

L'endoterapia per il controllo della processionaria del pino

Due prove effettuate in foreste urbane di *Pinus alepensis* e *P. canariensis* ubicate nel comune di Torremolinos (Malaga, Spagna) evidenziano l'efficacia dei trattamenti endoterapici effettuati con abamectina tramite il Nuovo Metodo Corradi® contro la processionaria.

La processionaria in Europa

La processionaria del pino (*Traumatocampa pityocampa*) è generalmente considerato come uno dei principali fattori limitanti per lo sviluppo e la sopravvivenza delle pinete in Europa meridionale e nel Mediterraneo. Può causare estese defogliazioni che avviano il deperimento del bosco e inoltre i peli urticanti presenti sulle larve inducono forti dermatiti alle persone e agli animali a sangue caldo.

Recentemente la processionaria ha mostrato una tendenza ad allargare l'area di diffusione ad altitudini e latitudini elevate per un probabile effetto del cambiamento climatico. Infatti sono state notate pullulazioni in zone dove la specie era assente o rara, come la Francia centrale e le Alpi. I nemici naturali, fondamentali fattori di limitazione delle popolazioni nelle zone di occupazione tradizionale, sono assenti nelle zone di espansione. Inoltre essi possono risentire del cambiamento climatico, come anche le piante ospiti. Cambiamenti nelle difese delle piante nei confronti della processionaria possono essere attesi in conseguenza del cambiamento climatico

Biologia ed ecologia della Processionaria

Le processionarie del genere *Thaumetopoea* vivono su varie piante ospiti in Africa, Asia ed Europa, ma solo alcune specie possono colonizzare le conifere. Queste possono essere suddivise in relazione al periodo di alimentazione, che può essere estivo ('specie estive' come *Th. pinivora* su pino silvestre in Europa, *Th. bonjeani* su *Cedrus* in Nord Africa e Medio Oriente) o invernale ('specie invernali' come *Th. pityocampa* e *Th. wilkinsoni*) (Démolin e Frérot, 1993). Le specie invernali sono generalmente chiamate 'processionaria del pino' ma sono rappresentate da due differenti specie: *Th. wilkinsoni* in Asia e Medio Oriente e da *Th. pityocampa* in Europa e Africa (Salvato et al., 2002).

Il ciclo vitale dipende principalmente dalle temperature invernali e dalla possibilità di entrare in diapausa prolungata allo stadio pupale. In generale, a quote e latitudini maggiori la fase di nutrizione termina in tarda primavera, la diapausa è obbligatoria e gli adulti sfarfallano all'inizio dell'estate. A quota e latitudine minore, le larve cessano di nutrirsi all'inizio della primavera, la diapausa è facoltativa e gli adulti compaiono in tarda estate. Si riporta anche la presenza di colonie di larve che sono sopravvissute a temperature inferiori a -15°C per parecchi giorni.

L'aumento della temperatura osservato negli ultimi decenni nell'areale della processionaria può aver promosso un'ulteriore diffusione dell'insetto, poiché la sopravvivenza invernale dipende soprattutto dalla temperatura. Allo stesso tempo è stata osservata un'espansione dell'insetto ad altitudini e latitudini elevate, che ha interessato anche specie di piante ospiti poco attaccate in precedenza (pino mugo e silvestre) (Benigni e Battisti, 1999; Goussard et al., 1999).

Tuttavia non è del tutto chiaro se l'espansione dell'area di attacco sia direttamente dipendente dalla temperatura o se vi siano altri fattori in gioco, come ad esempio la distribuzione delle piante ospiti o dei nemici naturali. La diapausa prolungata delle crisalidi sembra essere una strategia chiave nel sopravvivere a condizioni ambientali estreme, in quanto consente di distribuire la progenie di una colonia su più anni. Questa strategia aumenta la probabilità di sopravvivenza di una colonia.

La processionaria del pino può attaccare tutte le specie di *Pinus* e di *Cedrus* in qualsiasi situazione di crescita (foresta, ornamentali, giardini). In campo sono state descritte preferenze per determinate specie di ospiti ma queste necessitano di conferma. Alcune specie esotiche come il pino di Monterey (*Pinus radiata*) sono più colpite delle indigene quando sono coltivate in popolamenti misti. Il risultato dell'attacco dipende sia dalla scelta della specie da parte della femmina adulta sia dal successo dello sviluppo larvale successivo. Le due variabili verranno saggiate sperimentalmente durante il progetto, con particolare attenzione per i nuovi ospiti che l'insetto potrebbe incontrare nelle aree di espansione.

I disagi causati sulla popolazione

I peli urticanti sono presenti sulle larve del 3°, 4° e 5° stadio, indicativamente da ottobre alla primavera. La larva di 5° stadio compie la muta nel bozzolo e i residui dei peli rimangono all'interno, così che gli adulti che ne escono possono accidentalmente trasportarne una parte sul proprio corpo. I peli mantengono il potere urticante per anni se mantenuti a temperatura ambiente. Tuttavia la tossina viene inattivata mediante esposizione a una temperatura di 60°C e un lavaggio a questa temperatura è sufficiente per decontaminare gli indumenti.

Gli antagonisti naturali ed attuali sistemi di controllo

Ci sono molti antagonisti della processionaria, con specie chiave tra i parassitoidi di uova, larve e crisalidi, ma la competizione può limitare la loro efficienza complessiva. In alcuni casi malattie causate da virus e funghi possono provocare forte mortalità, specialmente quando la densità di popolazione è elevata o quando il clima è particolarmente sfavorevole alle larve. Nelle aree di espansione sono stati trovati pochi nemici naturali e di conseguenza la sopravvivenza della processionaria è elevata.

Proprio tra gli antagonisti naturali si è spesso scelto come sistema di controllo l'utilizzo di preparati a base del batterio *Bacillus thuringiensis* subsp. *kurstaki* (*Btk*) in grado di produrre tossine specifiche per i lepidotteri. Purtroppo alcuni recenti studi (Shevelev et Al., 2001) dimostrarono come biosaggi ampiamente testati di sottospecie di *B. thuringiensis* (tra cui *Btk*) mostrarono una sostanziale variabilità in suscettibilità dell'insetto verso la tossina, suggerendo lo sviluppo di resistenza nella popolazione. Inoltre va ricordato che *Btk*, così come altre sottospecie di *Bt*, risultano essere potenzialmente pericolosi per le popolazioni di lepidotteri non-target come, ad esempio, verso *Vanessa cardui* (Starter et Al., 2000), farfalla comunemente presente in tutta la regione olartica, Italia compresa.

Altri sistemi di lotta prevedono l'utilizzo di insetticidi convenzionali, dell'eliminazione dei nidi individuati tramite taglio e distribuzione.

I sistemi per irrorazione mostrano, oltre allo svantaggio legato alla formazione di resistenza verso *Btk*, la sostanziale difficoltà di applicazione specialmente in zone urbane ed una limitata persistenza nel tempo dell'efficacia con la necessità di effettuare trattamenti ripetuti, mentre l'eliminazione dei nidi è applicabile solo in casi isolati con notevoli difficoltà: tempo necessario, completa individuazione ed eliminazione del parassita specie in caso di piante di elevate dimensioni, impraticabilità in condizioni ambientali particolari.

L'endoterapia per il controllo della processionaria

L'endoterapia nasce dall'esigenza di trovare metodi di lotta alternativi alle tradizionali irrorazioni in chioma spesso di difficile realizzazione che siano maggiormente rispettosi dell'ambiente e della salute dei cittadini, operatori ed astanti, ed abbiano contemporaneamente elevata efficacia combinata alla convenienza economica d'esecuzione.

Per endoterapia si intende il trattamento fitosanitario eseguito attraverso l'immissione di sostanze ad azione insetticida e/o fungicida direttamente all'interno del sistema vascolare della pianta.

I principali metodi di lotta endoterapica possono essere suddivisi in sistemi a pressione e micropressione o ad assorbimento naturale. I primi sfruttano una pressione attiva in grado di inserire il principio attivo nel flusso xilematico: in questo caso la velocità di assorbimento dipende dalle caratteristiche della pianta ma è poco influenzata dalle condizioni ambientali. Tra questi ricordiamo:

- metodo a pressione (Tecnogeen e Intus) che sfrutta una pompa oleodinamica operante da 3 a 10 bar e richiede un foro di iniezione di 5-6 mm di diametro ogni 30-40 cm di circonferenza dell'albero;
- il metodo Mauguet, sviluppato in USA, che prevede una pressione di esercizio molto ridotta (0,5 bar) e utilizza capsule pressurizzate collegate al tronco tramite fori profondi 7 mm di diametro tra i 2,8 e 4,3 mm, il numero di capsule necessario varia in funzione della specie arborea e mediamente è pari ad una capsula ogni 24 cm di circonferenza;
- il **Nuovo Metodo Corradi** che utilizza una siringa manuale con un puntale usa e getta in grado di lavorare a pressioni intermedie associata ad un sistema di dissoluzione dei formulati commerciali tale da ridurre al minimo i volumi di iniezione, sfrutta fori da 1,5 a 3,5 mm di diametro profondi da 2,5 a 6 cm (in funzione della specie arborea e della dimensione del fusto) disposti ogni 25/30 cm di circonferenza del fusto.

- i metodi proposti da Arbosan (capsule e sistema a bassa pressione) assimilabile ai metodi.
- I sistemi ad assorbimento naturale invece immettono il principio attivo nel flusso xilematico sfruttando la capacità assimilatoria della pianta, ed in tale situazione l'assorbimento è legato oltre alle caratteristiche della pianta, dalle condizioni ambientali. Tra questi, il primo metodo Corradi, permette di iniettare formulati diluiti in acqua tramite sacche flebo, con fori profondi 3-5 cm (uno ogni 35-40 cm di circonferenza) del diametro compreso tra 1,5 e 3,5 cm.

Tra le diverse tecniche considerate, in questa prova è stato scelto il **Nuovo Metodo Corradi (NMC)** in quanto il sistema ad assorbimento naturale è di difficile o quasi impossibile applicazione su gimnosperme ricche in canali resiniferi, e tra i sistemi a pressione risulta il adatto per velocità d'esecuzione e per l'utilizzo di piccoli volumi di soluzione.

Nello specifico il NMC consiste in un'iniezione a bassa pressione, corrispondente alla spinta di una mano che coadiuva l'assorbimento naturale della pianta, di un formulato in volumi estremamente ridotti, preparato appositamente per l'uso endoterapico, che permette di introdurre principi attivi nel tronco di una pianta, tramite l'ausilio di conformulanti non fitotossici, che si diffondono sfruttando il naturale trasporto xilematico rispettando la fisiologia della pianta e rendendo il trattamento più efficace rispetto ai metodi convenzionali.

Il principio attivo traslocato all'intera chioma esplica azione di protezione contro i patogeni per tutta la stagione, dimostrandosi attivo, specialmente nel caso delle conifere, anche l'anno successivo al trattamento. Tale sistema permette quindi di unire i seguenti vantaggi: iniezione di un volume ridotto di formulato, rapidità (e quindi economicità) di esecuzione, possibilità di trattare in quiescenza (massima diffusione del principio attivo nella pianta), elevata percentuale di successo con efficacia spesso pluriennale, nessuna dispersione nell'ambiente di fitofarmaci, minima invasività nella pianta (fori di 3,5 mm), assenza di fitotossicità.

Protocollo sperimentale

La sperimentazione in oggetto ha avuto come scopo la valutazione della tecnica endoterapica, per il controllo della processionaria tramite tre successive fasi di lotta:

1. Trattamento di piccole porzioni di foreste urbane collocate sia ai margini del centro abitato che nelle vie e giardini pubblici per complessivi 768 esemplari di pino (*P. alepensis* ed alcuni esemplari isolati di *P. canariensis*) (Figura 1). Il corpo maggiore di tali foreste è posto al margine sud-occidentale dell'abitato, ed è contiguo con un quartiere residenziale ed una scuola comunale. Tale area, assieme alle altre sopra citate, è stata trattata nell'inverno 2004 con abamectina e ad ogni esemplare sono stati iniettati 1.5 ml di abamectina al 18.5 % per ogni cm di diametro del tronco, tramite 3 fori di 3,5 mm di diametro profondi dai 4 ai 6 cm in funzione del diametro del fusto.
2. Trattamento di una porzione di foresta urbana per complessivi 2000 esemplari di pino (*P. alepensis*) (Figura 1). Tale foresta è posta al margine occidentale dell'abitato, confina con il centro sportivo a sud e con l'orto botanico a nord e con il parco acquatico ad est. Questa foresta è luogo di svago per la popolazione, ma l'infestazione presente ha obbligato i residenti e turisti a non utilizzare l'area. Tale foresta è stata trattata nell'autunno 2005 con abamectina alle stesse dosi e modalità menzionate precedentemente. Il trattamento ha riguardato l'area perimetrale est e sud, per una profondità di 6/7 filari di pino. L'intera foresta conta oltre 5000 alberi.

Inoltre in entrambe le prove i fori utilizzati sono stati effettuati radialmente rispetto al tronco, ad un'altezza da terra di un metro. Tali scelte sono state dettate dalla presenza di canali resiniferi grossi e numerosi presenti nella parte esterna dello xilema e da un durame poco esteso che permette l'iniezione di principi attivi in profondità. Il foro deve inoltre essere operato in modo tale che la soluzione iniettata non vada a contatto col floema ed il cambio per evitare danni a tali tessuti suscettibili a soluzioni non tamponate, infatti la siringa utilizza un ago usa e getta che permette di sigillare l'estremità del foro garantendo l'immissione del formulato nei vasi xilematici senza alcun trasudamento che possa essere assorbito dal cambio e floema. In tali condizioni il tempo necessario per effettuare un trattamento completo di un albero con fusto di 20 cm di diametro è pari a 2-3 minuti.



Figura 1. Foreste urbane trattate nel 2004 (rosa, corpo principale) e 2005 (verde): inquadratura generale. (immagine tratta dal sito internet www.earth.google.com, modificata)

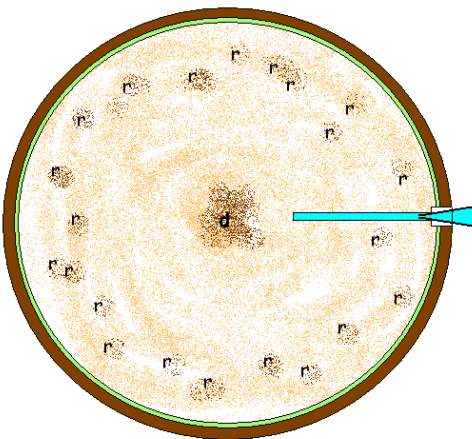


Figura 2: Schema di esecuzione dell'iniezione: la soluzione iniettata deve bypassare la zona dei canali resiniferi (r) presente nei primi cm di xilema e raggiungere la zona il tessuto xilematico più profondo che, nel caso del pino, è scarsamente ricco di durame (d).

Risultati

1. Foresta urbana trattata nell'autunno 2004

La porzione principale della foresta in oggetto è posta all'esterno e all'interno dell'area su cui sorge una scuola ed un collegio, al confine con un'area residenziale, mentre le parti restanti sono costituite da piccole porzioni incluse nell'area urbana, e da alberi isolati.

Di tutte le circa 768 piante trattate di cui 520 schedate come parassitizzate da processionaria, solo su un esemplare di pino si osservavano nidi vitali nell'anno 2005, ed su uno limitrofo nidi parzialmente attivi (grafico 1). Questo è probabilmente dovuto al fatto che il prodotto iniettato non è inizialmente stato veicolato in tutto l'apparato vascolare.

Successivamente, però, anche i nidi individuati sono risultati essere non vitali a gennaio 2006 (vedere Figura 3b), quando nessun insetto veniva individuato sulle piante trattate con abamectina.

Inoltre venne notato che nessuna delle piante trattate ma non infette nel 2004 subiva attacchi nei due anni successivi. Tutt'oggi (giugno 2007) non si riscontrano nuovi attacchi parassitici, ma a quasi tre anni di distanza dall'applicazione endoterapica è in programma un nuovo intervento.



Figura 3. Veduta della parte di foresta inclusa nel cortile della scuola (a) e particolare di nido non attivo (b).

Gli alberi trattati nelle altre porzioni di centro abitato hanno riguardato la totalità degli esemplari all'interno della zona urbana in suolo pubblico e, nel limite del possibile, anche in proprietà private.

Come primo risultato si è potuto osservare a gennaio 2006 l'assenza del parassita dopo oltre un anno dai trattamenti su tutti gli esemplari di pino trattati ma il caso più eclatante ed emblematico si è verificato nella zona immediatamente a nord-ovest del centro storico di Torremolinos. Come indicato in Figura 6 a distanza di 250 metri vi sono due pini, di cui uno trattato ed uno inizialmente no (in quanto il secondo era posto in area privata ed il proprietario non volle praticare il trattamento) e a gennaio 2006 si poteva osservare che il pino non trattato (l'unico nella zona rimasto scoperto dall'endoterapia) diveniva l'unico albero appetibile per la processionaria di tutta l'area ed era completamente parassitizzato dall'insetto (Figure 6 e 7).

L'albero trattato è posto nella parte sud di Calle Colegial, mentre il non trattato è posto in un giardino privato di Avenida de Sorolla ed entrambe presentano la stessa esposizione a sud-ovest con protezione di condomini a nord-est.

In seguito alla pericolosità della situazione creatasi per gli abitanti del condominio in cui era presente il focolaio è stato effettuato un doppio intervento endoterapico in marzo ed in ottobre 2006 che ha portato alla completa scomparsa di processionaria e, successivamente, ad un ripristino rigoglioso della vegetazione (Figura 7c)

2. Foresta urbana trattata nell'inverno 2005

Come descritto precedentemente, la porzione trattata della foresta è quella perimetrale, sui lati est e sud. Al momento del trattamento erano presenti diversi nidi di processionaria attivi.

Durante il sopralluogo di gennaio 2006 sono stati individuati solo nidi inattivi, a dimostrazione dell'efficacia del trattamento con abamectina tramite il NMC®. La totale assenza di nidi vitali nell'area trattata, al contrario della presenza nell'ordine di 2-3 nidi vitali per albero nell'area non trattata, è dimostrazione dell'efficacia dell'applicazione che viene confermata da ulteriori sopralluoghi effettuati durante giugno 2007.



Figura 4. Veduta generale della porzione di foresta trattata.

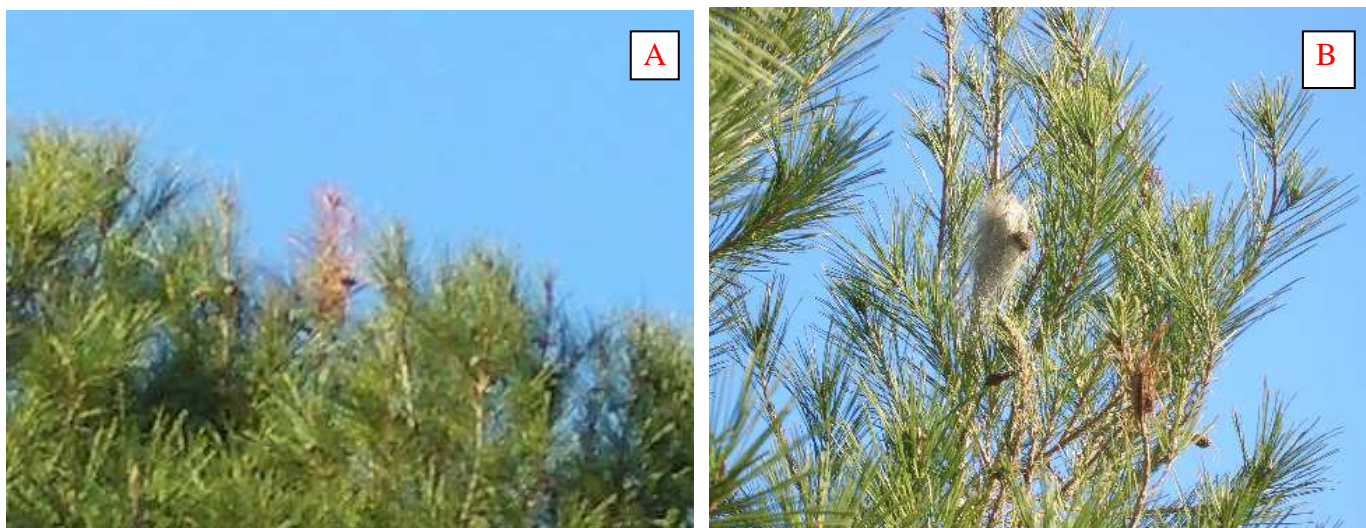


Figura 5. nidi di processionaria individuati su alberi trattati ed evidentemente non vitali dato il colore scuro (a) on un nido vitale (b) individuato in una zona ad elevata infestazione, presso un'area non trattata della foresta.

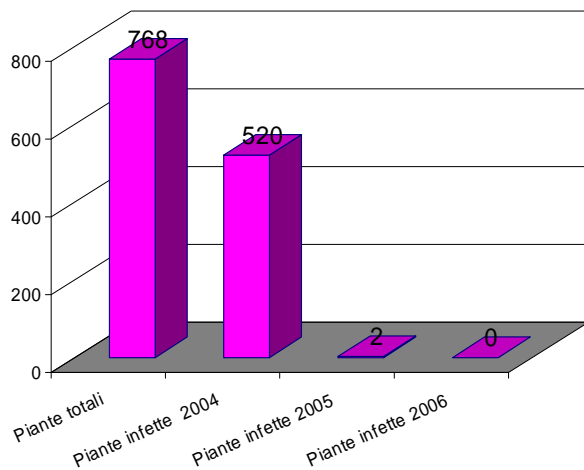


Grafico 1: Piante trattate ed infestate prima ed in seguito al trattamento endoterapico del 2004.

3. Trattamenti di pini del verde ornamentale pubblico e privato nell'abitato di Torremolinos.

Durante il periodo dei trattamenti della prima foresta sopra descritta sono stati effettuati analoghe iniezioni endoterapiche al maggior numero possibile di pini ornamentali presenti nell'abitato di Torremolinos, coprendo la totalità degli esemplari all'interno della zona urbana in suolo pubblico e, nel limite del possibile, anche in proprietà private.

Come primo risultato si è potuto osservare a gennaio 2006 l'assenza del parassita dopo oltre un anno dai trattamenti su tutti gli esemplari di pino trattati ma il caso più eclatante ed emblematico si è verificato nella zona immediatamente a nord-ovest del centro storico di Torremolinos. Come indicato in Figura 6, a distanza di 250 metri vi sono due pini, di cui uno trattato ed uno inizialmente no (in quanto il proprietario del secondo non volle praticare il trattamento), e a gennaio 2006 si poteva osservare che il pino non trattato (l'unico nella zona rimasto scoperto dall'endoterapia) diveniva l'unico albero appetibile per la processionaria di tutta l'area ed era completamente parassitizzato dall'insetto (Figure 6 e 7).

L'albero trattato è posto nella parte sud di Calle Colegial, mentre il non trattato è posto in un giardino privato di Avenida de Sorolla ed entrambe presentano la stessa esposizione a sud-ovest con protezione di condomini a nord-est.

In seguito alla pericolosità della situazione creatasi per gli abitanti del condominio in cui era presente il focolaio è stato effettuato un doppio intervento endoterapico in marzo ed in ottobre 2006 che ha portato alla completa scomparsa di processionaria e, successivamente, ad un ripristino rigoglioso della vegetazione (Figura 7c)



Figura 6. Inquadramento generale: pino trattato in Calle Colegial angolo Avenida de Sorolla (verde) e pino non trattato in Avenida de Sorolla (rosa). (immagine tratta dal sito internet www.earth.google.com, modificata)



Figura 7. Pino trattato in ottobre 2005 in Calle Colegial (A) a confronto pino in Avenida de Sorolla non trattato (B) con particolare di processionaria (gennaio 2006) e successivamente a due trattamenti (giugno 2007).

Conclusioni

Il metodo di applicazione scelto per la prova è risultato di facile applicazione sia per il volume ridotto di soluzione (30 ml per un pino di 20 cm di diametro) che per rapidità di esecuzione; inoltre utilizzando un sistema di iniezione manuale, senza necessità di strumentazioni voluminose, permette di calibrare la pressione di esercizio da parte dell'operatore preservando così i tessuti xilematici da stress meccanici in caso di assorbimenti particolarmente rallentati.

I trattamenti effettuati con abamectina hanno fornito risultati positivi e duraturi (almeno due anni di efficacia) quindi è possibile affermare che nel caso della processionaria del pino l'endoterapia risulta particolarmente efficace e i dati riportati in questo articolo vanno ad avvallare le prove effettuate contemporaneamente e negli anni precedenti in Italia sempre su processionaria nel comune di Langhirano (PR) in cui venne utilizzata abamectina ed azadiractina. Attualmente il metodo endoterapico NMC è utilizzato sia contro la processionaria che contro altri parassiti (come *Corythuca Ciliata* sul platano e *Cameraria ohridella* sull'ippocastano) in diversi comuni del Nord Italia.

Tramite l'approccio endoterapico gli autori ritengono possibile eradicare il parassita da molte zone dapprima con fasce di controllo esterne ai corpi forestali e via via spingendosi negli anni successivi verso l'interno costringendo il parassita a non migrare verso altre fonti di sopravvivenza.

Autori:

Federico Ferrari^{1,2} Marco Trevisan¹, Bruno Corradi³, M.S. Delgado⁴

¹Università Cattolica del Sacro Cuore, Piacenza.

²Aeiforia srl – Spin-off company dell'Università Cattolica del Sacro Cuore

³Collaboratore esterno dell'Istituto di Chimica Agraria ed Ambientale dell'Università Cattolica del Sacro Cuore

⁴Dependencias parques y Jardines, Ayuntamiento de Torremolinos (MA- España)

Bibliografia

- Benigni M., Battisti A. (1999). Climatic change and the adaptation of the pine processionary moth. *Italia Forestale Montana*, 54: 76-86.
- Clabassi I., Tomè A. (2000a). Tecniche endoterapiche su ippocastano contro *Cameraria ohridella*. *L'Informatore Agrario*, 56 (33): 88-91
- Clabassi I., Tomè A. (2000b). *Cameraria ohridella*: biologia, distribuzione e prove di lotta. *L'Informatore fitopatologico*, 50 (12): 19-25
- Démolin G., Frérot B. (1993). Sex pheromone of the processionary moth and biosystematic consideration within the genus *Thaumetopoea* (*Thaumetopoeidae Thaumetopoeinae*). *Bollettino di Zoologia Agraria e Bachicoltura*, 25: 33-40.
- Goussard F., Saintonge F.X., Geri C., Auger-Rozenberg G., Pasquier-Barre F., Rousselet J. (1999). Accroissement des risques de dégâts de la processionnaire du pin, *Thaumetopoea pityocampa* Denis & Schiff. en région Centre, dû au réchauffement climatique (Lepidoptera, Thaumetopoeidae). *Annales de la Société Entomologique de France*, 35: 341-343.
- Salvato P., Battisti A., Concato S., Masutti L., Patarnello T., Zane L. (2002). Genetic differentiation in the winter pine processionary moth (*Thaumetopoea pityocampa* - *wilkinsoni* complex), inferred by AFLP and mitochondrial DNA markers. *Molecular Ecology*, 11: 2435-2444.