

STUDI SASSARESI

Sezione III

1979

Volume XXVII

ANNALI DELLA FACOLTÀ DI AGRARIA DELL'UNIVERSITÀ
DI SASSARI

DIRETTORE: G. RIVOIRA

COMITATO DI REDAZIONE: M. DATTILO - F. FATICHENTI - C. GESSA - L. IDDA
F. MARRAS - A. MILELLA - P. PICCAROLO - A. PIETRACAPRINA - R. PROTA
R. SATTA - G. TORRE - A. VODRET



ORGANO UFFICIALE
DELLA SOCIETÀ SASSARESE DI SCIENZE MEDICHE E NATURALI

GALLIZZI - SASSARI - 1981

St. Sass. III Agr.

Istituto di Entomologia agraria dell'Università di Sassari

**La dinamica di popolazione di *Lymantria dispar* L. in Sardegna
I. Indicatori della gradazione ricavati dalle ovideposizioni***

PIETRO LUCIANO** e ROMOLO PROTA***

PREMESSA

La quercia da sughero (*Quercus suber* L.) è, tra le essenze forestali presenti in Sardegna, la più redditizia perché la scorzatura delle piante fornisce la materia prima per numerose industrie che operano nel settore della lavorazione e trasformazione del sughero, le quali stanno alla base dell'economia di importanti zone dell'Isola.

Com'è noto, la produzione sarda non è sufficiente a coprire tutte le richieste del settore, per cui si ricorre all'importazione di grezzo da altri Paesi (USAI, 1971); per colmare almeno parzialmente tale carenza, oltre allo sviluppo della forestazione con tale essenza, sono necessari interventi a sua difesa, non solo dagli incendi e dalla sempre più pesante azione antropica, ma anche dagli attacchi parassitari.

Fra gli artropodi nocivi un posto di primaria importanza spetta ai lepidotteri defogliatori *Lymantria dispar* L., *Malacosoma neustria* L. e *Tortrix*

* Il lavoro è stato presentato per la pubblicazione il 25.IX.1980.
Alle indagini di campo ed alle osservazioni di laboratorio ha collaborato il personale del CRAAI (Centro Regionale Antimalarico e Antiinsetti) messo a disposizione dall'Assessorato Regionale alla difesa dell'Ambiente che contribuisce finanziariamente allo sviluppo del « Programma di ricerca sui principali defogliatori forestali ed indagini sulla applicabilità di nuovi mezzi di lotta ». La ricerca è stata eseguita presso l'Istituto di Entomologia agraria dell'Università di Sassari sotto la direzione del Prof. Romolo Prota.

** Tecnico laureato presso l'Istituto di Entomologia agraria dell'Università di Sassari.

*** Professore Ordinario e Direttore dell'Istituto di Entomologia agraria della Università di Sassari.

viridana L., che provocano notevoli perdite di produzione, come rilevato in studi condotti recentemente anche in Sardegna (CAMBINI, 1971).

Le specie citate sono state in passato oggetto di studio negli ambienti forestali dell'Isola (SERVAZZI e MARTELLI, 1956; MARTELLI e ARRU, 1957-58), ma su di esse non sono state intraprese osservazioni sistematiche che consentissero una visione della dinamica delle loro popolazioni.

Solo in tempi più recenti si sono iniziate indagini in tal senso che hanno consentito di valutare le fluttuazioni delle specie indicate, sia con l'uso di trappole luminose per la cattura degli adulti (PROTA, 1973) sia con osservazioni sull'incidenza dei fattori biotici ed abiotici sulle popolazioni dei defogliatori (DELRIO, LUCIANO e PROTA, 1979).

Tali studi hanno consentito di stabilire che le popolazioni di *T. viridana* presentano variazioni di tipo temporaneo, con gradazioni che si manifestano dopo un periodo di latenza piuttosto lungo, mentre le popolazioni di *L. dispar* e *M. neustria* presentano fluttuazioni di tipo periodico (PROTA, 1974).

In particolare su queste due ultime specie, certamente le più dannose, sono state condotte osservazioni etologiche ad iniziare dal 1972; nel presente lavoro si illustrano i risultati delle indagini fino ad oggi compiute sul Limantride relativamente al numero di ovature reperite nei vari periodi per ettaro di sughereta; agli elementi caratterizzanti le ovature; al luogo e altezza di ovideposizione; nonché alle correlazioni esistenti fra dimensioni dell'ovatura e numero di germi presenti in ciascuna di esse.

Quanto viene riportato in tale studio rappresenta la prima parte di un ampio programma sviluppato per definire tutte le componenti che concorrono all'instaurarsi delle massicce defogliazioni che colpiscono il patrimonio subericolo sardo.

L'indagine tende all'identificazione di tutti gli elementi utili per giungere ad una programmazione della difesa boschiva, tenendo conto degli equilibri ambientali e della necessità di ridurre l'inquinamento da inconsulti trattamenti antiparassitari.

DESCRIZIONE DEI BIOTOPi FORESTALI IN CUI SI È OPERATO

Le indagini si sono sviluppate in agro di Tempio Pausania (Sardegna Nord-Orientale) in due biotopi distinti, ma molto simili dal punto di vista pedoclimatico.

Il primo, posto in località Cusseddu, a circa 470 m s.l.m., è costituito da



Fig. 1 - Biotopi di Cusseddu (in alto) e Nuchis (in basso) in un anno di defogliazione totale (Tempio P., Luglio 1974).
Biotopes in the Cusseddu (upper photo) and Nuchis (lower photo) localities of Tempio Pausania showing total defoliation (July, 1974).

un bosco di *Q. suber* (coetaneo e più che secolare), dove tutte le piante hanno un'altezza compresa fra i 15 e i 25 m, con una densità media di 120-130 alberi per ha; dal 1974 si è andato formando un notevole sottobosco a *Q. pubescens* Wild. che attualmente ha un'altezza di 2 m; il terreno pascolativo ha una giacitura in leggero declivio e, nell'area da noi esaminata, è esposto a Sud.

Il secondo biotopo, in posizione un poco più elevata del primo, è posto in prossimità dell'abitato di Nuchis con una densità media di 20-25 piante di *Q. suber* ad ha, disetanee, ma tutte di età superiore ai 100 anni, il terreno destinato a seminativo è in declivio e con esposizione a Sud-Sud-Ovest (Fig. 1). La distanza in linea d'aria fra i due ambienti è di circa 1 km.

I due biotopi differiscono quindi fundamentalmente per la densità delle piante e conseguentemente per l'ampiezza delle chiome delle medesime: a Nuchis le chiome hanno dimensioni notevoli e partono già da 2 m dal suolo, mentre a Cusseddu la maggior parte delle piante ha uno sviluppo vegetativo che sta oltre gli 8-10 m dal suolo; le due località sono esposte all'azione degli stessi venti dominanti: Ponente, Maestrale e Tramontana.

Su ciascuno dei biotopi è stato delimitato un appezzamento di terreno di circa 1 ha, con 130 piante a Cusseddu e 20 a Nuchis.

RISULTATI DELLE INDAGINI ESEGUITE E DISCUSSIONE

a) - Numero di ovature per ettaro di sughereta

Tale parametro è alla base di lunghe indagini sulla dinamica di popolazione di *L. dispar* nell'Europa continentale (VASIC e JANKOVIC, 1958a; ZECEVIC *et al.*, 1959) ed è ritenuto valido anche come espressione prevedibile dell'intensità di danno che ci si deve attendere (CAMPBELL, 1966).

Nei biotopi da noi osservati fu rilevata negli anni fra il 1972 e il 1980 la variazione nel numero di ovature per ha durante il corso di una gradazione di *L. dispar* (Tab. 1).

In concomitanza con gli anni di più elevata ovideposizione in entrambi i siti si sono registrate defogliazioni totali; a Cusseddu nel 1973 e 1974, dove però la prima defogliazione è imputabile per almeno il 50% all'elevata popolazione di *M. neustria* che proprio in quell'anno raggiungeva il culmine della sua gradazione (DELRIO, LUCIANO e PROTA, 1979); nel 1975 si è avuta invece una defogliazione parziale pari al 30-40% delle chiome.

Tab. 1 - Numero di ovature di *L. dispar* per ha di sughereta e per pianta negli anni 1972-1980 nei biotopi di Cusseddu e Nuchis (Tempio P.).
 Number of *L. dispar* egg-clusters per hectare of cork-oak forest and average number per plant from 1972-1980 (Tempio Pausania, loc. Cusseddu and Nuchis).

Biotopo	Piante esaminate (n.)	Densità ovature (n.)	Anno								
			1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980
Cusseddu	130	ha	50	74	836	281	13	70	28	86	8875*
		pianta	0,38	0,57	6,43	2,16	0,10	0,54	0,21	0,66	68,27
Nuchis	20	ha	753	2027	688	92	334	361	57	1	1014
		pianta	37,65	101,35	34,40	4,60	16,70	18,05	2,85	0,05	50,70

* Alle 8875 ovature rilevate per il 1980 sulle piante di *Q. suber* a Cusseddu sono da aggiungersi altre 600 ovature/ha deposte sulle giovani piantine di *Q. pubescens* del sottobosco, per cui il totale delle ovature sull'ettaro diviene di 9475.

A Nuchis si sono registrate defogliazioni totali negli anni 1972, 1973 e 1974, mentre per il 1975, 1976 e 1977 si sono avute solamente defogliazioni limitate e che non hanno inciso per più del 20% sul fogliame disponibile.

I dati esposti dimostrano che non solo vi sono nelle gradazioni di *L. dispar* variazioni fra biotopi molto distanti fra loro (es.: pianura, collina o montagna) (JANKOVIC, 1958a) (1) o differenti per la composizione del manto vegetale (SIMIONESCU e STEFANESCU, 1978) (2) o per l'età dell'essenza forestale che forma quest'ultimo (JANKOVIC, 1958b) (3), ma che vi sono diversi livelli di densità anche all'interno della stessa popolazione.

L'esiguità della distanza fra i due biotopi esaminati dimostra che si è di fronte ad una stessa popolazione che presenta però delle sub-popolazioni differenti, delle quali una (Nuchis) si mantiene per diversi anni ad un livello costantemente superiore all'altra (Cusseddu) per poi ritornare a livelli di latenza (CAMPBELL, 1978) (4).

Il differente livello di popolazione non è giustificabile in questo caso neanche sulla base di eventuali differenze nella qualità del cibo, in quanto come detto nei due biotipi l'essenza esclusiva o grandemente preponderante è costituita da *Q. suber*, per cui non è applicabile la teoria del « cibo favorito », la quale pare non valida anche in ambienti diversi dal nostro (CAMPBELL, 1974a e b) (5).

-
- (1) Fra il 1954 e il 1957 in indagini condotte in Serbia in biotopi di pianura, collina e montagna (460-1500 m s. l. m.) fu dimostrato che la curva di gradazione di *L. dispar* mostra per le zone di collina e montagna un aumento e una diminuzione della popolazione piuttosto graduale, mentre in pianura si ha un rapido aumento e una altrettanto rapida diminuzione della popolazione.
 - (2) In Romania sono state distinte delle zone favorevoli, poco favorevoli e sfavorevoli alla moltiplicazione e alla gradazione di *L. dispar*. Le zone favorevoli comprendono le foreste di *Quercus* sp. Le zone poco favorevoli sono caratterizzate dalle foreste di *Robinia*, *Populus* e *Salix* che inducono alte mortalità larvali e pertanto subiscono defogliazioni molto deboli. Sfavorevoli sono invece le zone con boschi costituiti da *Quercus* sp. ed altre essenze (*Fraxinus*, *Carpinus*, *Tilia*, *Acer*, *Ligustrum*).
 - (3) In Serbia nel 1957 fu visto che il numero medio delle ovature per albero nelle foreste vecchie ammontava a 0,6, nelle foreste di media età a 0,3 e in quelle giovani a 0,03.
 - (4) In condizioni omogenee, CAMPBELL (1978) ha osservato che in un miglio quadrato (1,6 km²) la densità di popolazione può presentarsi in maniera non uniforme e che in condizioni di alimento abbondante probabilmente le popolazioni di diversi insetti forestali possono mantenersi a due differenti livelli di densità.
 - (5) Dall'elaborazione di dati raccolti fra il 1911 e il 1922 nel New England (U.S.A.) CAMPBELL (1974a e b) ritiene che la percentuale di cibo favorevole disponibile per le larve di *L. dispar* influenzi solamente il grado di defogliazione, mentre la stessa non è correlata con la densità delle ovature dell'insetto, e sostiene che gli aumenti di popolazione sorgono attraverso meccanismi che hanno poca o nessuna relazione con la composizione dell'alimento disponibile.

Il repentino aumento nel numero delle ovature che si registra per il 1980 in entrambi i biotopi è dovuto, molto probabilmente, ad una immigrazione di larve provenienti da un focolaio adiacente agli stessi e posto in una zona intermedia fra essi; in tale zona di circa 10 ha di bosco si è registrata nel 1979 una defogliazione totale.

A Cusseddu negli anni interessati a questa indagine si è provveduto, con una trappola luminosa (PROTA, 1965), a seguire la dinamica di popolazione di *L. dispar* (PROTA, 1973 e 1974) e si è notata una buona concordanza fra il numero delle ovature per ha e le catture dei maschi del defogliatore nell'esprimere, in tale sito, la fluttuazione della popolazione (Fig. 2).

Lo studio della dinamica di popolazione basato su metodi di campionamento dei maschi di *L. dispar* è sufficientemente diffuso e ritenuto un mezzo valido di previsione della tendenza delle popolazioni, anche se i dati di cattura sono spesso dipendenti dal mezzo usato (VASILJEVIC, 1959; FITZE, 1959; MAKSIMOVIC, 1969; DISSESCU, 1978; GRUBER, FUESTER e DREA, 1978).

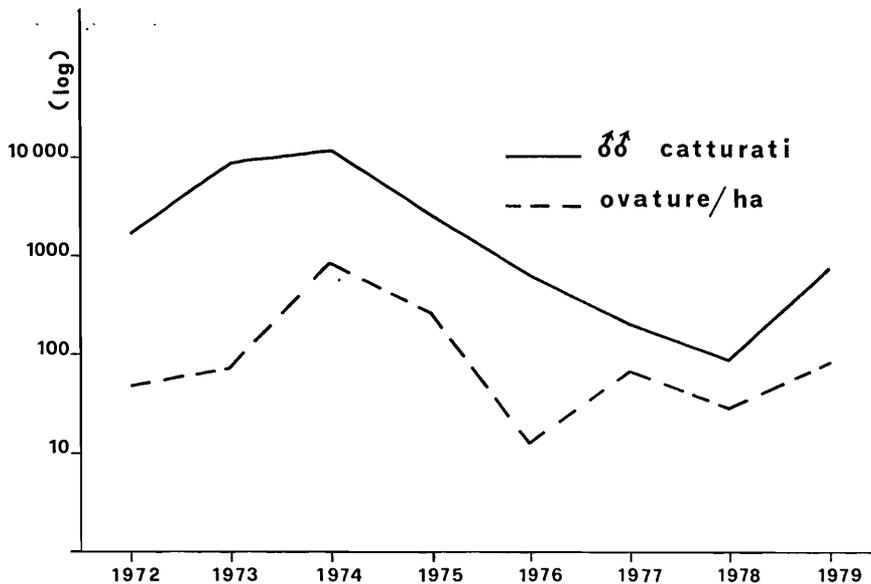


Fig. 2 - Fluttuazione del numero di ovature/ha e delle catture di maschi di *Lymantria dispar* L. alla trappola luminosa negli anni 1972-1979 (Tempio P., loc. Cusseddu).

Year by year fluctuation of *Lymantria dispar* L. egg-clusters per hectare (dotted line) and males captured in light-trap (continuous line) from 1972-1979 (Tempio Pausania, loc. Cusseddu).

Inoltre, è da sottolineare che fra il numero delle ovature per ha e gli adulti catturati nello stesso anno, vi è l'azione dei fattori biotici ed abiotici che si esercita sui diversi stadi di vita dell'insetto, per cui, pur partendo da popolazioni elevate, si può andare verso densità estremamente basse nello stadio adulto (DELRIO, LUCIANO e PROTA, 1979) (6), comunque l'utilizzazione di entrambi gli indicatori qui esaminati si ritiene possa fornire gli elementi utili per valutare la tendenza a crescere o diminuire del livello di popolazione di *L. dispar*.

b) - *Elementi caratterizzanti le ovature*

In entrambi i biotopi si sono condotte inoltre osservazioni per evidenziare i seguenti elementi: n. di germi per ovatura, incidenza della parassitizzazione e della predazione, n. di uova sterili e n. di uova schiuse.

Le ovature, per compiere tali indagini, sono state raccolte a caso in zone contigue agli ettari di bosco da noi delimitati, ad altezze comprese fra 0 e 3 m dal suolo su piante di *Q. suber*; tale metodo di campionamento, infatti, non influisce sui risultati ottenibili particolarmente a livello di parassitizzazione, in quanto è stato dimostrato che l'azione degli oofagi non è influenzata dall'altezza di ovideposizione (WESELOH, 1972) (7).

Scopo di tali osservazioni è stato quello di individuare eventuali variazioni in questi indicatori complementari al numero delle ovature/ha in correlazione con il livello di popolazione di *L. dispar* (VASIC e JANKOVIC, 1958a), infatti per la Sardegna sono già conosciuti i parassiti e i predatori delle uova di *Lymantria* ed in parte la loro biologia (MARTELLI e ARRÙ, 1957-58; PROTA, 1966).

Dalle osservazioni condotte fra il 1972 e il 1979 (Tab. 2 e Tab. 3) si può rilevare che:

- 1) il numero di germi per ovatura diminuisce in entrambi i biotopi con l'aumentare della densità di popolazione di *L. dispar*, a Cusseddu nel

(6) La tendenza a crescere nel numero delle ovature per ettaro che si manifesta nel 1977 è dovuta ad una lieve diminuzione della pressione degli entomofagi utili sulla popolazione del 1976, che però aumenta nel corso del 1977 riportando la popolazione di *L. dispar* a livelli estremamente bassi nel 1978 (dati in corso di elaborazione). In indagini condotte in Jugoslavia negli anni di latenza delle popolazioni di *L. dispar* fu visto che la densità di popolazione oscilla anche in questa fase e presenta una variabilità abbastanza ampia da 2 a 60 ovature per ha di bosco (VASIC e JANKOVIC, 1959b).

(7) In indagini condotte in diverse regioni del Connecticut durante l'autunno e l'inverno del 1970-71 sul parassitismo da *O. kuwanai* su ovature di *L. dispar* fu visto che l'altezza, l'aspetto, la dimensione e il luogo di ovideposizione non hanno influenza sulle variazioni di parassitizzazione da parte dell'oofago.

Tab. 2 - Risultati delle osservazioni sulle ovature di *L. dispar* negli anni 1972-1979 (Tempio P., loc. Cusseddu).
 Results obtained from monitoring *L. dispar* egg-clusters from 1972-1979 (Tempio Pausania, loc. Cusseddu).

Anno	Ovature/ha (n.)	Ovature osservate (n.)	Uova per ovatura (n.)	Uova parassitizzate (%)	Uova predate (%)	Uova sterili (%)	Uova schiusi? (%)
1972	50	6	519	15,1	2,6	10,1	72,2
1973	74	10	601	2,1	0,6	7,6	89,7
1974	836	14	329	9,3	1,3	10,5	73,9
1975	281	16	643	10,2	1,5	8,3	80,0
1976	13	16	288	18,3	3,1	11,7	66,9
1977	70	20	605	11,1	2,9	5,4	80,6
1978	28	20	674	22,7	5,2	1,8	70,3
1979	86	20	625	17,8	7,1	6,0	69,1

Tab. 3 - Risultati delle osservazioni sulle ovature di *L. dispar* negli anni 1972-1979 (Tempio P., loc. Nuchis).
 Results obtained from monitoring *L. dispar* egg-clusters from 1972-1979 (Tempio Pausania, loc. Nuchis).

Anno	Ovature/ha (n.)	Ovature osservate (n.)	Ova per ovatura (n.)	Ova parassitizzate %	Ova predate (%)	Ova sterili %	Ova schiume (%)
1972	753	13	513	8,3	0,8	13,1	77,8
1973	2027	10	320	9,2	2,3	11,5	77,0
1974	688	14	353	13,3	3,1	10,6	73,0
1975	92	14	339	15,3	3,6	7,9	73,2
1976	334	13	532	10,5	3,3	18,4	67,8
1977	361	18	726	10,6	4,3	6,6	78,5
1978	57	17	541	16,2	7,3	1,7	74,8
1979*	1	1	374	19,0	1,3	1,9	77,8

* L'esiguità della popolazione non ha consentito nel 1979 l'osservazione di un numero adeguato di ovature.

1974 (anche a causa della competizione interspecifica con *M. neustria*, che nell'estate del 1973 ha raggiunto il culmine della sua gradazione) e a Nuchis nel 1973 e 1974, anni di culmine in entrambi i siti; la diminuzione di tale indicatore si registra ancora a Cusseddu nel 1976 e a Nuchis nel 1975 dato che la popolazione, in questi anni, entra chiaramente in retrogradazione (cfr. JANKOVIC, 1958b; VASIC e JANKOVIC 1958a e b; ZIVOJINOVIC, 1955; MAKSIMOVIC, 1953 e 1954; VASIC e JANKOVIC, 1959a e b);

- 2) la percentuale di parassitizzazione delle uova da parte di *Ooencyrtus kuwanai* (How.) e *Anastatus disparis* Ruschka in entrambi i biotopi è inferiore al 10% negli anni di progradazione e culmine della popolazione, mentre è sempre superiore a tale valore negli anni di retrogradazione e latenza (fino ad un massimo di circa il 23%) (8);
- 3) per quanto riguarda la consistenza della predazione, da parte di *Dermestes lardarius* L. e *Haplocnemus jejunos* Kienssenw., si rileva un aumento di incidenza solo negli anni di latenza, mentre in tutte le altre fasi della gradazione del defogliatore forestale essa si mantiene su livelli minimi;
- 4) la sterilità delle uova negli anni di progradazione, culmine e retrogradazione ha valori più alti che negli anni di latenza della popolazione di *L. dispar* in entrambi i biotopi (VASIC e JANKOVIC, 1958a e 1959b; JANKOVIC, 1959);
- 5) la percentuale delle uova che schiudono si mantiene piuttosto elevata in entrambi i siti da noi esaminati e non pare vi siano possibili variazioni collegabili con le fluttuazioni di popolazione del lepidottero (anche se il minimo nella percentuale delle schiuse si registra nel primo o nel secondo anno di retrogradazione).

A conclusione di questa analisi sugli indicatori complementari al numero di ovature/ha, si può dire che sono utili per suggerire una visione più completa delle condizioni della popolazione di *L. dispar* e dare valide

(8) Circa l'eventuale correlazione di tale indicatore con la densità di popolazione, nella letteratura si registrano affermazioni contrastanti a secondo degli ambienti in cui l'osservazione è condotta; in Jugoslavia nel 1957-58 si vide che la percentuale di parassitizzazione delle uova di *L. dispar* era più alta dove la popolazione era al culmine o al primo anno di retrogradazione (VASIC e SALATIC, 1959), mentre studi condotti fra il 1937 e il 1945 in una ampia serie di condizioni forestali in Massachusetts, Connecticut e ad Est di New York, dimostrarono che non vi fu relazione fra la percentuale di parassitizzazione e la densità di popolazione delle uova ospiti (BESS, 1961).

indicazioni sui livelli assoluti di densità larvale da attendersi nelle superfici boschive esaminate.

Infine, è da osservare che l'azione di parassiti e predatori delle uova e l'incidenza della sterilità, non paiono, nel nostro ambiente, agire complessivamente come elementi primari di regolazione delle fluttuazioni di popolazione del lepidottero in esame; pertanto i fattori su richiamati vanno ricercati fra gli agenti biotici ed abiotici che incidono sullo stadio di larva e di crisalide, come verificato per gli anni dal 1972 al 1975 nel biotopo di Cusseddu (DELRIO, LUCIANO e PROTA, 1979).

c) - *Luogo e altezza di ovideposizione*

Il luogo e l'altezza di ovideposizione sono considerati anch'essi degli indicatori fondamentali della gradazione di *L. dispar* (VASIC e JANKOVIC, 1958a).

Nel corso delle indagini compiute dal 1972 al 1980 sono stati individuati svariati luoghi di ovideposizione, oltre che sugli alberi di *Q. suber* e sulle specie forestali vegetanti con essa, su muretti a secco, sotto grondaie e sulle pareti di case coloniche, su ogni sorta di materiali esistenti nelle sugherete nonché sotto pietre e anfrattuosità di rocce e piante.

La scelta del luogo di ovideposizione da parte dell'insetto appare strettamente legata alla condizione della gradazione; è stato verificato infatti quanto già noto in altre località, cioè a dire che negli anni di retrogradazione e latenza le ovature vengono deposte in luoghi molto nascosti (GEORGIJEVIC *et al.*, 1959), mentre l'inizio della gradazione appare spesso caratterizzato da ovature deposte su superfici facilmente in vista, col progredire della stessa si nota la tendenza ad ovideporre nei luoghi più vari (VASIC e JANKOVIC, 1958a).

Nei due biotopi da noi studiati bisogna rilevare che vi erano pochissime o nessuna possibilità alternativa alla deposizione sulle piante di *Q. suber*, in quanto a Cusseddu, come detto, solamente nell'ultimo triennio si è sviluppato il sottobosco a *Q. pubescens*; a Nuchis, invece, essendo il terreno destinato a seminativo, esso è sgombro da qualunque luogo idoneo all'ovideposizione che non sia la quercia da sughero.

Pertanto, tutte le ovature presenti sulle due superfici sono state riscontrate, nei diversi anni di osservazione, sulle piante di *Q. suber*: sul tronco e sui rami nella parte rivolta verso terra.

Dal 1972 al 1980 nel biotopo di Cusseddu è stata condotta anche una indagine dettagliata sull'altezza delle ovideposizioni per verificare la correlazione con la densità di popolazione di *L. dispar*; i dati riportati nella Tab. 4 sono suddivisi secondo lo schema utilizzato da altri autori (JANKOVIC, 1958b).

Tab. 4 - Altezza da terra delle ovature di *L. dispar* negli anni 1972-1980 (Tempio P., loc. Cusseddu).
L. dispar egg-clusters deposition height above ground observed from 1972-1980 (Tempio Pausania, loc. Cusseddu).

Anno	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980*									
Ovature	(n.)	(%)	(n.)	(%)	(n.)	(%)	(n.)	(%)	(n.)									
h da terra	(%)	(n.)	(%)	(n.)	(%)	(n.)	(%)	(n.)	(%)									
0,0 - 0,5 m	16	32,0	27	36,5	0	0,0	0	0,0	0	0,0	45	64,3	11	39,3	28	32,6	719	8,1
0,5 - 1,0 m	12	24,0	6	8,1	0	0,0	0	0,0	0	0,0	7	10,0	10	35,7	2	2,3	164	1,8
1,0 - 2,0 m	15	30,0	10	13,5	1	0,1	0	0,0	0	0,0	7	10,0	0	0,0	0	0,0	81	0,9
2,0 - 4,0 m	3	6,0	10	13,5	23	2,8	12	4,2	1	7,7	4	5,7	1	3,6	11	12,8	263	3,0
4,0 - 6,0 m	4	8,0	10	13,5	60	7,2	94	33,5	7	53,8	1	1,4	3	10,7	19	22,1	984	11,1
oltre 6,0 m	0	0,0	11	14,9	752	89,9	175	62,3	5	38,5	6	8,6	3	10,7	26	30,2	6664	75,1
totale	50	100	74	100	836	100	281	100	13	100	70	100	28	100	86	100	8875	100

* Non sono conteggiate le 600 ovature/ha rilevate sulle giovani piante di *Q. pubescens* deposte tutte fra 0 e 2 m di altezza da terra, sia per uniformare i dati raccolti dal 1972 in poi sempre sulle medesime 130 piante di *Q. suber*, sia perché la loro inclusione avrebbe avuto un'incidenza trascurabile sull'andamento del fenomeno nel 1980.

Dalle osservazioni condotte si rileva che negli anni di latenza (1972, 1977 e 1978) oltre il 75% delle ovature sono deposte, al di sotto dei 2 m di altezza dal suolo, sui tronchi, con buona parte delle stesse fra 0 e 50 cm; negli anni di progradazione (1973 e 1979) dal 40 al 60% delle ovideposizioni è situato oltre i 2 m, mentre una parte cospicua rimane fra 0 e 50 cm; negli anni di culmine (1974 e 1980) più del 75% delle ovature sono deposte oltre i 6 m di altezza; negli anni di retrogradazione (1975 e 1976), anche se non si trovano ovature al di sotto dei 2 m, l'altezza di ovideposizione tende a diminuire e dal 40 al 60% delle ovature sono fra i 2 e i 6 m.

Queste osservazioni confermano il legame fra altezza delle ovideposizioni e condizione della gradazione di *L. dispar* e coincidono con i dati raccolti in aree europee occidentali (JANKOVIC, 1958b e 1959; VASIC e JANKOVIC, 1958a, 1959a e b).

Nei medesimi anni in cui venivano compiute le osservazioni sull'altezza delle ovideposizioni, si prendeva nota anche dell'orientamento delle stesse sui punti cardinali, avendo come riferimento il centro del tronco di ogni pianta; i dati sono riportati in Tab. 5.

Dai dati esposti si può rilevare che in media oltre il 65% delle ovature sono situate, indipendentemente dal luogo dell'ovideposizione (tronco o rami di *Q. suber*) e dall'altezza dello stesso, nel quadrante fra Est e Sud, dove le stesse ricevono una migliore insolazione, quindi più luce e calore, una minore esposizione ai venti dominanti che soffiano dal quadrante fra Nord ed Ovest, nel quale sono deposte in media il 17% delle ovature presenti su tutta la superficie boschiva esaminata (nel 1976 nessuna ovatura risultava presente in questo quadrante).

Il complesso delle osservazioni esposto potrebbe per il futuro consigliare il campionamento delle sole ovature deposte nel quadrante fra Est e Sud, se i dati statisticamente elaborati dimostreranno la validità della rilevazione.

d) - *Correlazioni fra dimensioni dell'ovatura e numero di uova*

Recentemente studi condotti per verificare quali metodi rapidi di campionamento siano più idonei a stabilire i livelli di popolazione di *L. dispar* si sono basati sull'uso delle correlazioni fra le dimensioni delle ovature e il numero di uova in esse contenute (FRAVAL *et al.*, 1978); anche nei biotopi da noi esaminati è possibile trarre correlazioni significative fra il diametro maggiore e quello minore delle ovature e il numero di uova totale.

Infatti, negli anni fra il 1972 e il 1979 sulle 222 ovature raccolte nei biotopi di Cusseddu e Nuchis, oltre alle osservazioni riportate al punto b,

Tab. 5 - Esposizione delle ovature di *L. dispar* negli anni 1972-1980 (Tempio P., loc. Cusseddu).
 Orientation of *L. dispar* egg-clusters observed year by year from 1972-1980 (Tempio Pausania, loc. Cusseddu).

Anno	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980*
Ovature	(n.) (%)	(n.) (%)	(n.) (%)	(n.) (%)	(n.) (%)	(n.) (%)	(n.) (%)	(n.) (%)	(n.) (%)
Esposizione									
Nord	3 6,0 14 18,9 55 6,6 12 4,4 0 0,0 6 8,6 0 0,0 4 4,7 630 7,1								
Nord-Est	2 4,0 5 6,8 24 2,9 14 4,9 2 15,4 9 12,9 2 7,1 10 11,6 603 6,8								
Est	3 6,0 16 21,6 154 18,4 56 19,8 5 38,4 11 15,7 6 21,4 20 23,2 1864 21,0								
Sud-Est	13 26,0 7 9,4 103 12,3 33 11,9 4 30,8 8 11,4 9 32,1 19 22,1 2148 24,2								
Sud	16 32,0 23 31,1 281 33,6 97 34,5 2 15,4 18 25,7 6 21,4 19 22,1 1882 21,2								
Sud-Ovest	6 12,0 5 6,8 135 16,2 37 13,0 0 0,0 6 8,6 1 3,6 4 4,7 683 7,7								
Ovest	6 12,0 3 4,0 73 8,7 28 10,0 0 0,0 8 11,4 1 3,6 3 3,5 559 6,3								
Nord-Ovest	1 2,0 1 1,4 11 1,3 4 1,5 0 0,0 4 5,7 3 10,8 7 8,1 566 5,7								
Totale	50 100 74 100 836 100 281 100 13 100 70 100 28 100 86 100 8875 100								

* Non sono conteggiate le 600 ovature/ha rilevate nel 1980 sulle giovani piante di *Q. pubescens* per uniformare i dati raccolti sulle 130 piante di *Q. suber* osservate dal 1972 in poi.

furono rilevate le misure del diametro maggiore e minore di ogni singola massa di uova e sulla base di tali dati si è proceduto a calcolare i coefficienti di correlazione fra i parametri detti e il numero totale delle uova contenute nelle ovature, sia per tutto l'insieme di osservazioni, sia per i singoli biotopi.

Inoltre, si sono elaborati i dati tenendo conto del tipo di supporto sul quale le ovature erano deposte, distinguendo cioè quelle deposte sul tronco o sulle branche principali da quelle deposte sui rametti più giovani (diametro massimo del rametto 20 mm) di *Q. suber* in quanto si riteneva che la larghezza del supporto vincolasse la femmina di *L. dispar* nella costruzione dell'ovatura.

L'elaborazione dei dati (Tab. 6) ha confermato tale intuizione, infatti per quanto concerne le ovature deposte su supporti ampi si hanno correlazioni elevate fra il numero totale di uova sia con il diametro maggiore sia con quello minore dell'ovatura (r compreso fra 0,65 e 0,74); per le ovature deposte sui rametti ($\emptyset \leq 20$ mm) si sono avute correlazioni elevate solamente fra il diametro maggiore dell'ovatura e il numero totale delle uova in essa contenute (r compreso fra 0,71 e 0,74), mentre fra il diametro minore e il numero totale delle uova contenute nelle stesse ovature si sono ottenuti coefficienti di correlazione se pur buoni non altrettanto elevati (r compreso fra 0,41 e 0,55).

Ciò indica che le femmine di *L. dispar* quando depongono uno stesso numero di uova su supporti diversi dimensionano diversamente le loro ovature, infatti come si rileva dai dati esposti in Tab. 6 esistono differenze notevoli fra il diametro minore delle ovature deposte sui supporti ampi e quello delle medesime costruite su supporti stretti (rametti), mentre non si rilevano grosse variazioni nel diametro maggiore delle stesse; questo ha suggerito di verificare lo spessore delle ovature deposte sui due tipi di supporto e da tale osservazione si è visto che generalmente le ovature deposte sui rametti hanno uno spessore maggiore (fra 8 e 10 mm) di quelle deposte sul tronco o sulle branche principali (spessore fra 6 e 8 mm).

Tale osservazione spiega come ovature che hanno una superficie minore contengano lo stesso numero di uova delle ovature che occupano un'area maggiore.

Gli ampi coefficienti di variabilità (C.V.) che si rilevano in tutte le elaborazioni riportate in Tab. 6 sono dovuti al fatto che i rilievi sono stati condotti lungo tutte le fasi di una gradazione (dal 1972 al 1979), ma allo stesso tempo tali osservazioni hanno consentito di ottenere dati su ovature picco-

Tab. 6 - Valore medio (\bar{x}), deviazione standard (σ), coefficiente di variabilità (C.V.) per il numero totale di uova, la lunghezza e la larghezza delle ovature di *L. dispar* esaminate fra il 1972 e il 1979 nei biotopi di Cusseddu e Nuchis (Tempio P.) e coefficienti di correlazione (r) fra il numero totale di uova e la lunghezza e la larghezza delle ovature medesime.

Average values (\bar{x}), standard deviations (σ) and coefficients of variability (C.V.) relative to total eggs per cluster and dimensions of eggs-cluster axes (1972 to 1979, Tempio Pausania, loc. Cusseddu and Nuchis); correlation coefficients (r) between total eggs per cluster and egg-cluster axial dimensions.

Biotopo	Supporto*	Variabili (n.)	Numero totale di uova				Lunghezza ovatura				Larghezza ovatura			
			\bar{x} (n.)	σ	C.V. (%)	\bar{x} (mm)	σ	C.V. (%)	r	\bar{x} (mm)	σ	C.V. (%)	r	
Cusseddu	A*	76	546,22	236,63	43,32	34,10	10,20	29,91	0,69	21,33	5,44	25,50	0,71	
	B*	46	548,28	213,88	39,01	34,02	9,32	27,39	0,74	13,65	3,62	26,52	0,55	
Nuchis	A	56	478,46	208,11	43,49	30,84	9,66	31,32	0,71	19,14	5,09	26,59	0,65	
	B	44	568,75	241,17	47,40	31,95	10,26	32,11	0,71	13,23	2,95	22,30	0,41	
Cusseddu	A+B	122	547,00	227,42	41,57	34,07	9,84	28,88	0,71	18,43	6,10	33,10	0,52	
Nuchis	A+B	100	491,79	222,60	45,26	31,33	9,89	31,57	0,71	16,61	5,21	31,37	0,39	
Cusseddu + Nuchis	A	132	517,48	226,65	43,80	32,72	10,06	30,74	0,70	20,41	5,38	26,36	0,70	
Cusseddu + Nuchis	B	90	528,95	227,21	42,95	33,01	9,79	29,66	0,73	13,43	3,29	24,50	0,48	
Cusseddu + Nuchis	A+B	222	522,13	226,43	43,37	32,84	9,93	30,24	0,71	17,59	5,77	32,80	0,48	

* Supporto: A = ovature deposte sul tronco e sulle branche principali; B = ovature deposte sui rametti con $\varnothing \leq 20$ mm.
* Oviposizion site: A = cluster laid on trunk and main branches; B = clusters laid only on smaller branches (≤ 20 mm \varnothing).

lissime ed eccezionalmente grandi (il numero totale di uova nell'ovatura più piccola è stato di 63, mentre in quella più grande di 1379 uova).

Comunque, le osservazioni condotte in entrambi i biotopi e sui vari tipi di supporto confermano che, su campioni abbastanza ampi di ovature, il diametro maggiore di queste è correlato strettamente con il numero di uova in esse contenute; l'esame di tale elemento consente inoltre la costruzione di rette di regressione che possono essere utili nel condurre campionamenti se pur rapidi sufficientemente significativi sulla densità assoluta della popolazione di *L. dispar* allo stadio di uovo (Fig. 3), anche se i coefficienti di correlazione che si rilevano in natura non sono ampi come quelli che si possono ottenere su ovature deposte in condizioni controllate come quelle di un allevamento in laboratorio (9).

CONCLUSIONI

L'insieme dei dati raccolti in quasi un decennio di osservazioni sulla dinamica di popolazione di *L. dispar*, in una delle zone boschive più importanti della Sardegna, consente di avere un quadro sufficientemente chiaro dell'evolversi delle gradazioni di questo lepidottero defogliatore.

Si è potuto constatare che defogliazioni totali sono da attendersi ogni 7-9 anni e che il fenomeno può ripetersi per almeno 2-3 anni consecutivi nel medesimo sito, come si è verificato nei biotopi esaminati e nelle zone circostanti, con l'uso di trappole per la cattura degli adulti e il conteggio delle ovature per ettaro di bosco.

In particolare quest'ultimo metodo di osservazione della densità di popolazione ha posto in evidenza tutte le fasi di gradazione di *L. dispar* dimostrando che essa può passare nel volgere di 2-3 anni da popolazioni limitatissime (anni di latenza) a popolazioni estremamente elevate (anni di culmine).

Inoltre si è osservato che l'aumento della densità di popolazione può essere non coincidente anche in zone vicine fra loro, e la *L. dispar* può mantenersi a livelli di densità differenti anche in biotopi contigui; tuttavia poiché le zone più altamente popolate fungono da focolai di infestazione, sia per il trasporto passivo delle giovani larve esercitato dal vento, sia per

(9) In allevamento è stato ottenuto un coefficiente di correlazione elevatissimo ($r = 0,94$) fra il numero di uova delle ovature e la lunghezza delle stesse (FRAVAL *et al.*, 1978).

lo spostamento attivo delle larve prossime alla maturità spinte alla ricerca del cibo fuori dalle aree originarie, nel volgere di qualche anno ampi comprensori forestali subiscono pesanti defogliazioni.

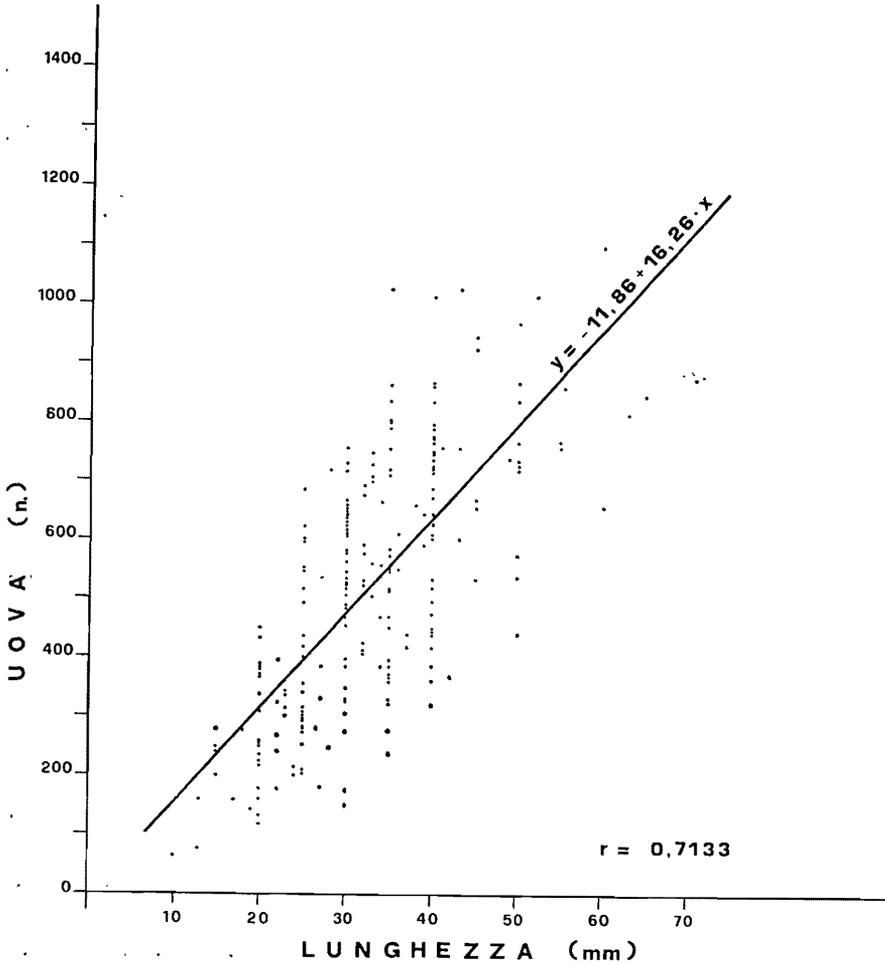


Fig. 3 - Correlazione fra la lunghezza delle ovature di *Lymantria dispar* L. e il numero totale di uova in esse contenuto (Tempio P., loc. Cusseddu e Nuchis).

Relationship (with linear regression) between *Lymantria dispar* L. egg-clusters major axis length and total eggs per cluster (Tempio Pausania, loc. Cusseddu and Nuchis).

Le indagini condotte sulle ovature consentono di concludere che:

- 1) il numero medio di uova per ovatura può essere considerato un indicatore fondamentale della fase di gradazione del lepidottero, in quanto esso diminuisce in presenza di alte densità di popolazione ed è ugualmente basso nel primo anno di retrogradazione, mentre si mantiene su valori elevati negli anni di latenza e progradazione;
- 2) l'incidenza dei parassiti (*Ooencyrtus kuwanai* (How.) e *Anastatus disparis* Ruschka), dei predatori (*Dermestes lardarius* L. e *Haplocnemus jejunos* Kinschw.) e della sterilità dell'uovo non hanno un chiaro legame con la densità di popolazione del defogliatore, anche se questi elementi possono essere validamente considerati come indicatori complementari al numero di ovature/ha, per definire compiutamente la fase di gradazione di *L. dispar*. È da dire, inoltre, che i parassiti oofagi dimostrano di avere un potenziale biotico più strettamente legato alle variazioni di popolazione dell'ospite, di quanto non l'abbiano i Coleotteri predatori. Comunque si ritiene che l'azione di parassiti, predatori ed indice di sterilità dell'uovo non siano elementi primari di regolazione delle fluttuazioni di popolazione di *L. dispar* e che i fattori regolatori delle gradazioni debbano essere ricercati fra gli agenti biotici che incidono sugli stadi di larva e crisalide del defogliatore.

Anche l'altezza delle ovideposizioni può essere considerata un indicatore fondamentale della fase di gradazione di *L. dispar* in quanto essa cresce con l'aumentare della densità di popolazione.

Inoltre, lo studio dell'orientamento sulla pianta delle ovideposizioni, che ha rivelato come circa il 65% delle ovature vengano deposte ogni anno nel quadrante Sud-Est, e la verifica dell'esistenza di una buona correlazione fra lunghezza dell'ovatura e il numero di uova in essa contenute, hanno fornito gli elementi per procedere a rapidi campionamenti delle popolazioni di *L. dispar* anche su ampie superfici.

Il complesso delle osservazioni condotte sullo stadio di uovo del Limantride oltre allo studio delle gradazioni, ha fornito, quindi, anche gli indicatori utilizzabili per una stima assoluta della popolazione e per una previsione dell'evoluzione della densità della stessa.

Infatti, l'associazione degli indicatori, numero di ovature per ettaro di superficie boschiva e numero totale di uova per ovatura, quest'ultimo

facilmente determinabile con il rilievo del solo diametro maggiore delle ovature su un campione ampio di esse e con l'uso dell'equazione di regressione $y = - 11,86 + 16,26 \cdot x$, consente una stima assoluta della popolazione sufficientemente attendibile, con conseguente previsione dell'eventualità della defogliazione.

Se ad entrambi gli indicatori citati si affiancano anche osservazioni sull'altezza delle ovideposizioni si può facilmente prevedere se la popolazione tende a crescere o a diminuire.

Osservazioni che comprendessero, oltre agli elementi già descritti, anche tutta la serie di indicatori complementari presi in esame nel presente lavoro, consentirebbero di determinare anche la fase di gradazione in cui si trova la *L. dispar* e, pertanto, anche la distanza in anni dal futuro massimo di densità di popolazione, almeno per la zona presa in considerazione.

Si ritiene, infine, che solamente attraverso diffuse indagini di tale tipo gli enti e le istituzioni preposti alla difesa fitosanitaria del patrimonio boschivo possano compiere interventi programmati atti a limitare le infestazioni di *L. dispar* e che al tempo stesso salvaguardino gli equilibri naturali.

RIASSUNTO

Dal 1972 al 1980 in un'area subericola della Sardegna Nord-Orientale si sono condotte osservazioni sulla dinamica di popolazione di *Lymantria dispar* L.

Nel presente lavoro vengono illustrati i risultati ottenuti dalle indagini condotte sullo stadio di uovo del defogliatore forestale. Le osservazioni eseguite sul numero di ovature per ettaro di superficie boschiva hanno dimostrato che sono da attendersi defogliazioni totali ogni 7-9 anni e che l'aumento della densità di popolazione può essere non concomitante anche in zone vicine fra loro, come pure che le popolazioni di *L. dispar* possono mantenersi a livelli di densità differenti anche in biotopi contigui.

Per quanto concerne il numero medio di uova per ovatura si sottolinea che esso è basso negli anni di culmine della popolazione (da 329 a 353) e nel primo anno di retrogradazione (da 288 a 339) mentre è sensibilmente più elevato negli anni di latenza e di progradazione (da 674 a 726).

Gli elementi raccolti sull'incidenza della parassitizzazione e della predazione, esercitate rispettivamente da *Ooencyrtus kuwanai* (How.) e *Anastatus disparis* Ruschka e da *Dermestes lardarius* L. e *Haplocnemus jejuna* Kienow., che al massimo hanno raggiunto il 27,9% nel 1978, anno di latenza della popolazione di *L. dispar*, suggeriscono che tali entomofagi non sono da ritenersi elementi primari di regolazione delle popolazioni del defogliatore.

L'incidenza della sterilità delle uova negli anni di progradazione, culmine e retrogradazione (dal 7,6 al 18,4%) è più alta che negli anni di latenza delle popolazioni (dall'1,7 al 6,0%).

Le indagini sull'altezza di ovideposizione hanno dimostrato che negli anni di latenza oltre il 75% delle ovature è deposto al di sotto dei 2 m di altezza dal suolo sui tronchi di *Quercus suber* L., negli anni di progradazione dal 40 al 60% delle ovature è deposto sopra i 2 m, negli anni di culmine più del 75% delle ovature è deposto oltre i 6 m di altezza, mentre negli anni di retrogradazione dal 40 al 60% delle ovature è deposto fra i 2 e i 6 m da terra.

Sono state poste in evidenza correlazioni significative fra dimensioni delle ovature e numero di uova in esse contenute, in particolare è stata calcolata la retta di regressione fra la lunghezza del diametro maggiore dell'ovatura e il numero totale di uova in essa presenti ($y = - 11,86 + 16,26 \cdot x$), che potrebbe consentire una più rapida stima dei livelli di popolazione.

Si ipotizza infine che l'insieme degli indicatori analizzati, se correttamente utilizzati su ampia scala potrebbe fornire previsioni sufficientemente valide del livello delle popolazioni di *L. dispar*, della fase di gradazione delle stesse, insieme agli elementi idonei per una adeguata programmazione della difesa delle foreste.

RÉSUMÉ

La dynamique de population de Lymantria dispar L. en Sardaigne I. Indicateurs de la gradation obtenus des pontes

Dès 1972 au 1980 dans une zone des bois de chêne-liège de la Sardaigne Nord-Orientale on a fait des observations sur la dynamique de population de *Lymantria dispar* L.

Dans ce travail on illustre les résultats obtenus par les recherches conduites sur le stade d'oeuf du défoliateur forestier. Les observations conduites sur le nombre de pontes par hectare de surface boisée ont démontré qu'il faut prévoir des défoliations totales chaque 7-9 ans et que l'augmentation de la densité de population ne pas être concomitante même dans les zones avoisinantes, où peuvent se maintenir les populations de *L. dispar* à différents niveaux de densité même dans les zones attenantes.

Pour ce qui concerne le nombre moyen d'oeufs par ponte on souligne qu'il est faible dans les années de population maximum (de 329 à 353) et dans la première année de rétrogradation (de 288 à 339) tandis qu'il est considérablement plus élevé dans les années de latence et de progradation (de 674 à 726).

Les éléments recueillis sur l'incidence du parasitisme et de la prédation exercées respectivement par *Ooencyrtus kuwanai* (How.) et *Anastatus disparis* Ruschka, par *Dermestes lardarius* L. et *Haplocnemus jejunos* Kinsensw., qui au maximum ont atteint le 27,9% en 1978, année de latence de la population de *L. dispar*, font penser que ces entomophages ne sont pas des éléments primaires de régulation des populations du défoliateur.

L'incidence de la stérilité des oeufs pendant la progradation, le pic de la

gradation et la rétrogradation (de 7,6 au 18,4%) est plus élevée que pendant les années de latence des populations (de 1,7 à 6,0%).

Les recherches sur la hauteur de ovidéposition ont démontré que pendant les années de latence plus de 75% des pontes est située au-dessous des 2 m de hauteur du terrain sur les troncs de *Quercus suber* L., pendant les années de progradation de 40 à 60% des pontes est située au-dessus des 2 m, pendant les années de densité maximum plus de 75% des pontes est située au-dessus des 6 m de hauteur, tandis que pendant les années de rétrogradation de 40 à 60% des pontes est située entre 2 et 6 m de terre.

On a mis en évidence des corrélations significatives entre les dimensions des pontes et le nombre des oeufs qu'elles contiennent, en particulier on a calculé la droite de régression entre le plus grand diamètre de la masse ovulaire et le nombre totale des oeufs ($y = - 11,86 + 16,26 \cdot x$), qui pourrait consentir une évaluation plus rapide des niveaux de population.

Enfin on suppose que l'ensemble des indicateurs analysés, correctement utilisés sur une grande échelle, pourrait fournir des prévisions suffisamment valides du niveau des populations de *L. dispar*, de la phase de gradation de celles-ci, avec les éléments appropriés pour une juste programmation de la défense des forêts de *Q. suber* contre les défoliations.

SUMMARY

Gypsy Moth Population Dynamics in Sardinia I. Gradation Indicators from Egg-cluster Analysis

The present work, dealing with the egg stage of *Lymantria dispar* L., forms part of a 9-year (1972-1980) research program on the population dynamics of the insect in a N. E. Sardinian cork-growing region.

Egg-cluster counts (per hectare of forest surface) showed that total defoliation is to be expected every 7-9 years, that population density increase is not necessarily concomitant, and that different population densities may occur even in adjacent biotopes. The average egg count per cluster was low (329 to 353) in peak population years and in the first year of retrogradation (288 to 339), but appreciably higher in years of latency and progradation (674 to 726). Egg sterility showed lower (from 1.7% to 6.0%) in latency years than in years of progradation, peak and retrogradation (from 7.6% to 18.4%). The height above ground of ovideposition on the cork-oak trunks also varied. In latency years, more than 75% of the clusters were laid below 2 metres: in progradation years, from 40% to 60% at above 2 m. In peak years, more than 75% were laid above 6 m, and in retrogradation years 40% to 60% between 2 m and 6 m. Information gathered on parasites (*Ooencyrtus kuwanai* (How.) and *Anastatus disparis* Ruschka) and predators (*Dermestes lardarius* L. and *Haplocnemus jejunos* Kinsenw.), which, at most, reached 27.9% in 1978 — a latency year for *L. dispar* —, would suggest that these are not of prime significance in controlling the defoliating populations.

Statistic correlations are shown between egg-cluster dimensions and egg count per cluster, in particular the linear regression between the length of the egg-cluster major axis and total eggs in the cluster ($y = -11.86 + 16.26 x$), in order to enable estimates of population levels to be made more rapidly. If correctly used on a large scale, the indicators analysed taken as a whole should enable sufficiently reliable forecasts to be made of *L. dispar* population levels and gradation phases, forming the basis of commensurate programming for the protection of *Quercus suber* forests from defoliation.

BIBLIOGRAFIA

- BESS H.A., 1961 — Population ecology of the gypsy moth *Porthetria dispar* (L.) (*Lepidoptera: Lymantriidae*). *Com. Agric. Exp. Stn. Bull.*, 649, 43p.
- CAMBINI A., 1971 — Valutazione dei danni causati dagli insetti defogliatori alla quercia da sughero. *Atti del I Convegno Regionale del Sughero* (Tempio P., 14-16 ottobre 1971): 327 - 339.
- CAMPBELL R.W., 1966 — Gypsy moth egg-mass density and subsequent defoliation. *U.S. Dept. Agric. For. Serv. Res. Note NE-44*: 6p.
- CAMPBELL R.W., 1974a — Relation between overstory composition and subsequent defoliation by the gypsy moth. *J. For.* 72 (3): 141 - 142.
- CAMPBELL R.W., 1974b — Relationships between overstory composition and gypsy moth egg-mass density. *U.S. Dept. Agric. For. Serv. Res. Note NE-191*: 6 p.
- CAMPBELL R.W., 1978 — Some effects of gypsy moth density on rate of development pupation time and fecundity. *Ann. Entomol. Soc. Am.*, 71 (3): 442 - 448.
- DELRIO G., LUCIANO P., PROTA R., 1979 — Dix ans d'observations sur l'entomofaune nuisible au Chêne-liège en Sardaigne, pour la protection de la forêt. *Bol. Soc. Sarda Sci. Nat.*, 18: 71 - 97.
- DISSESCU G., 1978 — Utilisation des phéromones sexuels synthétiques dans les forêts de quercinées infectées par *Lymantria dispar* L. *Zast. Bilja*, 142/144: 105 - 109.
- FITZE K., 1959 — Utvrdivanje zarista gubara na području Bosne i Hercegovine u toku 1958 godine. *Zast. Bilja*, 52/53: 171 - 173.
- FRAVAL A., HERARD F., JARRY M., 1978 — Méthodes d'échantillonnage des populations de pontes de *L. dispar* (Lep.: *Lymantriidae*) en Mamora (Maroc). *Ann. Zool. Ecol. anim.*, 10 (2): 267 - 279.
- GEORGIJEVIC E., LUTERSEK D., FICE K., VACLAV V., 1959 — Problem zarista gubara u Bosni i Hercegovini. *Zast. Bilja*, 56: 89 - 94.
- GRUBER F., FUESTER W., DREA J.J., 1978 — Répartition de *Lymantria dispar* (L.) et *L. monacha* (L.) en France (*Lepidoptera: Lymantriidae*). *Annls. Soc. ent. Fr. (N.S.)*, 14 (4): 599 - 602.
- JANKOVIC Lj., 1958a — Uperedna ekoloska ispitivanja gubara u brdskim i planinskim biotopima na Mokroj Gori (Jovin Grob) i na Kopaoniku u periodu od 1954-1957 godine. *Zast. Bilja*, 41/42: 81 - 87.
- JANKOVIC Lj., 1958b — Dinamika populacije gubara u Jakovackom Kljucu. *Zast. Bilja*, 41/42: 35 - 48.
- JANKOVIC Lj., 1959 — Kvantitativna ekoloska proucavanja gubara u Jakovackom Kljucu. (Izvestaj o radu u 1959 god.). *Zast. Bilja*, 56: 109 - 111.
- MAKSIMOVIC M., 1953 — Neka zapazanja o krizi gradacije gubara 1950 godine u nizinskoj i planinskoj sumi. *Zast. Bilja*, 15: 12 - 27.
- MAKSIMOVIC M., 1954 — Brojnost jaja u leglima gubara. *Zast. Bilja*, 26: 57 - 60.

- MAKSIMOVIC M., 1969 — Investigation of population dynamics of the gypsy moth by means of traps. *Insect ecology and sterile-male technique. Proc. Panel, IAEA/FAO, Vienna, STI/PUB 223*: 9 - 19.
- MARTELLI M., ARRÙ G.M., 1957 - 1958 — Ricerche preliminari sull'entomofauna della Quercia da sughero. (*Quercus suber* L.) in Sardegna. *Boll. Zool. agr. e Bachic.* serie II, 1, pp. 5 - 49.
- PROTA R., 1965 — Appunti su una trappola a luce miscelata per la cattura di insetti. *Studi Sass., sez. III, Ann. Fac. Agr. Univ. Sassari, XIII*: 323 - 335.
- PROTA R., 1966 — Contributi alla conoscenza dell'entomofauna della Quercia da sughero (*Quercus suber* L.). V. Osservazioni condotte in Sardegna su *Ooencyrtus kuwanai* (Howard) (*Hymenoptera Encyrtidae*) nuovo per la fauna italiana. *Mem. Staz. Sper. Sughero* (Tempio Pausania), 17: 1 - 26.
- PROTA R., 1973 — Contributi alla conoscenza dell'entomofauna della Quercia da sughero (*Quercus suber* L.). VII. Indagini sulla composizione e consistenza della lepidotterofauna di una sughereta e sul dinamismo delle principali specie nocive. *Mem. Staz. Sper. Sughero*, Tempio Pausania, 35: 1 - 131.
- PROTA R., 1974 — Note sulla cenosi lepidotterica di *Quercus suber* L. e sulle fluttuazioni di alcune specie dannose fotosensibili. *Redia*, LV: 439 - 461.
- SERVAZZI O., MARTELLI M., 1957 — Indagine sulla situazione fitosanitaria della Sardegna. *Studi Sass., sez. III, Ann. Fac. Agr. Univ. Sassari*, vol. IV: 49 - 114.
- SIMIONESCU A., STEFANESCU M., 1978 — Evolution des gradations de *Lymantria dispar* L. dans les forêts de la République Socialiste de Roumanie de 1971 à 1976 et mesures de lutte. *Zast. Bilja*, 143/144: 141 - 149.
- USAI G., 1971 — Aspetti economici del settore del sughero. *Atti del I Convegno Regionale del Sughero* (Tempio P. 14-16 ottobre 1971): 57 - 112.
- VASIC K., JANKOVIC Lj., 1958a — Prilog poznavanju indikatora za prognozu stanja gradacije gubara. *Zast. Bilja*, 41/42: 3 - 15.
- VASIC K., JANKOVIC Lj., 1958b — Rezultati ispitivanja gubaravib legala na teritorji Jugoslavije u 1957 godini. *Zast. Bilja*, 41/42: 147 - 155.
- VASIC K., JAKOVIC Lj., 1959a — Stanje gubara u Jugoslavije u 1959 i prognoza za 1960 godinu. *Zast. Bilja*, 56: 3 - 25.
- VASIC K., JANKOVIC Lj., 1959b — Prilog poznavanju karakteristika indikatora stanja gubarevih populacija u latenci. *Zast. Bilja*, 56: 39 - 44.
- VASIC K., SALATIC S., 1959 — Novi prilog payanavanju parazitskih *Hymenoptera* gubara. Parazitske *Hymenoptera* gubara u 1958 godini. *Zast. Bilja*, 52/53: 45 - 50.
- VASILJEVIC Lj., 1959 — Dvogodisnje kretanje populacije gubara po završetku epizootije tipa poliedrije u nekim reonima NR Srbije. *Zast. Bilja*, 56: 75 - 78.
- WESELOH R.M., 1972 — Influence of gypsy moth egg mass dimensions and microhabitat distribution on parasitization by *Ooencyrtus kuwanai* (Howard). *Ann. Entomol. Soc. Am.*, 65 (1): 64 - 69.
- ZECEVIC D., JANKOVIC Lj., SISOJEVIC P., 1959 — Uperedna ekoloska ispitivanja gubara u ritskim, brdskim i planinskim biotopima (Ada Huja, Trstena Kod, Mladenovca, Fruska Gora, Mokra Gora i Kopaonik). *Zast. Bilja*, 56: 119 - 125.
- ZIVOJINOVIC S., 1955 — Gradacija gubara na slovenackom Krasu. *Zast. Bilja*, 31: 3 - 11.