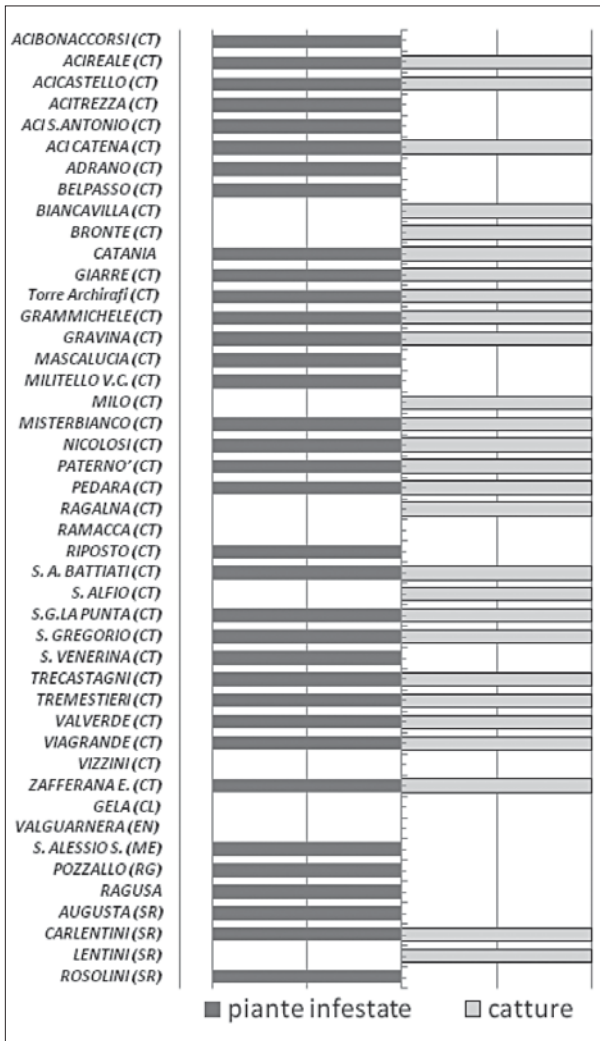


Fig. 2

Corrispondenza tra presenza di piante infestate e catture alle trappole effettuate nei 45 siti di indagine nel quadriennio 2006-09, in Sicilia centro-orientale.

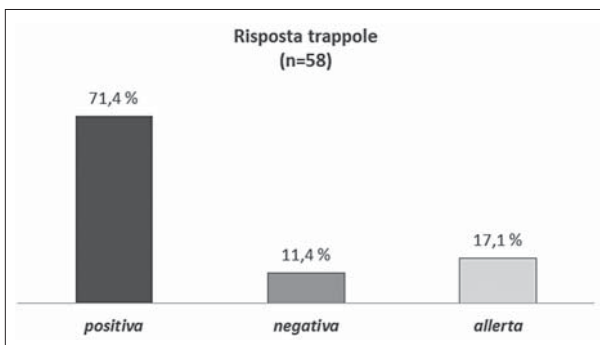


Fig. 3

Risposta delle trappole impiegate per la cattura degli adulti di *Rhynchophorus ferrugineus* e attivate con il feromone sintetico di aggregazione, mantenute in 45 siti della Sicilia centro-orientale nel quadriennio 2006-09. *Positive* sono le indicazioni relative alle catture registrate nelle trappole poste in aree con palme palesemente infestate o all'assenza di catture nelle zone in cui le infestazioni non erano manifeste; *negative* nei casi in cui non sono state registrate catture nelle trappole benché le infestazioni fossero già visivamente evidenti; *allerta* è riferita ai casi in cui sono state registrate catture nelle trappole benché le palme monitorate non presentavano infestazioni evidenti, manifestate solo in tempi successivi.

che più del 70% delle trappole impiegate ha dato risposte positive catturando gli adulti del coleottero laddove erano presenti infestazioni manifeste o non registrando catture nelle zone "indenni". Anche i dati relativi all'*allerta* non vanno sottovalutati; infatti diversi sono stati i casi in cui le trappole hanno catturato gli adulti del Punteruolo in zone le cui piante apparivano in buono stato fitosanitario e che solo successivamente, hanno manifestato i primi sintomi di attacco. In tale contesto dunque, il lasso di tempo intercorso tra catture alle trappole e manifestazione dei primi sintomi, potrebbe rappresentare un fattore di estrema importanza per effettuare tempestivi interventi di controllo del coleottero.

INDIVIDUAZIONE DEI SINTOMI DELL'INFESTAZIONE NELLE PALME

Indagine visiva diretta

L'esame visivo diretto delle palme, per l'individuazione tempestiva delle infestazioni, presenta notevoli difficoltà in relazione alla specie e all'altezza della palma e non sempre fornisce indicazioni affidabili. Per gli esemplari di notevole altezza è infatti necessario disporre di costose pedane elevatrici e occorre eseguire dei saggi per avere la certezza della presenza di stadi biologici attivi del Punteruolo.

L'infestazione nelle palme delle Canarie si rende manifesta solo in una fase avanzata, con dei caratteristici tagli nelle foglie apicali dovuti all'attività trofica delle larve a spese del meristema apicale cui segue un asimmetrico portamento della chioma che, successivamente, assume un caratteristico aspetto divaricato "ad ombrello aperto". Le foglie spesso cadono per cedimento del picciolo fogliare, per cui la pianta appare come "capitozzata".

Indagine visiva indiretta

Per la messa a punto di tale tecnica è stata utilizzata una microcamera wireless (risoluzione PAL di 628x582 pixel; frequenza operativa 1.2Ghz; messa a fuoco manuale da 30 mm a infinito e dimensioni di 33x42x33 mm.) montata su asta telescopica da 6 metri connessa a un computer portatile dotato di ingresso video per l'acquisizione, su supporto digitale, di immagini fisse e di filmati. Assicurata la microcamera alla sommità dell'asta telescopica e connesso il trasmettitore di segnale al computer, si procedeva all'ispezione della chioma delle palme selezionate allo scopo. La camera veniva diretta, ove possibile, alla base delle foglie e verso la zona centrale della chioma in cui maggiori erano le probabilità di intercetta-

re tracce delle infestazioni del Rincoforo. Le osservazioni effettuate, tutte memorizzate su supporto digitale, hanno avuto una durata media di 15 minuti/pianta. Dall'analisi del materiale collezionato nel corso delle *indagini visuali indirette*, non è stato possibile ricavare indicazioni affidabili circa l'inequivocabile presenza di stadi biologici del punteruolo nelle palme asintomatiche; infatti, il particolare assetto strutturale della porzione aerea delle palme oggetto di studio, ostacolava qualsiasi manovrabilità e l'adeguato posizionamento della microcamera sulla chioma delle stesse. Inoltre, le caratteristiche tecniche dello strumento impiegato, e il grado di risoluzione delle immagini, non sempre hanno permesso l'identificazione dei tessuti vegetali alterati soprattutto quando questi si trovavano nelle parti più interne della chioma delle piante. Non è da escludere tuttavia che, tale tecnica, disponendo di apparecchiature maggiormente sensibili, possa trovare un utile impiego nella ricerca delle tracce di infestazione su palme non eccessivamente alte in cui l'operatore può facilmente manovrare la microcamera stessa.

INDIVIDUAZIONE DEGLI STADI PREIMMAGINALI E DEGLI ADULTI NELLE PALME

Al fine di accertare tempestivamente la presenza dell'insetto nelle palme, sono state sperimentate tecniche diagnostiche basate su indagini termografiche, visive indirette (endoscopia), nonché sull'impiego di unità cinofile addestrate a tale scopo.

Indagine termografica

Rilievi termometrici, preliminarmente effettuati

nell'area urbana di Catania, utilizzando un termometro digitale (range $-50\sim 200^{\circ}\text{C}/-58\sim 392^{\circ}\text{F}$) la cui sonda veniva posizionata in fori praticati alla base della corona sia di palme con evidenti segni di infestazione che asintomatiche, hanno evidenziato che i tessuti danneggiati dall'insetto raggiungono temperature superiori a 51°C . La successiva dissezione degli stipiti di palme infestate ha poi consentito di accertare che, le larve, si localizzano nelle zone in cui le temperature oscillano tra 25 e 30°C . Pertanto, considerato che la tecnica della termografia a raggi infrarossi permette di rilevare a distanza l'energia infrarossa (o termica) emessa da un corpo, di quantificarla con estrema precisione e, in alcuni casi, di renderla visibile sotto forma di immagini (FILARDO *et al.*, 2008), è stata verificata l'idoneità di due diversi modelli di termocamere a rilevare le variazioni termiche da ricondurre alla presenza del fitofago all'interno delle palme sospette. I rilievi termografici sono stati effettuati nel corso del 2007, impiegando una termocamera modello *ThermaCAMTM P65* (sensibilità termica @ $50/60$ Hz; $0,08^{\circ}\text{C}$ a 30°C e campo spettrale da $7,5$ a $13\ \mu\text{m}$) e una modello *ThermaVisionTM serie SC6000 HS* con sensibilità inferiore ai $20\ \text{mK}$ a 30°C), della FLIR Systems Inc. Sono state complessivamente sottoposte ad analisi termografica 14 palme delle Canarie di differente sesso ed età, dislocate in siti diversi della provincia di Catania; 10 di esse presentavano livelli variabili di infestazione apparente, le restanti 4 erano del tutto asintomatiche (Fig. 4).

Gli apparecchi impiegati nell'*indagine termometrica*, hanno permesso di acquisire solo parziali indicazioni sui delta termici registrati sulle diverse palme indagate; ciò è probabilmente relazionabile anche al fatto che le procedure di acquisizione dei dati sono state effettuate unicamente durante le



Fig. 4

Confronto tra un immagine in chiaro ed una all'infrarosso dello stipite di una *P. canariensis* asintomatica.

ore diurne dei giorni di indagine il che potrebbe avere influenzato la leggibilità e l'interpretabilità dei dati acquisiti (SUMA e LONGO, 2008).

In alcuni casi specifici, i valori di temperatura registrati in palme gravemente infestate, sensibilmente superiori a quelli ottenuti da piante asintomatiche, incoraggia l'approfondimento di tale tecnica diagnostica prendendo contestualmente in considerazione altri parametri bio-morfologici della pianta che potrebbero smentire o confermare la presenza di infestazione da Rincoforo.

Ispezione endoscopica

L'applicabilità del metodo video-endoscopico per la diagnosi delle fasi iniziali delle infestazioni di *R. ferrugineus* è stata valutata nel maggio del 2008 presso il "Parco del Faro" di Catania. Allo scopo, sono state impiegate due diverse tipologie di apparecchiature messe a disposizione dal settore *Industrial Endoscopy* della Olympus Italia. Nella fattispecie, l'impiego ha riguardato un fibroscopio di tipo industriale (serie *IF5D4X1*) e un videoscopio industriale (serie *IPLEX FX*). Nel parco dove erano presenti 83 palme delle Canarie di circa 25 anni di età, caratterizzate da sintomatologie di attacco di diversa entità, sono state individuate e selezionate 4 piante per l'indagine endoscopica catalogate, in base al livello di danno apparente, in classe 0= nessun sintomo; classe 1= tracce di erosione delle foglie centrali; classe 2= asimmetria evidente della chioma; classe 3= chioma collassata ad "ombrello". Il ridotto numero di piante saggiate è stato dettato dalla parziale invasività del mezzo diagnostico adottato. Infatti l'indagine endoscopica, può essere realizzata attraverso un foro del diametro poco superiore a quello della fibra ottica dell'apparecchio impiegato (\varnothing 6 mm). Tale foro è stato effettuato con un trapano

a batteria montante una punta di lunghezza pari ad almeno il raggio dello stipite delle piante da saggiare i cui diametri in media misuravano 50/70 centimetri. Le informazioni raccolte, sotto forma di immagini e/o filmati digitali, sono state acquisite e archiviate.

L'ispezione endoscopica ha permesso di evidenziare la presenza di gallerie larvali a circa 30 cm di profondità alla base della chioma delle due palme ricadenti in classe 0 e 1 rispettivamente (Fig. 5). Tuttavia l'invasività dell'intervento, potrebbe favorire l'insediamento di patogeni e danneggiare la palma soprattutto se, prima di intercettare le gallerie, occorre effettuare numerosi fori. Per ovviare in parte a tali inconvenienti è opportuno stuccare accuratamente i fori con propoli o con mastice da innesti. In linea di massima, la tecnica endoscopica potrebbe trovare applicabilità per indagini di supporto all'identificazione delle infestazioni da punteruolo, prevalentemente come ultima risorsa da impiegare nei casi in cui le osservazioni visive dirette, e/o le altre metodologie a basso livello di invasività per la pianta non permettono di accertare la presenza del coleottero all'interno delle palme sospette.

Impiego di unità cinofile

È noto che i cani sono animali particolarmente adatti alle attività di ricerca di sostanze di varia natura (ALBONE, 1984) e possono essere addestrati a individuare odori provenienti da materiali sia biologici che inerti (BROWNE *et al.*, 2006) e a localizzarli anche in piccolissime quantità (OXLEY e WAGGONER, 2009). Le unità cinofile sono coinvolte nelle attività di sdoganamento di merci di svariata natura, nei porti e negli aeroporti anche per prevenire l'indesiderata introduzione di insetti esotici. È diffuso anche l'impiego dei cani nella

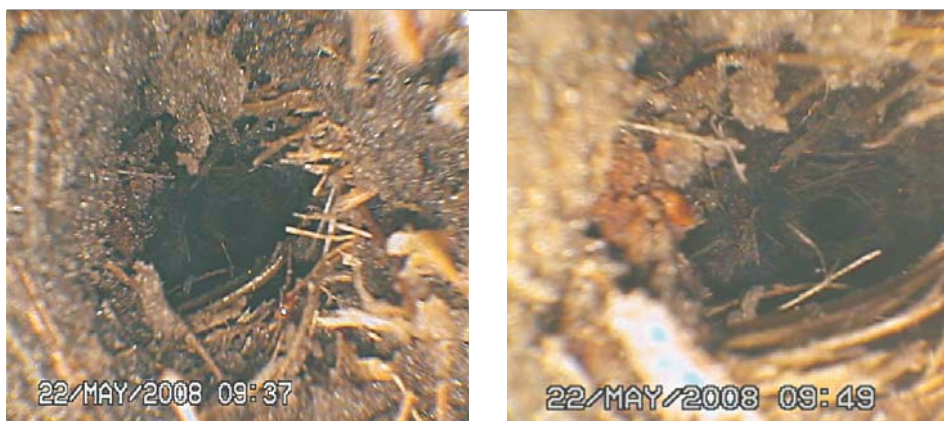


Fig. 5

Immagini endoscopiche ottenute dall'ispezione di una *P. canariensis* infestata dal Punteruolo rosso delle palme con, in evidenza, le gallerie larvali del Coleottero.

ricerca di esplosivi, contaminanti chimici, droghe illegali e nel ritrovamento di vittime di valanghe o sopravvissuti a disastri (FENTON, 1992; HEBARD, 1993). Ci sono, inoltre, numerose note in letteratura sulla possibilità di addestrare i cani all'individuazione di insetti quali il defogliatore *Lymantria dispar* L. (WALLNER e ELLIS 1976), la termite orientale *Reticulitermes flavipes* (Koehler) (BROOKS *et al.*, 2003), la cimice dei letti *Cimex lectularius* (L.) (PFIESTER *et al.*, 2008) e la formica di fuoco *Solenopsis invicta* Buren (LIN *et al.*, 2011). In Israele, NAKASH *et al.* (2000) hanno condotto prove preliminari sulla possibilità di utilizzare i cani per il riconoscimento di *Phoenix dactylifera* L. infestate da *R. ferrugineus* in dattereti con risultati incoraggianti. Da queste premesse, al fine di monitorare la presenza del Punteruolo rosso e di accertarne le fasi iniziali delle infestazioni, sono state avviate delle indagini atte a verificare l'efficacia dell'olfatto di cani addestrati allo scopo. I test sperimentali sono stati condotti utilizzando dodici *P. canariensis* indenni, coltivate in vaso, disposte su tre file da quattro piante cadauna e distanziate un metro l'una dall'altra. Sono state poste a confronto 4 tesi costituite rispettivamente da palme nella cui chioma veniva occultata una provetta tipo "falcon" contenente una delle seguenti esche: 5 femmine, 5 maschi, 5 coppie o 5 larve del Rincoforo. Ogni cane effettuava tre passaggi per ciascuna palma per un totale di tre replicazioni; ad ogni segnalazione esatta il cane veniva ricompensato dall'addestratore. Le risposte venivano registrate come "vere positive" quando veniva segnalata una palma con la provetta contenente stadi biologici del Punteruolo e "false positive" quando il cane segnalava una palma che nascondeva la provetta vuota impiegata come controllo. I risultati complessivi delle risposte dei tre cani hanno evidenziato una spiccata abilità nell'identificare correttamente le palme in cui erano presenti le provette con gli stadi biologici del Punteruolo, con una percentuale di risposte positive del 78% (tab. 1) (SUMA *et al.*, 2013). Questi risultati hanno fornito indicazioni utili sulla possibilità di addestrare i cani per l'individuazione di stadi attivi del Punteruolo in condizioni di semicampo (es. vivai); i dati ottenuti sono paragonabili a quelli riportati da altri autori che, in contesti diversi, hanno ottenuto simili livelli di risposte positive dei cani (ENGEMAN *et al.*, 1998; SHELBY *et al.*, 2004). Tuttavia l'impiego delle unità cinofile, in aree urbane, per individuare le infestazioni in palme delle Canarie di notevoli dimensioni, molte delle quali gravemente infestate dal coleottero, hanno fornito indicazioni contrastanti, mostrando tutti i limiti applicativi del metodo che, in tali contesti,

Tabella 1 – Risposte positive e falsi positivi (%) dei cani addestrati per l'identificazione delle palme delle Canarie artificialmente infestate con i diversi stadi biologici del Punteruolo rosso delle palme (da Suma *et al.*, 2013 mod.).

Dog ^a	True/positive responses ^b (mean% ± SE)	False/positive responses ^c (mean% ± SE)
RW	78 ± 7.0 a	11 ± 3.9 a
GR1	81 ± 6.7 a	17 ± 4.5 a
GR2	75 ± 7.3 a	10 ± 3.5 a
Mean	78 ± 7.0	12.6 ± 3.9

^a RW = Rottweiler; GR1 e GR2 = Golden Retriever;

^b Risposte positive alle palme effettivamente infestate con stadi vitali di Punteruolo rosso

^c Risposte alle palme non infestate.

A lettera uguale corrispondono valori statisticamente non significativi (P=0.05; Student-Newman-Keuls; STATSOFT Italia, 1997).

non pare possa rappresentare un sicuro mezzo diagnostico. Prove finalizzate a determinare l'abilità dei cani nell'individuare tempestivamente specie diverse di palme, infestate da *R. ferrugineus*, sono ancora in corso, e dai loro risultati sarà possibile valutare l'opportunità o meno di impiegare le unità cinofile, in integrazione con altri mezzi di ispezione, nei programmi di quarantena e nei punti di ingresso di materiale vegetale importato.

Altri metodi d'indagine

SOROKER *et al.* (2013), riportano che molte ricerche sono in fase di realizzazione per l'identificazione delle palme infestate dal Punteruolo rosso tramite tecniche quali il rilevamento olfattivo automatico e il rilevamento acustico. Il primo metodo si basa essenzialmente sull'analisi delle variazioni quali-quantitative dei volatili emessi dalle foglie delle palme in risposta agli attacchi del coleottero, confrontate con quelle di palme sane, mediante l'impiego di un "naso elettronico". Una recente applicazione del metodo, sebbene in studi preliminari (RIZZOLO *et al.*, 2012), riporta che il naso elettronico può rappresentare un valido strumento da adottare per il monitoraggio delle infestazioni di Punteruolo rosso. Il rilevamento acustico, è stato già impiegato in programmi di monitoraggio di legname infestato da termiti (SCHEFFRAHN *et al.*, 1993), nonché di adulti e larve di infestanti delle derrate alimentari (MANKIN *et al.*, 1997; POTAMITIS *et al.*, 2009); tale metodo ha permesso di monitorare e intercettare, in condizioni di isolamento acustico, larve, in attività trofica, del coleottero all'interno di palme infestate (HETZRONI *et al.*, 2004; MANKIN *et al.*, 2008; PINHAS *et al.*, 2008; GUTIÉRREZ *et al.*, 2010). Il principale limite di tale applicazione risiede nel fatto che, nelle fasi iniziali delle infestazioni quan-

do il suono generato dall'attività trofica è troppo basso, non sempre è possibile discriminare tale suono da quello di fondo (HETZRONI *et al.*, 2004; SOROKER *et al.*, 2004).

CONCLUSIONI

Nonostante l'impegno profuso nello sviluppo di metodologie per il monitoraggio delle infestazioni del Punteruolo rosso, molte delle tecnologie adottate sono ancora oggi poco pratiche e affidabili lasciando all'ispezione visiva diretta, con tutti i limiti ad essa associati, il ruolo principale nella diagnosi delle infestazioni. Gli studi condotti impiegando le trappole a feromoni hanno comunque dimostrato tutta la loro validità ai fini del monitoraggio dei voli degli adulti del coleottero rappresentando, al contempo, un potenziale strumento predittivo per gli spostamenti da un areale all'altro del fitofago. Parimenti, le potenzialità applicative dell'impiego delle unità cinofile, ben si prestano al monitoraggio e all'identificazione delle palme infestate in ambienti confinati (come i vivai, o i punti di import-export di palme) mentre improbabile sembra il loro impiego in ambiente urbano. Le altre tecniche indagate non consentono, al momento, una tempestiva identificazione della presenza del coleottero su piante che, almeno in apparenza, non presentano alterazioni, fattore questo che risulta imprescindibile per l'attuazione di tempestivi interventi di lotta nelle aree di nuova diffusione dell'insetto.

Pertanto è ancora necessario cercare di migliorare l'efficacia e la sensibilità sia dei metodi già disponibili, che di quelli in fase di approfondimento che andranno, comunque, destinati a particolari circostanze.

In conclusione, nessuno dei metodi illustrati è sufficientemente sensibile e conveniente da essere adottato come unico strumento di monitoraggio e identificazione delle infestazioni del Punteruolo rosso; pertanto, l'integrazione di quelli che, ad oggi, appaiono essere più promettenti, potrebbe rappresentare una possibile soluzione da tenere in considerazione nell'ambito dei protocolli di lotta al temibile parassita.

RINGRAZIAMENTI

Il lavoro è stato in parte eseguito con il contributo del progetto europeo "PALM PROTECT Strategies for the eradication and containment of the invasive pests *Rhynchophorus ferrugineus* Olivier and *Paysandisia archon* Burmeister"

RIASSUNTO

Il monitoraggio delle infestazioni del Punteruolo rosso delle palme, *Rhynchophorus ferrugineus*, è importante per la tempestiva attuazione di efficaci interventi fitosanitari. In relazione all'etologia del coleottero, poco affidabili sono le indicazioni fornite dalle osservazioni visive dirette; pertanto, anche in funzione della disponibilità di attrezzature commerciali, sono stati effettuati i seguenti test: I) indagini visive; II) misurazioni termografiche; III) ispezioni visive indirette; IV) impiego di trappole a feromoni innescate con il feromone sintetico di aggregazione; V) impiego di unità cinofile.

I risultati complessivamente ottenuti non sono stati pienamente soddisfacenti; scarse sono state le informazioni acquisibili circa la presenza del coleottero sulla base delle osservazioni visive delle palme infestate, nonché utilizzando le tecniche endoscopica e termografica. Interessanti sono stati i risultati ottenuti con il monitoraggio dei voli degli adulti, tramite le trappole feromoniche e quelli ricavati dall'impiego di unità cinofile che, in particolari contesti operativi, pare possano rappresentare i metodi più affidabili per monitorare e rilevare le infestazioni nelle palme. Considerando che la disinfezione delle palme è talora possibile solo se si interviene in una fase iniziale dell'attacco, si rendono necessarie ulteriori ricerche per migliorare le modalità di monitoraggio, al fine di ottenere risultati meno aleatori nella gestione delle infestazioni del pernicioso fitofago.

BIBLIOGRAFIA

- ALBONE E. S., 1984 - *Mammalian semiochemistry: the investigation of chemical signals between mammals*. - Chichester, UK: Wiley.
- BARRANCO P., DE LA PEÑA J., CABELLO T., 1996 - *El picudo rojo de las palmeras, Rhynchophorus ferrugineus (Olivier), nueva plaga en Europa. (Coleoptera, Curculionidae)*. - Phytoma España, 67: 36-40.
- BROOKS S. E., OI F. M., KOEHLER, P. G. 2003 - *Ability of canine termite detectors to locate live termites and discriminate them from non termite material*. - Journal of Economic Entomology, 96: 1259-1266.
- BROWNE C., STAFFORD K., FORDHAM R., 2006 - *The use of scent detection-dog*. - Irish Veterinary Journal. 59(2): 97-103.
- COX M. L., 1993. - *Red palm weevil, Rhynchophorus ferrugineus in Egypt*. - FAO Plant Protection Bulletin, 41 (1): 30-31.
- ENGEMAN R. M., VICE D. S., RODRIGUEZ D. V., GRUVER K. S., SANTOS W. S., PITZLER M. E., 1998 - *Effectiveness of the detector dogs used for deterring the dispersal of brown treesnakes*. - Pacific Conservation Biology, 4: 256-260.
- FALEIRO J. R., ABRAHAM V. A., BOUDI N., AL SHUAIBI M. A., PREMKUMAR T., 2000 - *Field evaluation of different types of red palm weevil Rhynchophorus ferrugineus pheromone lures*. - Indian Journal Entomology, 62: 427-433.
- FENTON V., 1992 - *The use of dogs in search, rescue and recovery*. - Journal of Wilderness Medicine, 3: 292-300.
- FILARDO G., MOTISI A., PERNICE F., LUCIDO P., 2008 - *Parametri termici acquisiti mediante sonde per la diagnosi precoce di attacchi di Punteruolo rosso*. - La ricerca scientifica sul punteruolo rosso e gli altri fitofagi delle palme in Sicilia. Vol. 1., Report Anno 2008. Regione

- Siciliana, Assessorato Agricoltura e Foreste Dipartimento Interventi Infrastrutturali, Palermo, 119-121.
- GUNAWARDENA N. E., BANDARAGE U. K., 1995 - 4-Methyl-5-nonanol (ferrugineol) as an aggregation pheromone of the coconut pest, *Rhynchophorus ferrugineus* F. (Coleoptera:Curculionidae): synthesis and use in a preliminary field assay. - Journal of the National Science Council of Sri Lanka, 23: 71-79.
- GUTIÉRREZ A., RUIZ V., MOLTÓ E., TAPIA G., DEL MAR TÉLLEZ M., 2010 - Development of a bioacoustic sensor for the early detection of Red Palm Weevil (*Rhynchophorus ferrugineus* Olivier). - Crop Protection, 29: 671-676.
- HALLETT R. H., GRIES G., GRIES R., BORDEN J. H., CZYZEWSKA E., OEHLISCHLAGER A. C., PIERCE H. D. JR., ANGERILLI N. P. D., RAUF A., 1993 - Aggregation pheromone of two Asian palm weevils, *Rhynchophorus ferrugineus* and *R. vulneratus*. - Naturwissenschaften, 80: 328-331.
- HEBARD C., 1993 - Use of search and rescue dogs. - Journal of the American Veterinary Medical Association, 203: 999-1001.
- HETZRONI A., MIZRACH A., NAKACHE Y., SOROKER V., 2004 - Developing spectral model to monitor activity of red palm weevil. - Alon Hanotea, 58: 466-469.
- KEHAT M., 1999 - Threat to Date Palms in Israel, Jordan and the Palestinian Authority by the Red Palm Weevil, *Rhynchophorus ferrugineus*. - Phytoparasitica 27: 107-108.
- LIN H.-M., CHI W.-L., LIN C.-L., TSENG Y.-C., CHEN W.-T., KUNG Y.-L., LIEN Y.-Y., CHEN Y.-Y., 2011 - Fire ant-detecting canines: a complementary method in detecting Red Imported Fire Ants. - Household and Structural Insects, 104: 225-231.
- LONGO S., 2006 - Note sul Punteruolo rosso delle palme pericoloso fitofago delle palme di recente introduzione in Sicilia. - "Memorie e Rendiconti" dell'Accademia di Scienze Lettere e Belle Arti degli Zelanti e dei Dafnici di Acireale - Serie V, Vol. IV: 351-365.
- LONGO S., GUGLIOTTA G., PAPPALARDO V., SUMA P., 2009 - Note biologiche sul Punteruolo rosso delle palme in Sicilia. La ricerca scientifica sul punteruolo rosso e gli altri fitofagi delle palme in Sicilia. Vol. 1., Report Anno 2008. Regione Siciliana, Assessorato Agricoltura e Foreste Dipartimento Interventi Infrastrutturali, Palermo, 45-47.
- MANKIN R. W., SHUMAN D., CONFFELT J.A., 1997 - Acoustic counting of adult insects with different rates and intensities of sound production in stored wheat. Journal of Economic Entomology, 90: 1032-1038.
- MANKIN R. W., MIZRACH A., HETZRONI A., LEVSKY S., NAKACHE Y., SOROKER V., 2008 - Temporal and spectral features of sound of wood-boring beetle larvae: identifiable patterns of activity enable improved discrimination from background noise. - Florida Entomologist, 91: 241-248.
- NAKASH J., OSEM Y., KEHAT M., 2000 - A suggestion to use dogs for detecting red palm weevil (*Rhynchophorus ferrugineus*) infestation in date palms in Israel. - Phytoparasitica, 28: 153-155.
- OEHLISCHLAGER A. C., CHINCHILLA C. M., GONZALEZ L. M., JIRON L. F., MEXZON R. G., MORGAN B., 1993 - Development of a pheromone-based trap for the American palm weevil, *Rhynchophorus palmarum* L. - Journal of Economic Entomology, 86: 1381-1392.
- OXLEY J. C., WAGGONER L. P., 2009 - Detection of explosives by dogs. In: Aspects of explosives detection, Marshall M. & Oxley J.C. Ed., Dorsdorf, the Netherlands: Springer, pp. 27-40.
- PIESTER M., KOEHLER P. G., PEREIRA R. M., 2008 - Ability of bed bug-detecting canine to locate live bed bugs and viable bed bug eggs. - Journal of Economic Entomology, 101: 1389-1396.
- PINHAS J., SOROKER V., HETZRONI A., MIZRACH A., TEICHER M., GOLDBERGER J., 2008 - Automatic acoustic detection of the red palm weevil. - Computers and Electronics in Agriculture, 63: 131-139.
- POTAMITIS I., GANCHEV T., KONTODIMAS D., 2009. - On automatic bioacoustic detection of pests: the cases of *Rhynchophorus ferrugineus* and *Sitophilus oryzae*. - Journal of Economic Entomology, 102: 1681-1690.
- RIZZOLO A., BIANCHI G., LUCIDO P., CANGELOSI B., POZZI L., VILLA G., CLEMATIS F., PASINI C., CURIR P., 2012 - Electronic nose for the early detection of Red Palm Weevil (*Rhynchophorus ferrugineus* Olivier) infestation in Palms: preliminary results. - SHE2012- 2nd Symposium on Horticulturae in Europe.
- SCHIEFFRAHN R. H., ROBBINS W. P., BUSEY P., SU N. Y., MUELLER R. K., 1993 - Evaluation of novel, hand-held, acoustic emissions detector to monitor termites (*Isoptera: Kalotermitidae, Rhinotermitidae*) in wood. - Journal of Economic Entomology, 86: 1720-1729.
- SHELBY R. A., SCHRADER K. K., TUCKER A., KLESIOUS P. H., MYERS L. J., 2004 - Detection of catfish off-flavour compounds by trained dogs. - Aquaculture Research, 35: 888-892.
- SOROKER V., NAKACHE Y., LANDAU U., MIZRACH A., HETZRONI A., GERLING D., 2004 - Utilization of sounding methodology to detect infestation by *Rhynchophorus ferrugineus* on palm offshoots. - Phytoparasitica, 32:6-8.
- SOROKER V., SUMA P., LA PERGOLA A., COHEN Y., COHEN Y., ALCHANATIS V., GOLOMB O., GOLDSHEIN E., HETZRONI A., GALAZAN L., KONTODIMAS D., PONTIKAKOS C., ZOROVIC M., BRANDSTETTER M., 2013. - Early detection and monitoring of red palm weevil: approaches and challenges. - Palm Pest Mediterranean Conference Nice, 16-18 January 2013.
- SUMA P., LONGO S., 2008 - Applicazioni di termografia, endoscopia ed analisi indiretta per la diagnosi precoce degli attacchi di Punteruolo rosso. La ricerca scientifica sul punteruolo rosso e gli altri fitofagi delle palme in Sicilia. Vol. 1., Report Anno 2008. Regione Siciliana, Assessorato Agricoltura e Foreste Dipartimento Interventi Infrastrutturali, Palermo, pp. 103-106.
- SUMA P., LA PERGOLA A., LONGO S., SOROKER V., 2013 - The use of sniffing dogs for the detection of *Rhynchophorus ferrugineus*. - Phytoparasitica, DOI 10.1007/s12600-013-0330-0.
- WALLNER W. E., ELLIS T. L., 1976 - Olfactory detection of Gypsy Moth pheromone and eggs masses by domestic canines. - Environmental Entomology, 5(1): 183-186.