

Delrio, Gavino; Luciano, Pietro; Prota, Romolo (1979) *Dix ans d'observation sur l'entomofaune nuisible au Chêne-liège en Sardaigne, pour la protection de la forêt*. Bollettino della Società sarda di scienze naturali, Vol. 18 (1978), p. 71-97. ISSN 0392-6710.

<http://eprints.uniss.it/3320/>

ANNO XII - VOL. XVIII

S. S. S. N.

1978

BOLLETTINO

della

SOCIETA' SARDA
DI SCIENZE NATURALI

Consulenti editoriali per questo volume:

Prof. Luigi Barbanti
Prof. Francesco Cariati
Prof. Giorgio Cignarella
Prof. Tullio Dolcher
Prof. Nullo Glauco Lepori
Prof. Guido Moggi
Prof. Enio Nardi
Prof. Ione Rossi
Prof. Livia Tonolli

Direttore Responsabile e Redattore
Prof. FRANCA VALSECCHI

Autorizzazione Tribunale di Sassari n. 70 del 29-V-1968

**Dix ans d'observations sur l'entomofaune nuisible au Chêne-liège
en Sardaigne, pour la protection de la forêt. ** (1)**

GAVINO DELRIO*, PIETRO LUCIANO*, ROMOLO PROTA*

PREFACE

En perspective d'une restauration appropriée des forêts, tout spécialement de celles de *Quercus suber* L., qui tiennent compte non seulement de la défense du sol et de la production, mais du respect du paysage et de la sauvegarde du milieu, il faut bien mettre en relief le besoin de pratiquer des interventions phytosanitaires seulement en présence des nécessités réelles et selon des critères et avec des moyens tels qui ne provoquent pas de transformations irréversibles dans les biocénoses qui caractérisent ces forêts.

En ce qui concerne la Sardaigne, ces propos apparaissent plus clairement car, à l'Administration Régionale, on essaye concrètement d'ouvrir le dialogue sur la Programmation Territoriale, tendant à activer l'étude intégrale des ressources naturelles et leur entretien.

Au point de vue strictement économique (CAMBINI, 1971; USAI, 1971) on peut justifier l'intérêt à défendre et à donner de l'essor à la production subéricole, soit pour des perspectives amélio-

** Cette note a été présentée et discutée à l'occasion des journées d'étude, organisées en 1975 à Bastia, par la « Société des sciences historiques et naturelles de la Corse », à fin de débattre les problèmes les plus directement liés à l'évolution des communautés rurales de l'île.

* Istituto di Entomologia agraria dell'Università di Sassari.

(1) Travail exécuté avec la contribution financière de l'Assessorato Agricoltura e Foreste, Regione Autonoma de la Sardaigne.

rées dans le Marché Commun, soit parce qu'une partie du territoire de la Sardaigne ne trouve aucune autre fructueuse destination.

La défense phytosanitaire de nos forêts est donc fondamentale, surtout si l'on observe que, périodiquement, tous nos bois de chêne-liège sont sujets aux défeuillaisons intenses.

Aux pertes de production dues à une réduction de l'accroissement ligneux et subericole, ainsi qu'aux attaques secondaires de toutes sortes qui provoquent des conditions sanitaires de plus en plus précaires, il faut ajouter les pertes indirectes dues à l'impossibilité d'extraire le liège après la défeuillaison totale.

Pour ce qui concerne la Sardaigne, on a estimé que les pertes s'élèvent à 2 milliards et 500 millions de Lires environ pour chaque tour d'extraction.

BUT DU TRAVAIL

L'étude entreprise a eu pour but d'établir avant tout la composition faunistique des bois de chêne-liège avec une considération particulière pour la faune des lépidoptères, étant la plus nuisible à la plante, et de relever tous les éléments de la biocénoses pour expliquer, en plus, les gradations, et pour proposer aussi des plans organiques de lutte à soumettre aux Administrations pour la défense des forêts.

En cette note on a l'intention de mentionner en résumé tout ce qu'on a relevé pendant 10 ans d'observations et de recherches dans un biotope de la Sardaigne septentrionale (Gallura), dans un milieu notoirement très semblable, non seulement du côté pédoclimatique, mais socio-économique aussi, à certains territoires de la Corse (p. ex. Portovecchio).

Les sujets ici succinctement développés concernent:

- 1) la composition de la faune des lépidoptères photosensibles;
- 2) la dynamique des populations des principaux défoliateurs et les facteurs qui la régulent;
- 3) l'influence des facteurs météorologiques sur l'ensemble plante - phytophage

COMPOSITION FAUNISTIQUE

Au cours des recherches on a reconnu plus de 300 espèces de lépidoptères, dont 33 inféodées au chêne-liège et 34 qui avaient des rapports avec les autres Chênes qui végétaient en Sardaigne, capables en puissance de couvrir les éventuels espaces écologiques laissés vides par les espèces particulièrement nuisibles.

Il s'agit d'un ensemble de phytophages qui représente 18% environ de toute la faune des lépidoptères connue pour le biotope examiné (Tab. I).

TABLEAU I - Espèces capturées au piège lumineux pendant les ans 1964 - 1975 (Tempio, loc. Cusseddu)

Familles	Espèces (n)	Familles	Espèces (n)
Arctiidae	6	Noctuidae	160
Cossidae	2	Notodontidae	7
Cymatophoridae	1	Nolidae	2
Crambidae	8	Phycitidae	15
Drepanidae	2	Pieridae	1
Elachistidae	1	Pyralidae	12
Galleridae	1	Pyraustidae	20
Gelechiidae	9	Plutellidae	1
Geometridae	42	Pterophoridae	3
Gracilariidae	1	Saturniidae	1
Hyponomeutidae	3	Sphingidae	6
Lasiocampidae	3	Tineidae	2
Lymantriidae	4	Tortricidae	15
Nymphalidae	1		

La plupart des espèces signalées, presque toutes de moyennes et grandes dimensions, et très importante au point de vue phytopathologique, paraît sensible phototropiquement, donc facilement échantillonnable par pièges lumineux (PROTA, 1965).

Les espèces les plus importantes, soit pour la grande diffusion, soit pour la grande fréquence avec laquelle on les a relevées, sont: Noctuidae: *Dryobotodes eremita* Fabr., *Dryobotodes monochroma* Esp., *Orthosia cruda* Schiff., *Spudaea rutililla* Esp.; Lymantriidae: *Porthetria dispar* (L.); Notodontidae: *Phalera bucephala* L.;

Lasiocampidae: *Malacosoma neustria* L.; Tortricidae: *Tortrix viridana* L.

Leur présence se manifeste dans de différentes périodes de l'année, avec une concentration en correspondance de l'époque printanière-estivale.

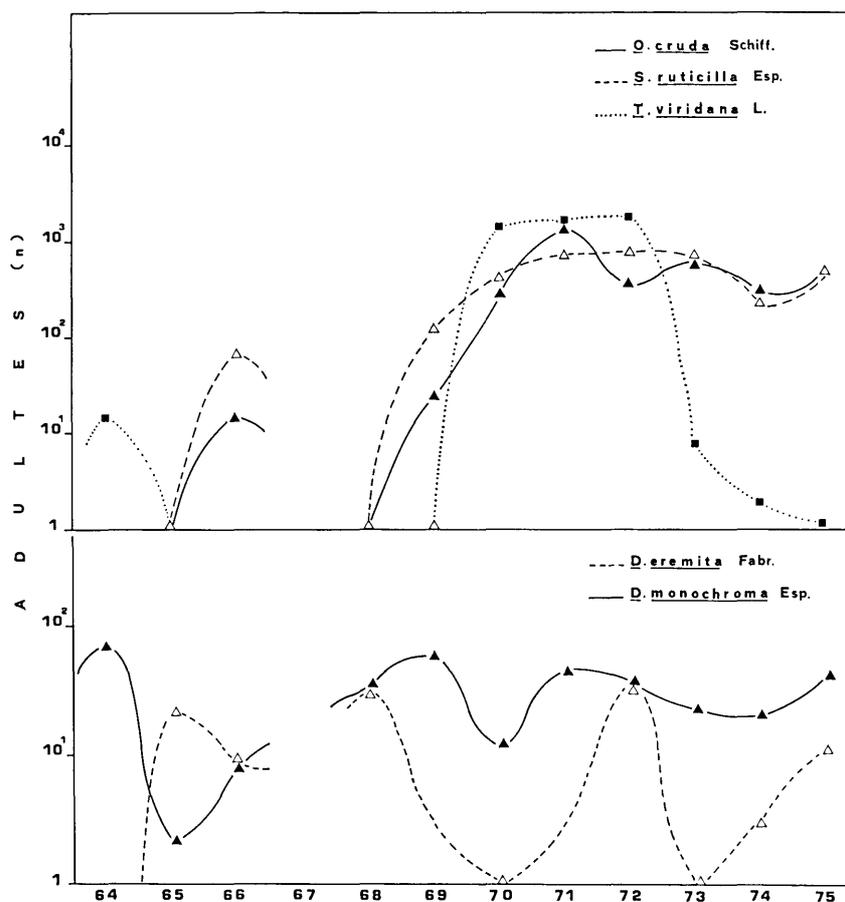


Fig. 1 - Gradations de *O. cruda* Schiff., *S. ruticilla* Esp., *T. viridana* L., *D. eremita* Fabr. et *D. monochroma* Esp. relevées par capture au piège lumineux (Tempio P., Sardaigne).

L'importance des dégâts est considérable au niveau de *P. dispar* L., *M. neustria* L., *T. viridana* L. et en correspondance des années dans lesquelles la densité des populations est très haute; les

autres lépidoptères, bien que constamment présents, ne donnent pas lieu à des soucis sérieux, même si leur contrôle est nécessaire, puisqu'ils peuvent jouer un rôle différent là où les conditions écologiques défavorables exposent les plantes aux attaques plus intenses, où au cours des fluctuations d'autres espèces plus importantes.

DYNAMIQUE DES ESPÈCES PRINCIPALES

L'étude de la dynamique des espèces photosensibles a été menée à partir de 1964 jusqu'à 1975 dans un bois de chêne-liège dans la localité de Cusseddu (Tempio Pausania, 470 m au dessus du niveau de la mer) avec l'aide d'un piège lumineux.

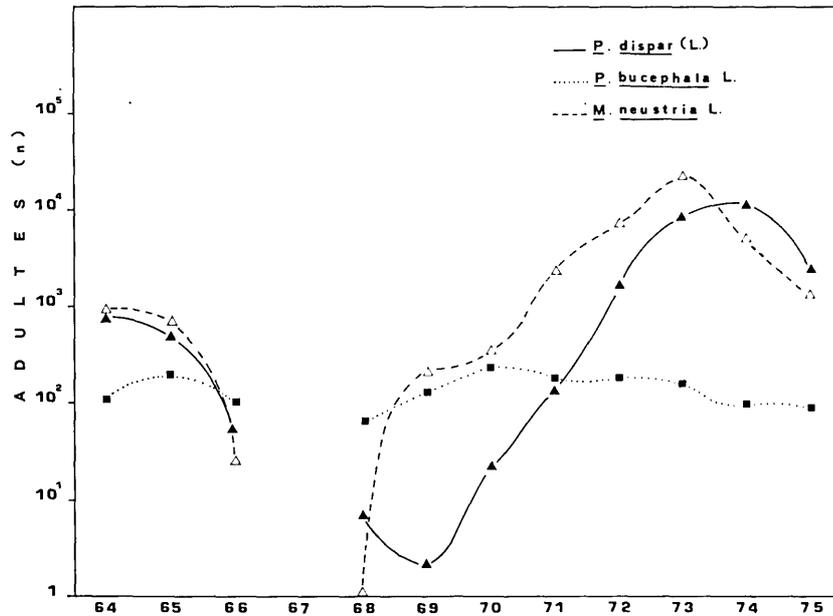


Fig. 2 - Gradations de *P. dispar* (L.), *P. bucephala* L. et *M. neustria* L. relevées par capture au piège lumineux (Tempio P., Sardaigne).

D'après le nombre des adultes capturés par an (Tab. II), on peut classer les espèces étudiées en trois groupes distincts (SCHWERDTFEGER, 1957; ZOCCHI, 1959; BOVEY, 1971; PROTA, 1974): — les populations de *D. eremita* Fabr., *D. monochroma* Esp. ap-

TABLEAU II - Nombre d'adultes des espèces principales capturées au piège lumineux pendant les ans 1964 - 75 (Tempio, loc. Cusseddu).

76

Espèce	1964	1965	1966	1967 *	1968	1969	1970	1971	1972	1973	1974	1975
<i>D. eremita</i> Fabr.	1	21	9		31	3	1	3	37	0	3	9
<i>D. monochroma</i> Esp.	73	2	8		33	59	12	47	38	24	21	42
<i>O. cruda</i> Schiff.	0	0	15		0	25	295	1360	359	582	303	424
<i>S. ruticilla</i> Esp.	0	0	0		1	127	444	768	796	731	240	515
<i>P. dispar</i> (L.)	814	498	54		7	2	22	136	1713	8901	11567	2504
<i>P. bucephala</i> L.	105	196	102		62	125	235	179	180	160	100	90
<i>M. neustria</i> L.	831	663	25		0	229	343	2577	7623	22929	5094	1409
<i>T. viridana</i> L.	15	0	0		0	0	1442	1728	1886	8	2	0

* Pendant cette année on n'a relevé aucune observation.

- partiennent au type *latent* (fig. 1); c'est à dire qu'elles restent au dessous du seuil de tolérance de la plante-hôte;
- les populations de *T. viridana* L., *O. cruda* Schiff., *S. ruticilla* Esp. sont de type *temporaire* (fig. 1), ou mieux se manifestent après une période de latence assez longue;
 - les populations de *M. neustria* L., *P. dispar* (L.), *P. bucephala* L. sont de type *périodique* (fig. 2), avec fluctuations cycliques et périodes de latence mal définissables.

En négligeant le premier type comprenant lépidoptères qui actuellement ne semblent pas de grande importance phytopathologique, on s'arrêtera sur les autres espèces comprises dans les types temporaire et périodique.

Tortrix viridana L.

Ce Tortricide, à vaste valence écologique, qui dans certaines zones de son aire de répartition est considéré comme défoliateur permanent, à la même manière de certains insectes nuisibles vivant dans un milieu perturbé par les techniques culturales (BOVEY, 1971), en Sardaigne il paraît manifester une véritable période de latence, interposée entre une gradation et l'autre. D'après les données recueillies jusqu'à présent, il paraît que la durée des fluctuations ne doit pas se prolonger au delà d'un espace de trois ans. En tenant compte de ce qu'on a été observé dans d'autres régions, il faut bien confirmer une telle donnée.

Orthosia cruda Schiff. et *Spudaea ruticilla* Esp.

La présence de ces deux espèces univoltines de *Noctuidae* se manifeste en masse, plus ou moins soudainement (à partir du mois de Février jusqu'au mois d'Avril), après de longues périodes de latence.

Les coefficients d'accroissement de population plutôt élevés remarqués pendant les années 1970 et 1971 ont de plus en plus diminué, en coincidence avec les infestations provoquées par les défoliateurs les plus importants.

Phalera bucephala L.

C'est la seule espèce, parmi celles qui sont importantes au point de vue numérique, qui n'ait présenté aucune fluctuation considérable.

Porthetria dispar (L.)

On peut parler plus amplement de l'espèce *P. dispar* (L.), c'est à dire la principale au point de vue phytopathologique. Les captures au piège lumineux montrent (fig. 2) que l'espèce a une gradation cyclique de neuf ans environ.

Le même phénomène a été vérifié aux Etats Unis (CAMPBELL, 1967), en Yougoslavie (MAKSIMOVIC, 1969) et en Roumanie (SIMIONESCU *et. al.*, 1973).

Des études soigneuses ont été conduites pendant les quatre ans 1971-75 sur les facteurs naturels qui régissent les gradations de *P. dispar* (L.).

Les observations conduites sur les facteurs de mortalité nous permettent aujourd'hui d'exprimer des opinions en ce qui concerne les causes et les agents qui régissent les gradations de *P. dispar* (L.).

Observations sur la mortalité des oeufs. - Le contrôle périodique sur la mortalité des oeufs a mis en évidence un degré de stérilité qui s'élevait à 9-10% environ, avec des variations qu'on ne pouvait pas relier avec chaque stade de la gradation (Tab. III).

En plus de la stérilité, un facteur de mortalité considérable est représenté par le parasitisme et la prédation; mais ceux qui, pendant les années de gradation ont déterminé les valeurs de mortalité les plus élevées, ont été les parasites, avec des valeurs de peu inférieures à 20% dans l'année la plus favorable (Tab. III).

Au cours des échantillonnages ont été remarqués, en ordre d'importance, les parasites suivants: *Ooencyrtus kuwanai* (How.) (*Hym. Encyrtidae*), *Anastatus disparis* Ruschka (*Hym. Eupelmidae*), et les prédateurs: *Dermestes lardarius* L. (*Col. Dermestidae*), *Haplocnemus jejunos* Kienssenw. (*Col. Melyridae*) (MARTELLI et ARRU, 1957-58; PROTA, 1966).

La plupart des parasites agit sur les oeufs surtout pendant les premiers mois tout de suite après la ponte, c'est à dire en Juillet, Août et Septembre, lorsque les accroissement de mortalité relevés par la suite sont pratiquement insignifiants.

En tenant compte des facteurs de mortalité examinés plus haut la pourcentage d'éclosion pendant les quatre ans des observations, a variée de 72 à 90% environ (Tab. III).

TABLEAU III - Stérilité et mortalité des oeufs de *P. dispar* (L.) (Tempio, loc. Cusseddu).

Année	Pontes observées (n)	Oeufs steriles (%)	Oeufs parasités et détruits par les prédateurs (%)	Oeufs éclos (%)
1972	6	10,1	17,7	72,2
1973	10	7,6	2,7	89,7
1974	14	10,5	10,6	78,7
1975	16	8,3	11,7	80,0

Observations sur la mortalité larvaire. - Les conditions météorologiques défavorables influent sensiblement sur la consistance de la population à l'état larvaire (GROZDANOVIC - SIMIC, 1958).

En Avril 1974, en effet, une baisse soudaine de la température, accompagnée par des précipitations violentes de pluie, a provoqué une mortalité considérable des larves écloses depuis quelques jours.

La mortalité larvaire augmente avec l'approche de l'année de culmination de la gradation (Tab. IV).

Les agents pathogènes, tels que virus, bacteries, protozaires et champignons sont des causes de mortalité (MAGNOLER, 1971; LEONARD, 1974); leur action est considérable, même si très variable pendant les années d'observation (Tab. IV), et ils paraissent influencer bien probablement sur les parasites entomophages.

La mortalité due au parasitisme a augmenté à partir de 1972, en arrivant jusqu'à une pointe très élevée (80,5%) pendant l'année de densité maximum de *Porthetria dispar* (L.) (Tab. IV).

Les parasites les plus fréquemment relevés ont été les Diptères Tachinides: *Sturmia scutellata* R.D. (= *Blepharipa pratensis* Meigen), *Exorista larvarum* L. et *Exorista segregata* Rond., et en nombre plus petit, les Sarcophagides: *Agria* sp. et *Sarcophaga* sp.

TABLEAU IV - Mortalité des larves de dernier âge de *P. dispar* (L.) (Tempio, loc. Cusseddu).

Année	Larves observées (n)	Mortalité par parasites (%)	Mortalité par agents pathogènes (%)	Mortalité totale (%)
1972	145	4,8	4,1	8,9
1973	246	10,0	48,9	58,9
1974	251	80,5	7,5	88,0
1975	389	31,8	59,4	91,2

Parfois on a relevé le Muscide *Muscina stabulans* Fall.

Les Hyménoptères sont très peu représentés par l'Ichneumonide de *Pimpla instigator* F. (Tab. V).

En 1975, l'année suivante celle de densité larvaire maximale, a été relevée une prédation considérable due au *Calosoma sycophanta* L.: comme on sait, cette prédation dans des cas particuliers peut être déterminante, en réduisant les populations du lépidoptère (GRISON, 1955).

TABLEAU V - Taux de parasitisme observés sur des larves de dernier âge de *P. dispar* (L.) (Tempio, loc. Cusseddu).

Année	Larves		Ichneumonides		Tachinides		Sarcophagides		Muscides	
	observées (n)	parasitisées (n)	a	b	a	b	a	b	a	b
1972	145	7	2	28,6	10	71,4	0	0	0	0
1973	246	25	0	0	31	100,0	0	0	0	0
1974	251	202	0	0	222	99,0	4	1,0	0	0
1975	389	124	0	0	100	80,6	36	18,6	1	0,8

a = nombre d'individus sortis des larves.

b = taux (%) de mortalité relevée sur le totale des hôtes parasitisées.

Observations sur la mortalité des pupes. - La mortalité des pupes de *Porthetria* est augmentée avec l'approche de l'année de culmination de la gradation (Tab. VI), comme on a déjà remarqué pour le stade larvaire.

Les agents pathogènes (virus, bactéries, etc.) ont déterminé, pendant chaque année d'observation, une mortalité variable, avec la pointe maximale en 1973 (Tab. VI).

La cause la plus importante de mortalité des chrysalides reste en tout cas l'action des parasites entomophages; en effet le taux de parasitisme, augmenté parallèlement avec la densité de l'hôte, a atteint le maximum (plus de 80%) l'année de sa plus forte infestation (Tab. VI).

TABLEAU VI - Mortalité des pupes de *P. dispar* (L.) (Tempio, loc. Cus-seddu).

Année	Pupes observées (n)	Mortalité par parasites (%)	Mortalité par agents pathogènes (%)	Mortalité totale (%)
1972	458	23,3	20,3	43,6
1973	1687	8,1	50,8	59,9
1974	400	81,5	3,0	94,5
1975	518	58,7	21,6	80,3

Le Tachinide qui a agi avec une plus grande intensité a été *Sturmia scutellata* R.D., alors qu' *Exorista larvarum* L. a déterminé un taux limité de parasitisme, seulement dans les dernières années de progradation; il n'a pas été relevé dans les ans de culmination de la population du phytophage (¹).

Les Diptères Sarcophagides: *Agria* sp. et *Sarcophaga* sp. ont déterminé un taux de parasitisme remarquable, seulement en 1975, tandis que le Muscide *Muscina stabulans* Fall. est apparu sporadiquement.

(¹) En 1974, à la culmination de la gradation de *P. dispar* (L.), des échantillons des pupes on a eu l'éclosion d'un seul exemplaire de *Pales pavidus* Meigen, qui est, au contraire, l'espèce la plus représentée, dans les populations de *M. neustria* L., présentes dans la même zone.

Les Hyménoptères Ichneumonides, comme on a vu déjà pour les larves, ont manifesté un faible taux de parasitisme; peut-être, parce que leur action a été masquée par celle plus considérable des Tachinides; les espèces relevées ont été *Pimpla instigator* F. et *Theronia atalantae* Poda.

Le Chalcidien *Brachymeria intermedia* (Nees) a présenté un accroissement des éclosions pendant les dernières années de progradation de *P. dispar* (L.) et une soudaine diminution en coincidence avec le maximum d'infestation (Tab. VII).

D'après ce qu'on connaît des observations conduites en d'autres milieux de la Méditerranée et en Amérique, il semble que cet Hyménoptère n'arrive jamais à des taux de parasitisme élevés (LEONARD, 1967).

Outre les parasites, les prédateurs et les agents pathogènes, il faut tenir compte des conditions particulières du milieu qui agissent sur l'ensemble plante-hôte-parasite, et qui, en certains cas, peuvent contribuer à réduire les populations du phytophage.

Il ne faut pas omettre un autre facteur de régulation dépendant de la densité de *Porthetria*, c'est à dire la fécondité, qui baisse remarquablement (de 600 oeufs à 300 environ par ponte) avec l'augmentation de la population, notamment à cause de la compétition alimentaire intraspécifique.

Parasitisme, prédation et agents pathogènes régissent la gradation de *Porthetria*, provoquent des pourcentages de survie extrêmement exigues quand la population atteint des valeurs extrêmes de densité, et conjointement avec des autres facteurs la reportent au niveau de latence (Tab. VIII).

Malacosoma neustria L.

La gradation de *M. neustria* L. calque approximativement celle de *P. dispar* (L.), par conséquence se répète avec des cycles de neuf ans en avançant d'un an les infestations de la deuxième espèce.

Les dégâts causés par *Malacosoma*, qui se manifestent un mois avant ceux qui sont provoqués par *Porthetria*, ne sont pas d'une importance telle à égaler ceux que le Lymantride a provoqué, même si le nombre d'adultes du Lasiocampide capturés au

TABLEAU VII - Taux de parasitisme observés sur des chrysalides de *P. dispar* (L.) (Tempio, loc. Cusseddu).

Année	Pupes		<i>Brachymeria intermedia</i> (Nees)		Ichneumonides		Tachinides		Sarcophagides		Muscides	
	observées (n)	parasitisées (n)	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b
1972	458	107	76	71,0	6	5,6	24	18,7	8	4,7	0	0
1973	1687	163	147	90,2	11	6,7	0	0	6	3,1	0	0
1974	400	326	2	0,6	0	0	377	91,1	34	8,3	0	0
1975	518	304	20	6,6	0	0	366	79,3	85	13,1	3	1,0

a = nombre d'individus sortis des pupes.

b = taux (%) de mortalité relevée sur le totale des hôtes parasitisées.

piège lumineux puisse faire croire le contraire (on a capturé en effet les deux sexes).

Observations sur la mortalité des larves et des pupes. - Des observations semblables à celles développées pour *P. dispar* (L.) (en excluant le stade d'oeuf) ont été exécutées dans le même bois de chêne-liège, sur *M. neustria* L., pendant les ans 1973-74.

TABLEAU VIII - Table de survie de *P. dispar* (L.) (Tempio, loc. Cusseddu).

Année	Oeufs par ponte (n)	Oeufs stériles (%)	Oeufs parasités et détruits par les prédateurs (%)	Oeufs écloses (%)	Mortalité larvaire (%)	Larves survécues (%)	Mortalité des pupes (%)	Adultes écloses (%)	Males capturés au piège (n)
1972	519	10,1	17,7	72,2	8,9	65,8	43,6	37,1	1713
1973	601	7,6	2,7	89,7	58,9	36,9	60,4	14,6	8901
1974	329	10,5	10,6	78,9	88,0	9,5	84,5	1,5	11567
1975	643	8,3	11,7	80,0	91,2	7,0	80,3	1,4	2504

On a remarqué la mortalité larvaire seulement en 1974; pendant cette année les agents pathogènes ont agi d'une façon prépondérante; le Tachinide, *Pales pavidus* Meig. le seul parasite qu'on a relevé, a déterminé, au contraire, une mortalité relativement basse (Tab. IX).

TABLEAU IX - Mortalité des larves de dernier âge de *M. neustria* L. (Tempio, loc. Cusseddu).

Année	Larves observées (n)	Mortalité par parasites (%)	Mortalité par agents pathogènes (%)	Mortalité totale (%)
1974	105	12,4	76,2	88,6

La mortalité des larves dans les cocons et des chrysalides de *M. neustria* L. a été provoquée, notamment en 1973, par l'action

des agents pathogènes, tandis qu'en 1974, elle a été déterminée surtout par l'action des parasites (Tab. X).

TABLEAU X - Mortalité des larves dans les cocons et des chrysalides de *M. neustria* L. (Tempio, loc. Cusseddu).

Année	Larves dans les cocons et pupes observées (n)	Mortalité par parasites (%)	Mortalité par agents pathogènes (%)	Mortalité totale (%)
1973	512	8,8	20,3	29,1
1974	691	81,5	2,3	83,8

En 1973 le parasitisme a été causé principalement par le Chalcidien *Brachymeria intermedia* (Nees), et ensuite par les Ichneumonides *Itoplectis viduata* Grav., *Pimpla instigator* F., *Exeristes roborator* F. et par le Tachinide *Pales pavidus* Meig.

En 1974, en plus de *Brachymeria intermedia* (Nees) citée plus haut, a été relevée l'autre espèce *B. minuta* (L.); parmi les Ichneumonides on a eu, en ordre d'importance, *Exeristes roborator* F., *Scambus malacosomae* Seyrig, *Theronia atalantae* Poda et *Pimpla instigator* F.; parmi les Diptères, très nombreux et présents en plusieurs localités de la Sardaigne du Nord on a remarqué les Sarcophagides: *Agria* sp. et *Sarcophaga* sp., et moins représentés les Tachinides *Pales pavidus* Meig. et *Masicera cuculliae* Rob. Desv. (Tab. XI).

Pendant les deux ans on a relevé l'Hyménoptère Chalcidien *Dibrachys cavus* (Walk.) comme iperparasite de *Pales pavidus* Meig.

CONSIDERATIONS SUR LES GRADATIONS DE *P. DISPAR* (L.) ET *M. NEUSTRIA* L.

D'après ce qu'on a exposé sur *P. dispar* (L.) et *M. neustria* L., on peut conclure en disant que les deux espèces ont des fluctuations cycliques de neuf ans, même si elles sont décalées d'un an, étant donné que le maximum des populations de *Porthetria* a été remarqué en 1974, tandis que celui de *Malacosoma* a été remarqué l'année précédente.

TABLEAU XI - Taux de parasitisme observés sur des larves dans les cocons et sur des chrysalides de *M. neustria* L. (Tempio, loc. Cusseddu).

Année	Larves dans les cocons et pupes		<i>Brachymeria</i> sp.		Ichneumonides		Tachinides		Sarcophagides	
	observées (n)	parasitisées (n)	a	b	a	b	a	b	a	b
1973	512	45	29	64,5	10	22,2	6	13,3	0	0
1974	691	562	135	24,0	65	11,6	25	4,4	352	60,0

a = nombre d'individus sortis du cocon.

b = taux (%) de mortalité relevée sur le totale des hôtes parasitisées.

Les deux espèces causent les défeuillaisons totales qui ont lieu périodiquement dans les bois de *Q. suber* L. de la Sardaigne, comme cela a été remarqué dans le biotope analysé pendant les 1973 - 74.

La baisse subite de densité des populations de *M. neustria* L. a été suivie par celle semblable même en proportion quantitative, des populations de *P. dispar* L..

Plusieurs facteurs biotiques et abiotiques concourent à déterminer les gradations des deux espèces. Parmi les plus importants il faut énumérer le parasitisme, la prédation, les maladies etc., en y comprenant ces facteurs strictement liés à la densité de population, et par conséquent aux phénomènes de compétition intra et interspécifiques.

Les Diptères Tachinides jouent un rôle considerable en déprimant les populations de *P. dispar* (L.), avec une variation des espèces pendant les années de la gradation; il est possible que dans les périodes de densité basse du phytophage, on puisse relever d'autres espèces, comme on a déjà vu en d'autres pays de l'Europe (SISOJEVIC, 1959a, 1959b, 1970).

Pendant les ans où la population est en phase d'accroissement le parasitisme de la part des Diptères est faible, alors que celui causé par les Hyménoptères apparaît plus évident; à la culmination de la gradation on remarque un développement soudain de la population des Tachinides qui est déterminant en réduisant celle du phytophage, même si elle masque, probablement, l'action d'autres entomophages (fig. 3), comme on a brièvement dit plus haut.

En *M. neustria* L. l'écroulement de la population se produit un an avant celui de *P. dispar* (L.), probablement à cause de la somme de différents facteurs, parmi lesquels le parasitisme par des Hyménoptères Chalcidiens et Ichneumonides et, enfin, par des Diptères Sarcophagides, semble prépondérant.

D'une comparaison du parasitisme sur les deux espèces de lépidoptères, on peut dire que l'incidence de *Brachymeria intermedia* (Nees) diminue pendant les ans de culmination de la gradation de *P. dispar* (L.), tandis qu'elle augmente avec l'accroissement des populations de *M. neustria* L. en arrivant à des taux de 20% environ, l'année suivante celle du maximum de captures d'adultes de cette dernière espèce (fig. 3).

Les Ichneumonides se sont révélés plus importants en parasitant les pupes de *Malacosoma* plutôt que de *Porthetria*.

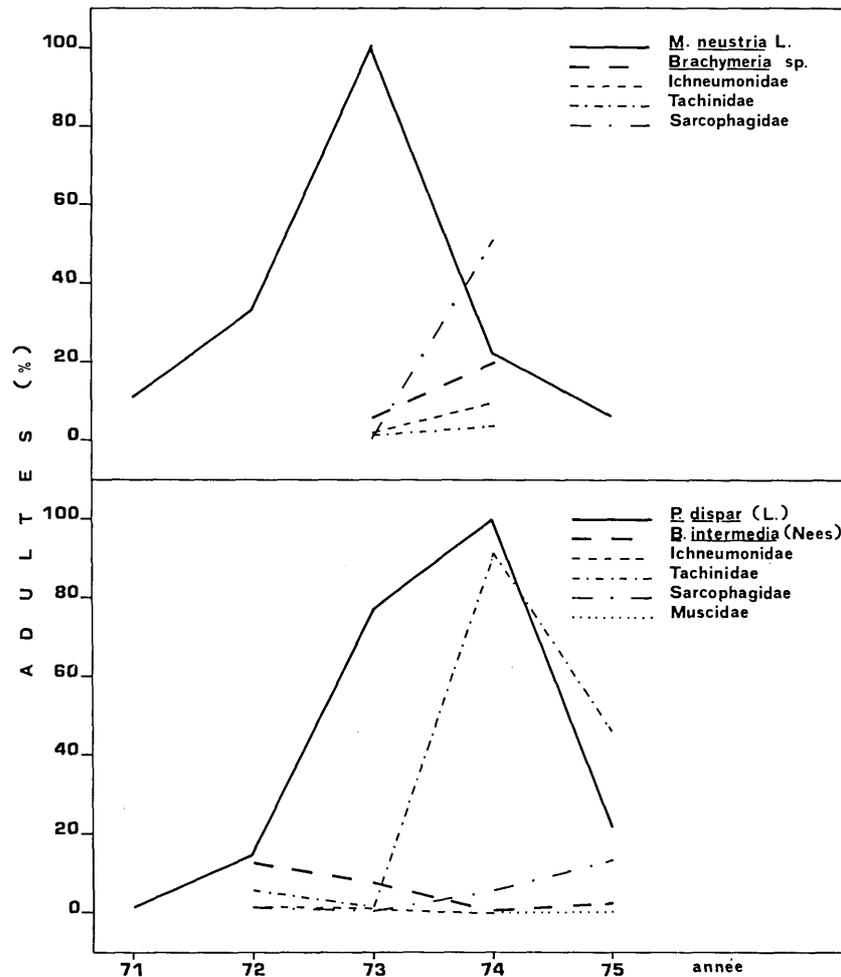


Fig.3 - Parasitisme de *P. dispar* (L.) (nombre de parasites écloses de 100 larves de dernier âge et pupes) et de *M. neustria* L. (nombre de parasites écloses de 100 larves dans les cocons et pupes) par rapport aux captures au piège lumineux des lépidoptères (exprimées en % de la densité maximum) (Tempio P., Sardaigne).

Il est possible, en outre, que l'action des Hyménoptères ait été sousestimée sur les deux espèces de défoliateurs, en particulier sur *Malacosoma*, car les Sarcophagides pourraient s'être dévelop-

pés sur des victimes déjà attaquées par des Ichneumonides (CAMPBELL, 1963) ou par *Brachymeria intermedia* (Nees).

Malacosoma possède en plus, un parasite spécifique, qui agit sur la larve déjà réduite en cocon (au moins pour ce qu'on connaît jusqu'à présent) c'est à dire le *Scambus malacosomae* Seyrig.

Aussi bien *Porthetria* que *Malacosoma* sont sujets au développement de grandes épidémies, qui ont eu, pendant les ans de la gradation, un cours plutôt irrégulier.

En tout cas, soit le parasitisme soit les agents pathogènes paraissent strictement liés en régissant la gradation.

De toute façon il semble que les seconds aient un poids plus grand en déprimant la population de *Porthetria* aux niveaux de densité les plus élevés, comme cela a été relevé même aux Etats Unis (CAMPBELL, 1963).

INFLUENCE DES FACTEURS MÉTÉOROLOGIQUES SUR LA REPRISE VÉGÉTATIVE DES PLANTES DEFEUILLÉES

L'étude de l'influence que les facteurs climatiques et météorologiques exercent sur l'ensemble plante-phytophage nous a paru de grande importance, parce que ces facteurs peuvent agir quelquefois avec décision sur la prompte reprise végétative des plantes defeuillées en limitant les dégâts et rendant en même temps antiéconomiques d'éventuelles interventions de lutte.

En Sardaigne il est facile en effet de relever comment les bois de chêne-liège peuvent se remettre, plus ou moins promptement, d'une complète défeuillaison selon les conditions météorologiques de la saison, et particulièrement selon le cours de la pluviosité avant l'infestation ou pendant et après l'attaque des ravageurs.

Seulement au cas où on doit agir contre les défoliateurs sur des surfaces limitées, comme en zones urbaines ou touristiques, ou tout près des cultures agricoles à haut revenu, on peut admettre des traitements avec des produits chimiques pour défendre les plantes de chêne - liège.

L'entité des précipitations et la période où elles ont lieu peuvent en effet faciliter ou s'opposer à une prompte reprise végétative, et pourtant exiger ou non la réalisation d'une intervention de lutte.

En autres termes, la connaissance des données relatives à ces deux aspects entraîne l'opportunité d'agir contre les ravageurs avec une économie considérable de moyens financiers, en évitant entre autres choses une distribution inutile de produits anti-parasitaires de n'importe quelle sorte.

Par conséquent dans le but d'acquérir les éléments pour décider à l'avance les interventions, nous avons voulu relever le temps entre la defeuillaison totale de la plante et la reconstitution, du manteau végétal en tenant compte des conditions pluviométriques précédant les dégâts.

Nous sommes intervenus avec des apports hydriques artificiels pour déterminer les conditions optimales à une subite reprise végétative.

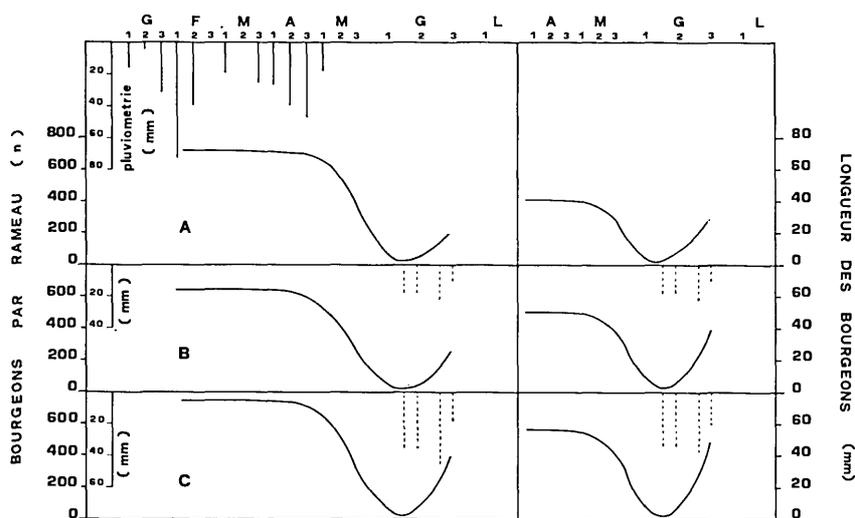


Fig. 4 - Défoliation et reprise végétative du chêne-liège.
A : parcelle témoin, B : parcelle irriguée (☼) avec 67 mm d'eau, C : parcelle irriguée (☼) avec 135 mm d'eau.

En partant d'une situation pluviométrique connue, au moyen d'arrosages hebdomadaires exécutés sur deux parcelles différentes (placées dans un bois de chêne-liège dans la Sardaigne septentrionale et avec une surface de 1.000 m²) nous avons simulé une pluviosité non exceptionnelle égale respectivement à 135 et 67 mm de pluie).

Les observations sur l'accroissement des organes végétatifs (nombre et longueur des bourgeons, nombre des feuilles et surface foliaire globale) ont été exécutées toutes les décades, après la défeuillaison complète, sur les deux parcelles irriguées et sur une troisième témoin (fig. 4), en échantillonnant trois rameaux par chaque arbre, de 9 plantes choisies de trois parcelles.

De leur examen on peut relever que les années où les précipitations, égales à 180 mm pendant les trois mois précédant la défeuillaison), la température et la ventosité se répètent comme au cours de nos épreuves et en présence de terrains à caractéristiques pédologiques analogues, les plantes qui ont subi une défeuillaison totale ont une reprise de végétation en 15-20 jours.

Cela veut dire qu'en ces années les dégâts apportés aux plantes, soit par la réduction d'accroissements ligneux soit la non-production du liège sont tellement limités que, au point de vue économique et sur la base des connaissances actuelles, est à déconseiller n'importe quel type d'intervention.

Du reste, étant donné le cours pluviométrique naturel qui a eu lieu en 1974, en analysant ce qui s'est produit dans la parcelle, tenue comme témoin sans irrigation, la situation dans la zone où ont été effectuées nos épreuves pouvait être considérée satisfaisante au point de vue végétatif.

Tout cela acquiert une valeur particulière si on pense qu'une telle situation pluviométrique n'est pas exceptionnelle; il faut penser que, pendant les derniers quinze ans, en Sardaigne se sont répétées, pendant cinq ans, des valeurs relatives à la pluviosité en ce temps là, c'est à dire en 1963, 1965, 1971, 1972, 1973.

Les apports artificiels d'eau ont naturellement facilité, dans les parcelles irriguées la reprise végétative, mais ils n'ont pas modifié d'une façon significative la situation.

Tout ce qui a eu lieu au cours du printemps 1975, confirme ce qu'on a affirmé d'abord. La pluviosité s'est répétée comme l'année précédente (184 mm), provoquant dans les plantes défeuillées la même subite reprise végétative déjà relevée en 1974.

CONCLUSIONS

De tout l'ensemble des données et des observations exposées on peut relever le rôle important que les parasites et les prédateurs, ainsi que les agents pathogènes ont dans le contrôle des gradations de *P. dispar* (L.) et de *M. neustria* L.; mais l'intervention de ces facteurs naturels n'empêche pas que les populations des phytophages arrivent à des densités dépassant le seuil de tolérance de la plante-hôte.

Le niveau productif des bois de chêne-liège est donc limité par les défeuillaisons.

Il faut tenir compte que les dégâts dues à la défeuillaison sont limités en ces localités là où l'on enregistre une pluviosité au printemps de 180-200 mm environ.

Dans la biocénose des bois de chêne-liège on peut mettre en évidence des rapports étroits parmi les facteurs qui régulent les gradations de *Porthetria* et de *Malacosoma* même avec les autres espèces de lépidoptères à gradation latente présents dans le même milieu, qui permettent l'entretien et le développement des parasites et des prédateurs. Pour ces raisons, en excluant à priori des interventions de lutte chimique sur de grandes surfaces, on estime qu'il soit nécessaire de faire des efforts ultérieurs pour affiner les techniques de lutte biologique et intégrée, en l'estimant comme l'alternative la plus valable pour satisfaire les exigences économiques et biologiques.

En milieux limités, comme parcs urbains, zones touristiques ou près de cultures à haut revenu, on peut prévoir l'intervention avec des produits chimiques spécifiques facilement dégradables, à condition que cela passe pendant les ans de progradation et dans le temps où sont présents les premiers âges larvaires qui ne sont pas attaqués par des parasites. D'après les résultats des observations réalisées jusqu'à présent en Sardaigne, et compte tenu de la nécessité de défendre la richesse en forêts qui représente une partie très importante du territoire de l'île, on peut affirmer que les interventions phytosanitaires, contrairement à ce qu'on a fait par le passé, peuvent être utilement programmées et orientées dans l'espace comme dans le temps. Il faudra, à l'avenir, vérifier directement le moyen, le plus indiqué d'intervention, qui garantisse l'équilibre naturel des forêts.

RÉSUMÉ

Des recherches ont été faites en Sardaigne du Nord pendant les années 1964-75 sur la composition de la lépidoptère-faune du chêne-liège, sur les fluctuations des espèces les plus importantes, sur les facteurs de mortalité naturelle et sur les réactions de la plante à la défeuillaison.

Pendant les 10 années d'observations, 67 espèces plus ou moins liées aux chênes végétants en Sardaigne ont été observées. Les lépidoptères phytophages qui ont été le plus fréquemment relevés sont: *Dryobotodes eremita* Fabr. et *D. monochroma* Esp. caractérisés par des variations quantitatives du type latent, *Tortrix viridana* L., *Orthosia cruda* Schiff. et *Spudaea rutililla* Esp. par des fluctuations du type temporaire, *Phalera bucephala* L., *Malacosoma neustria* L. et *Porthetria dispar* (L.) par des gradations du type périodique.

P. dispar(L.) et *M. neustria* L. ont présenté des fluctuations cycliques qui ont à peu près duré neuf ans et des défeuillaisons intenses ont été relevées en 1973 et 1974, avec la densité maximale de population de *Malacosoma* anticipée d'une année par rapport à *Porthetria*. De nombreux facteurs de mortalité naturelle ont influé sur la gradation de *Porthetria*, en particulier certains agents pathogènes (virus, protozoaires) avec une action variable pendant de différentes années et non complètement liée à la densité larvaire, et encore certains parasites et certains prédateurs au détriment des stades préimaginaux. Sur les oeufs (outre une stérilité de 7-10%) on a relevé une mortalité qui variait de 2,7 à 17,7%, mortalité due aux parasites *Ooencyrtus kuwanai* (How.) (Hym., Encyrtidae) et *Anastatus disparis* Ruschka (Hym. Eupelmidae) et aux prédateurs *Dermestes lardarius* L. (Col. Dermestidae) et *Haplocnemus jejuna* Kiensw. (Col. Melyridae).

Sur les larves, a été relevé un parasitisme variant de 4,8 à 80,5% directement mis en corrélation avec des densités larvaires. Les parasites les plus fréquemment relevés ont été: *Sturmia scutellata* R.D., *Exorista segregata* Rond., *Exorista larvarum* L. (Dipt. Tachinidae) et les Sarcophagides: *Agria* sp. et *Sarcophaga* sp. Le prédateur *Calosoma sycophanta* L. (Col. Carabidae) est apparu nombreux pendant l'année qui suivait la densité larvaire maximale de l'hôte.

Outre les diptères susmentionnés, *Pales pavidus* Meig. (Dipt. Tachinidae), *Muscina stabulans* Fall. (Dipt. Muscidae), *Pimpla instigator* F., *Theronia atalantae* Poda (Hym., Ichneumonidae) et *Brachymeria intermedia* (Nees) (Hym., Chalcididae) sont sortis des pupes de *Porthetria*. Les agents pathogènes (virus, protozoaires) ont agi sur des larves (mortalité de 4,1 à 59,3) et des pupes (mortalité de 3,0 à 50,8) avec une fréquence variable au cours des années, mais de sorte que la mortalité totale (parasites + maladies) résultât enfin directement mise en corrélation avec la densité de l'hôte.

La gradation de *Porthetria* a été influencée, en outre, par certains facteurs du milieu et par la réduction de fécondité en correspondance à la densité plus haute.

La gradation de *Malacosoma neustria* L. a été réglée (outre par les mêmes agents pathogènes et parasites de *Porthetria*), en particulier par *Pales pavidata* Meig. et *Scambus malacosomae* Seyrig (Hyménoptère parasite spécifique des larves de *Malacosoma* dans les cocons).

Les gradations des deux défoliateurs, sont donc, réglées par un ensemble de causes concomitantes entre lesquelles les agents pathogènes, les Diptères Tachinides et les Hyménoptères Ichneumonides jouent un rôle prédominant.

Les plantes de chêne-liège qui on subi une défeuillaison complète peuvent se recouvrir de végétation dans les 15-20 jours, si la pluviosité au printemps est supérieure à 180 mm; elle limite ainsi les dégâts causés par l'attaque parasitaire.

Sur la base des observations concernant la dynamique des populations des principaux défoliateurs forestiers et les facteurs de régulation on propose, enfin, de limiter la lutte, grâce à des produits chimiques spécifiques, aux années de progradation, lors de premiers âges larvaires sur des surfaces limitées, et lorsqu'existent de réels intérêts communs.

RIASSUNTO

Sono state condotte ricerche in Sardegna settentrionale negli anni 1964-75 sulla composizione della lepidotterofauna della quercia da sughero, sulle fluttuazioni delle specie più importanti, sui fattori di mortalità naturale e sulle reazioni della pianta alla defogliazione.

Durante i 10 anni di osservazioni sono state riscontrate 67 specie più o meno legate alle querce vegetanti in Sardegna. I lepidotteri fitofagi più frequenti sono stati: *Dryobotodes eremita* Fabr. e *D. monochroma* Esp. caratterizzati da variazioni quantitative del tipo latente, *Tortrix viridana* L., *Orthosia cruda* Schiff. e *Spudaea ruticilla* Esp. con fluttuazioni del tipo temporaneo, *Phalera bucephala* L., *Malacosoma neustria* L. e *Porthetria dispar* (L.) con gradazioni del tipo periodico. *P. dispar* (L.) e *M. neustria* L. hanno presentato fluttuazioni cicliche di circa nove anni e intense defogliazioni sono state rilevate nel 1973 e 1974, con massima densità di popolazione di *Malacosoma* anticipata di un anno rispetto a *Porthetria*. Numerosi fattori di mortalità naturale hanno influito sulla gradazione di *Porthetria*, in particolare agenti patogeni (virus, protozoi) con azione variabile nei diversi anni e non completamente legata alla densità larvale nonché parassiti e predatori a spese degli stadi preimmaginali. Sulle uova (oltre ad una sterilità del 7-10%) è stata riscontrata una mortalità variante dal 2,7 al 17,7% dovuta ai parassiti *Ooencyrtus kuwanai* (How.) (Hym., Encyrtidae) e *Anastatus disparis* Ruschka (Hym. Eupelmidae) e ai predatori *Dermestes lardarius* L. (Col. Dermestidae) e *Haplocnemus jejunos* Kiensenw. (Col. Melyridae).

Sulle larve, è stata riscontrata una parassitizzazione direttamente correlata alle densità larvali variante dal 4,8 all'80,5%. I parassiti più frequentemente riscontrati sono stati: *Sturnia scutellata* R.D., *Exorista segregata*

Rond., *Exorista larvarum* L. (Dipt. Tachinidae), ed i Sarcophagidae dei generi *Agria* e *Sarcophaga*. Il predatore *Calosoma sycophanta* L. (Col. Carabidae) è comparso numeroso nell'anno seguente alla massima densità larvale dell'ospite.

Dalle crisalidi di *Porthetria* sono sfarfallati oltre ai ditteri succitati, *Pales pavidus* Meig. (Dipt. Tachinidae), *Muscina stabulans* Fall. (Dipt. Muscidae), *Pimpla instigator* F., *Theronia atalantae* Poda (Hym., Ichneumonidae) e *Brachymeria intermedia* (Nees) (Hym., Chalcididae). Gli agenti patogeni (virus, protozoi) hanno agito su larve (mortalità dal 4,1 al 59,3) e pupe (mortalità dal 3,0 al 50,8) con frequenza variabile negli anni, ma in modo che la mortalità totale (parassiti + malattie) risultasse infine direttamente correlata alla densità dell'ospite.

La gradazione di *Porthetria* è stata influenzata inoltre da alcuni fattori ambientali e dalla riduzione di fecondità in coincidenza con la densità più alta.

La gradazione di *Malacosoma neustria* L. è stata regolata (oltre che dagli stessi agenti patogeni e dai parassiti di *Porthetria*) in particolare, da *Pales pavidus* Meig. e *Scambus malacosomae* Seyrig (Imenottero parassita specifico delle larve imbozzolate di *Malacosoma*).

Le gradazioni dei due defogliatori sono quindi regolate da un insieme di concause tra le quali esercitano un ruolo predominante gli agenti patogeni, i Ditteri Tachinidi e gli Imenotteri Ichneumonidi.

Le piante di quercia da sughero che hanno subito una completa defogliazione possono ricoprirsì di vegetazione entro 15-20 giorni, se le precipitazioni in primavera sono superiori ai 180 mm., limitando in tal modo i danni prodotti dall'attacco parassitario.

Sulla base delle osservazioni sulla dinamica delle popolazioni dei principali defogliatori forestali e sui fattori di regolazione si propone, infine, di limitare la lotta, con prodotti chimici specifici, agli anni di progradazione, quando sono presenti le prime età larvali e solo su superfici limitate quando esistono reali interessi comuni.

SUMMARY

Lepidopteran infestation of Northern Sardinian cork-oaks was studied from 1964 to 1975. Data were obtained on population composition, factors influencing natural mortality, fluctuation rhythms of the more important species, and on plant reaction to defoliation.

67 species were observed, of which the most frequently noted phytophagous lepidoptera were: (1) *Dryobotodes eremita* Fabr. and *D. monochroma* Esp., — with latent fluctuation; (2) *Tortrix viridana* L., *Orthosia cruda* Schiff. and *Spudaea ruticilla* Esp., — with temporary fluctuation; and (3) *Phalera bucephala* L., *Malacosoma neustria* L. and *Porthetria dispar* (L.), — with periodic fluctuation. *P. dispar* (L.) and *M. neustria* L. fluctuations occurred in cycles of approximately 9 years. Severe defoliation was obser-

ved in 1973 and 1974, *Malacosoma* reaching maximum population density a year earlier than *Porthetria*.

Numerous natural mortality factors affected the population fluctuation of *Porthetria*. Particularly significant was the impact of predators and parasites on the pre-imaginal stages as well as that of pathogenetic agents (e.g. viruses, protozoa), although the effect of the latter varied from year to year and was not entirely related to larval population density. Apart from a 7-10% sterility, eggs showed a mortality rate varying from 2.7% to 17.7% due to the parasites *Ooencyrtus kuwanai* (How.) (Hym., Encyrtidae) and *Anastatus disparis* Ruschka (Hym. Eupelmidae) and the predators *Dermestes lardarius* L. (Col. Dermestidae) and *Haplocnemus jejunos* Kiensenw. (Col. Melyridae).

The numbers of parasites on the larvae were in direct proportion to the larval population density and varied from 4.8% to 80.5%; the most frequently encountered were *Sturmia scutellata* R.D., *Exorista segregata* Rond., *Exorista larvarum* L. (Dipt. Tachinidae) and Sarcophagidae of *Agria* and *Sarcophaga* genera. The predator *Calasoma sychophanta* L. (Col. Carabidae) appeared in large numbers the year following a maximum population density of the host larva. In addition to the forementioned dipters, the following were also observed to emerge from the *Porthetria* chrysalides: *Pales pavidus* Meig. (Dipt. Tachinidae), *Muscina stabulans* Fall. (Dipt. Muscidae), *Pimpla instigator* F., *Theronia atalantae* Poda (Hym., Ichneumonidae) and *Brachymeria intermedia* (Nees) (Hym., Chalcididae). *Porthetria* population fluctuations were also affected by ambient factors and by a reduction in fecundity when population densities were at their highest.

Malacosoma neustria L., apart from being subject to the same parasites and pathogenetic agents as *Porthetria*, was particularly influenced by *Pales pavidus* Meig. and *Scambus malacosomae* Seyrig (a hymenopter parasite specific to *Malacosoma* larvae in cocoon).

Gradations in the two defoliator populations are, therefore, regulated by a whole number of contemporary factors in which tachinids, ichneumonids and disease play the predominant role.

Provided that spring rainfall exceeds 180 mm, completely defoliated cork-oaks recover their foliage within 15 to 20 days. The damage caused by parasitic attack is, thus, limited to a certain extent.

As a result of the observations made on the dynamics and regulating factors of the main forest defoliator populations, it is proposed that specific chemical control be confined (1) to the years of progradation, (2) to the period when the young larvae are present and (3) only to certain limited surfaces considered strictly necessary.

BIBLIOGRAPHIE

- BOVEY P., 1971 - L'impact de l'insecte déprédateur sur la forêt. *Ann. Zool. Ecol. anim.* n hors-série: 11-29.
- CAMBINI A., 1971 - Valutazione dei danni causati dagli insetti defogliatori alla quercia da sughero. *Atti del 1° Convegno Regionale del Sughero* (Tempio P., 14-16 ottobre 1971): 327-339.
- CAMPBELL R. W., 1963 - Some Ichneumonid - Sarcophagid Interaction in the gypsy moth *Porthetria dispar* (L.) (Lepidoptera: Lymantriidae). *Canad. Entomol.*, 95: 337-345.
- CAMPBELL R. W., 1967 - The analysis on numerical change in gypsy moth population. *Forest Sci. Monogr.*, 15: 1-33.
- GRISON P., 1955 - Régression brusque de *Lymantria dispar* L. par l'action prédatrice de *Calosoma sycophanta* L. dans les suberaies corses. *Rev. Zool. agric.*, 54, (4-6): 51-56.
- GROZDANOVIC-SIMIC J., 1958 - Ponašanje gubara u tretiranoj šumi. *Zast. Bilja*, 49/50: 49-54.
- LEONARD D. E., 1967 - Parasitism of gypsy moth in Connecticut by *Brachymeria intermedia*. *J. Econ. Entomol.*, 60: 600-601.
- LEONARD D. E., 1974 - Recent developments in ecology and control of the gypsy moth. *Ann. Rev. Entomol.*, 19: 197-229.
- MAGNOLER A., 1971 - Nuove prospettive nella lotta contro gli insetti defogliatori della sughera per mezzo dei virus. *Atti del 1° Convegno Regionale del Sughero* (Tempio P., 14-16 ottobre 1971): 341-352.
- MARTELLI M., ARRU G. M., 1957-58 - Ricerche preliminari sull'entomofauna della Quercia da sughero (*Quercus suber* L.) in Sardegna. *Boll. Zool. agr. Bach.*, ser. II, 1: 5-49.
- 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.
- 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 - Contributo 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., 1974 - Note sulla cenosi lepidotterica di *Quercus suber* L. e sulle fluttuazioni di alcune specie dannose fotosensibili. *Redia*, LV: 439-461.
- SCHWERDTFEGGER F., 1957 - Die Waldkrankheiten. Berlin u. Hamburg, 1-458.
- SIMIONESCU A., MIHALACHE G., PIRVESCU D., 1973 - Evolution des gradations de *Lymantria dispar* L. en Roumanie, et mesures de lutte. *Zast. Bilja*, 124/125: 275-284.
- SISOJEVIĆ P., 1959a - Ekološka proučavanja tahina gubara u šumi Jakovački Ključ. *Zast. Bilja*, 52/53: 165-166.

- SISOJEVIĆ P., 1959b - Rezultati analize pronimfi i lutaka gubara u 1958 godini. *Zast. Bilja*, 52/53: 174.
- SISOJEVIĆ P., 1970 - The role of oligophagus and polyphagus tachinids in reducing the gypsy moth numbers. *Int. Congr. Plant Prot.*, 7 th, 21-25.
- USAI G., 1971 - Aspetti economici del settore del sughero. *Atti del 1° Convegno Regionale del Sughero* (Tempio P., 14-16 ottobre 1971): 57-112.
- ZOCCHI R., 1959 - Il problema delle epidemiologie negli insetti. *Ann. Acc. It. Sc. For.* (Firenze), VIII: 345-372.