

NADIA BALDASSARI\*, ANTONIO MARTINI\*\*, PIERO BARONIO\*\*,  
GABRIELLA ROCCHETTA\*\*\*<sup>(1)</sup>

\* Corso di Laurea in Scienze e Tecnologie Alimentari, Facoltà di Agraria,  
Università di Bologna, Cesena.

\*\* Istituto di Entomologia "G. Grandi", Università di Bologna.

\*\*\* Dipartimento di Biologia Evoluzionistica Sperimentale, Università di Bologna.

## Il comportamento delle popolazioni di *Neodiprion sertifer* (Geoffroy) (Hymenoptera Diprionidae) in pinete di pino silvestre dell'Appennino Tosco-Romagnolo (\*)

### INTRODUZIONE

Le pinetine di pino silvestre, assieme a quelle più numerose di pino nero, sono diventate elementi strutturali della realtà collinare e montana della Romagna; ad esse è stato affidato il compito di riforestare luoghi degradati da pratiche agricole e di mal governo dei boschi, oggi considerate lesive della buona gestione del territorio. Quindi è una realtà, quella delle pinete, a cui si è dato credito per il fine che si vuole raggiungere, come si è poc'anzi detto; per questo necessita di tutte le attenzioni che ne permettono l'affermazione e la sopravvivenza, minate, di solito, dalla precarietà delle condizioni del suolo in cui è stata eseguita la piantagione e poi dalle malattie e dall'attività trofica di animali, particolarmente insetti che trovano in queste piante le condizioni ottimali per il loro sviluppo.

Uno dei fitofagi che puntualmente a ogni primavera attacca il pino silvestre nutrendosi soprattutto degli aghi di un anno e disdegnando quelli dell'anno in corso è *Neodiprion sertifer* (Geoffroy) (Hymenoptera Diprionidae) (Larsson e Tenow, 1980); facendo ciò l'insetto priva la pianta delle sue riserve energetiche, perché è proprio in tali strutture che il pino ha riposto e conservato quasi per intero le sostanze di riserva necessarie per lo sviluppo dei germogli di primavera che rinnovano l'apparato fogliare, a cui è affidata l'attività fotosintetica per l'anno in corso. La conclusione di tale asportazione perpetrata nel tempo è la morte del pino che non riesce più a ricostituire le proprie riserve, venendo a mancare l'accrescimento di germogli e quindi di foglie nuove che non può produrre altrimenti durante l'anno.

La prima conseguenza della diminuzione dell'apparato fotosintetico è la riduzione dell'accrescimento della pianta (Austarà *et al.*, 1987; Baronio *et al.*, 1988) a cui segue un indebolimento che predispone i soggetti all'attenzione dei

<sup>(1)</sup> Gli Autori si sono occupati in parti eguali dell'organizzazione, raccolta ed elaborazione dei dati e stesura del manoscritto.

(\*) Lavoro accettato il 18 maggio 2000.

fitofagi secondari e non solo, perché si è avuto modo di constatare che, almeno nelle aree pinetate della Romagna, defogliazioni ripetute senza interruzione per una decina di anni conducono a morte i pini, senza che intervengano altre cause di degradazione (Baronio *et al.*, 1997).

Quindi la necessità di intervenire con pratiche fitoiatriche diventa sempre più pressante dove le popolazioni del fitofago non trovano una limitazione da agenti naturali presenti nel territorio e per conoscere ciò è necessario poter valutare il comportamento demografico a cui la popolazione del diprionide va incontro in quella specifica area pinetata, perché ogni intervento deve essere contemperato allo stato della pineta. Infatti nella situazione del territorio romagnolo i boschi di pino silvestre sono superficie limitata e con proprie caratteristiche che, come si diceva, sono legate più che altro all'adempimento di funzioni protettive o di recupero di stabilità idrogeologica.

È chiaro che quanto detto porta alla necessità di conoscere, o per meglio dire di stimare preventivamente quale sarà l'infestazione larvale di *N. sertifer* che si verificherà in primavera, al fine di poter valutare l'opportunità di una difesa specifica che può esprimersi direttamente contro le anzidette forme preimmaginali e indirettamente contro la popolazione degli adulti. In quest'ultimo caso si tratta di evitare l'incontro dei sessi che conduce a una riduzione delle femmine, in quanto queste se non sono fecondate depongono uova a sviluppo partenogenetico arrenotoco, dando così origine a una popolazione con predominanza di maschi; un'operazione fattibile avendo a disposizione l'attrattivo sessuale sintetico con cui condurre questo tipo di lotta biotecnica, indicata come confusione sessuale. I risultati sin qui conseguiti in via sperimentale fanno pensare alla possibilità di ottenere esiti positivi nella riduzione del diprionide, non solo con lo spostamento della sex ratio, ma anche con una concreta diminuzione numerica degli individui (Martini *et al.*, in corso di stampa).

A questo punto è chiaro come sia essenziale prevedere quale sarà l'andamento demografico dell'imenottero, il quale nell'unica generazione annuale che svolge esplica tutta la sua potenzialità che si concretizza nella maggiore produzione possibile di adulti, da cui dipenderà la generazione dell'anno successivo, dopo che le uova hanno fatto superare alla specie la cattiva stagione.

Quindi dall'andamento quantitativo di questi due stati successivi o da uno solo di essi si dovrebbe trarre la previsione sull'entità del danno. Attualmente è stata dimostrata una relazione tra maschi catturati con trappole innescate con attrattivo sessuale sintetico e densità della popolazione larvale, stimata mediante una specifica tecnica di campionamento (Lyytikäinen-Saarenmaa *et al.*, 1999).

In questa indagine si vuole mettere in evidenza il rapporto tra maschi catturati, uova campionate, colonie larvali e quantità di defogliazione intesa come distruzione di aghi di un anno per discriminare le infestazioni dei due anni di indagine.

## MATERIALI E METODI

La prova è stata eseguita nel territorio cesenate dell'Appennino Tosco-Romagnolo ad altitudini comprese tra 250 e 600 m s.l.m. In particolare sono state scelte 13 pinete (di cui 11 di *Pinus sylvestris* L. e due con struttura mista di

*P. sylvestris* e *Pinus nigra* Arnold) fra loro isolate e costituite da piante di 20-30 anni. Di queste, dieci insistono su nove località situate lungo la valle del fiume Savio (Tomba, Castello, Piano, Casa sul fiume, Casalecchio, Ca' di Giacomazzo, Vessa, San Vicinio e Monte Finocchio) e tre su altrettanti siti che si affacciano sul torrente Borello, affluente del fiume Savio (Maiavolo, Campiano e Ca' di Bracco).

Il materiale utilizzato per la sperimentazione era costituito da trappole collate del tipo "Lund-I" (Anderbrant *et al.*, 1989), formate da due cartoni (22 x 22 cm) disposti orizzontalmente e distanziati di circa 6 cm mediante quattro distanziatori in PVC sistemati in corrispondenza degli angoli; il foglio che costituiva la base era rimovibile ed aveva la superficie superiore ricoperta di colla per insetti. L'intera struttura veniva appesa alla pianta mediante filo di ferro. Il diffusore dell'attrattivo sintetico, agganciato nel punto di incrocio di due ferri disposti a livello della superficie interna del tetto, era costituito da una microprovetta di polietilene da 1 ml, con chiusura a tappo, contenente 1 ml (=1 mg) di (2S,3S,7S)-3,7-dimetil-2-pentadecil acetato (diprionil acetato) di elevata purezza chimica e stereoisomerica (Högberg *et al.*, 1990; Anderbrant *et al.*, 1992).

L'indagine è stata condotta per due anni successivi, dall'autunno del 1997 alla primavera del 1999, e ha previsto il rilievo dei seguenti parametri: entità della popolazione di adulti, delle uova svernanti, delle colonie larvali e valutazione della defogliazione causata dall'attività trofica dell'insetto.

### 1. Rilievo quantitativo degli adulti

In ciascuna pineta sperimentale furono collocati due sistemi di cattura per i maschi, appendendoli ognuno a una pianta di pino silvestre a circa 2 metri da terra, disponendoli lungo i bordi dell'area e fra loro distanti almeno 20 metri, in modo che non vi fosse interferenza fra gli stessi.

Il primo anno di indagine le trappole sono state sistemate il 24 settembre 1997 nelle due pinete di Vessa e il 25 settembre nelle rimanenti 11 e sono state raccolte il 27 novembre 1997 in tutte le pinete. Nel secondo anno i sistemi di cattura sono stati posti in campo il 16 settembre 1998 a Tomba e il 17 settembre nelle restanti aree sperimentali e ritirati da tutte le località il 18 novembre 1998.

Il conteggio delle catture è stato eseguito settimanalmente ed in corrispondenza di tale operazione veniva sostituito il fondo collato.

### 2. Campionamento delle uova

Il rilievo delle uova del diprionide è stato effettuato durante due inverni successivi. Nell'inverno del 1998 il campionamento è stato effettuato dal 26 al 30 gennaio; nell'anno seguente nelle pinete di Castello, Piano, Casalecchio, Maiavolo, Campiano, San Vicinio, Ca' di Bracco e Monte Finocchio l'operazione è stata condotta il 2-3 marzo, mentre nelle rimanenti cinque aree sperimentali si è proceduto il 9-10 marzo.

Il rilievo è stato fatto mediante la costituzione di un campione. La procedura seguita è stata quella di raccogliere 5 kg di rami con aghi di uno, due e tre anni

di età, per pineta. Per fare ciò sono state scelte a caso cinque piante di pino silvestre, situate ai bordi del bosco od in chiarie. Per ciascun albero è stato asportato 1 kg di rami. Questo è stato costruito raccogliendo 500 g di materiale dai palchi del primo terzo dell'altezza della chioma, a partire dal basso, e altri 500 g a livello del secondo terzo.

Il conteggio delle uova per ogni campione prelevato in ciascuna pineta è stato effettuato in laboratorio.

### 3. Censimento delle colonie larvali

La stima della popolazione larvale è stata eseguita durante la primavera del 1998 (29 e 30 aprile) e del 1999 (il 22 aprile a Castello e dal 26 al 28 aprile nelle rimanenti stazioni). Per ognuna delle pinete sperimentali sono stati scelti pini, situati lungo i bordi o chiarie, sui quali sono state conteggiate le colonie larvali presenti su tutta la chioma (Tab. 1).

Tab. 1. - Specie di pino e numero di piante su cui è stato effettuato il conteggio delle colonie larvali nei due anni di sperimentazione.

Località	<i>Pinus sylvestris</i>		<i>Pinus nigra</i>	
	1998	1999	1998	1999
Tomba	30	30		
Castello	30	30		
Piano	18	21		
Casa sul fiume	30	30		
Casalecchio	25	27	5	3
Ca' di Giacomazzo	30	30		
Vessa 2	30	30		
Vessa 1	30	30		
Maiavolo	30	30		
Campiano	30	30		
San Vicinio	30	30		
Ca' di Bracco	30	30		
Monte Finocchio	11	4	19	26

### 4. Stima della defogliazione

La valutazione del danno conseguente all'attività trofica dell'insetto è stata eseguita nella primavera del 1998 (dal 12 al 19 maggio), quando le larve avevano ormai completato il loro sviluppo e si erano portate nel terreno per imbozzolarsi, e all'inizio dell'autunno del 1999 (dal 28 settembre al 1 ottobre).

L'indagine è stata eseguita su piante di pino, silvestre e nero, scelte casualmente all'interno delle aree sperimentali (Tab. 2). Il modo con cui si è

operato per rilevare l'entità della defogliazione dovuta all'infestazione dell'anno ha tenuto conto, prima di tutto che non c'è differenza di attività trofica delle larve tra i diversi palchi della pianta (Baronio *et al.*, 1988) e poi del fatto che per ottenere un confronto certo della perdita di aghi dovuta solo alla generazione in corso il dato sicuro era il numero di rami di un anno completamente defogliati, considerato che alle nostre latitudini le larve non attaccano mai le foglie dei germogli, tanto più che l'insetto si imbozzola nel terreno quando questi ultimi sono ancora in fase di crescita. In relazione a tutto ciò la defogliazione è stata parametrizzata come percentuale di rami di un anno privi di aghi sul totale di quelli presenti sui primi due palchi della pianta a partire dal basso.

Tab. 2. - Specie di pino e numero di piante su cui è stata effettuata la stima della defogliazione nei due anni di sperimentazione.

Località	<i>Pinus sylvestris</i>		<i>Pinus nigra</i>	
	1998	1999	1998	1999
Tomba	10	10		
Castello	10	10		
Piano	6	9		
Casa sul fiume	10	10		
Casalecchio	7	8	3	2
Ca' di Giacomazzo	9	10		
Vessa 2	10	10		
Vessa 1	10	10		
Maiavolo	10	10		
Campiano	10	10		
San Vicinio	10	10		
Ca' di Bracco	9	10		
Monte Finocchio	3	4	7	6

## 5. Metodologia statistica seguita

L'indagine ha previsto il confronto dei valori medi delle catture degli adulti, del numero di uova, di colonie e della percentuale di rami con mancanza di aghi di un anno (normalizzata mediante trasformazione in  $\arcsen\sqrt{\%}$ ), per ciascun anno di indagine e per ogni pineta sperimentale.

Il grado di associazione tra uova, larve, defogliazione e maschi catturati della generazione precedente è stato valutato mediante correlazioni semplici.

La verifica di una relazione fra la quantità di aghi di un anno distrutti e il numero delle uova, del numero di colonie larvali campionate e le catture degli adulti del ciclo precedente è stata eseguita mediante regressioni lineari semplici.

Nell'ambito di una generazione è stata determinata la relazione esistente tra i maschi catturati e il numero di colonie mediante regressione lineare semplice.

## RISULTATI

Per il periodo 1997-98 è stato evidenziato un significativo grado di associazione fra i parametri utilizzati per valutare il comportamento quantitativo della popolazione e la conseguente defogliazione quando confrontati a coppie mediante correlazione semplice (Tab. 3). Per l'intervallo 1998-99 non si è rilevata una associazione significativa fra il numero di maschi catturati e le uova e tra la quantità di queste ultime ed il danno (Tab. 4). In entrambi gli anni di prova i valori dei coefficienti di correlazione indicano che all'aumentare di una delle due variabili a confronto si ha l'incremento anche dell'altra.

Tab. 3. - Coefficienti di correlazione tra il numero medio di maschi catturati, il numero di uova, il numero medio di colonie e la defogliazione (trasformata in  $\arcsen\sqrt{\%}$ ) nel primo anno di indagine.

	Catture <sub>1997</sub>	Uova <sub>1997/98</sub>	Colonie <sub>1998</sub>	Defogliazione <sub>1998</sub>
Catture <sub>1997</sub>		0,7517**	0,9293***	0,8580***
Uova <sub>1997/98</sub>			0,8451***	0,6344*
Colonie <sub>1998</sub>				0,9151***
Defogliazione <sub>1998</sub>				

\*  $p < 0,05$ ; \*\*  $p < 0,01$ ; \*\*\*  $p < 0,001$ ; n.s. = non significativo

Tab. 4. - Coefficienti di correlazione tra il numero medio di maschi catturati, il numero di uova, il numero medio di colonie e la defogliazione (trasformata in  $\arcsen\sqrt{\%}$ ) nel secondo anno di indagine.

	Catture <sub>1998</sub>	Uova <sub>1998/99</sub>	Colonie <sub>1999</sub>	Defogliazione <sub>1999</sub>
Catture <sub>1998</sub>		0,2418 n.s.	0,8179***	0,8004**
Uova <sub>1998/99</sub>			0,7241**	0,1616 n.s.
Colonie <sub>1999</sub>				0,6442*
Defogliazione <sub>1999</sub>				

\*  $p < 0,05$ ; \*\*  $p < 0,01$ ; \*\*\*  $p < 0,001$ ; n.s. = non significativo

Tenuto conto delle correlazioni esistenti tra le variabili rilevate si sono valutate le relazioni che legano la defogliazione alla quantità di maschi catturati, alle uova e al numero di colonie, mediante regressioni lineari semplici (Tab. 5). Queste dimostrano che esiste una dipendenza significativa della perdita di aghi di un anno dal numero di maschi catturati, dal numero di colonie e dal numero di uova; per queste ultime, però, tale dipendenza si è verificata solo per il primo anno di indagine.

Infine è stata evidenziata una dipendenza significativa del numero di maschi catturati dal numero di colonie larvali della stessa generazione, e del numero di colonie dal numero di maschi catturati della generazione precedente (Tab. 5).

Tab. 5. - Regressioni lineari della defogliazione degli aghi di un anno (trasformata in  $\arcsin\sqrt{\%}$ ) su maschi catturati, uova e colonie larvali da cui dipende il fenomeno, regressione lineare della quantità di maschi catturati sulle colonie larvali appartenenti alla stessa generazione e regressioni lineari del numero di colonie larvali di una generazione sulla quantità di maschi catturati della generazione precedente.

Equazione del modello lineare	r <sup>2</sup>	p
Defogliazione <sub>1998</sub> = - 3,60 + 0,01(catture <sub>1997</sub> )	0,74	0,0002
Defogliazione <sub>1998</sub> = 2,70 + 0,03(uova <sub>1997/98</sub> )	0,40	0,0198
Defogliazione <sub>1998</sub> = 1,36 + 5,55(colonie <sub>1998</sub> )	0,84	0,0000
Defogliazione <sub>1999</sub> = 1,06 + 0,01(catture <sub>1998</sub> )	0,64	0,0010
Defogliazione <sub>1999</sub> = 7,65 + 4,23(colonie <sub>1999</sub> )	0,42	0,0175
Catture <sub>1998</sub> = 537,11 + 256,66(colonie <sub>1998</sub> )	0,38	0,0259
Colonie <sub>1998</sub> = - 0,88 + 0,002(catture <sub>1997</sub> )	0,86	0,0000
Colonie <sub>1999</sub> = - 0,77 + 0,002(catture <sub>1998</sub> )	0,67	0,0006

## CONCLUSIONI

Il complesso dei dati ottenuti ha messo in evidenza che i tre parametri utilizzati, numero di adulti catturati e successiva infestazione larvale e quantità di uova contate su un campione di aghi, si collegano in modo differente alla percentuale di rami di un anno completamente defogliati.

Le correlazioni significativamente positive tra numero di adulti e numero di colonie larvali e tra numero di adulti e quantità di rami di un anno defogliati sono sempre manifeste nei due anni di prove. Questo mette in evidenza una costante relazione tra maschi della generazione precedente e numero di colonie larvali del ciclo di sviluppo susseguente e quindi defogliazione da esse causata. Una tale situazione non si presenta costantemente in modo significativo tra la quantità di uova, rilevate col metodo di campionamento precedentemente descritto, le catture e la defogliazione. Questa mancanza di rispondenza è dovuta certamente alla formazione del campione che non rappresenta, nel modo in cui è stato costituito, la reale consistenza della popolazione delle uova, in quanto l'ovideposizione delle femmine, anche nelle nostre aree, con ogni probabilità, non avviene in modo casuale, ma in maniera aggregata; un dato che meriterebbe di essere indagato, tenendo conto di quanto già rilevato in Svezia dove le uova sono state rilevate in modo preferenziale su piante con un'elevata concentrazione di diterpenoidi e su aghi lunghi di rametti della parte alta e soleggiata del pino (Olofsson, 1989; Björkman *et al.*, 1997; Blümke ed Anderbrant, 1997).

Un campione di adulti catturati con una trappola è rappresentativo dell'andamento demografico della popolazione dell'insetto considerato solo quando esiste una relazione significativa tra la quantità di larve e quella degli adulti che ne derivano, come riferisce Östrand (1998). Una tale situazione si è verificata puntualmente nelle aree infestate da *N. sertifer* in cui si è condotta l'indagine. Di conseguenza è possibile prevedere il grado di infestazione successivo, come

pure conoscere per tempo quale sarà la perdita di aghi di un anno nella primavera seguente il monitoraggio degli adulti. Rimane però difficile stabilire quanto ciascuna entità di defogliazione degli aghi di un anno possa equivalere a un mancato incremento legnoso. Questo infatti è stato sempre ottenuto come conseguenza di uno stato di forte defogliazione che può verificarsi in un solo anno o in più anni susseguenti (Austarà *et al.*, 1987; Baronio *et al.*, 1988; Lyytikäinen-Saarenmaa, 1999a,b), cosicché il decremento di produzione legnosa è legato a una riduzione progressiva della quantità di foglie, rispetto a una pianta non infestata, dato che il patrimonio di aghi del pino nell'anno successivo non viene più ristabilito per intero, perché tali strutture vegetative sono prodotte solo sui nuovi germogli. Quindi per poter utilizzare il monitoraggio degli adulti, con cui si ottiene una previsione sulla perdita di aghi di un anno (intesa come numero di rami di un anno completamente defogliati) si dovrebbe risalire all'incidenza che le defogliazioni compiute dall'insetto sui rami di un anno esercitano sul risultato finale del mancato incremento legnoso. Tale risultato permetterebbe di utilizzare il monitoraggio degli adulti per formulare una previsione significativa sul mancato incremento legnoso, a condizione che questo sia legato esclusivamente alla perdita di aghi.

#### RINGRAZIAMENTI

Questo lavoro è stato eseguito nell'ambito del Progetto “Pine sawfly pheromones for sustainable management of European forests (PHERODIP)”, finanziato con contratto EC FAIR1-CT95-0339.

Si ringraziano Erik Hedenström e Hans-Erik Högberg del Department of Chemistry and Process Technology, Mid Sweden University, SE-851 70 Sundsvall, Sweden per aver gentilmente fornito l'attrattivo sessuale sintetico.

#### RIASSUNTO

In tredici pinete nell'area del bacino fluviale del Savio, nel territorio cesenate dell'Appennino Tosco-Romagnolo, è stata condotta per due anni successivi un'indagine per verificare la capacità di valutazione dell'andamento demografico delle popolazioni di *Neodiprion sertifer* (Geoffroy) (Hymenoptera Diprionidae) attraverso il monitoraggio degli adulti con trappole di tipo “Lund-I”, innescate con 1 ml di (2S,3S,7S)-3,7-dimetil-2-pentadecil acetato (diprionil acetato). Si è evidenziato come la popolazione di questo diprionide, manifesta un comportamento in cui è chiara una dipendenza significativa del numero di maschi catturati dalla quantità di colonie larvali della stessa generazione, e del numero di colonie dal numero di maschi della generazione precedente, dimostrando così l'efficacia del monitoraggio dei maschi per prevedere l'infestazione. È stato inoltre dimostrato che il numero di rametti di un anno completamente privi di foglie dipende in maniera altamente significativa dal numero di maschi monitorati. La quantità di uova rilevate in un campione di aghi è risultata dipendente dal numero di maschi catturati solo nel primo anno di sperimentazione. In questa prima analisi è risultato anche evidente come si debba procedere alla definizione di un collegamento tra quantità di rametti di un anno privi di aghi e il danno, inteso come mancata crescita della pianta, al fine di individuare una relazione con il numero di maschi catturati con le trappole.

PAROLE CHIAVE: *Neodiprion sertifer*, comportamento, popolazioni, pinete, Appennino Tosco-romagnolo.



The Behaviour of *Neodiprion sertifer* (Geoffroy) (Hymenoptera Diprionidae)  
Populations in Scots Pine Stands of the Appennino Tosco-Romagnolo

SUMMARY

A study was conducted over two years in thirteen Scots pine stands of the Savio valley basin in the district of Cesena of the Appennino Tosco-Romagnolo for the purpose of determining the possibility of evaluating the demographic trend of *Neodiprion sertifer* (Geoffroy) (Hymenoptera Diprionidae) populations by monitoring the number of adult males of the sawfly caught with "Lund I" traps baited with 1 ml of (2S,3S,7S)-3,7-dimethyl-2-pentadecyl (diprionil) acetate. Significant relationships was found to exist between male catches and larval colonies of the same generation and between larval colonies and male catches of the previous generation, thus proving the effectiveness of monitoring the male population for forecasting the infestation rate. A highly significant relationship was moreover seen to exist between the degree of defoliation (percent of one-year-old twigs completely devoid of needles) and the number of males caught. The number of eggs recorded in a needle sample was found to be related to the number of male catches only during the first year of the study. These findings point to the need to better define the relationship between the number of completely defoliated one-year-old twigs and the reduced growth of the tree. Proof of this relationship would permit to use monitoring of the adults as a tool for forecasting reduced tree growth.

KEY WORDS: *Neodiprion sertifer*, behavior, populations, pine stands, Appennino Tosco-Romagnolo.

BIBLIOGRAFIA CITATA

- ANDERBRANT O., LÖFQVIST J., JÖNSSON J., MARLING E., 1989. - Effect of pheromone trap type, position, and colour on the catch of the pine sawfly *Neodiprion sertifer* (Geoffr.) (Hym. Diprionidae). - *J. Appl. Entomol.*, 107: 365-369.
- ANDERBRANT O., LÖFQVIST J., HÖGBERG H.-E., HEDENSTRÖM E., WASSGREN A.-B., BERGSTRÖM G., BENGTSOON M., MAGNUSSON G., 1992. - Field response of the pine sawfly *Neodiprion sertifer* to the pheromones (2S,3S,7S)-diprionyl acetate and its stereoisomers. - *Entomol. Exp. Appl.*, 62: 169-181.
- AUSTARÅ Ø., ORLUND A., SVENDSRUD A., WEIDAHN A., 1987. - Growth loss and economic consequences following two years defoliation of *Pinus sylvestris* by the pine sawfly *Neodiprion sertifer* in West-Norway. - *Scand. J. For. Res.*, 2: 111-119.
- BARONIO P., FACCIOLI G., BUTTURINI A., 1988. - Una indagine sulla influenza delle defogliazioni provocate da *Neodiprion sertifer* (Geoffr.) (Hym. Diprionidae) sulla crescita di *Pinus silvestris* L. in Romagna. - *Boll. Ist. Ent. "G. Grandi" Univ. Bologna*, 43: 17-24.
- BARONIO P., MARTINI A., BALDASSARI N., 1997. - *Neodiprion sertifer* pericoloso nemico del pino silvestre. - *Inf.tore Fitopat.*, 6: 12-20.
- BJÖRKMÄN C., LARSSON S., BOMMARCO R., 1997. - Oviposition preferences in pine sawflies: a trade-off between larval growth and defence against natural enemies. - *Oikos*, 79: 45-52.
- BLÜMKE A., ANDERBRANT O., 1997. - Oviposition pattern and behavior of the pine sawfly *Neodiprion sertifer* (Hymenoptera: Diprionidae). - *Bull. Entomol. Res.*, 87: 231-238.
- HÖGBERG H.-E., HEDENSTRÖM E., WASSGREN A.-B., HJALMARSSON M., BERGSTRÖM G., LÖFQVIST J., NORIN T., 1990. - Synthesis and gas chromatographic separation of eight stereoisomers of diprionol and their acetates, components of the sex pheromone of pine sawflies. - *Tetrahedron*, 46: 3007-3018.
- LARSSON S., TENOW O., 1980. - Needle-eating insects and grazing dynamics in a mature Scots pine forest in Central Sweden. - In: Person T. (ed.). - Structure and Function of Northern Coniferous Forest - An Ecosystem Study. - *Ecol. Bull.* (Stockholm), 32: 269-306.
- LYYTIKÄINEN-SAARENMAA P., 1999a. - The responses of Scots pine, *Pinus sylvestris*, to natural and artificial defoliation stress. - *Ecol. Appl.*, 9(2): 469-474.
- LYYTIKÄINEN-SAARENMAA P., 1999b. - Growth responses of Scots pine (Pinaceae) to artificial and sawfly (Hymenoptera: Diprionidae) defoliation. - *Can. Entomol.*, 131: 455-463.
- LYYTIKÄINEN-SAARENMAA P., ANDERBRANT O., LÖFQVIST J., HEDENSTRÖM E., HÖGBERG H.-E., 1999. - Monitoring European pine sawfly population densities with pheromone traps in young pine plantations. - *For. Ecol. Manage.*, 124: 113-121.

- MARTINI A., BALDASSARI N., BARONIO P., ANDERBRANT O., HEDENSTRÖM E., HÖGBERG H.-E., ROCCHETTA G. - Mating disruption of the pine sawfly *N. sertifer* (Hymenoptera: Diprionidae) in isolated pine stands. - *Agric. For. Ent.* (in corso di stampa).
- OLOFSSON E., 1989. - Oviposition behaviour and host selection in *Neodiprion sertifer* (Geoffr.) (Hym., Diprionidae). - *J. Appl. Entomol.*, 107: 357-364.
- ÖSTRAND F., 1998. - Monitoring insects with traps; functions and problems. - Introductory paper no 105 - Department of Ecology, Animal Ecology, Lund University, 38 pp.

Autore a cui inviare la corrispondenza:

Piero Baronio, Istituto di Entomologia "G. Grandi", via F. Re, 6, 40126 Bologna  
e-mail: pbaronio@agrsci.unibo.it