

MASSIMO FACCOLI

Dipartimento di Agronomia Ambientale e Produzioni Vegetali - Entomologia  
Università degli Studi di Padova

Bioecologia di Coleotteri Scolitidi (\*)  
*Ips typographus* (Linnaeus) e specie di recente interesse  
per la selvicoltura italiana <sup>(1)</sup>

II CONTRIBUTO

Fattori naturali di contenimento di *Ips typographus*  
con particolare riferimento ai parassitoidi

INTRODUZIONE

Il complesso dei nemici naturali può, in certi casi, ridurre il numero di scolitidi sfarfallati (Moore, 1972; Linit e Stephen, 1983; Miller, 1984, 1986; Riley e Goyer 1986). Probabilmente il miglior metodo per aumentare il tasso di parassitizzazione da parte di imenotteri parassitoidi a carico di insetti xilofagi è basato su un programma di rilascio inondativo (Henry, 1995). Per realizzare ciò è però necessario predisporre un allevamento massale di laboratorio che permetta di ottenere in poco tempo un elevato numero di parassitoidi pronti per essere rilasciati. In Italia però, non solo gli studi condotti sulle possibilità di allevamento di antagonisti di scolitidi sono scarsi, ma in molti casi non si conoscono nemmeno le principali specie di nemici naturali presenti.

La dinamica di popolazione di *Ips typographus* (L.) (Coleoptera Scolytidae), come quella degli altri insetti forestali, oltre a dipendere dall'insieme delle complesse relazioni intercorrenti fra pianta ospite, insetto e suoi nemici naturali (Christiansen *et al.*, 1987; Christiansen e Bakke, 1988), è spesso influenzata dall'ambiente circostante. In particolare l'azione dei fattori climatici, e in special modo delle basse temperature invernali, può occupare un posto di rilievo fra le cause di mortalità degli insetti (Bakke, 1992). È però importante vedere come il clima agisce sugli scolitidi e quali effetti ha invece sulle popolazioni degli antagonisti. Una diversa sensibilità ai rigori invernali potrebbe infatti ribaltare in un senso o nell'altro le proporzioni fra scolitidi e loro nemici vanificando i programmi di controllo biologico basati sull'impiego di ausiliari.

Sulla base di queste premesse, si è cercato di apportare un contributo alla conoscenza dei parassitoidi di *Ips typographus* presenti sulle Alpi meridionali, finora del tutto sconosciuti, e delle loro potenzialità ai fini della lotta biologica.

---

(\*) Lavoro accettato il 28 febbraio 2000.

(<sup>1</sup>) Lavoro estratto dalla tesi di Dottorato in Entomologia Agraria discussa presso l'Università degli Studi di Bologna.

In egual modo si è valutato l'effetto naturale di alcuni fattori climatici sulla sopravvivenza delle popolazioni di alcune specie di scolitidi e dei loro antagonisti.

#### 1. Osservazioni su tre parassitoidi di *Ips typographus* (L.) nuovi per l'Italia.

Il controllo settimanale delle catture realizzate mediante alberi esca ha permesso di accertare la presenza nel territorio italiano di tre imenotteri parassitoidi, già noti nel resto dell'Europa centrosettentrionale: *Tomicobia seitneri* (Ruschka) (Pteromalidae), *Ropalophorus clavicornis* (Wesmael) (Braconidae) e *Coeloides bostrychorum* Giraud (Braconidae). Nei primi due casi la segnalazione interessa anche il genere oltre alla specie.

##### 1.1.1. *Tomicobia seitneri* (Ruschka).

*Tomicobia seitneri* (Ruschka) è un endoparassita di adulti di *Ips typographus* (Sachtleben, 1952; Graham, 1969). L'insetto aggredisce i suoi ospiti sulla corteccia di alberi già attaccati, individuati grazie ai feromoni di aggregazione dello scolitide (Mills e Schlup, 1989), e li parassitizza perforandone il protorace col corto ma robusto ovidepositore e deponendo un uovo nel lacunoma (Seitner, 1922). L'esame al microscopio ha in ogni caso rivelato la presenza di una sola larva entro numerosi esemplari ospiti di un discreto contingente prelevato in natura. La parassitizzazione avviene indipendentemente dal sesso dell'ospite con preferenza per gli individui di taglia maggiore (Bedard, 1965). Una volta parassitizzati, gli scolitidi possono comunque penetrare nelle cortecce, ma le femmine parassitizzate producono circa la metà della progenie rispetto al normale (Senger e Roitberg, 1992), e non riemergono dalle cortecce per compiere "generazioni sorelle". Lo sviluppo embrionale dura circa 7 giorni; la larva si nutre del tessuto adiposo e degli organi riproduttivi dell'ospite (Sachtleben, 1952). Dopo circa 45 giorni dalla parassitizzazione l'adulto fuoriesce attraverso un foro circolare praticato al centro della declività elitrale dello scolitide (Sachtleben, 1952). Il parassitoide abbandona le spoglie del proprio ospite generalmente in capo alle gallerie materne, per poi evadere lungo i cunicoli precedentemente scavati dall'*Ips*. Lo svernamento avviene come larva matura nel corpo dell'ospite presente sotto le cortecce (Sachtleben, 1952). Oltre all'Italia l'attuale distribuzione geografica comprende buona parte dell'Europa centrosettentrionale e orientale (Graham, 1969; Ogibin, 1973; Polozhntsev e Kozlov, 1975; Pettersen, 1976a).

##### 1.1.2. Importanza forestale.

La distribuzione geografica e la biologia delle più studiate specie di *Tomicobia* e dei loro ospiti indicano una stretta correlazione ospite-parassitoide. Si riscontrano intime associazioni in Nord America (*T. tibialis* - *I. pini*), in Europa (*T. seitneri* - *I. typographus* e *T. acuminati* Hedqvist - *I. acuminatus* Gyllenhal), in Giappone (*T. watanabei* Ishii - *I. typographus japonicus* Nijjima) e in Cina (*T. liaoi* Yang - *Dendroctonus armandi* Tsai et Li). Nel caso particolare di *T. watanabei* è forse possibile trattarsi di una forma di *T. seitneri* differenziatasi sulla forma

asiatica di *I. typographus*. L'ipotesi di una coevoluzione pare sostenuta, tra l'altro, dalla ribadita capacità di *T. seitneri* e di *T. tibialis*, specie nordamericana, di rispondere rispettivamente ai feromoni di aggregazione di *I. typographus* (Mills e Schlup, 1989; Grégoire *et al.*, 1995) e di *I. pini* (Rice, 1968; Seybold *et al.*, 1992). A conferma, i dati raccolti durante la prova forniscono valori di cattura statisticamente più elevati in corrispondenza degli alberi esca che prevedevano l'uso di feromoni (ANOVA: gl= 3; 45; F= 14,14 e P<0,01) (Fig. I). Anche il ritmo delle generazioni e la durata dello sviluppo corrispondono abbastanza bene a quelli di *Ips typographus* (Seitner, 1922). Entrambe le specie mostrano infatti due evidenti picchi di sfarfallamento distanziati di circa un mese, con distribuzioni significativamente correlate ( $r^2=0,38$ ; F= 7,94; P<0,02). Questi picchi, almeno nel caso di *T. seitneri*, possono essere riferiti a due distinte generazioni, delle quali la seconda compare, come osservato da Sachtleben (1952), dopo circa 45 giorni dalla prima. L'elevato numero di parassitoidi catturato all'inizio del campionamento indica che, rispetto ad *I. typographus*, probabilmente *T. seitneri* necessita di temperature medie inferiori per uscire dalla diapausa invernale. Il breve anticipo (10-15 giorni) consentirebbe inoltre agli adulti del parassitoide di completare la maturazione delle gonadi mediante assunzione di zuccheri in corrispondenza di specie erbacee spontanee a fioritura primaverile. Circa gli ospiti di *T. seitneri*, le cognizioni per ora disponibili sorreggono l'ipotesi che in ambiente alpino *Ips typographus* risulti essere il principale ospite della specie, benché questa sia stata ottenuta anche da altri scolitidi del genere *Ips* (Sachtleben, 1952; Graham, 1969; Pettersen, 1976b). Sulla reale efficacia nel limitare le popolazioni di scolitidi dimostrata da *T. seitneri*, i dati e i pareri sono discordanti. In Svizzera sono state

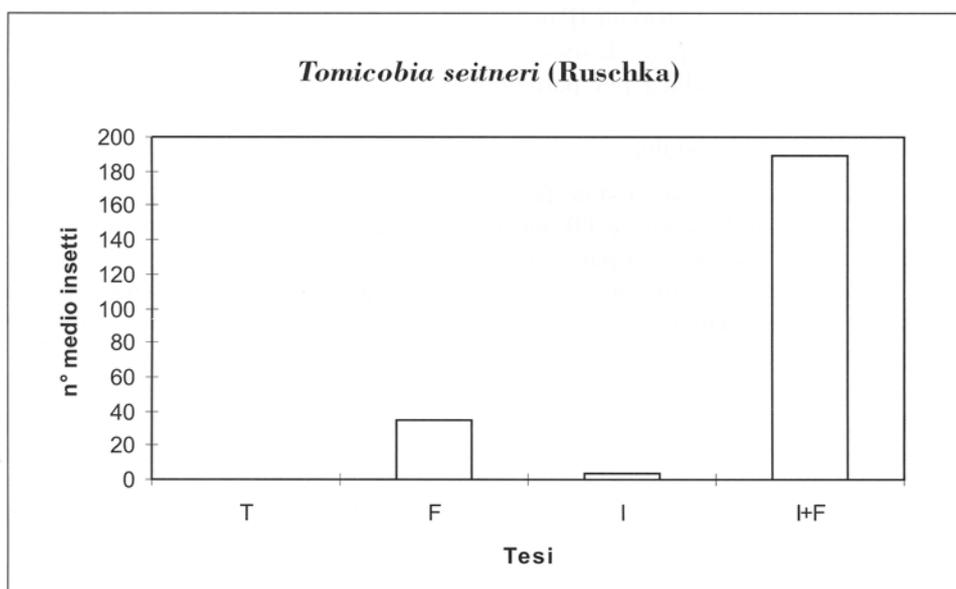


Fig. I. - Ripartizione delle catture di *Tomicobia seitneri* sulla base delle diverse tesi impiegate. T = testimone, F = feromone, I = insetticida.

osservate percentuali di parassitizzazione prossime all'80% (Nierhaus-Wunderwald, 1993), mentre Thalenhorst (1949) indica un tasso minimo di parassitizzazione del 20%, ma in condizioni particolari elevato fino al 100%. La percentuale di scolitidi parassitizzati può però risultare ingannevole ai fini di una valutazione dell'impatto sulla popolazione dell'ospite. Assai più significativa è infatti la riduzione della fertilità delle femmine parassitizzate. Tale riduzione è mediamente pari a circa il 30% (Sachtleben, 1952), e in femmine parassitizzate appena dopo lo sfarfallamento si può presumere una ancor maggiore riduzione nel numero di uova deposte. Se l'attacco avviene invece a scapito di femmine riemergenti, l'effetto del parassitoide si rivela praticamente nullo (Thalenhorst, 1949).

#### 1.2.1. *Ropalophorus clavicornis* (Wesmael).

Le poche notizie disponibili indicano *Ropalophorus clavicornis* (Wesmael) (Hym. Braconidae) come un endoparassitoide di adulti di *Ips typographus* (Weslien, 1992). Le femmine dell'imenottero attaccano gli ospiti appena questi giungono sulla corteccia degli alberi: li paralizzano temporaneamente e in essi depongono un uovo nel lacunoma. Ciò non impedisce in seguito agli scolitidi di penetrare nelle cortecce e di iniziare lo scavo delle gallerie materne. Raggiunta la maturità la larva del braconide fuoriesce dal corpo dell'ospite forando il tegumento in corrispondenza della declività delle elitre (Nierhaus-Wunderwald, 1993) e si imbozzola sotto la corteccia. Gli adulti emergeranno dai tronchi sfruttando i fori di entrata dell'ospite (Seitner, 1922). Il numero di generazioni all'anno e le epoche di comparsa del parassitoide corrispondono a quelli dell'ospite (Seitner, 1924). *Ropalophorus clavicornis* è stato finora segnalato in gran parte dell'Europa e in Giappone a carico di adulti di *Ips typographus*, *I. amitinus* (Eichhoff) e *Leperisinus fraxini* (Panzer) (Shenefelt, 1969). Il fatto che non siano mai stati descritti esemplari di sesso maschile (Sachtleben, 1952) lascia supporre che la specie si riproduca per partenogenesi telitoca.

#### 1.2.2. Importanza forestale.

Nell'estate 1997 sono state trovate 21 femmine, ripartite in due principali picchi registrati il 10 luglio e l'8 agosto. Si ritiene quindi assai probabile che il tempo medio di sviluppo del parassitoide sia di circa un mese. Tutti gli esemplari catturati sono stati trovati solo in corrispondenza degli alberi esca innescati con feromone di aggregazione per *Ips typographus* (Fig. II). Questo aspetto induce a sospettare che *R. clavicornis*, come *T. seitneri*, possa localizzare il proprio ospite grazie alla miscela feromonica da quest'ultimo emessa. Il basso contingente di esemplari rinvenuti potrebbe dipendere da una locale carenza numerica, ma la scarsità di informazioni presenti in letteratura suggerisce che *R. clavicornis* sia effettivamente poco diffuso, e quindi difficilmente osservabile, ma atto a conservarsi anche con livelli di popolazione molto bassi. La sua efficacia ed importanza nei meccanismi di regolazione delle popolazioni di *Ips typographus* è da ritenersi irrilevante. Si tratta in ogni caso di un ulteriore antagonista da aggiungere alla già lunga lista di nemici naturali di *Ips typographus*, e se non altro di un fattore di arricchimento dell'entomocenosi.

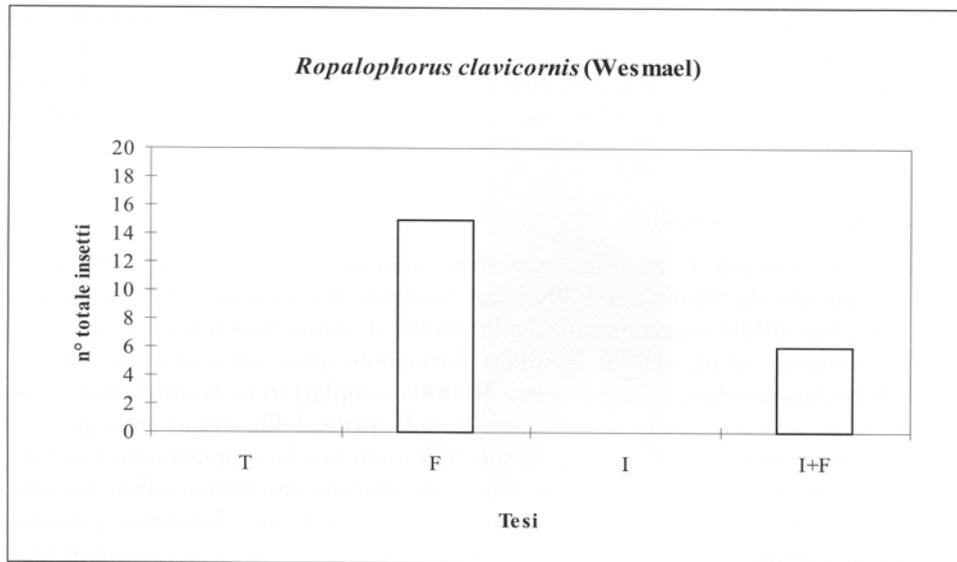


Fig. II. - Ripartizione delle catture di *R. clavicornis* sulla base delle diverse tesi impiegate. T = testimone, F = feromone, I = insetticida.

### 1.3.1. *Coeloides bostrychorum* Giraud.

*Coeloides bostrychorum* Giraud è un ectoparassitoide larvale di *Ips typographus*, suo principale ospite, sebbene l'imenottero può svilupparsi anche a carico di numerose altre specie di curculionoidi (Shenefelt, 1969). Dopo lo sfarfallamento, che avviene in maggio-giugno (Sachtleben, 1952) in coincidenza con lo sfarfallamento di *Ips typographus* (Chararas, 1959), *C. bostrychorum* necessita di diversi giorni per portare a termine la maturazione delle relativamente grosse uova tramite l'assunzione di zuccheri. L'accoppiamento avviene sulle cortecce o in volo ed è quasi sempre preceduto da numerosi scontri fra i maschi che presentano una forte competitività (Kruger e Mills, 1990). Successivamente *C. bostrychorum* individua la potenziale vittima stazionando sulla superficie della corteccia con le antenne appoggiate a formare un angolo di circa 90° rispetto all'asse del corpo. In questa posizione i *Coeloides* trascorrono circa il 70% del loro tempo immobili sulle cortecce (Mills, 1991). Una volta individuata una larva di terza età, stadio idoneo alla parassitizzazione, inizia il processo di introduzione dell'ovidepositore nella corteccia e la deposizione delle uova singolarmente fissate sul corpo delle larve ospiti previamente paralizzanti tramite l'iniezione di sostanze immobilizzanti (Kruger e Mills, 1990). La fecondità delle femmine, al massimo di 12 uova (Kruger e Mills, 1990), si esaurisce mediamente nel giro di 7 giorni (Mills, 1991). Lo svernamento di *C. bostrychorum* è sempre affidato alle larve mature che, dopo aver superato 5 stadi (Ryan e Rudinsky, 1962; Beaver, 1967), tessono un piccolo bozzolo biancastro infossato nella corteccia a livello della cella pupale scavata dalla larva ospite prima di morire. Parte delle pupe della prima generazione può entrare in diapausa e sfarfallare la primavera successiva (Sachtleben, 1952). A sviluppo completato i neo-adulti forano il bozzoletto ed emergono dalle cortecce

utilizzando le gallerie precedentemente scavate dagli scolitidi, o scavando piccoli fori di sfarfallamento. Nell'anno si svolgono una – tre generazioni, da noi tipicamente due complete; una sola sopra i 1800 m (Kruger e Mills, 1990). Finora *C. bostrychorum* era stato segnalato in un ampio territorio europeo centro-settentrionale e orientale (Shenefelt, 1969).

### 1.3.2. Importanza forestale.

Nell'Europa centrale *C. bostrychorum* viene indicato come causa del 50% della mortalità larvale da Sitowski (1930) e da Nierhaus-Wunderwald (1993), mentre Mills e Schlup (1989) segnalano un livello medio di parassitizzazione larvale pari al 21%. Grégoire *et al.* (1995) in alberi fortemente attaccati dalla generazione estiva di *Ips typographus*, trovarono oltre 10.000 esemplari di *C. bostrychorum*, che risultò essere il parassitoide più numeroso; nell'aprile dello stesso anno però il numero di esemplari per albero era di soli 375 e ciò lascia supporre che l'insetto subisca una forte mortalità invernale. Prove di allevamento hanno infine rilevato tassi di parassitizzazione superiori al 60%. Queste notevoli differenze possono spiegare la variabile incidenza di *C. bostrychorum* nelle diverse regioni con una locale scarsità numerica della specie o con l'effetto dei differenti regimi climatici. L'uso di trappole a feromoni o alberi esca non incide in modo significativo sulle popolazioni di *C. bostrychorum* poiché il parassitoide non è richiamato dagli attrattivi degli scolitidi ma ricerca alberi contenenti larve di terza età (Kruger e Mills, 1990).

## 2. Prove di allevamento di *Coeloides bostrychorum* Giraud (Hym., Braconidae) in tronchetti artificialmente infestati con *Ips typographus* (L.).

La biologia dei nemici naturali di scolitidi è poco conosciuta e perlopiù limitata ad una stima del tasso di mortalità causato nelle specie ospiti (Kudon e Berisford, 1980). Fra i parassitoidi larvali di *Ips typographus* (L.), *Coeloides bostrychorum* Giraud sarebbe un ottimo candidato per la realizzazione di programmi di controllo biologico (Mills e Schlup, 1989; Kruger e Mills, 1990), sebbene l'effettiva possibilità di un allevamento massale del parassitoide non sia finora stata saggiata. Col presente studio si è cercato di valutare la parassitizzazione di *Coeloides bostrychorum* sulle larve di *Ips typographus* al variare della temperatura, della densità delle larve ospiti e dei sistemi di allevamento condotti in laboratorio.

### 2.1. Materiali e metodi.

Lo studio è stato condotto in Belgio presso il Laboratoire de Biologie Animale et Cellulaire de l'Université Libre Bruxelles durante l'inverno 1997/98. Nel novembre del 1997 numerosi campioni di corteccia di abete rosso (*Picea abies* Karsten) colonizzata da *Ips typographus* e contenente bozzoli di *Coeloides bostrychorum* sono stati tenuti in osservazione in ambiente controllato (T=25±1°C, L:B=16:8) fino al completo sfarfallamento degli adulti. Questi sono stati mantenuti

a 20°C. I parassitoidi sono stati nutriti con agar-miele fino a maturazione degli ovari (Kruger e Mills, 1990; Mills *et al.*, 1991), mentre gli adulti di *Ips typographus* hanno avuto a disposizione corteccia fresca di abete rosso sminuzzata per renderla inidonea allo sviluppo di sistemi di proliferazione. Si è quindi predisposto il taglio un albero apparentemente sano di abete rosso di circa 30 anni, sramato e ridotto in pezzi (40 cm di lunghezza, 15 cm di diametro e 19 dm<sup>2</sup> di superficie). Gli insetti sono stati impiegati in due prove.

Nella prima, 180 adulti di *Ips typographus*, 90 maschi e 90 femmine, sono stati liberati in una cabina di vetro (40x40x60 cm) contenente 6 tronchetti di abete da sottoporre a naturale colonizzazione. La densità media femmine/dm<sup>2</sup> di corteccia fu pari a circa 0,8 (90 femmine/114 dm<sup>2</sup>), ovvero 1,2 dm<sup>2</sup> di corteccia per femmina (alta densità) (Mills, 1986; Kruger e Mills, 1990; Mills *et al.*, 1991). In un'altra cabina contenente 6 tronchetti, sono stati liberati 90 adulti di *Ips typographus*, 45 maschi e 45 femmine (bassa densità) (0,4 femmine/dm<sup>2</sup> di corteccia o 2,5 dm<sup>2</sup>/femmina). I tronchi sono stati tenuti a 25°C fino al raggiungimento del terzo stadio larvale vulnerabile a *Coeloides bostrychorum* (Kruger e Mills, 1990), verificato mediante scortecciamento di due tronchi per ogni cabina. Trentadue femmine (8 femmine/tronchetto) e numerosi maschi di *C. bostrychorum* sono stati quindi liberati in ognuna delle cabine.

Nella seconda prova, 6 tronchetti di abete simili ai precedenti sono stati singolarmente colonizzati con due femmine e un maschio di *Ips typographus* precedentemente sessati (Schlyter e Cederholm, 1981) e alloggiati in nicchie circolari di 1 cm di diametro scavate nella corteccia, poi riempite con segatura inumidita e richiuse con una reticella metallica. Per ogni tronchetto sono state impiegate 16 femmine e 8 maschi (alta densità: 1,25 dm<sup>2</sup>/femmina). Gli insetti sono stati allevati a 20°C fino al raggiungimento del terzo stadio larvale. Dopodiché, 42 femmine (7 femmine/tronchetto) e numerosi maschi di *C. bostrychorum* sono stati liberati nella cabina.

Gli insetti sfarfallati da ogni prova sono stati raccolti con frequenza giornaliera, e a sfarfallamento completato le sezioni di tronco sono state scortecciate alla ricerca di insetti morti. Tutte le gallerie materne sono state contate e misurate. I dati ottenuti sono stati elaborati con analisi della varianza (ANOVA test) e le medie confrontate a coppie con il test di Tukey. L'omogeneità dei dati è stata valutata mediante il test di Cochran, e, quando necessario, i dati sono stati trasformati in base logaritmica ( $x' = \text{Log}(x+1)$ ). Le correlazioni sono state calcolate utilizzando il coefficiente di di Spearman ( $r$ ). In tutti i casi è stato fissato come livello di significatività di ogni test  $\alpha=0,05$ .

## 2.2. Risultati.

Nella prima prova, a 25°C, il terzo stadio larvale è stato raggiunto dopo 13 giorni dall'inizio dell'allevamento. Per entrambi i livelli di densità utilizzati, lo sfarfallamento di *Ips typographus* e di *Coeloides bostrychorum* è stato contemporaneo ed è iniziato 35 giorni dopo la colonizzazione delle cortecce da parte degli scolitidi. I parassitoidi hanno quindi completato il ciclo di sviluppo in circa 22 giorni. Il numero complessivo di *I. typographus* e *C. bostrychorum* sfarfallati da

ogni sistema non presenta differenze significative fra i due livelli di densità o fra i tronchetti (tab. 1). Con alta densità di colonizzazione vi è però una correlazione positiva fra il numero di *Ips* sfarfallati da ogni sistema e la lunghezza della galleria materna nei tronchetti ( $r=0,62$ ;  $n=14$ ;  $P<0,02$ ). Non sono state trovate altre correlazioni significative. In nessun caso è stato possibile rilevare differenze significative fra le lunghezze delle gallerie materne delle due diverse densità di colonizzazione. La *sex-ratio* degli adulti *C. bostrychorum* sfarfallati a bassa densità era di 1,2 (maschi: femmine = 6:5), ad alta di 1,25 (maschi: femmine = 10:8), e mediamente di 1,23 (maschi: femmine = 16:13).

Anche nelle prove di allevamento a 20°C gli adulti di *I. typographus* e di *C. bostrychorum* sono sfarfallati assieme dopo 39 giorni dall'inizio della prova. Il tempo di sviluppo del parassitoide è stato quindi di 24 giorni e 39 per lo scolitide (i parassitoidi sono stati liberati nelle cabine dopo 15 giorni). L'analisi statistica dei dati mostra un'elevata e positiva correlazione fra il numero di *C. bostrychorum* sfarfallati da ogni tronchetto e la lunghezza delle gallerie materne di *Ips typographus* ( $r=0,73$ ;  $n=19$ ;  $P<0,0005$ ). Per quanto riguarda i sistemi riproduttivi, anche in questo caso sono stati trovati solo sistemi semplici; si hanno per altro differenze significative nella lunghezza delle gallerie fra i vari ceppi (ANOVA,  $gl=5$ ;  $13$ ;  $F=3,49$ ;  $P<0,04$ ). Il numero di *Ips* sfarfallati da ogni sistema varia fra i tronchetti (ANOVA,  $gl=5$ ;  $19$ ;  $F=3,04$ ;  $P<0,05$ ), ma non il numero di parassitoidi. La *sex-ratio* complessiva degli adulti di *Coeloides bostrychorum* è pari a circa 1,3 (maschi:femmine = 125:96) (tab. 2).

### 2.3. Discussione.

Il tasso medio di parassitizzazione ottenuto nella prima prova (11,4 %) è insoddisfacente e addirittura inferiore rispetto a quello osservato in campo (Kruger e Mills, 1990). Il tempo impiegato dal parassitoide per la maturazione degli ovaroli (circa 12 giorni) corrisponde al tempo necessario alle larve di *Ips typographus* per raggiungere il terzo stadio (13 giorni). A 25°C infatti tutti gli stadi di sviluppo si accorciano, lo stesso vale per il periodo di maturazione delle gonadi (Kruger e Mills, 1990). Così le due specie risultano essere ben sincronizzate (Kruger e Mills, 1990). È da notare al riguardo che in natura uno sfasamento di pochi giorni nello sviluppo delle due specie non risulta particolarmente grave poiché il parassitoide riesce sempre a trovare un ospite idoneo in quanto l'attacco degli scolitidi non è mai simultaneo, ma distribuito su diversi giorni. Inoltre l'ovideposizione entro ciascuna galleria è scalare, per cui quando vengono deposte le ultime uova dalle prime si sono già sviluppate larve addirittura di secondo stadio.

Il tasso medio di parassitizzazione della seconda prova (67,3 %) appare invece soddisfacente, tale da incoraggiare ulteriori esperimenti nella medesima direzione. Questo dimostra che, malgrado una forte variabilità, fornendo al parassitoide condizioni idonee allo sviluppo possono essere ottenuti ottimi livelli di parassitizzazione. Anche nella seconda prova gli adulti di *Ips typographus* e *C. bostrychorum* sfarfallano simultaneamente, sebbene la lunghezza dei loro cicli sia molto diversa. Per entrambi i regimi termici studiati, il periodo necessario a *C.*

Tab. 1. - Numero complessivo di *Ips typographus* e *Coeloides bostrychorum* sfarfallati dai tronchetti artificialmente infestati e tenuti a 25°C.

Densità	n° tronch.	n° <i>Ips</i>	n° <i>C. bostrychorum</i>			% parass.
			Tot.	Maschi	femmine	
Alta	1	47	7	4	3	12,9
Alta	2	92	11	6	5	10,6
Bassa	3	39	11	6	5	22
Bassa	4	53	0	0	0	0
Tot.	-	231	29	16	13	11,1

Tab. 2. - Numero complessivo di *Ips typographus* e *Coeloides bostrychorum* sfarfallati dai tronchetti artificialmente infestati e tenuti a 20°C.

Densità	n° tronch.	n° <i>Ips</i>	n° <i>C. bostrychorum</i>			% parass.
			Tot.	Maschi	femmine	
Alta	1	32	5	3	2	13,5
Alta	2	11	1	1	0	8,3
Alta	3	27	10	6	4	27
Alta	4	15	57	31	26	79,1
Alta	5	4	61	35	26	93,8
Alta	6	18	87	49	38	82,8
Tot.	-	107	221	125	96	67,3

*bostrychorum* per la maturazione degli ovari corrisponde quasi perfettamente al tempo necessario alle larve di *Ips typographus* per raggiungere il terzo stadio. Variazioni nella temperatura si ripercuotono in modo analogo sulla durata dei cicli di sviluppo in entrambe le specie. Il tasso di parassitizzazione potrebbe essere influenzato dalla densità dei sistemi riproduttivi dell'ospite, sebbene i risultati della prima prova non mostrino nessun effetto di questo tipo. In ogni caso differenti densità potrebbero essere saggiate per migliorare le condizioni di allevamento per *Ips typographus* (Anderbrant, 1990). L'omogeneità della qualità del floema dei tronchetti utilizzati sembra essere un altro importante requisito nella realizzazione di allevamenti di massa. Comunque, in relazione alle differenti epoche di arrivo sui tronchi di *Picea* da parte di *Ips typographus* e *C. bostrychorum*, le operazioni di gestione fitosanitaria potrebbero essere condotte minimizzando l'impatto sulle popolazioni dei nemici naturali, ad esempio rimuovendo o scortecciando i tronchi attaccati dagli scolitidi prima dell'arrivo dei parassitoidi (Weslien, 1992). Infine, anche la tecnica con cui gli adulti di *Ips typographus* sono stati indotti ad avviare i sistemi riproduttivi sembra essere importante. Sebbene nell'allevamento massale di altre specie di scolitidi la

collocazione degli insetti direttamente in cellette scavate nella corteccia risulti essere il metodo migliore per ottenere la colonizzazione (Grégoire, com. pers.), nel caso di *I. typographus* potrebbero ad esempio esserci stati errori nell'individuazione del sesso degli insetti vivi, con conseguente impiego di un numero di femmine minore di quanto creduto.

In generale i principali requisiti richiesti ad un parassitoide prevedono un rapido adeguamento alle oscillazioni demografiche della specie ospite e una buona sincronizzazione col suo ciclo di sviluppo; ciò vale naturalmente anche per gli antagonisti di *Ips typographus* come accertato da Mills e Schlup (1989). In questo caso, mentre la seconda esigenza sembra essere soddisfatta, permangono ancora perplessità circa le risposte di *C. bostrychorum* alle variazioni nella densità delle larve di *Ips typographus*. L'assenza di risposte chiare da parte del parassitoide può forse in parte essere spiegata dalla mancanza di differenze statistiche fra le densità delle larve ospiti nei due gruppi di tronchetti impiegati nelle prima prova, come pare confermato anche dall'omogeneità delle lunghezze delle gallerie materne.

### 3. Studio della mortalità invernale di *Ips typographus* e degli insetti ad esso associati.

Le popolazioni di *Ips typographus* e dei suoi nemici naturali sembrano variare in modo consistente durante l'inverno (Gonzalez *et al.*, 1996), sebbene non sia ancora noto se la temperatura agisce nello stesso modo su tutte le specie. Una stima della mortalità invernale sarebbe particolarmente utile per la predisposizione di adeguati interventi primaverili di controllo correttamente proporzionati all'entità delle popolazioni. Inoltre, mentre nel Centro- e Nord-Europa gran parte degli scolitidi scende a svernare nella lettiera attorno all'albero precedentemente infestato (Annala, 1969), dove l'innevamento garantisce poi una buona protezione dagli estremi termici, sulle Alpi italiane la maggior parte degli scolitidi sverna sotto le cortecce. Considerando che, a nord quanto a sud, i principali nemici naturali del tipografo non svernano nella lettiera<sup>2</sup> ma solo sotto le cortecce, potrebbero emergere interessanti differenze fra le strutture delle popolazioni presenti a fine inverno in relazione all'andamento climatico alle diverse latitudini.

Col presente studio si è quindi cercato di analizzare le variazioni numeriche e spaziali delle popolazioni di *I. typographus* e degli insetti a esso associati svernanti in un popolamento di abete rosso delle Alpi sudorientali.

#### 3.1. Materiali e metodi.

Lo studio è stato condotto durante l'inverno 1997-98 in una pecceta montana naturale sita nel comune di Paluzza (UD) (Friuli-Venezia Giulia). All'inizio dell'inverno tre alberi di abete rosso (albero A, B e C), attaccati nell'estate precedente dalla generazione estiva di *Ips typographus*, sono stati abbattuti,

<sup>2</sup> Fanno in realtà eccezione alcune specie di ditteri predatori.

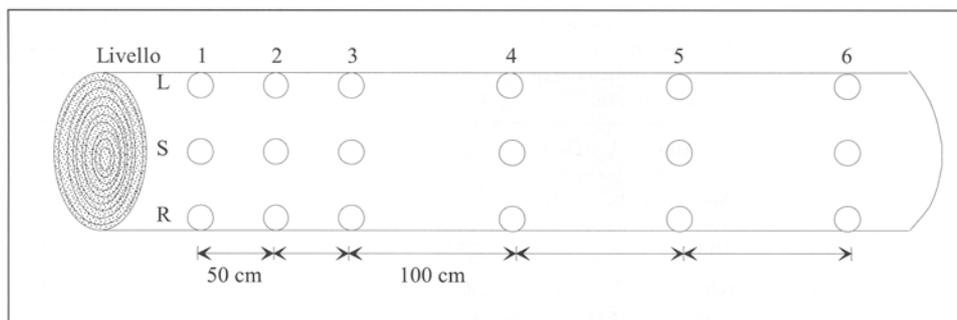


Fig. III. - Schema generale del campionamento dei tronchi. Livello: distanza progressiva dalla base dell'albero; L: lato sinistro del tronco; S: lato superiore del tronco; R: lato destro del tronco.

sramati e misurati. Al fine di stimare il numero totale di insetti presenti, sono state individuate lungo il tronco tre differenti zone (zona basale, centrale e apicale) secondo i criteri descritti da Gonzalez *et al.* (1996). In ciascuna di esse, mediante una fustella metallica di 11,3 cm di diametro, sono stati prelevati numerosi campioni circolari di corteccia della superficie di 1 dm<sup>2</sup>. Nelle porzioni basale e apicale i campioni sono stati prelevati a distanza di 50 cm l'uno dall'altro, a 100 cm nella sezione centrale (Fig. III) (Gonzalez *et al.*, 1996). Per ogni punto campionato sono stati prelevati tre dischi di corteccia: uno sulla parte superiore del tronco, uno sul lato destro e uno su quello sinistro (Fig. III). La raccolta dei campioni è stata eseguita sugli stessi alberi a inizio (18/11/97), a metà (01/2/98) e a fine inverno (12/4/98). Parte dei campioni prelevati in febbraio sono stati inviati al "Lehrstuhl Spezielle Botanik/Mykologie" (Università di Tuebingen - Germania) per la determinazione dei funghi presenti sotto le cortecce. A seguito dell'esame in laboratorio dei campioni, tutti gli insetti trovati sulla superficie della corteccia sono stati prelevati e contati. In attesa dello sfarfallamento degli adulti, i bozzoli dei nemici naturali sono stati isolati in contenitori di vetro, mentre le larve sono state mantenute in vita entro scatole Petri con rosura inumidita. In seguito i dischi di corteccia sono stati singolarmente posti in scatole Petri tenute in condizioni climatiche standard (T= 20±1°C, u.r.= 70%, L:B=12:12), ed esaminati con frequenza giornaliera prelevando tutti gli insetti presenti.

I dati sono stati confrontati mediante analisi della varianza (ANOVA test) e le coppie di medie confrontate col test di Tukey. L'omogeneità della varianza è stata saggiata col test di Cochran e, quando necessario, i valori sono stati trasformati in base logaritmica ( $x' = \text{Log}(x+1)$ ). Le correlazioni (r) presenti fra due o più serie di dati sono state calcolate col test di Pearson. In tutti i casi è stato fissato  $\alpha=0,05$  come livello della significatività statistica dei test utilizzati.

### 3.2. Risultati.

Le principali specie d'insetti ottenute da ogni albero e le loro variazioni numeriche nei tre periodi considerati sono riportate in tab. 3. Per ogni albero non ci sono mai differenze significative fra le diverse esposizioni dei campioni né per i singoli mesi né complessivamente. Per ogni albero vi sono però differenze fra

Tab. 3. - Consistenza numerica delle specie sfarfallate dai campioni di corteccia raccolti nelle diverse epoche dai tre alberi studiati. Per *Ips typographus* viene riportato anche il totale degli insetti stimato come prodotto fra la superficie del tronco e il numero medio di insetti per dm<sup>2</sup>. Fra parentesi è riportato il numero di campioni per ogni albero.

Specie	Albero A (63)			Albero B (42)			Albero C (63)		
	Nov.	Feb.	Apr.	Nov.	Feb.	Apr.	Nov.	Feb.	Apr.
<i>I. typographus</i>	183	139	95	239	124	109	205	157	115
<i>I. typographus</i>	638 8	523 0	3476	567 6	282 4	2444	460 2	353 6	2619
<i>R. xylophagorum</i>	177	151	110	86	55	37	-	-	-
<i>C. bostrychorum</i>	132	102	63	92	80	66	51	33	18
Diptera <i>Sciaridae</i>	466	297	200	200	121	52	-	-	-

i 3 mesi nel numero complessivo di insetti trovati (ANOVA, albero A: gl=2; 186, F=6,14, P<0,003; albero B: gl=2; 123, F=4,94, P<0,009; albero C: gl=2; 186, F=4,04, P<0,02), con valori maggiori in novembre (Test di Tukey, P<0,05). Anche considerando le singole zone di ogni albero si trovano quasi sempre differenze significative fra i tre mesi, ad eccezione delle zone basali degli alberi B e C che mostrano valori omogenei durante l'inverno. Infine, confrontando fra loro i valori totali dei tre alberi si trovano differenze significative in novembre (ANOVA, gl=2; 165, F=4,45, P<0,015) (B differisce da A e C, Test di Tukey, P<0,05), ma non in febbraio o in aprile.

Fra i nemici naturali di *Ips typographus*, la presenza di *Coeloides bostrychorum* è simile fra le diverse esposizioni dei campioni sia in ciascun mese sia complessivamente. In ogni periodo, i tre alberi mostrano sempre differenze significative nel numero d'insetti trovati (ANOVA, gl=2; 165, novembre: F=6,2, P<0,005; febbraio: F=5,98, P<0,005; aprile: F=11,7, P<0,0001). *Roptrocerus xylophagorum* (Ratzeburg) (Hym., Pteromalidae) durante i tre mesi presenta invece differenze significative fra le diverse esposizioni dei campioni dell'albero A (ANOVA, gl=2; 186, F=3,82, P<0,03), con più insetti sul lato destro (test di Tukey, P<0,05). Analizzando le variazioni temporali del numero d'insetti presenti in ogni albero si trovano differenze fra i tre mesi, con valori maggiori in novembre (ANOVA, gl=2; 123, F=5,84, P<0,005. Test di Tukey, P<0,05). Fra i ditteri predatori, gli sciaridi (Diptera, Sciaridae) non mostrano alcuna differenza significativa fra le diverse esposizioni dei campioni sia fra i tre mesi, sia fra gli alberi. Fra i mesi vi sono però differenze statistiche nel numero di insetti presenti negli alberi (ANOVA, albero A: gl=2; 186, F=8,67, P<0,001; albero B: gl=2; 123, F=7,29, P<0,001), con valori di novembre sempre maggiori (Test di Tukey, P<0,05). Delle oltre venti specie fungine isolate dai campioni di cortecce raccolte in febbraio, le uniche due note per svolgere un'attività entomopatogena sono *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill. e *Verticillium lecanii* (Zimm.) Viégas, trovate rispettivamente sul 10,5 e 4,7% degli adulti di *Ips typographus* analizzati.

### 3.3. Discussione.

Il numero medio di adulti di *Ips typographus* per albero varia da 5.550 in novembre a 2.846 in aprile. Gonzales *et al.* (1996) trovano valori medi di 50.000 insetti/albero campionando alberi con diametro medio di 46 cm contro i 37 cm di questa prova. Altri lavori eseguiti però con diametri medi di 30 cm riportano valori di circa 16.000 insetti/albero (Weslien e Regnander, 1990). In entrambi i casi si trattava però di stime di individui preemergenti eseguite poco prima dello sfarfallamento, e non di insetti svernanti, parte dei quali probabilmente sfarfallati alla ricerca di altri siti di svernamento. Drumont *et al.* (1992) all'inizio dell'inverno trovano infatti un numero di adulti per albero variabile da 2.300 a 17.000, "range" entro il quale ricadono anche i valori del presente lavoro. Durante l'inverno il numero degli individui di quasi tutte le specie si riduce di circa il 48% (Fig. IV). Per *Ips typographus* valori simili (40,5 e 43,8%) sono stati trovati anche in Norvegia (Austarå e Midtgaard, 1986). Considerando il numero totale di *Ips typographus*, in novembre si trovano differenze significative fra i tre alberi, ma tali differenze scompaiono in febbraio e aprile. Nonostante a fine estate gli alberi presentino diversi gradi di colonizzazione, "l'effetto inverno" è diverso da albero ad albero e tende ad annullare le differenze presenti. Si può infatti ritenere che insetti sviluppati in condizioni di elevata densità abbiano subito una maggiore concorrenza di tipo intraspecifico che ha portato sia ad un allungamento del ciclo di sviluppo (Anderbrant *et al.*, 1985), costringendo quindi gli insetti ad affrontare l'inverno con il tegumento non ancora completamente chitinizzato, sia a disporre di una inadeguata disponibilità di riserve lipidiche (Anderbrant *et al.*, 1985; Anderbrant, 1988; 1990). Al riguardo vari autori sottolineano come solo gli adulti completamente sviluppati sono in grado di affrontare l'inverno mentre le larve o le pupe soccombono (Annala, 1969; Abgrall e Schvester, 1987). Anche nel presente lavoro sono infatti stati trovati numerosi adulti immaturi morti prima dello sfarfallamento. Le cortecce densamente colonizzate perdono inoltre buona parte delle caratteristiche di coibenti termici e isolanti idrici consentendo il passaggio di acqua piovana e la formazione di cristalli di ghiaccio nella zona sottocorticale. L'insieme di questi fattori, meno accentuati nel caso di bassi tassi di colonizzazione, si traduce in una maggiore mortalità degli insetti. La "parificazione" del numero di *Ips typographus* fra alberi diversi avviene nella prima metà dell'inverno poiché già a fine febbraio non è più possibile trovare differenze fra i tronchi campionati. Anche le singole zone centrali o apicali mostrano valori di novembre sempre maggiori rispetto a febbraio e aprile, a differenza delle zone basali dove invece *Ips typographus* presenta contingenti costanti durante tutto l'inverno grazie al maggior spessore corticale e alla minor concorrenza interspecifica e intraspecifica, il che probabilmente attenua la mortalità invernale.

Fra i nemici naturali, *C. bostrychorum* e *R. xylophagorum*, mostrano una mortalità media pari rispettivamente al 48,4 e al 47,4%. Al contrario i ditteri sciaridi perdono durante l'inverno circa il 65,5% dell'intera popolazione sottocorticale (Fig. IV). Essi svernano infatti come delicate larve immature che facilmente soccombono in seguito a disparati fattori. In ogni caso, la mortalità invernale si è manifestata in modo diverso su preda e predatori *s.l.*, facendo

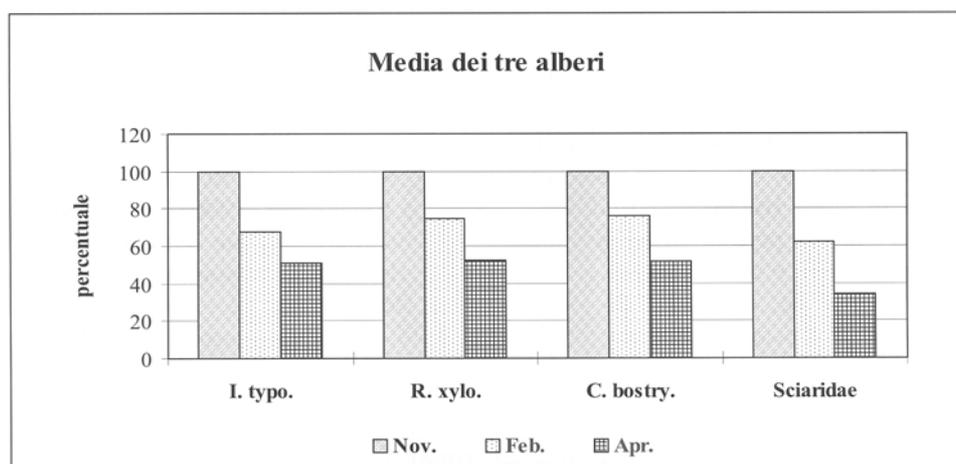


Fig. IV. - Variazioni percentuali della consistenza numerica delle popolazioni durante l'inverno.

variare i rapporti numerici fra le diverse specie. Infatti, mentre *R. xylophagorum* durante l'inverno mostra un calo numerico simile a quello di *Ips typographus*, *C. bostrychorum* e i ditteri sciaridi subiscono una mortalità invernale di poco superiore rispetto alla loro vittima. In primavera quindi le popolazioni di *Ips typographus* ripartiranno solo con gli individui più resistenti e aggressivi, e con un carico parassitario leggermente inferiore. Fatto salvo solo per *R. xylophagorum* e solo per un albero, in nessun altro caso vi sono differenze significative fra le diverse esposizioni studiate, né a inizio né a fine inverno. Gli insetti in procinto di svernare non scelgono in modo preferenziale un'esposizione piuttosto che un'altra ma si distribuiscono in modo uniforme attorno tutta la circonferenza del tronco, come riportato anche in altri lavori (Weslien e Regnander, 1990; Gonzales *et al.*, 1996). Le condizioni microclimatiche sottochioma in un popolamento arboreo coetaneiforme tendono infatti ad essere omogenee indipendentemente dall'esposizione (Susmel, 1988). Inoltre, a fine inverno l'assenza di differenze statistiche fra i diversi lati dei tronchi campionati induce a credere che l'azione dei fattori di mortalità si sia espletata in modo uniforme su tutta la superficie.

I principali fattori di mortalità possono essere ricercati nell'azione di funghi entomopatogeni, nelle basse temperature e nella scarsità di riserve lipidiche degli adulti. La specie fungina più frequentemente isolata dalle gallerie degli scolitidi è stata *Ceratocystiopsis minuta* (Siem) Upadhyay e Kendrick, per la quale non è ancora stata dimostrata alcuna attività fito- o entomopatogena. La maggior parte degli altri ascomiceti e qualche fungo imperfetto sono invece specie saprofiti, nematofaghe o micoparassite viventi sul legno o nel suolo<sup>3</sup>. Gli unici funghi entomopatogeni isolati dai campioni sono stati *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill.

<sup>3</sup> Tutte le informazioni circa l'identificazione e la biologia delle specie fungine sono state fornite dal Dr. Roland Kirschner del "Lehrstuhl Spezielle Botanik/Mykologie" dell'università di Tuebingen in Germania (com. pers.).

e *Verticillium lecanii* (Zimm.) Viégas. Le percentuali di presenza di entrambe le specie (10,5 e 4,7% rispettivamente) non sono comunque tali da giustificare i valori di mortalità degli insetti osservati nei tronchi campionati. Per quanto riguarda le basse temperature, nel Nord-Europa adulti maturi di *Ips typographus* possono tollerare temperature dell'aria prossime a  $-30^{\circ}\text{C}$  (Annala, 1969). Al riguardo va comunque precisato che in tali ambienti la quasi totalità degli individui sverna nella lettiera alla base degli alberi (Christiansen e Bakke, 1988), dove successivamente vengono ricoperti dalla neve che agisce da coibente termico. Alle nostre latitudini invece buona parte degli adulti, fra i quali diversi immaturi, sverna sotto la corteccia degli alberi attaccati (Ambrosi e Angheben, 1986). Di conseguenza temperature meno rigide possono causare effetti più devastanti. Inoltre, le popolazioni settentrionali differiscono geneticamente da quelle meridionali (Stauffer *et al.*, 1999) e questo potrebbe implicare differenze nei meccanismi di resistenza al freddo o nei processi metabolici che intervengono a basse temperature. Anche la quantità e la qualità delle riserve a disposizione degli adulti fungono da fattori chiave nella sopravvivenza e longevità degli scolitidi (Atkins, 1975; Safranyik, 1976; Botterweg, 1982; Slansky e Haack, 1986), in particolare quando questi devono affrontare lunghi periodi di inattività. Le situazioni di elevata concorrenza intraspecifica sono quelle che di fatto provocano maggiori problemi per un normale sviluppo dell'insetto e per un sufficiente accumulo di riserve lipidiche (Anderbrant *et al.*, 1985). Per questi motivi durante l'inverno avviene una maggiore perdita negli alberi che in ottobre presentavano tassi di colonizzazione superiori.

## CONCLUSIONI

Favorire la presenza e il mantenimento del complesso dei nemici naturali di insetti fitofagi *s.l.* rappresenta un concetto fondamentale della moderna protezione delle foreste (Ryan e Rudinsky, 1962; Nierhaus-Wunderwald, 1993), e i programmi di rilascio inondativo di parassitoidi ottenuti da allevamenti di laboratorio rappresentano una concreta prospettiva. Sebbene gli studi condotti sulle Alpi sudorientali abbiano permesso l'individuazione di tre specie di parassitoidi di *Ips typographus* nuovi per il territorio nazionale, poco è però noto circa la struttura delle entomofaune xilofaghe e in particolare dei complessi di nemici naturali degli scolitidi. Dalle osservazioni condotte in campo *Tomicobia seitneri* risulta essere la specie più frequente. È probabile che le sue popolazioni siano ben affermate e che possano limitare in modo sensibile le popolazioni di *Ips typographus* in relazione all'epoca in cui avviene la parassitizzazione. Altrettanto non si può dire per *R. clavicornis*, rilevato sempre in ridotto numero di esemplari. Le prove di allevamento condotte in laboratorio con *C. bostrychorum* hanno fornito incoraggianti risultati con tassi di parassitizzazione prossimi al 60%.

Le relazioni ospite-parassitoide vengono successivamente complicate qualora si consideri l'azione dei fattori abiotici. I fattori climatici, soprattutto i minimi termici, incidono in modo decisivo sulla consistenza numerica dei contingenti di scolitidi svernanti sotto le cortecce, arrivando addirittura a dimezzarne le popolazioni. I rigori invernali agiscono però indiscriminatamente su tutte le

specie, sia entomofaghe sia fitofaghe, agendo in tal modo da fattori di mortalità ma non certo di regolazione.

## RINGRAZIAMENTI

Un ringraziamento particolare al Prof. Luigi Masutti del Dipartimento di Agronomia Ambientale e Produzioni Vegetali – Entomologia dell'Università degli Studi di Padova e al Prof. Andrea Battisti dell'Istituto Sperimentale di Patologia e Zoologia Forestale e Agraria dell'Università di Firenze per i preziosi suggerimenti e per la revisione critica di questo lavoro. Un sentito ringraziamento alla Dott.ssa Gabriella Frigimelica e al Dott. Fabio Stergule per tutto il tempo che hanno dedicato a me e a questo lavoro. Un grazie a tutto il Corpo Forestale Regionale del Friuli-Venezia Giulia con particolare riferimento alla Stazione Forestale di Paluzza e di Trieste per l'insostituibile aiuto durante le prove in campo.

## RIASSUNTO

Osservazioni su tre parassitoidi di *Ips typographus* (L.) nuovi per l'Italia.

*Tomicobia seitneri* (Ruschka) (Hymenoptera Pteromalidae), *Ropalophorus clavicornis* (Wesmael) e *Coeloides bostrychorum* Giraud (Hymenoptera Braconidae), tre parassitoidi di *Ips typographus*, vengono segnalati per la prima volta in Italia. Numerosi adulti sono stati catturati durante la primavera-estate del 1998 in Friuli-Venezia Giulia con l'ausilio di alberi esca innescati contro *Ips typographus*. *Tomicobia seitneri* (Ruschka) e *Ropalophorus clavicornis*, essendo endoparassitoidi di adulti di scoltidi, depongono le uova nel lacunoma mediante perforazione del pronoto dell'ospite. A sviluppo ultimato, la larva abbandona le spoglie dello scoltidi praticando un foro circolare in corrispondenza della declività delle elitre. Il tempo di sviluppo e i ritmi di generazione sono sincronizzati con quelli dell'ospite. Al contrario, *Coeloides bostrychorum* è un ectoparassitide larvale di *Ips typographus*. Le larve presenti sotto le cortecce, a sviluppo completato, filano un caratteristico bozzolo entro il quale avverrà lo svernamento e poi la metamorfosi. Questi tre nuovi parassitoidi non sembrano in grado di controllare le popolazioni di *Ips typographus* quando queste sono in fase espansiva.

Prove di allevamento di *Coeloides bostrychorum* Giraud (Hym., Braconidae) in tronchetti artificialmente infestati con *Ips typographus* (L.).

È stata saggiata la possibilità di condurre un allevamento massale del braconide *C. bostrychorum*, utilizzando porzioni di tronco di abete rosso artificialmente infestati da *Ips typographus*. In particolare sono stati condotti due allevamenti sperimentali variando i regimi termici (20°C e 25°C), e per ciascuna temperatura sono stati impiegati due livelli di densità delle larve ospiti (bassa e alta). Il tasso di parassitizzazione ottenuto dalla prova condotta a 25°C (11,4%) risulta particolarmente basso e insoddisfacente. Al contrario, la prova istituita a 20°C ha offerto un discreto tasso di parassitizzazione larvale (67,3%). L'azione di *C. bostrychorum* non sembra essere influenzata dalla densità delle larve ospiti.

Studio della mortalità invernale di *Ips typographus* (L.) e degli insetti ad esso associati.

Sulle Alpi sud-orientali è stato condotto uno studio inerente alla mortalità invernale di *Ips typographus* e dei suoi nemici naturali. Durante l'inverno 1997/98, tre alberi di abete rosso attaccati nella primavera precedente sono stati campionati tre volte (in novembre, febbraio e aprile) mediante il prelievo di dischi di corteccia di 1 dm<sup>2</sup> ognuno. Tutti gli insetti sfarfallati dai campioni sono stati determinati e contati. Sono state considerate anche le specie fungine presenti. Il numero medio di *Ips typographus* presente sotto le cortecce diminuisce del 49% passando da novembre ad aprile. La mortalità invernale colpisce principalmente gli stadi larvali e gli adulti immaturi. Lo stesso andamento

è stato riscontrato anche per i parassitoidi *Coeloides bostrychorum* (48,5%) e *Roptrocerus xilophagoru* (47,5%). Al contrario, i ditteri predatori appartenenti alla famiglia Sciaridae calano numericamen durante l'inverno di circa il 65,5%. La scarsa presenza di specie entomofaghe di funghi (*Bauwer. bassiana* 10,5% e *Verticillium lecanii* 4,7 % dei campioni) non giustifica la forte mortalità subita dag insetti. I principali fattori letali possono essere ricercati fra le basse temperature invernali, la scars di riserve lipidiche e la forte concorrenza intraspecifica.

PAROLE CHIAVE: *Ips typographus*, Scolitidi, bioecologia.

## Bio-ecology of Bark Beetles *Ips typographus* (L.) and Species Recently Affecting the Italian Forests

### PART II

#### Natural Factors Limiting the Spruce bark Beetle *Ips typographus* with Special Attention to Its Parasitoids

##### SUMMARY

Notes about three parasitoids of *Ips typographus* (L.) new to Italy.

*Tomicobia seitneri* (Ruschka) (Hymenoptera Pteromalidae), *Ropalophorus clavicornis* (Wesmae) and *Coeloides bostrychorum* Giraud (Hymenoptera Braconidae), three parasitoids of *Ips typographus* are recorded for the first time in Italy. Several specimens were trapped in Spring and Summer of 1998 in North-Eastern Italy (Friuli-Venezia Giulia) using spruce trap-trees baited for *Ips typographus*. *Tomicobia seitneri* (Ruschka) and *Ropalophorus clavicornis* are endo-parasites of *Ips typographus* adults. Eggs are laid in the pronotum of the host. At conclusion of the larval development, wasps emerge from the empty body of the host through a circular hole excavated in the middle of the host elytral declivity. Timing of generations as well as developmental time coincide with those of *Ips typographus*. The beetles are not paralysed by the attack but the female fecundity decrease. Conversely, *Coeloides bostrychorum* is an ecto-parasitoid laying eggs on *Ips typographus* larvae living under spruce barks. After five larval instar, larvae spin white cocoons in the host pupal chamber. Then, newly formed adults emergence chewing through the cocoons and bark. *Coeloides bostrychorum* as well as *T. seitneri* and *R. clavicornis*, does not assure the natural control of the *I. typographus* outbreaks below economically acceptable threshold.

Breeding tests of *Coeloides bostrychorum* Giraud (Hym., Braconidae) spruce log infested by *Ips typographus* (L.).

The possibility for a *C. bostrychorum* breeding was tested in laboratory using spruce logs artificially infested by *Ips typographus*. Two rearing experiments were performed at two different temperature 20°C and 25°C, and at two host densities (low and high). The rate of parasitism obtained in the first test at 25°C (11.4%) is lower than that observed in the field, and not adequate for supporting a mass rearing of *C. bostrychorum*, while the average parasitism rate reached in the second test at 20°C (67.%) encourage other experiments in this direction. The efficacy of *C. bostrychorum* does not appear affected by the density of host's breeding systems.

Winter mortality in *Ips typographus* (L.) and its natural enemies.

A study concerning on the winter mortality of *Ips typographus* and its natural enemies has been carried out on south-eastern Alps (Italy). Three attacked spruce trees were sampled three times (November, February and April) during the winter 1997/98 collecting infested bark disks (1 dm<sup>2</sup> each). All insects emerged from the samples were counted. Fungus species occurring under the bark were also checked. The mean number of *Ips typographus* occurring under the bark decreases of 49% passing from November to April. Winter mortality mainly affects larval stages and young adults. The same tendency was observed for the parasitoids *Coeloides bostrychorum* (48.5%) and *Roptrocerus xilophagoru* (47.5%). Contrary, Diptera Sciaridae populations decreased of about 65.5%. The low occurrence of entomophagous fungi (*Bauweria bassiana* 10.5% and *Verticillium lecanii* 4.7 % of the samples) do not

explain the high insect mortality. The main factors inducing mortality during the winter could be recruited among low temperatures, poor lipid contents and high intraspecific concurrence.

KEY WORDS: *Ips typographus*, bark beetles, bio-ecology.

BIBLIOGRAFIA CITATA

- ABGRALL J. F., 1987. - L'utilisation de la méthode des arbres pièges avec les phéromones de synthèse dans la lutte contre le typographe. - *CEMAGREF - Inf. Tech.*, 67: 1-4.
- AMBROSI P., ANGHENEN D., 1986. - Osservazioni sul ciclo biologico dell'*Ips typographus* nei boschi della Val di Fiemme (TN). - *Esperienze e Ricerche*, 15: 191-202.
- ANDERBRANT O., 1985. - Dispersal of reemerged spruce bark beetles, *Ips typographus* (Coleoptera, Scolytidae): a mark-recapture experiment. - *Z. ang. Ent.*, 99: 21-25.
- ANDERBRANT O., 1988. - Survival of parent and brood adult bark beetles, *Ips typographus*, in relation to size, lipid content and re-emergence or emergence day. - *Physiol. Ent.*, 13: 121-129.
- ANDERBRANT O., 1990. - Gallery construction and oviposition of the bark beetle *Ips typographus* (Coleoptera: Scolytidae) at different breeding densities. - *Ecol. Ent.*, 15: 1-8.
- ANDERBRANT O., SCHLYTER F., BIRGERSSON G., 1985. - Intraspecific competition affecting parents and offspring in the bark beetle *Ips typographus*. - *Oikos*, 45: 89-98.
- ANNILA E., 1969. - Influence of the temperature upon the development and voltinism of *Ips typographus* L. (Coleoptera, Scolytidae). - *Ann. Zool. Fenn.*, 6: 161-207.
- ATKINS M. D., 1975. - On the factors affecting the size, fat content and behaviour of a Scolytid. - *Z. ang. Ent.*, 78: 209-218.
- AUSTARÅ Ø., MIDTGAARD F., 1986. - On the longevity of *Ips typographus* L. adults. - *J. Appl. Ent.*, 102: 106-111.
- BAKKE A., 1992. - Monitoring bark beetles population: effect of temperature. - *J. Appl. Ent.*, 114: 208-211.
- BEAVER R. A., 1967. - Hymenoptera associated with elm bark beetles in Lytham Wood, Berks. - *Trans. Soc. Brit. Ent.*, 17: 42-47.
- BEDARD W. D., 1965. - The biology of *Tomicobia tibialis* (Hym., Pteromalidae) parasitizing *Ips confusus* (Col., Scolytidae) in California. - *Contr. Boyce Thompson Inst.*, 23: 77-82.
- BOTTERWEG P. F., 1982. - Dispersal and flight behaviour of the spruce bark beetle *Ips typographus* in relation to sex, size and fat content. - *Z. ang. Ent.*, 94: 466-489.
- CHARARAS C., 1959. - Coléoptères Scolytidae, hotes nouveaux de divers Hyménoptères parasites. - *Bulletin de la Société entomologique de France*, 64: 8-9.
- CHRISTIANSEN E., BAKKE A., 1988. - The spruce bark beetle of Eurasia. - In: *Dynamics of forest Insect Populations. Patterns, Causes, Implications*. Berryman A. A. Ed., Plenum Press, New York.
- CHRISTIANSEN E., WARING R. H., BERRYMAN A. A., 1987. - Resistance of conifers to bark beetle attack: Searching for general relationships. - *For. Ecol. Man.*, 22: 89-106.
- DRUMONT A., GONZALES R., DE WINDT N., GRÉGOIRE J.-C., DE PROF M., 1992. - Contrôle intégré d'*Ips typographus* (Col., Scolytidae) en Belgique. - *Parasitica*, 47: 113-128.
- GONZALEZ R., GRÉGOIRE J.-C., DRUMONT A., DE WINDT N., 1996. - A sampling technique to estimate within-tree populations of pre-emergent *Ips typographus* (Col., Scolytidae). - *J. Appl. Ent.*, 120: 569-576.
- GRAHAM M. W. R., 1969. - The Pteromalidae of North-Western Europe (Hymenoptera: Chalcidoidea). - *Bulletin of Brit. Mus. Ent., Suppl.*, 16.
- GRÉGOIRE J.-C., RATY L., DRUMONT A., DE WINDT N., DE PROF M., 1995. - *Ips typographus*, Natural Enemies and the Forester. - *Proceedings IUFRO Conference: Behaviour, Population Dynamics and Control of Forest Insects, Maui, Hawaiï, 6-11 Feb. 1995*: 202-207.
- HENRY C. J., 1995. - The effect of a braconid ectoparasitoid, *Bracon hylobii* (Ratzeburg), on larval populations of the large pine weevil, *Hylobius abietis* L. - Ph.D. Thesis. School of Environmental Studies, University of Ulster (U.K.).
- KRUGER K., MILLS N. J., 1990. - Observation on the biology of three parasitoids of the spruce bark beetle *Ips typographus* (Col., Scolytidae): *Coeloides bostrychorum*, *Dendrosoter middendorfi* (Hym., Braconidae) and *Rhopalicus tutela* (Hym., Pteromalidae). - *J. Appl. Ent.*, 110: 281-291.
- KUDON L. H., BERISFORD C. W., 1980. - Influence of brood hosts on host preferences of bark beetle parasites. - *Nature*, 283 : 288-290.

- LINIT M. J., STEPHEN F. M., 1983. - Parasite and predator component of within-tree Southern pine beetle (Col., Scolytidae) mortality. - *Can. Ent.*, 115: 679-688.
- MILLER M. C., 1984. - Effects of exclusion of insect associates on *Ips calligraphus* (Col., Scolytidae) brood emergence. - *Z. ang. Ent.*, 97: 298-304.
- MILLER M. C., 1986. - Survival of within-tree *Ips calligraphus* (Col., Scolytidae): effect of insect associates. - *Entomophaga*, 31: 305-328.
- MILLS N. J., 1986. - A preliminary analysis of the dynamics of within tree populations of *Ips typographus* (L.) (Coleoptera: Scolytidae). - *J. Appl. Ent.*, 102: 402-416
- MILLS N. J., 1991. - Searching strategies and attack rates of parasitoids of the ash bark beetle (*Leperisinus varius*) and its relevance to biological control. - *Ecol. Ent.*, 16: 461-470.
- MILLS N. J., KRÜGER K., SCHLUP J., 1991. - Short-range host location mechanisms of bark beetle parasitoids. - *J. Appl. Ent.*, 111: 33-43.
- MILLS N. J., SCHLUP J., 1989. - The natural enemies of *Ips typographus* in Central Europe: impact and potential use in biological control. - In: *Potential for biological control of Dendroctonus and Ips bark beetles*. Kulhavy D. L., Miller M. C. (Eds.), *Cent. Appl. Study, School of For. S. F. Austin State Un. Nacogdoches, Texas, USA*: 131-146.
- MOORE G. E., 1972. - Southern pine beetle mortality in North Carolina caused by parasites and predators. - *Env. Ent.*, 1: 58-65.
- NIERHAUS-WUNDERWALD D., 1993. - Die natürlichen Gegenspieler der Borkenkäfer. - *Wald und Holz*, 74: 8-14.
- OGIBIN B. N., 1973. - Effect of colonization density on the fertility of *Ips typographus* L. - *Ekologiya*, 5: 66-72.
- PETTERSEN H., 1976a. - Chalcid-flies (Hym., Chalcidoidea) reared from *Ips typographus* L. and *Pityogenes chalcographus* L. at some Norwegian localities. - *Norw. J. Ent.*, 23: 47-50.
- PETTERSEN H., 1976b. - Parasites (Hym., Chalcidoidea) associated with bark beetles in Norway. - *Norw. J. Ent.*, 23: 75-77.
- POLOZHENTSEV P. A., KOZLOV V. F., 1975. - Insect enemies of bark beetles. - *Zashchita Rastenii*, 1: 41-44.
- RICE R. E., 1968. - Observations on host selection by *Tomicobia tibialis* Ashmead (Hym., Pteromalidae). - *Contr. Boyce Thompson Inst.*, 24: 53-56.
- RILEY M. A., GOYER R. A., 1986. - Impact of beneficial insects on *Ips* spp. (Col., Scolytidae) bark beetles in felled loblolly and slash pines in Louisiana. - *Env. Ent.*, 15: 1220-1224.
- RYAN R. B., RUDINSKY J. A., 1962. - Biology and habits of the Douglas-fir beetle parasite, *Coeloides brunneri* Viereck (Hymenoptera: Braconidae) in western Oregon. - *Can. Ent.*, 94: 748-763.
- SACHTLEBEN V. H., 1952. - Die parasitischen Hymenopteren des Fichtenborkenkäfers *Ips typographus* (L.). - *Beitr. Ent.*, 2: 175-179.
- SAFRANYIK L., 1976. - Size- and sex-related emergence and survival in cold storage, of mountain pine beetle adults. - *Can. Ent.*, 108: 209-212.
- SCHLYTER F., CEDERHOLM I., 1981. - Separation of the sexes of living spruce bark beetles, *Ips typographus* (L.) (Coleoptera: Scolytidae). - *Z. ang. Ent.*, 92: 42-47.
- SEITNER M., 1922. - Kurze Anleitung zur Bekämpfung des achtzähligen Fichtenborkenkäfers *Ips typographus* L. - *Wien*: 15.
- SEITNER M., 1924. - Beobachtungen und Erfahrungen aus dem Auftreten des achtzähligen Fichtenborkenkäfers *Ips typographus* L. in Oberösterreich und Steiermark in den Jahren 1921 bis einschl. 1923 (mit Beschreibung von *Ipocoelius* n.g., *Ipocoelius seitneri* n. sp. und *Eutelus typographi* n. sp. durch F. Ruschka). - *Centralbl. ges. Forstwes.*, 50: 2-23.
- SENGER S. E., ROITBERG B. D., 1992. - Effects of parasitism by *Tomicobia tibialis* Ashmead (Hymenoptera: Pteromalidae) on reproductive parameters of female pine engravers, *Ips pini* (Say). - *Can. Ent.*, 124: 509-513.
- SEYBOLD S. J., TEALE S. A., WOOD D. L., ZHANG A. J., WEBSTER F. X., LINDAHL K. Q., KUBO I., 1992. - The role of lanierone in the chemical ecology of *Ips pini* (Coleoptera: Scolytidae) in California. - *J. Chem. Ecol.*, 18: 2305-2329.
- SHENEFELT R. D., 1969. - Braconidae. Hymenopterorum Catalogus - nova editio. - *Uitgeverij, Junk W.N.V. (Ed.), Netherlands*, 1: 124-125.
- SITOWSKI L., 1930. - Beobachtungen über die Ipiden-Parasiten. - *Polsh. Pismo Ent.*, 9: 1-13.
- SLANSKY F., HAACK R. A., 1986. - Age-specific flight behaviour in relation to body weight and lipid content of *Ips calligraphus* reared in slash pine bolts with thick or thin inner bark (phloem). - *Ent. Exp. Appl.*, 40: 197-207.

- STAUFFER C., LAKATOS F., HEWITT G. M., 1999. - Phylogeography and postglacial colonization routes of *Ips typographus* L. (Coleoptera, Scolytidae). - *Molecular Ecology*, 8: 763-773.
- SUSMEL L., 1988. - Principi di ecologia: fattori ecologici, ecosistemica, applicazioni. - CLEUP, Padova, 1208.
- THALENHORST W., 1949. - Über die Bedeutung dreier Chalcidier-Arten (Hym.) als Borkenkäferparasiten. - *Entomon*, 1: 194-198.
- WERMELINGER B., SEIFERT M., 1999. - Temperature-dependent reproduction of the spruce bark beetle *Ips typographus*, and analysis of the potential population growth. - *Ecol. Ent.*, 24: 103-110.
- WESLIEN J., 1992. - The arthropod complex associated with *Ips typographus* (L.) (Coleoptera, Scolytidae): species composition, phenology, and impact on bark beetle productivity. - *Ent. Fennica*, 3: 205-213.

Indirizzo dell'Autore:

Dipartimento di Agronomia Ambientale e Produzioni Vegetali, Agripolis,  
via Romea, 16, 35020 Legnaro (Padova)  
e-mail: faccoli@agripolis.unipd.it