

Trasferimento agli operatori di nuovi sistemi di difesa fitosanitaria basati su tecnologie di monitoraggio: sfide industriali e benefici per l'agricoltura

IL MONITORAGGIO AUTOMATICO DELLE POPOLAZIONI D'INSETTI: DAL BISOGNO ALL'IDEA

La ricerca e lo sviluppo di nuove tecniche di contenimento delle popolazioni di parassiti delle colture agrarie e forestali pongono sempre più attenzione al ruolo che i semiochimici hanno nella biologia e nel comportamento degli insetti, e nella relazione che essi determinano sia fra individui della stessa specie (feromoni), sia fra specie diverse e fra insetti e piante (caiomoni, sinomoni).

Gli studi mirano anche a comprendere come avviene, nell'ambito di ciascuna specie, l'attrazione selettiva nei confronti di forme diverse (larve e adulti), di adulti diversi (maschi, femmine vergini e femmine fecondate), fasi generazionali diverse (ovideposizione su vegetazione e ovideposizione su frutti), ecc.

Dal punto di vista pratico, l'approfondimento di queste conoscenze ha come primo obiettivo finale la messa a punto di tecniche di difesa fitoiatrice che con sempre maggiore precisione colpiscano solo ed esclusivamente le specie parassite che potrebbero causare un danno economico rilevante alle colture.

L'idea di sviluppare un sistema di monitoraggio automatico "in-field" nacque durante lo studio di una tecnica "attract and kill" per lepidotteri fitofagi; nella fase di progettazione della stazione di attrazione era necessario verificarne l'effettivo funzionamento in campo e capire come si svolgessero le diverse fasi di avvicinamento, ingresso, frequentazione e allontanamento.

* *Phloema srl*

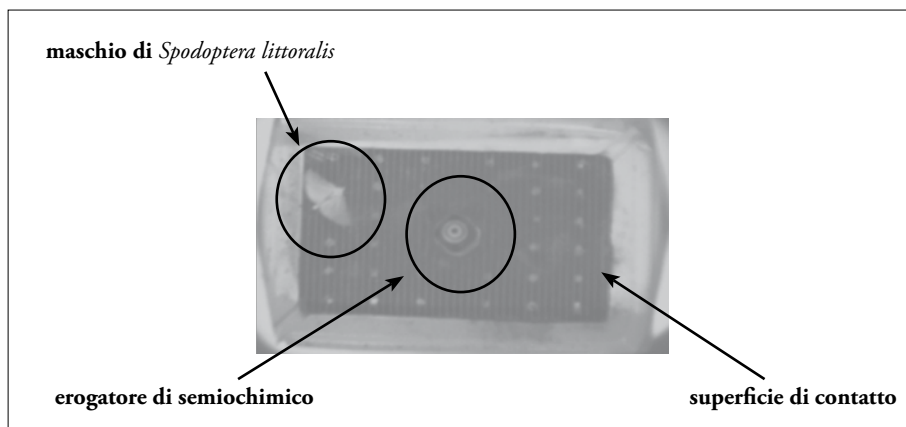


Fig. 1 Immagine da rilevazioni su coltura di cavolo (Ist. di Ingegneria Agraria, Univ. degli Studi di Milano)

L'insetto doveva essere lasciato libero di entrare, muoversi all'interno della stazione di attrazione e quindi di allontanarsene, bisognava quindi trovare un modo per osservare i suoi comportamenti senza disturbarlo.

Bisognava inoltre rilevare tutte le presenze d'insetti monitorando la stazione con continuità e per un lungo periodo, ed era necessario che il sistema di monitoraggio funzionasse in autonomia, consentendo di ridurre al minimo gli interventi di controllo, manutenzione e sostituzione di componenti esau-

ste. Ancora, i dati raccolti dovevano essere disponibili presso un centro di elaborazione "in tempo reale", per tutte le valutazioni relative al funzionamento sia del sistema di monitoraggio sia di quello monitorato.

Definiti questi obiettivi, l'Istituto di Ingegneria Agraria dell'Università degli Studi di Milano ha progettato e realizzato un sistema digitale integrato di rilevazione video all'infrarosso freddo per rilevare presenza e comportamento degli insetti all'interno della stazione di attrazione; questa stazione era costituita da un erogatore di semiochimico posto al centro di un vassoio con il quale l'insetto avrebbe dovuto venire a contatto.

Le immagini rilevate venivano trasmesse a un centro di controllo, allestito presso lo stesso Istituto di Ingegneria Agraria, a più di 200 km di distanza dal sito di rilevazione, un pereto a normale conduzione (Oberti et al., 2008).

Lo strumento ha registrato e trasmesso in continuo le attività all'interno della stazione di attrazione per il lungo periodo desiderato, superiore a 45 gg: in questo modo è stato possibile valutare la performance attrattiva del semiochimico, l'arrivo dell'insetto nella stazione e il suo comportamento all'interno

di essa, il contatto con la superficie del vassoio, il tempo di permanenza, la fase di allontanamento.

Il sistema ha inoltre fornito informazioni sulla presenza e l'effetto di altri fattori che potessero condizionare la relazione insetto-stazione sopra citata, come la presenza contemporanea di più individui della specie target, l'eventuale azione di disturbo di altre specie, il deterioramento del sito.

Partendo da questa prima positiva esperienza si è cercato di dare impulso allo sviluppo della tecnologia di monitoraggio e all'identificazione delle applicazioni alle quali essa può essere destinata, in funzione dei benefici che ne ricaverebbero la ricerca, lo sviluppo di nuove tecniche fitoiatriche, il controllo e la protezione del territorio e delle colture, la formazione e l'informazione degli operatori nei settori agricolo e forestale.

MONITORAGGIO AUTOMATICO E SVILUPPO DI NUOVI SISTEMI DI DIFESA

Come già detto in precedenza una delle grandi linee di sviluppo di tecniche fitoiatriche "di precisione" si appoggia alla ricerca e alle conoscenze sui semiochimici.

Gli sforzi di ricerca e sviluppo di queste tecniche hanno preso direzioni varie e diversificate, possiamo provare a circoscrivere le aree maggiormente investigate.

Nella messa a punto di queste tecniche si pone attenzione soprattutto ai semiochimici attivi sulle forme più mobili della specie target, quindi gli adulti. Questo perché da un punto di vista pratico risulta poco interessante l'uso di semiochimici attivi su forme dell'insetto caratterizzate da ridotta mobilità, specie quando gli obiettivi sono il monitoraggio e la protezione di vasti comprensori agrari o forestali.

Il *focus* sugli adulti, spesso genericamente definiti per semplicità di esposizione, deve naturalmente tenere in grande attenzione le diverse biologia e mobilità di maschi e femmine. E queste differenze possono anche essere sfruttate ai fini di una gestione dei parassiti sempre più precisa e priva di effetti collaterali.

Si possono infatti mettere a punto sistemi di attrazione attivi solo nei confronti degli individui che influiscono direttamente sulla dimensione del danno, ad esempio le femmine vergini e pronte per la fecondazione oppure le femmine fecondate prossime all'ovideposizione.

Approfondimento delle conoscenze sui semiochimici e sviluppo delle tecniche di monitoraggio automatico sono fra loro legati a doppio filo: i semio-

chimici, e più nello specifico quelli che esercitano un'azione di attrazione verso la sorgente di emissione, sono componente integrante e irrinunciabile del sistema di monitoraggio automatico (e di quasi tutti i sistemi di monitoraggio): l'insetto deve essere attratto all'interno della zona d'azione dello strumento di rilevazione e questo avviene mediante l'uso di stimoli chimici. È la sostanza a determinare ciò che si attrae, hardware e software ne rilevano e classificano la presenza.

Parallelamente, lo studio sui semiochimici e la messa a punto di tecniche di attrazione trovano nella precisione delle tecniche di rilevazione un supporto fondamentale. Esse possono infatti aiutare a comprendere la dinamica attrattiva e la risposta dell'insetto all'attrazione; i fattori che condizionano questa risposta, la possibilità di abbinare all'attrazione altri obiettivi – ad es. contatto con insetticidi o spore di entomopatogeni –, l'effettiva contaminazione con questi preparati, ciò che accade dopo il contatto, ecc.

Sono state sinora identificate due possibili tecniche di monitoraggio digitale.

La prima tecnica, già descritta sopra, è stata definita *attract, monitor and release*, e ha lo scopo di rilevare il comportamento dell'insetto libero di muoversi nella stazione, di allontanarsi ed eventualmente di ritornarvi.

Questa tecnica sembra essere adatta allo sviluppo di metodi di difesa innovativi – ad esempio quelli basati sull'autodisseminazione – là dove è utile rilevare la presenza dell'insetto e le dinamiche di popolazione, ma è altrettanto importante studiarne i comportamenti e fare in modo che gli individui rimangano vivi e vitali per un tempo desiderato.

Il solo sistema di rilevazione non è naturalmente in grado, almeno per il momento, di distinguere i “nuovi visitatori” dai “frequentatori abituali”. Un'ipotesi per ovviare a questo problema, è quella di marcare l'insetto entrato nella stazione con un tracciante che sia rilevabile dalla telecamere (es. sostanza fluorescente) e che non alteri la sua mobilità e il suo comportamento.

La seconda tecnica, *kill and monitor*, rileva la presenza dell'insetto in trappole di cattura; lo strumento fotografa le trappole a intervalli predefiniti e l'immagine del reticolo con gli insetti catturati viene inviata al database del centro di controllo.

Questa tecnica può fare uso di attrezzature di complessità e costi più bassi della precedente, e appare applicabile alle situazioni nelle quali la conta degli adulti catturati è informazione sufficiente. Un esempio è il monitoraggio di controllo che si fa quando si applica la confusione sessuale: la presenza di individui nelle trappole indica che la tecnica della confusione non è efficace e che bisogna intervenire con l'applicazione di insetticidi.

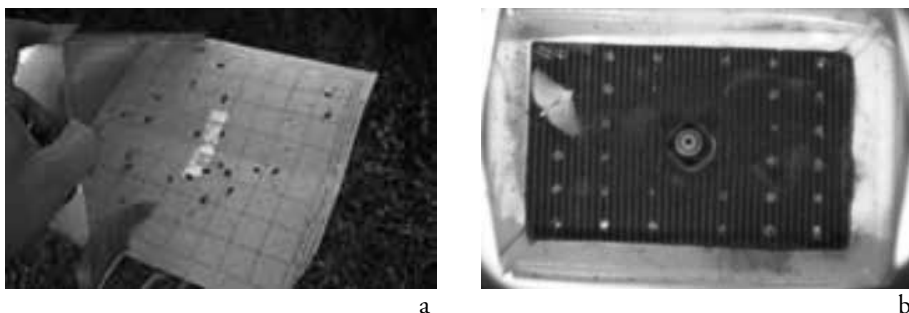


Fig. 2 a) Trappola a cattura (ISCA Corp. - USA) b) Monitor & release (Ing. Agraria - Univ. degli Studi Milano)

Rispetto ai rilievi visivi in campo la tecnica offre il vantaggio di conte in automatico con la frequenza desiderata e permette di archiviare le informazioni originarie per eventuali verifiche.

Essa presenta al momento il limite di richiedere frequenti pulizia e manutenzione delle trappole.

MONITORAGGIO AUTOMATICO E INDAGINE ENTOMOLOGICA

Abbiamo sinora parlato dell'acquisizione automatica delle immagini come strumento utile a nuovi sistemi di difesa fitoiatrica, ma questa non ci sembra essere l'unica applicazione alla quale questo tipo di monitoraggio può portare benefici.

La tecnica *attract, monitor and release*, attraverso la quale si rileva l'insetto in modo "non invasivo", come viceversa avviene nel monitoraggio con le trappole classiche, sembra essere adatta anche a studi "in-field" con finalità di ricerca entomologica.

La possibilità di tenere costantemente sotto osservazione più siti sul territorio può essere importante per studi anche complessi sulle dinamiche delle popolazioni.

I sistemi di monitoraggio automatico "in field" possono essere ad esempio customizzati e usati per analisi di popolazioni e metapopolazioni e per studi sulle dinamiche e le interazioni che le caratterizzano; per studi di shift genetici e fenologici; per verificare la colonizzazione di ambienti da parte di specie esogene, e/o per analizzare il rischio di scomparsa di specie indigene e riduzione della biodiversità; per studiare il cambiamento delle barriere geografiche; per tenere sotto controllo specie-indicatori ecologici.

APPLICAZIONE DEL MONITORAGGIO AUTOMATICO: IN QUALI CASI E CON QUALI BENEFICI?

Abbiamo provato a identificare applicazioni pratiche della rilevazione automatica delle immagini, cercandone l'utilità e provando a identificarne i possibili benefici per l'agricoltura e per la gestione del verde e del patrimonio forestale. Abbiamo anche provato a ragionare sui limiti della tecnologia.

L'esercizio che abbiamo fatto, che definiremmo di "creatività applicativa", presenta tutti i limiti e i difetti che normalmente accompagnano le attività dell'immaginazione, ma può essere molto utile a guidare ogni futuro approfondimento nello sviluppo della tecnologia.

SVILUPPO DI TECNICHE FITOIATRICHE "DI PRECISIONE"

Abbiamo già descritto come l'idea stessa di una tecnologia di monitoraggio automatico sia nata dalle esigenze di verifica del funzionamento di sistemi di tipo "attract and kill" e di autodisseminazione.

Molte sono le soluzioni di distribuzione mirata degli insetticidi a individui attratti da semiochimici che sono state indagate e proposte al mercato. Di queste alcune hanno dimostrato efficacia, flessibilità e semplicità d'impiego tali da ottenere anche elevata diffusione.

Fra le tecniche di questo tipo le più sperimentate sono:

1. quelle basate sull'attrazione mediante feromoni sessuali;
2. quelle che usano attrattivi alimentari e cromatici.

Abbiamo già detto che studi e ricerche sono inoltre orientati verso l'identificazione e l'applicazione pratica di sostanze ad azione diversa, che attraggano ad esempio le femmine vergini al fine da evitare la fecondazione, o quelle fecondate, per evitare l'ovideposizione.

Vi sono inoltre ricerche finalizzate ad ottenere un'efficace azione multifunzionale, per attrarre in modo mirato e simultaneo più specie parassite; altre ricerche mirano a ottenere costanza di performance attrattiva nelle più diverse condizioni ambientali.

All'attrazione possono essere poi abbinati obiettivi diversi, ad esempio:

- la contaminazione con feromone per disorientare gli altri maschi
- la contaminazione con insetticida da trasferire alla femmina
- la contaminazione con insetticida e feromone da trasferire ad altri individui e/o depositare sulla vegetazione, generando così nuovi punti di attrazione e contaminazione (si vedano per esempio Armsworth et al., 2006 e le referenze ivi citate)

Il monitoraggio automatico di ciò che accade in campo può contribuire alla progettazione e ottimizzazione delle stazioni e del sistema di difesa nel suo complesso; un sistema di rilevazione *monitor and release* può fornire importanti informazioni riguardo a:

- la migliore architettura delle stazioni, l'adeguata disposizione dei diversi componenti (varchi d'ingresso e uscita, punti di attrazione, punti di contatto, ecc.); il posizionamento e l'orientamento della stazione nell'appezzamento; la migliore disposizione relativa fra le singole unità della rete di stazioni;
- la capacità attrattiva nel tempo e nelle diverse condizioni, la performance relativa di sostanze attrattive e sistemi di erogazione diversi; l'efficacia di attrattivi multifunzionali, che agiscano su più specie;
- la quantità di feromone, *pabulum*, insetticida o altro preparato trasferita all'insetto; la risposta dell'insetto al contatto con questi preparati;
- il comportamento dell'insetto nei pressi della stazione e al suo interno, le traiettorie d'arrivo e di frequentazione, i punti con i quali viene a contatto, l'effettiva contaminazione con il semiochimico e/o l'insetticida ecc.; la capacità dell'insetto di riprendere il volo;
- il variare della frequentazione al variare delle condizioni ambientali (T, RH, mm di pioggia, v del vento) o in presenza di elementi di disturbo (altri insetti della specie o di specie diverse, inerti, alterazioni e degrado nella stazione, ecc.).

PRODUZIONE AGRICOLA A BASSO IMPATTO AMBIENTALE, CONSULENZA
FITOSANITARIA, ASSISTENZA TECNICA AI PRODUTTORI

L'organizzazione di reti di rilevamento dei parassiti di interesse agrario ci sembra sia una delle applicazioni del monitoraggio automatico fra le più interessanti e ricche di sfide.

Le reti di monitoraggio agroambientale sono oggi molto diffuse e molto usate; esse sono strumento di riferimento ormai irrinunciabile per l'attività

Ultima modifica: 09.09.2008

Deutsch Italiano

Servizi
Home
Allertamenti
Circolari
Frutta e Vite
Manuali
Dati meteo
Colpo di fuoco
Curve di accrescimento

Organizzazione
Il Centro di Consulenza
Il Centro di Consulenza per la fruttiviteicoltura, con oltre 5.500 Soci ordinari, 1.000 Soci corrispondenti e 2.300 utenti internet, è la più numerosa organizzazione di consulenza privata a livello mondiale, attiva nel settore frutti-vibolo.
Il nostro obiettivo consiste nel: fornire una consulenza indipendente ed imparziale che consenta la produzione di mele ed uva con modalità economicamente sostenibile e rispettose dell'ambiente.

Allertamenti
04.09.2008: ricamatori
Burgraviato (Lagundo, , Postal, Tirol, Gargazzone, ...
12.08.2008: ricamatori
Burgraviato (Lagundo, , Postal, Tirol, Gargazzone, ...
12.08.2008: ricamatori
Burgraviato

Il Centro di Consulenza
Soci
Software di accesso »
Registrazione
www.fruttaevite.info
www.colpo-di-fuoco.it

Dati meteo - 09 settembre 2008

Stazione	Distretto	Ora	T 2m	Piovosità
Renon	Terlano	11:00	18.7°	0.0 mm
Plaus 1	Naturno	11:00	19.8°	0.0 mm
St. Justina	Terlano	11:00	19.7°	0.0 mm

Manifestazioni
Attualmente nessun dato disponibile

Fig. 3 Pagina web del Centro di Consulenza per la Fruttiviteicoltura dell'Alto Adige - <http://www.beratungsring.org/>

agricola, in particolare là dove più forti e meglio organizzate sono le strutture di assistenza tecnica ai produttori, e maggiore è l'adesione delle aziende a disciplinari per la produzione a basso impatto ambientale (agricoltura integrata, agricoltura biologica).

Dato che la gamma di fattori che condizionano la produzione agricola è ampia e varia, anche le tecniche e gli strumenti per l'attività diagnostica e la modellistica previsionale, elementi fondamentali del supporto tecnico, sono vari e diversificati.

E diversi sono gli strumenti in uso per l'automazione della rilevazione e la trasmissione dei dati – centraline agrometeorologiche automatiche, captaspo-re, ecc. – i cui dati, inseriti in modelli previsionali, consentono di stimare i fabbisogni irrigui, l'epidemiologia di fitopatie vegetali, l'emergenza delle erbe infestanti.

Sempre più frequente e ormai necessario è anche l'uso del web per la trasmissione delle informazioni più aggiornate e la divulgazione dei bollettini agronomici e di difesa alle aziende agricole, ai tecnici e a tutti gli operatori interessati (si veda per esempio <http://www.beratungsring.org/>).

AVVERSITA'	CENTRI DI INTERVENTO	S.A. E AUSILIARI	LIMITAZIONI D'USO E NOTE
Carpocapsa (Cydia pomonella)	Soglie - 2 adulti per trappola catturati in una o due settimane - Per la I e la II generazione in base alle Indicazioni dei Bollettini provinciali - 1% di forti iniziali di penetrazione (varifiche su almeno 100 fruttifera) Soglie non vincolanti per le aziende che applicano i metodi della Confusione o del Disorientamento sessuale. Installare la Confusione o il Disorientamento sessuale all'inizio del volo. Consigli - Nelle aziende che negli ultimi anni hanno subito forti danni di carpocapsa si sconsiglia l'uso degli IGR (1). - Nei casi di perdita di efficacia di uno o più p.a., si consiglia il prevalente impiego delle tecniche di confusione sessuale e del virus della granulosa. - In prima generazione si consiglia di utilizzare Virus della granulosa. - Si consiglia di non utilizzare il virus in miscela con altri prodotti attivi nei confronti della carpocapsa. - Per problemi di incompatibilità si consiglia di non utilizzare il virus in miscela con prodotti ramici. - Si consiglia di non utilizzare l'azinfos metile in prima generazione. - Al fine di prevenire l'insorgere di resistenze si consiglia di evitare l'impiego ripetuto degli stessi p.a. sulle diverse generazioni del filotago. - Al fine di limitare la consistenza delle popolazioni impiegare i nematodi entomopatogeni che vanno applicati sopraffocando sulla parte basale dei fusti, tra la metà settembre e la metà di ottobre in corrispondenza con precipitazioni o abbondanti irrigazioni, al momento dell'applicazione e per le ore successive occorre che la temperatura minima sia superiore ai 13° C.	Confusione e disorientamento sessuale Virus della granulosa Diflubenzuron (1) Teflubenzuron (1) Triflumuron (1) Metofenozide (1) Tefufenozide (1) Flufenossuron (1) (2) Spinosad (3) Etofenprox (4) (5) Thiacloprid (6) Fosmet (7) (10) Malatoin (8) (10) Clorpirifos etile (9) (10) Nematodi entomopatogeni	Installare almeno 2 trappole per azienda con le caratteristiche riportate nella tabella A, entro l'ultima decade di aprile o in base alle indicazioni dei Bollettini Provinciali (1) Al massimo 4 Interventi all'anno indipendentemente dall'avversità (2) Al massimo 1 Intervento all'anno indipendentemente dall'avversità e solo entro la fine di maggio (3) Al massimo 2 Interventi all'anno indipendentemente dall'avversità (4) Al massimo 1 Intervento all'anno indipendentemente dall'avversità (5) Se ne consiglia l'uso in pre-raccolta (6) Al massimo 1 Intervento all'anno indipendentemente dall'avversità Non ammesso contro la I generazione, solo nel caso in cui sulla coltura non siano impiegati altri insetticidi: - Impiegabile anche in I generazione - Impiegabile 2 volte all'anno - nella stessa annata non può comunque essere impiegato su 2 generazioni consecutive (7) Al massimo 4 Interventi all'anno indipendentemente dall'avversità (8) Al massimo 4 Interventi all'anno indipendentemente dall'avversità (9) Al massimo 4 Interventi all'anno indipendentemente dall'avversità (10) Tra Clorpirifos etile, Clorpirifos metile, Fosmet e Malatoin al massimo 6 interventi all'anno indipendentemente dall'avversità

Fig. 4 Norme di difesa dalla carpocapsa del melo – web page dei disciplinari di agricoltura integrata E. Romagna '08 (http://www.ermesagricoltura.it/wcm/ermesagricoltura/consigli_tecnici/disciplinari/sezione_disciplinari.htm)

L'inserimento di strumenti automatici per il monitoraggio di parassiti nelle reti di rilevazione già esistenti potrebbe costituire un'innovazione tecnologica di entità rilevante.

Da sistemi di rilevazione in continuo, grazie alla minore variabilità nella frequenza rispetto alla rilevazione fatta dai tecnici con osservazioni di campo delle trappole, e grazie alla possibilità di monitorare contemporaneamente vaste porzioni di territorio, si potrebbero ottenere informazioni utili all'affinamento dei modelli previsionali e all'innovazione delle tecniche di difesa.

I dati, abbinati alle informazioni ottenute dalle stazioni agrometeorologiche, potrebbero essere riassunti in indicazioni agronomiche e fitosanitarie agli operatori agricoli sempre più precise, rapide e mirate.

L'adozione di sistemi automatici potrebbe sostenere lo sviluppo di reti di monitoraggio allargate che coprano ampie porzioni di territorio con sistemi armonizzati di rilevazione e di reporting. I dati rilevati contemporaneamente da più stazioni potrebbero essere affiancati a quelli delle stazioni agrometeorologiche, che sono aggiornati con frequenza plurigiornaliera sulle pagine web dei centri d'informazione e di assistenza.

Per colture di grande interesse per vasti comprensori del nostro territorio, si può immaginare la previsione contemporanea del rischio d'infezione e del rischio d'infestazione mediante la rilevazione automatica "abbinata" dei dati meteorologici e della fenologia dei parassiti (*es. peronospora e oidio + tignola e tignoletta della vite; ticchiolatura e oidio + carpocapsa e ricamatori del melo*).

Una rete di monitoraggio efficiente e un sistema di comunicazione rapido potrebbero dare nuovo impulso allo sviluppo di sistemi mirati di contenimento dei parassiti come la confusione sessuale: il successo della tecnica richiede la messa in opera su grandi superfici (massimo rapporto superficie-perimetro)

al fine di minimizzare l'effetto-bordo e quindi l'impatto di fattori esogeni; la sua efficacia inoltre deve essere tenuta sotto costante controllo.

Ancora, l'adozione dei medesimi sistemi su superfici più piccole può aiutare lo sviluppo di protocolli di difesa a maggiore precisione fitoiatrica e magari meno intensivi in produzioni ad elevato input di insetticidi, in ambienti circoscritti e controllati: nel settore ortoflorovivaistico ad esempio interventi fitoiatrici più mirati potrebbero consentire una riduzione dei trattamenti e dei carichi, anche allo scopo di ottenere una minore esposizione complessiva degli operatori, spesso molto alta specie in colture protette.

MONITORAGGIO ESTENSIVO DEI SISTEMI AGROFORESTALI, DEI PARCHI E DEL VERDE PUBBLICO

Il monitoraggio dei sistemi agroforestali può avere la duplice finalità di approfondire studi di ecologia delle foreste e di tenere sotto controllo il loro stato fitosanitario.

Si tratta normalmente di monitoraggi fatti su base estensiva, che mirano innanzitutto all'identificazione delle avversità, della loro biologia e della loro diffusione, e quindi alla definizione di strategie per il contenimento del danno che tali avversità potrebbero determinare.

Anche in questo caso una rete di monitoraggio adeguatamente progettata sulla base dei tipi e delle categorie forestali, della loro distribuzione territoriale e delle specifiche problematiche fitosanitarie potrebbe costituire un utile strumento di controllo centralizzato delle presenza e delle dinamiche di popolazioni parassite in territori molto vasti e spesso difficilmente accessibili. Esso fornirebbe informazioni puntuali sugli eventi, la loro precisa dinamica *in situ*, la loro collocazione temporale, e le condizioni in cui sono accaduti.

L'osservazione continua del comportamento di specie significative potrebbe ad esempio fornire informazioni precise su variazioni della biologia e della fenologia dei parassiti, come le variazioni del ciclo biologico di *Thaumetopoea pityocampa* Schiff., che è stata messa di recente in evidenza in foreste del Portogallo: le larve fitofaghe si sviluppano in estate anziché in inverno e sono meno suscettibili all'attacco dei parassitoidi (Santos et al., 2008).

Altri studi hanno evidenziato l'ampliamento verso nord e verso sud dell'areale di colonizzazione di lepidotteri parassiti di specie arboree forestali (Battisti, 2008).

Queste variazioni, se immediatamente e puntualmente rilevate, potreb-

bero essere messe in più precisa relazione con i dati meteorologici, e questo potrebbe aiutare a capirne le cause e a modellarne meglio l'evoluzione.

Ancora, potrebbero essere tenute sotto costante monitoraggio specie a rischio, inserite in programmi di studio e tutela della biodiversità.

Gli obiettivi stessi del monitoraggio indicheranno la scelta più opportuna fra le tecniche *attract*, *monitor and release* e *kill and monitor* già descritte.

Nell'ambito del verde urbano forestale e ornamentale, sistemi di monitoraggio automatico potrebbero essere utili a tenere sotto costante controllo la presenza di parassiti vegetali che minacciano la stabilità degli alberi (*Cossus cossus* L.), oppure quella di specie soggette a lotta obbligatoria per ragioni fitosanitarie o perché agenti di allergopatie (*T. pityocampa*).

Va tenuto presente in questo specifico caso che i parchi urbani e peri-urbani, alcuni dei quali con dimensioni di centinaia di Ha, devono avere linee di difesa mirate che siano senz'altro efficaci, anche a tutela del valore estetico-paesaggistico dei parchi stessi, ma con minimo impatto ambientale e minima esposizione di tutti gli organismi non-target e questo sia per il valore ecologico-educativo insito nel concetto stesso di parco sia per il mantenimento di una costante fruibilità del bene-parco da parte dei cittadini.

MONITORAGGIO E CONTROLLO DI PARASSITI DA QUARANTENA

La continua intensificazione delle comunicazioni e degli scambi fra le diverse parti del mondo rende sempre più alto il rischio che specie parassite esogene entrino nel nostro paese.

Un'analisi del rischio basata su standard internazionali (ISPM2 – FAO, 1996 e ISPM 11 – FAO 2003) consente di assegnare lo status di parassita da quarantena alle specie che risultino in grado di entrare nella zona di riferimento e insediarsi con un inaccettabile impatto economico, ambientale, sociale (Baker et al., 1999).

Negli anni recenti si sono molto intensificati gli sforzi per assicurare sempre maggior protezione dall'introduzione di specie esogene invasive (*IAS* = *invasive alien species*) ma vi sono tuttora casi di invasione anche molto gravi.

Citiamo come importanti esempi riguardanti l'Italia tre specie di coleotteri, la *Diabrotica virgifera virgifera* Le Conte, crisomelide parassita del mais, l'*Anoplophora chinensis* Forster, cerambicide polifago che attacca numerose specie arboree ornamentali e da frutto, e il *Rhynchophorus ferrugineus* Olivier, il punteruolo rosso delle palme; ancora possiamo citare un imenottero, il *Dryocosmus*

kuriphilus Yasamatsu o vespa cinese del castagno, che attacca appunto le piante di castagno europeo e si sta diffondendo nelle foreste dell'Appennino.

Avversità esogene come queste richiedono reti di monitoraggio efficienti e flessibili, attorno alle aree di possibile ingresso, a quelle focolaio e a quelle a rischio. L'eradicazione di tali avversità prima che esse siano causa di danni irrimediabili è legata anche alla rapidità e alla precisione degli interventi.

L'identificazione di specie invasive a rischio elevato può suggerire l'adozione di reti di monitoraggio attorno ai punti di più probabile ingresso, ad esempio i grandi porti e aeroporti.

Benché valutato come spesso accade "con il senno di poi", il caso della *D. virgifera virgifera* può forse dare qualche suggerimento alla progettazione delle reti.

Trovato per la prima volta in Europa nel 1992 nei pressi dell'aeroporto di Belgrado (EPPO, 2004), l'insetto ha colonizzato negli anni diversi areali e sono stati evidenziati 2 meccanismi di diffusione: la specie si è diffusa naturalmente nella zona dei Carpazi allargando la propria area di presenza con un progressione a cerchi concentrici, il cui raggio è aumentato di circa 80 km all'anno. Essa inoltre è stata successivamente catturata nei pressi di diversi aeroporti in Italia, Francia, Belgio, Inghilterra, Svizzera, e questo indica chiaramente un collegamento fra la sua diffusione e il trasporto aereo.

Se da un lato i trasferimenti tramite un vettore, ad esempio un aereo, possono essere ben identificati mediante l'analisi delle attività di scambio, assai più complessa è la modellizzazione della dispersione naturale (Cain et al., 2003).

Gli strumenti di rilevazione automatica possono in questo caso essere d'aiuto non solo alla rilevazione dell'insetto intorno ai punti di possibile ingresso, ma anche alla comprensione delle sua biologia nei nostri ambienti (n° di generazioni, periodo di sfarfallamento, curve di ovideposizione, ecc.), dei percorsi e dei tempi di diffusione sul territorio.

Abbiamo più volte ripetuto che la rilevazione deve essere preceduta dall'attrazione, e questo dev'essere ulteriore elemento d'indagine: facendo riferimento alle specie esogene citate poco sopra, sono oggi disponibili attrattivi per *D. Virgifera virgifera* e *R. ferrugineus*, ma non ve ne sono di efficaci per *A. chinensis* e *D. kuriphilus*.

LE SFIDE INDUSTRIALI DIETRO L'IDEA E ALCUNE CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

Oltre alla verifica dei benefici e dei limiti dal punto di vista agronomico e fitoiatrico, la messa in opera di strumenti e reti per il monitoraggio automatico

degli insetti presenta senza dubbio altre necessità, vere sfide dal punto di vista progettuale.

L'identificazione di queste necessità è in questo momento assai complessa perché la tecnica è ancora in una fase piuttosto precoce del suo sviluppo, e il suo utilizzo ha una casistica sperimentale ancora limitata.

Abbiamo identificato alcune fra le caratteristiche più importanti che i sistemi dovrebbero avere:

- gli strumenti devono essere compatti, facilmente trasportabili e installabili, e devono poter essere messi in opera da personale competente ma senza richiedere conoscenze troppo specialistiche. Questo garantirebbe ai tecnici dei servizi di monitoraggio la possibilità di spostarli facilmente e predisporne i parametri di utilizzo secondo necessità.
In opera essi non devono ostacolare l'attività in campo di operatori e macchine agricole.
- l'architettura degli strumenti e le tecniche di rilevazione dell'immagine non devono determinare modifiche nel comportamento degli insetti, che altererebbero il normale funzionamento della stazione di attrazione e impedirebbero la corretta interpretazione di ciò che avviene in “normali condizioni di campo”;
- risoluzione dell'immagine rilevata e ampiezza del campo di osservazione determinano naturalmente il tipo di informazioni che lo strumento è in grado di fornire; lo strumento deve poter garantire il riconoscimento della specie sulla base di parametri morfologici e biometrici certi e questa esigenza è tanto più importante quanto più si è in grado di mettere in opera tecniche di attrazione multifunzionali, che consentano il monitoraggio contemporaneo di più specie;
- una possibile diffusione dello strumento su ampia scala e l'uso delle informazioni per la redazione di comunicazioni e bollettini tecnici richiede anche l'adozione di adeguati standard informatici, l'armonizzazione dei protocolli internet, la definizione di regole comuni per l'archiviazione dei dati e la loro consultazione, ecc.;
- la disponibilità di semiochimici multifunzionali, che consentano di attrarre più specie fra quelle che si vogliono rilevare, conferirebbe agli strumenti di rilevazione automatica un'elevatissima utilità pratica, consentendo di ampliare il campo d'indagine di ogni singola unità. Presupposto necessario ad un buon uso dello strumento è, come già detto, che capacità di risoluzione delle immagini e software di elaborazione garantiscano univocità di riconoscimento almeno pari a quella dei rilievi visivi.

Il progetto di sviluppare sistemi per la rilevazione automatica in campo di insetti parassiti è ambizioso e possibile: per quanto piccola sia ancora la casistica sperimentale di cui si dispone, i primi strumenti hanno dato risposte confortanti alle esigenze di monitoraggio per cui sono stati progettati.

Queste risposte confermano che esistono sia le conoscenze scientifiche e tecniche sia le tecnologie per poter sviluppare strumenti adatti all'uso corrente. Siamo all'inizio della strada.

Ma volendo comunque fare sin da ora un salto "un po' più in là", si potrebbe già pensare allo sviluppo di tecniche e strumenti per studiare a fini anche pratici non solo gli individui ma anche le loro aggregazioni e i modelli che le caratterizzano.

Molti studiosi si occupano da tempo delle dinamiche di gruppo e della relazione fra individui negli stormi d'uccelli (si veda come esempio Parisi et al., 2008) o nei branchi di pesci: poter applicare alle ricerche sulle api strumenti ottici di rilevazione che operino in condizioni di campo potrebbe forse aiutare a capire meglio le ragioni della loro progressiva diminuzione...

RIASSUNTO

Uno strumento di monitoraggio automatico che rilevi con continuità e in normali condizioni di campo la presenza, le dinamiche di popolazione e il comportamento degli insetti offre numerose possibilità di applicazione, nella ricerca entomologica e nello sviluppo di tecniche fitoiatriche mirate.

Abbiamo identificato i possibili campi di applicazione della tecnologia, gli scopi che il suo uso potrebbe avere e i vantaggi che ne deriverebbero. Reti di monitoraggio territoriale potrebbero essere usate per programmare gli interventi fitosanitari nei grandi comprensori viticoli, frutticoli e ortofloricoli, e per tenerne sotto costante controllo l'efficacia. Esse sarebbero inoltre utili alla tutela del patrimonio agroforestale e al controllo della diffusione dei parassiti da quarantena.

Abbiamo anche cercato di connotare le caratteristiche indispensabili degli strumenti e le sfide progettuali da affrontare.

ABSTRACT

An automatic monitoring tool for in-field continuous assessment of the presence, the behaviour and the population dynamics of ag and forestry pests has a wide range of potential applications in entomology research and in the development of new techniques of "precision pest control".

We identified the potential applications of the technology, the purposes of its use and the predicted advantages.

Nets of monitoring tools can be used to program phytosanitary strategies in vine, top fruit and veggies/flowers, and to maintain efficacy of them under continuous control. These nets would also be suitable for the protection of forests and for the control of the dispersal of quarantine species.

We also tried to identify the key features of the tools and the challenges ahead to obtain a friendly and helpful technology.

BIBLIOGRAFIA

- ARMSWORTH C., BAXTER I., BARTON L., POPPY G., NANSEN C. (2006): *Effects of adhesive powders on the mating and flight behavior of mediterranean fruit fly (Diptera: Tephritidae)*, «Journal of economic entomology», vol. 99, n. 4, pp. 1194-1202.
- BAKER R.H.A., MACLEOD A., SANSFORD C.E. (1999): *Pest Risk Analysis: the UK experience*, Proc. ANPP 5th, Int.l Conference on Pests in Agriculture, Montpellier (F) December 1999.
- BATTISTI A. (2008): *Population structure and range expansion of the pine processionary moth Thaumetopoea wilkinsoni*, Proc. of Entomological Research in Mediterranean Forestry–Med Insect 2008, Estoril (P) May 2008.
- CAIN M.L., NATHAN R., LEVIN S.A. (2003): *Long distance dispersal*, «Ecology», vol. 84, pp. 1943-1944.
- EPPO (2004): *Diabrotica virgifera*, http://www.eppo.org/QUARANTINE/Diabrotica_virgifera/diabrotica_virgifera/html.
- FAO (1996): *Guidelines for pest risk analysis*, «International Standards for Phytosanitary Measures», no. 2, Rome - Food & Agriculture Org.n of UN.
- FAO (2003): *Pest risk analysis for quarantine pests including analysis of environmental risks*, «International Standards for Phytosanitary Measures», no. 11, Rev. 1, Rome - Food & Agriculture Org.n of UN.
- OBERTI R., NALDI E., BODRIA L. (2008): *Automatic remote monitoring of attractant-based insecticide delivering systems*, Proc. of AgEng 2008, Paper OP-1800, Ed. AgEng, International Conference on Agricultural Engineering, Crete June 2008.
- PARISI G. (2008): *Il volo degli storni sopra Roma: un'analisi quantitativa del movimento di gruppo degli animali*, Conference at Accademia dei Lincei, Rome, Jan 2008.
- SANTOS H., PAIVA M.R., KERDELHUÉ C., BRANCO M. (2008): *Ecological and genetic divergence between two Thaumetopoea pityocampa populations with different phenology*, Proc.of Entomological Research in Mediterranean Forestry –Med Insect 2008, Estoril (P) May 2008.