

LOTTA MICROBIOLOGICA ALLA *LYMANTRIA DISPAR* L. NELLE SUGHERETE DELLA SARDEGNA

R. PROTA, P. LUCIANO, A. LENTINI

Istituto di Entomologia agraria, Università degli Studi, via E. De Nicola, 07100 Sassari

Riassunto

Nel periodo 1990-95 in sugherete della Sardegna sono state condotte prove di lotta alla *Lymantria dispar* L. con la distribuzione aerea di 5 preparati a base di *Bacillus thuringiensis* Berl. subsp. *kurstaki* (*Btk*). I migliori risultati sono stati ottenuti quando si è operato con tempestività. Nel caso di basse infestazioni (2 larve per rametto) e su una popolazione costituita per il 90% da larve di I e II età, la distribuzione di 32 miliardi di unità internazionali/ha (MUI/ha) ha determinato una mortalità superiore all'80%. L'applicazione di 60 MUI/ha ha garantito un efficace contenimento delle più alte infestazioni (5 larve/rametto) determinando più dell'80% di mortalità. Particolarmente vantaggiosa si è rivelata l'applicazione ad ultra basso volume che oltre ad incrementare la capacità operativa del mezzo aereo ha notevolmente ridotto il supporto logistico a terra. Le indagini sulla possibile influenza dei trattamenti sull'attività degli antagonisti naturali del Limantride, hanno dimostrato una buona compatibilità fra l'uso del *Btk* ed i principali entomofagi le cui differenti incidenze nelle aree trattate rispetto a quelle testimoni sono attribuibili prevalentemente alla diversa abbondanza dell'ospite.

Parole chiave: *Lymantria dispar*, *Bacillus thuringiensis kurstaki*, distribuzione aerea.

Summary

MICROBIOLOGICAL CONTROL OF *LYMANTRIA DISPAR* L. IN SARDINIAN CORK-OAK FORESTS

Aerial spray trials with five preparations of *Bacillus thuringiensis* Berl. subsp. *kurstaki* (*Btk*) against *Lymantria dispar* L. were carried out during 1990-95 in Sardinian cork-oak forests. Accurate timing is essential: in the case of low infestations (2 larvae/branch tip), when at least 90% of the larval population consists of I and II instars, 32 BIU/ha determined more than 80% mortality. Applications at 60 BIU/ha guaranteed effective control against the highest infestations (5 larvae/branch tip) causing more than 80% mortality. An important advantage is obtained from the application of the undiluted product at UVL, thereby providing aircraft productivity and reducing ground support requirements. In these experiments, *Btk* did not prove to have any direct effect on the gypsy moth parasite and predator activity, whose incidence seemed to be dependent on host densities in treated and untreated areas.

Key words: gypsy moth, *Bacillus thuringiensis kurstaki*, aerial spray.

Ricerca finanziata dal M.A.F. (P.F. "Lotta biologica e integrata per la difesa delle piante agrarie e forestali", Sottoprogetto "Piante forestali") e proseguita con il supporto dell'Assessorato Difesa dell'Ambiente della Regione Sardegna e delle Amministrazioni Provinciali di Sassari e Nuoro.

Introduzione

Nelle foreste mediterranee a *Quercus suber* L. il fitofago più dannoso è il Lepidottero Limantride *Lymantria dispar* L. In Sardegna questo defogliatore manifesta variazioni periodiche di abbondanza e nell'anno di massima densità può giungere a defogliare oltre il 60% dell'intera superficie subericola (circa 90.000 ha) (Cambini, 1971; Prota e Luciano, 1989). Per non influenzare negativamente i già precari equilibri faunistici esistenti nelle sugherete, l'unica concreta possibilità di contenimento del fitofago è offerta dall'impiego di preparati a base di *Bacillus thuringiensis* Berl. subsp. *kurstaki* (*Btk*). Prove di lotta sono state condotte durante il periodo 1990-95 con l'impiego di diversi preparati a base di *Btk* allo scopo di verificarne l'efficacia e definirne le migliori condizioni d'impiego in ambiente mediterraneo (Luciano *et al.* 1991, 1992 e 1993; Luciano e Prota, 1993).

Materiali e metodi

Nel corso della sperimentazione sono stati impiegati i seguenti prodotti: Bactucide P (Caffaro), polvere bagnabile distribuito a basso volume (LV) alla dose di 1 kg/ha; Bactucide S (Caffaro), pasta fluida, 7 l/ha distribuiti ad ultra basso volume (ULV); Bactospeine (Siapa), polvere bagnabile, 2 kg/ha applicati a LV; Foray 48B (Novo Nordisk), pasta fluida, 2,5 e 5 l/ha distribuiti a ULV; MVP (Mycogen) 8 l con l'aggiunta di 3 l di olio bianco e 4 l di acqua/ha distribuiti a ULV. L'MVP è un prodotto esclusivamente a base di delta endotossina di *Btk* ottenuta clonandone il gene in *Pseudomonas fluorescens* (Soares e Vecchi, 1994).

I trattamenti sono stati eseguiti con elicottero munito di barra larga 12 m e fornita di 52 ugelli per la distribuzione a LV o di 4 micronair per l'irrorazione a ULV.

Nel quadriennio 1990-93 la sperimentazione è stata condotta in aree forestali omogenee adottando uno schema sperimentale a blocchi randomizzati, con tre replicazioni per tesi su parcelle di forma quadrata e di superficie variante nei diversi anni fra 20 e 49 ha. Ulteriori 3 parcelle, di uguale estensione, sono state delimitate e mantenute come testimoni non trattati. Ogni parcella è stata preliminarmente suddivisa con un reticolo a maglie quadrate con lato di dimensioni tali da individuare 9 punti di intersezione. In corrispondenza delle quattro direzioni cardinali di ogni punto di intersezione sono state contrassegnate 4 piante e su ognuna delle 36 piante per parcella così individuate è stata valutata l'efficacia dei trattamenti stimando la densità del Limantride prima e dopo 7, 14 e 21 giorni dagli interventi. A tale scopo su ciascuna delle 36 piante per parcella si è proceduto al conteggio delle larve presenti su 4 rametti di circa 30 cm di lunghezza, prelevati, uno per direzione cardinale, nella parte più esterna della chioma ad un'altezza di 3-4 metri dal suolo. I dati sulla variazione di densità larvale sono stati elaborati statisticamente con l'analisi della varianza.

Nel 1995 ciascun prodotto è stato impiegato su un'unica area e l'efficacia è stata valutata su gruppi di 4 piante (4 gruppi per l'MVP e 16 per il Foray) individuati al centro di sub-parcelle di circa 25 ettari ciascuna. Come testimoni, nelle aree forestali limitrofe a quelle trattate, sono stati individuati 8 gruppi di piante per il Foray e 4 per l'MVP.

In ogni anno di sperimentazione si è valutata la possibile incidenza dei prodotti sull'attività degli entomofagi, procedendo nelle aree trattate e in quelle testimoni, alla raccolta di campioni dei diversi stadi di sviluppo del fitofago in questione e al loro allevamento in laboratorio. Le larve sono state raccolte, con scuotimento della chioma delle piante, 3, 7, 14, 21 e 28 giorni dopo i trattamenti ed alimentate con fogliame non trattato per 12-15 giorni o fino all'incrisalidamento, nel caso dei campioni prelevati più tardivamente. Le crisalidi, anch'esse raccolte a caso, sono state tenute in singoli contenitori fino allo sfarfallamento degli adulti o alla fuoriuscita dei parassitoidi. Gli individui morti per cause non rilevabili dall'esterno sono stati dissecati dopo 15-20 giorni dal prelevamento per evidenziare la presenza di entomofagi.

Risultati e discussione

Nel 1990, la sperimentazione è stata condotta su una popolazione in fase di avanzata progradazione praticando gli interventi quando circa il 90% delle larve erano di II e III età. Nelle parcelle trattate con Bactucide P alla dose di 16 Miliardi di Unità Internazionali/ha (MUI/ha), si è rilevato un calo della popolazione larvale del 13 e del 29,8%, rispettivamente a 7 e 14 giorni dal trattamento, che non ne ha impedito la defogliazione totale. Invece, con l'impiego di circa 60 MUI/ha di Foray 48B è stato possibile ottenere mortalità del fitofago superiori all'80%, pur essendo intervenuti su una popolazione costituita per il 30% da individui di III età, e proteggere così la vegetazione nonostante l'elevata densità del defogliatore (più di 5 larve per rametto di circa 30 cm di lunghezza). Nelle parcelle testimoni si è invece osservato un incremento dell'infestazione che ha determinato una completa defogliazione delle piante (Tab. I, 1990).

Nel 1991 con un'abbondanza del fitofago non eccessiva (2 larve/rametto) e su popolazioni ancora costituite per oltre il 90% da larve di I-II età (come noto più sensibili all'intossicazione) si sono registrate mortalità superiori all'80% a 14 giorni dall'intervento sia con il Foray 48B alla dose di 32 MUI/ha sia con il Bactucide S alla dose di 56 MUI/ha. Nelle aree testimoni si è avuta, invece, una riduzione della densità larvale di circa il 30% attribuibile all'azione dell'Imenottero Braconide *Apanteles porthetriae* Mues. (Tab. I, 1991).

I risultati dei trattamenti eseguiti nel 1992 sono stati condizionati da un abbassamento termico primaverile, che, limitando l'assunzione di cibo e rallentando il metabolismo larvale (Maksimovic, 1958; Yendol *et al.*, 1975), ha influito negativamente sull'efficacia dei preparati. Infatti, nel corso della settimana successiva all'intervento con temperature medie giornaliere comprese fra 12 e 17 °C si è rilevata una mortalità larvale dimezzata rispetto alle prove del precedente anno. Le contenute variazioni del numero di larve per rametto riscontrate nelle parcelle testimoni non sono risultate statisticamente significative (Tab. I, 1992, Foray).

Nel 1993, con una popolazione del fitofago in avanzata fase di progradazione, la distribuzione in un'unica soluzione di 63,5 MUI/ha ha avuto un'efficacia simile a quella di due irrorazioni di 31,75 MUI/ha distanziate di una settimana, determinando, a 14 giorni dall'inizio dei trattamenti, una riduzione della densità larvale di oltre l'80%. Nei 7 giorni trascorsi fra i due successivi trattamenti, il passaggio della popolazione di *L. dispar* dall'83% di individui di I-II età all'88% di esemplari di III-V, ha reso praticamente inefficace la seconda, sperimentalmente programmata, somministrazione di bio-insetticida. Nelle parcelle testimoni, dove non si è osservata alcuna significativa riduzione della densità larvale, dopo due settimane il fitofago ha defogliato completamente le piante ospiti (Tab. I, 1993).

Il Foray impiegato alla dose di 63,5 MUI/ha ha confermato la sua efficacia anche nel 1995, quando con densità iniziale del fitofago di circa 7 larve per rametto ha determinato a 2 settimane dall'intervento una riduzione della popolazione del fitofago dell'83% ed una buona protezione della vegetazione. Le aree circostanti non trattate sono state, invece, completamente defogliate. Nella superficie trattata con MVP, con una densità iniziale di circa 4 larve

Tab. I - Variazioni della densità larvale di *Lymantria dispar* in sugherete trattate con diversi preparati a base di *Bitk* nel 1990-95.

Anno	Tesi	MUI/ha	Larve/rametto			
			Pre-trattamento	Post-trattamento		
				A*	B	C
(n.)	(n.)	(n.)	(n.)			
1990	Foray 48B	63,50	5,2 a**	2,9 b	1,0 c	
	Bactucide P	16,00	5,1 a	4,4 a	3,6 a	
	Testimone		4,9 a	7,0 b	D.T.	
1991	Foray 48B	31,75	1,6 a	0,4 b	0,2 b	0,2 b
	Bactucide S	56,00	1,4 a	0,5 b	0,3 b	0,2 b
	Testimone		1,5 a	1,2 a	1,1 a	1,0 a
1992	Foray 48B	31,75	0,6 a	0,4 ab	0,3 b	0,2 b
	Bactospeine	32,00	0,8 a	0,5 b	0,4 b	0,5 b
	Testimone		0,9 a	0,9 a	0,8 a	1,1 a
1993	Foray 48B	31,75 x 2#	1,7 a	0,3 b	0,3 b	0,2 b
	Foray 48B	63,50	1,7 a	0,3 b	0,3 b	0,2 b
	Testimone		2,1 a	1,7 a	D.T.	
1995	Foray 48B	63,50	6,6 a	2,1 b	1,1 b	1,2 b
	Testimone		6,8 a	5,8 a	5,0 a	D.T.
1995	MVP		4,1 a	2,0 b	1,9 b	1,8 b
	Testimone		4,5 a	4,2 a	4,1 a	D.T.

* Giorni dopo il trattamento: A = 7; B = 14; C = 21.

** I valori riportati nella stessa riga e seguiti dalla stessa lettera non differiscono significativamente per $P < 0,05$.

D.T. = Defogliazione totale.

Il prodotto, per complessivi 63,50 Miliardi di U. I./ha, è stato distribuito in due interventi distanziati di una settimana.

per rametto, nelle due successive settimane si è osservata una mortalità del 56% ed una sufficiente protezione del fogliame (Tab. I, 1995).

Tra i parassitoidi che evolvono a carico delle larve giovani (II-IV età) gli Imenotteri Braconidi *Apanteles porthetriae* Mues. e *Meteorus pulchricornis* (Wesm.) sono stati quelli maggiormente rappresentati mentre *A. melanoscelus* (Ratz.) e il Dittero Tachinide *Compsilura concinnata* (Meig.) hanno fatto registrare solo una sporadica presenza. Nel loro insieme questi parassitoidi hanno avuto un'incidenza piuttosto bassa e non hanno mostrato apprezzabili differenze fra le tesi ad eccezione dell'*A. porthetriae* che nel 1991 ha avuto una maggiore azione nell'area testimone arrivando a parassitizzare fino al 30,34% delle larve ospiti. Fra i Tachinidi il più importante è stato *Blepharipa pratensis* (Meig.) che ha determinato tassi di mortalità fino al 36%; nelle aree non trattate la sua incidenza è stata generalmente uguale o superiore rispetto alle tesi trattate ad eccezione del 1990 quando la precoce defogliazione

delle parcelle testimoni ha causato la premorienza delle larve impedendo così la stima dell'aparassitizzazione sugli individui prossimi alla maturità. *Parasetigena silvestris* (R.- D.) è stata riscontrata nel 1991, nel 1992 e nel 1995 ed ha determinato tassi di mortalità fino al 7% mentre *Exorista larvarum* (L.) è comparsa solo sporadicamente (Tab. II).

Sui campioni di crisalidi la parassitizzazione è stata notevolmente elevata e l'ausiliario più importante, la *B. pratensis*, ha causato nelle diverse tesi mortalità piuttosto uniformi con valori fino all'80%. L'incidenza del Calcidide *Brachymeria intermedia* (Nees) è stata molto variabile ed ha fatto registrare i valori più elevati nelle aree testimoni (fino al 45% nel 1993) confermando come questo parassitoide sia più attivo nelle aree pesantemente defogliate (Luciano e Prota, 1982). Solo raramente si è rilevata la presenza di *E. larvarum*. Gli Ictoneuroni *Pimpla istigator* (F.) e *Theronia atalantae* (Poda) sono anch'essi comparsi solo sporadicamente. Tuttavia una loro maggiore attività emerge considerando la presenza dei Ditteri Sarcofagidi che sono risultati particolarmente rappresentati sui campioni di crisalidi raccolti nel 1992. Nelle aree testimoni è stata sempre riscontrata la presenza dell'iperparassita *Mono-dontomerus aereus* Walk. mentre molto raramente è comparso il *Dibrachys cavus* Walk. (Tab. III).

Conclusioni

Dall'insieme di tutte le prove, nonostante sia stato impossibile comparare nello stesso anno e nel medesimo ambiente i diversi prodotti, si sono comunque ottenute utili indicazioni per un efficace impiego degli stessi. In particolare è emerso che quando i preparati a base di *Btk* sono applicati a dosi di 16 MUI/ha si ha un'insufficiente riduzione della densità dell'insetto ed una inadeguata protezione del fogliame. Invece, ricorrendo all'impiego di circa 60 MUI/ha è stato possibile ottenere mortalità del fitofago superiori all'80%, anche con popolazioni costituite per il 30% da individui di III età, e proteggere la vegetazione anche in presenza di un'elevata densità del defogliatore. Con un'abbondanza del fitofago non eccessiva (2 larve/rametto) e su popolazioni ancora costituite per oltre il 90% da larve di I-II età si sono registrate mortalità superiori all'80% distribuendo i preparati a ULV alla dose di 32 MUI/ha. L'adozione di formulati che consentono l'applicazione ad ultra basso volume ha avuto il vantaggio di incrementare la capacità operativa del mezzo aereo e di ridurre notevolmente il supporto logistico a terra. Talvolta anche in ambiente mediterraneo i risultati dei trattamenti possono essere influenzati dalle condizioni climatiche ed in particolare da imprevedibili abbassamenti termici primaverili, che, limitando la crescita dei germogli e l'attività trofica delle larve, possono ridurre considerevolmente l'efficacia dei preparati. In tali condizioni si potrebbe far ricorso ad una seconda somministrazione.

Le prove preliminari condotte per saggiare l'MVP contro la *L. dispar* hanno messo in evidenza una discreta efficacia del preparato con mortalità del 56% ed una sufficiente protezione della vegetazione. Ulteriori prove sono comunque necessarie per verificarne l'attività negli anni di progradazione del fitofago quando una più contenuta mortalità dell'insetto bersaglio potrebbe favorire una maggiore attività degli antagonisti naturali.

Tab. II - Percentuali di parassitizzazione osservate su campioni di larve di *Lymantria dispar* raccolti negli anni 1990-95 nelle aree trattate con diverse dosi di *Btk* ed in quelle testimoni.

Anno	Prodotto	MUI/ha	Variazione percentuale dell'incidenza dei principali parassiti							
			<i>Apanteles porthetriae</i>	<i>Apanteles metanoscelus</i>	<i>Meteorus pulchricornis</i>	<i>Compsilura concinnata</i>	<i>Exorista larvarum</i>	<i>Parasetigena silvestris</i>	<i>Blepharipa pratensis</i>	
1990	Foray 48B	63,50						1,7		1,6 - 36,5
	Bactucide P Testimone	16,00								16,5 - 32,0 4,1 - 5,1
1991	Foray 48B	31,75	0,2 - 24,0	0,5	0,4				0,4 - 1,6	5,8 - 30,9
	Bactucide S Testimone	56,00	9,5 4,9 - 30,3		0,5 0,5				0,6 - 4,4 0,6	14,1 - 27,0 22,2 - 35,1
1992	Foray 48B	31,75	3,0		1,0 - 6,7				1,1 - 2,0	7,0 - 11,0
	Bactospeine Testimone	32,00		1,0	3,5 2,0 - 3,0	1,0		2,0	3,0 1,0 - 7,0	6,0 - 9,0 7,0 - 36,0
1993	Foray 48B	31,75 x 2	0,3 - 0,6	0,3						5,9 - 15,0
	Foray 48B Testimone	63,50	0,6 1,0		0,7 1,0			1,5		4,9 - 16,1 4,0 - 13,4
1995	Foray 48B	63,50	2,0	3,0 - 5,9					0,5	1,3 - 9,4
	Testimone		1,8	1,0 - 1,5					0,5	2,1 - 12,6
1995	MVP		3,6	1,1 - 4,7				0,5	0,5 - 0,5	9,1 - 17,4
	Testimone		2,0	1,1 - 1,6					0,5	2,7 - 17,7

N.B.: quando compare un solo valore la presenza del parassita è stata osservata solamente su un campione; quando compaiono due valori gli stessi indicano le percentuali minima e massima riscontrate sull'insieme dei campioni raccolti.

Tab. III - Percentuali di parassitizzazione osservate su campioni di crisalidi di *Lymnættria dispar* raccolti negli anni 1990-95 nelle aree trattate con diverse dosi di *Btk* ed in quelle testimonio.

Anno	Tesi	MUI/ha	Variazione percentuale dell'incidenza dei principali parassiti							Iperparassiti
			<i>Exorista larvarum</i>	<i>Blepharipa praeensis</i>	<i>Brachymeria intermedia</i>	<i>Pimpla instigator</i>	<i>Theronia atalantae</i>	Ditteri Sarcofagidi		
1990	Foray 48B	63,50		41,6 - 54,5	2,4 - 5,8					0,6 - 1,7
	Bactucide P	16,00		38,8 - 39,0	4,2 - 13,6	0,3	0,9			1,6 - 4,9
	Testimone		26,0	5,9						9,6
1991	Foray 48B	31,75		57,8 - 63,4	2,8 - 11,1				0,5 - 2,5	
	Bactucide S	56,00		47,9 - 55,2	4,5 - 9,6				1,5 - 7,4	
	Testimone			61,7 - 64,7	4,1 - 4,4				0,4 - 1,8	0,4 - 1,3
1992	Foray 48B	31,75		60,5 - 80,0	1,0				5,0	
	Bactospeine	32,00		53,0 - 75,7	1,0				5,5	
	Testimone			41,1 - 72,9	1,1			11,0 - 40,0		1,1
1993	Foray 48B	31,75 x 2		32,0 - 48,5	3,0 - 7,5				3,0	
	Foray 48B	63,50	1,0 - 2,0	27,0 - 42,0	2,5 - 10,5				3,0	0,5
	Testimone			21,5 - 40,5	30,5 - 45,5				2,0 - 3,0	1,0
1995	Foray 48B	63,50		49,0 - 57,1	2,5 - 4,0				3,5	
	Testimone			30,4 - 42,8	28,6 - 36,6				1,8	
	MVP		0,7	43,4 - 45,1	1,3				2,6	
Testimone			24,5 - 44,2	22,4 - 33,5		0,5		0,5	1,2	

N.B.: quando compare un solo valore la presenza del parassita è stata osservata solamente su un campione; quando compaiono due valori gli stessi indicano le percentuali minima e massima riscontrate sull'insieme dei campioni raccolti.

Le osservazioni sul parassitismo hanno dimostrato una buona compatibilità tra l'uso del *Btk* ed i principali entomofagi che concorrono alla regolazione delle popolazioni di *L. dispar*. Nelle aree trattate è stata notata in alcuni casi una minore incidenza dei Braconidi attribuibile alla premorienza degli ospiti mentre nelle aree testimoni la maggiore intensità di defogliazione ha certamente favorito l'attività di *B. intermedia*, notoriamente più presente nelle aree maggiormente soleggiate. Non si esclude infine che la più alta densità di popolazione della *Lymantria* nelle parcelle non trattate eserciti una notevole attrazione sugli Imenotteri Ictoneuridi, come indirettamente dimostrato in qualche caso da una maggiore emergenza di Ditteri Sarcofagidi da campioni di crisalidi raccolti in esse (Campbell, 1963).

Lavori citati

- CAMBINI A. (1971). Valutazione dei danni causati dagli insetti defogliatori alla quercia da sughero. *In*: Atti del 1° Convegno Regionale del Sughero (Tempio Pausania, 14-16 ottobre 1971), 327-339.
- CAMPBELL R. W. (1963). Some Ichneumonid-Sarcophagid interaction in the gypsy moth *Porthetria dispar* (L.) (Lepidoptera Lymantriidae). *Can. Ent.*, 95 (4), 337-345.
- LUCIANO P., I. FLORIS, A. LENTINI, R. PROTA, P. DEIANA, LANGIU G. (1991). Impiego del *Bacillus thuringiensis* Berl. nella lotta alla *Lymantria dispar* L. in boschi di *Quercus suber* L. Atti Convegno "Problematiche fitopatologiche del genere *Quercus* in Italia" (Firenze, 19-20 novembre 1990), 341-355.
- LUCIANO P., I. FLORIS, A. LENTINI, R. PROTA, P. DEIANA, LANGIU G. (1992). Impiego del *Bacillus thuringiensis* Berl. nella lotta alla *Lymantria dispar* L. in boschi di *Quercus suber* L. II. Risultati della sperimentazione condotta nel 1991. *Redia*, 75 (2), 549-563.
- LUCIANO P., LENTINI A., PROTA R., VERDINELLI M., DEIANA P. (1993). Impiego del *Bacillus thuringiensis* Berl. nella lotta alla *Lymantria dispar* L. in boschi di *Quercus suber* L. III. Risultati della sperimentazione condotta nel 1992. *Ann. Fac. agr. Univ. Sassari* (1), 35, 155-166.
- LUCIANO P., PROTA R. (1982). Indagini sul parassitismo in aree forestali ad alta densità di *Lymantria dispar* L. *Ann. Fac. agr. Univ. Sassari*, 28, 153-167.
- LUCIANO P., PROTA R. (1993). Risultati dell'applicazione di preparati a base di *Bacillus thuringiensis* Berl. a protezione dei boschi di *Quercus suber* L. M.A.F. - Convegno "Piante forestali", Firenze 1992 (coord. M. Covassi), ed. Ist. Sper. pat. Veg., Roma, 117-124.
- MAKSIMOVIC M. (1958). Experimental research on the influence of temperature upon the development and the population dynamics of the gypsy moth. *In*: Population dynamics of the gypsy moth: an annotated bibliography. U.S.D.A. Forest Serv. Gen. Technical Report NE48 (1978), 124 pp.
- PROTA R., LUCIANO P. (1989). Elementi di previsione delle infestazioni in sugherete sarde e prospettive di difesa. Atti "Convegno sulle avversità del bosco e delle piante arboree da legno" (Firenze, 15-16 ottobre 1987), 287-304.
- SÓARES G.G., VECCHI A. (1994). MVP Bioinsetticide, a novel *Bacillus thuringiensis* delta-endotoxin-based insecticide for the control of grape berry moth, *Lobesia botrana*. Atti Giornate Fitopatologiche 1994, 2, 121-128.
- YENDOL W. G., HAMLIN R. A., ROSARIO S. B. (1975). Feeding behavior of gypsy moth larvae on *Bacillus thuringiensis*-treated foliage. *J. Econ. Entomol.*, 68, 25-27.