

ROCCHINA TISO\*, ELISA DE BERARDINIS\*, ALDA BUTTURINI\*, GIOVANNI BRIOLINI\*\*

\* Centrale Ortofrutticola Cesena - Laboratorio Modelli Previsionali, Presso Osservatorio

Regionale per le Malattie delle Piante - Bologna

\*\* Istituto di Entomologia «Guido Grandi», Università di Bologna

## Influenza della temperatura sullo sviluppo di *Argyrotaenia pulchellana* (Hw.) (Lepidoptera: Tortricidae)(\*)

(Lavoro eseguito con il contributo della Regione Emilia-Romagna)

### INTRODUZIONE

*Argyrotaenia pulchellana* (Hw.) è un Tortricide notevolmente polifago, che può provocare danni a piante arboree (Drupacee, Pomacee, Querce, Pini etc.), erbacee, ortive (Finocchio, Fagiolo, Peperone) e di altro tipo (Vite, Canapa, Mais, Fragola) (Tremblay, 1988). In Emilia-Romagna questo insetto è piuttosto diffuso e può provocare danni consistenti alle Pomacee, ampiamente coltivate in questa regione. Pertanto il nostro interesse va alla conoscenza della fenologia di questo insetto su Melo e Pero e, come scopo finale, alla costruzione di modelli di previsione. Lo sviluppo degli insetti, animali eterotermi, è, come noto, fortemente influenzato dalla temperatura; più precisamente ogni specie, e nell'ambito di una stessa specie ogni stadio ontogenetico, presenta una specifica curva di risposta alla temperatura e propri limiti fisiologici di sviluppo. La determinazione della relazione temperatura/velocità di sviluppo è dunque un passo fondamentale per la costruzione di modelli fenologici.

Con il presente lavoro ci siamo proposti di definire le curve di sviluppo di *Argyrotaenia pulchellana* in funzione della temperatura e di determinarne la fecondità. A questo scopo nel 1991 l'insetto è stato allevato in ambiente controllato a diverse temperature costanti. In un prossimo contributo queste informazioni saranno utilizzate per la messa a punto di un modello fenologico previsionale, utile alla razionalizzazione della difesa delle Pomacee da questo fitofago.

---

(\*) Lavoro accettato il 14 aprile 1992.

## MATERIALI E METODI

Per iniziare l'allevamento sono state utilizzate crisalidi svernanti provenienti da un allevamento condotto nel 1990 in insettario (temperatura, umidità e fotoperiodo naturali) e qui mantenute fino alla ripresa dell'attività primaverile.

Gli adulti sfarfallati sono stati collocati, in numero variabile, in gabbie di accoppiamento costituite da cilindri di metacrilato trasparente (diametro cm 23, altezza cm 40) al cui interno venivano sistemati dei sacchetti di polietilene, aderenti alle pareti. Questo tipo di superficie è infatti favorevole all'ovideposizione (Matthey, 1976). Sul fondo della gabbia veniva posto un batuffolo di cotone imbevuto in una soluzione di acqua e miele al 6% (Chambon, 1986) per assicurare nutrimento agli adulti. Le gabbie erano tenute a temperatura ambiente e giornalmente si raccoglievano le ovature deposte sul sacchetto di plastica, tramite sostituzione dello stesso. Le ovature appena deposte venivano sistemate singolarmente in scatoline di polistirolo trasparente a base rettangolare (cm 7x5x2) all'interno delle quali veniva collocato anche un batuffolo di cotone imbevuto d'acqua, per garantire un'elevata umidità alle uova. Sia il cotone che l'ovatura erano contenute, all'interno della scatola più grande, in scatoline cilindriche (diametro cm 3, altezza cm 1) scoperchiate, per evitare che le ovature si bagnassero ed ammuffissero. Queste sono state tenute in insettario e controllate giornalmente fino alla schiusura.

Le larve neosgusciate sono state inizialmente sistemate in scatoline cilindriche di polistirolo trasparente (diametro cm 3 altezza cm 1) e successivamente, quando raggiungevano dimensioni maggiori, venivano trasferite in scatoline più grandi a forma di parallelepipedo (cm 7x5x2). Sul fondo delle scatole veniva posto un pezzo di carta da filtro imbevuto d'acqua. Le larve sono state allevate a 5 differenti temperature costanti: 13; 18,5; 23; 26; 28 e 30,5°C (fotoperiodo 17:7 L/B ed umidità relativa 70%) e nutrite con foglie fresche di Melo prelevate da piante esenti da trattamenti insetticidi. Fino allo sfarfallamento degli adulti sono stati eseguiti controlli giornalieri allo scopo di verificare i tempi di sviluppo di larve e crisalidi ed il sesso degli individui.

Gli adulti appena sfarfallati sono stati collocati a coppie in gabbiette di polistirolo trasparente di forma cilindrica (diametro cm 11, altezza cm 12), all'interno delle quali venivano sistemati i sacchetti trasparenti e il batuffolo di cotone imbevuto di soluzione di acqua e miele. Tali gabbiette sono state ripartite in camere climatizzate alle temperature di 13, 23 e 26°C (fotoperiodo e umidità relativa: come sopra).

Gli adulti sono stati controllati giornalmente al fine di determinare:

- il periodo di preovideposizione;
- la fecondità in funzione dell'età;
- il tasso di invecchiamento delle femmine.

Le ovature deposte sono state classificate in 5 categorie di grandezza; per ogni categoria è stato determinato il numero medio di uova tramite osservazione,

allo stereomicroscopio, dello stadio di «teste nere», per poter riferire la fecondità giornaliera alle uova e non alle ovature.

Le ovature della categoria composta in media da 30 uova, sono state collocate singolarmente nelle scatoline di plastica e ripartite a 7 differenti temperature: 13; 15; 18,5; 23; 26; 28; 30,5 e 34,5°C (fotoperiodo e umidità relativa: come sopra). Tramite controlli giornalieri veniva osservato il tempo medio di schiusura di ogni ovatura (tra inizio e fine della schiusura delle uova all'interno dell'ovatura).

Il numero di individui allevati varia per ogni stadio e per ogni temperatura (tab. I-IV), ma risulta comunque superiore a quello indicato da Campbell *et Al.* (1974). Gli stessi Autori indicano una frequenza dei controlli maggiore, rispetto a quella giornaliera da noi adottata per ragioni pratiche.

#### RISULTATI E DISCUSSIONE

- Le tabelle I, II, III, e IV riportano per ogni temperatura (T°C):
- i valori medi della durata di sviluppo espressa in giorni (Ds);
  - il tasso di sviluppo (Ts) calcolato come reciproco della durata media di sviluppo (1/Ds);
  - il numero di casi su cui Ds e Ts sono stati determinati (N);
  - il numero di casi di partenza (Nt);
  - la percentuale di mortalità (M%);
  - la varianza di Ds (s<sup>2</sup>);

Tab. I - Parametri relativi alle ovature. Per i simboli, v. il testo.

T °C	13	15	18,5	23	26	28	30,5	34,5
Ds	25,12	17,56	12,04	7,63	6,45	6,09	6,27	0
Ts	0,0398	0,0570	0,0831	0,1311	0,1551	0,1641	0,1594	0
N	52	104	50	68	37	31	51	0
Nt	83	115	50	70	53	53	85	80
M%	37,35	9,57	0	2,86	30,19	41,51	40	100
s <sup>2</sup>	3,36	2,36	0,23	0,25	0,25	0,08	0,32	—

Tab. II - Parametri relativi alle larve. Per i simboli, v. il testo.

T °C	13	18,5	23	26	28	30,5
Ds	53,79	33,78	22,65	15,56	14,91	25,00
Ts	0,0186	0,0296	0,0442	0,0643	0,0671	0,04
N	135	77	146	164	297	10
Nt	181	97	183	191	350	75
M%	25,41	20,62	20,22	14,14	15,14	86,67
s <sup>2</sup>	51,06	18,46	27,04	5,53	6,05	6,00

Tab. III - Parametri relativi alle crisalidi. Per i simboli, v. il testo.

T °C	13	18,5	23	26	28	30,5
Ds	24,03	12,87	8,51	6,66	6,46	7,5
Ts	0,0416	0,0777	0,1176	0,1502	0,1547	0,1333
N	74	46	138	143	222	20
Nt	81	48	146	163	295	100
M%	8,64	4,17	5,48	12,27	24,75	80
s <sup>2</sup>	1,76	0,68	0,31	0,46	0,29	0,25

Tab. IV - Parametri relativi agli adulti (femmine). Per i simboli, v. il testo.

T °C	13	23	26
Ds	21,50	10,40	8,80
Ts	0,0465	0,0962	0,1136
N	8	8	8
Nt	23	41	36
s <sup>2</sup>	32,5	11,73	2,11

La tabella V riporta, distintamente per femmine e maschi e per ogni temperatura (T°C):

- i valori medi della durata di sviluppo (da larva ad adulto) espressa in giorni (Ds);
- il numero di casi su cui Ds è stata determinata (N);
- la varianza di Ds (s<sup>2</sup>);

Per verificare la differenza delle durate di sviluppo tra femmine e maschi è stata eseguita l'analisi statistica con il test di Student. Per tutte le temperature ad eccezione di 13 °C è risultata una differenza altamente significativa.

Tab. V - Parametri relativi agli adulti. Per i simboli, v. il testo.

T °C	femmine			maschi		
	Ds	N	s <sup>2</sup>	Ds	N	s <sup>2</sup>
13	78,33	42	32,65	75,78	32	52,73
18,5	48,90	31	16,28	43,67	18	5,56
23	32,29	77	18,80	27,71	69	11,45
26	22,54	99	5,88	21,21	33	7,62
28	21,71	144	5,28	20,51	53	4,10

I. SVILUPPO DI UOVA, LARVE E CRISALIDI IN FUNZIONE DELLA TEMPERATURA

I tassi di sviluppo di uova, larve e crisalidi, osservati alle diverse temperature sperimentali, sono stati interpolati, con il metodo dei minimi quadrati, utilizzando una funzione non lineare: curva di Logan (Logan *et Al.*, 1976) espressa dalla seguente equazione:

$$F(x) = P_1 \cdot (\exp(P_2 \cdot (x - T_{li})) - \exp(P_2 \cdot (T_{li} - T_{li}) - P_3 \cdot (T_{li} - x)))$$

dove:  $P_1$ ,  $P_2$ ,  $P_3$  sono parametri della curva;

$x$  è il valore della temperatura;

$T_{li}$  è la temperatura limite inferiore;

$T_{li}$  è la temperatura limite superiore (letale).

Il valore di questi parametri, specifici per ogni stadio, è riportato nella tabella VI. La temperatura limite inferiore ( $T_{li}$ ) è stata ricavata in tutti e tre i casi effettuando una regressione lineare sui tassi di sviluppo rilevati alle temperature situate nell'intervallo di linearità e prolungando la retta fino all'intersezione con l'asse delle ascisse (Arnold, 1959). La temperatura limite superiore ( $T_{li}$ ) è stata fissata, per le uova, considerando la mortalità totale osservata a 34,5 °C. Nel caso delle larve e delle crisalidi la  $T_{li}$  è stata fissata in modo arbitrario, facendo riferimento alle mortalità osservate alla temperatura di 30,5°C. Si può infatti notare una minore sopravvivenza delle larve rispetto alle crisalidi e di queste ultime rispetto alle uova.

Questo modo di procedere trova giustificazione nel fatto che la determinazione sperimentale delle soglie di sviluppo risulta problematica a causa delle elevate mortalità che si verificano alle temperature limite, con conseguente selezione di individui resistenti a tali condizioni e quindi non rappresentativi. Ponendosi inoltre in un'ottica di utilizzazione pratica delle curve di risposta alla temperatura, bisogna fare alcune considerazioni. L'imprecisione della  $T_{li}$  calcolata rispetto a quella reale incide pochissimo nel calcolo della proporzione di sviluppo accumulata dall'insetto in campo, trovandoci in una zona della curva dove i tassi di sviluppo sono molto bassi. Per quanto riguarda invece  $T_{li}$  bisogna considerare che la eventuale mortalità riscontrata ad una certa temperatura costante può non sussistere se questa temperatura si verifica solo per qualche ora; i tempi di sviluppo trovati a temperatura costante possono non essere gli stessi di quelli calcolati mantenendo questa stessa temperatura per alcune ore (Briolini *et Al.*,

Tab. VI - Parametri della curva di Logan. Per i simboli, v. il testo.

	P1	P2	P3	T <sub>li</sub>	T <sub>li</sub>
UOVA	0,13289	0,16517	0,17339	8,7	34,5
LARVE	0,03234	0,20724	0,21613	8,5	32,0
CRISALIDI	0,10414	0,17465	0,18388	8,5	33,5

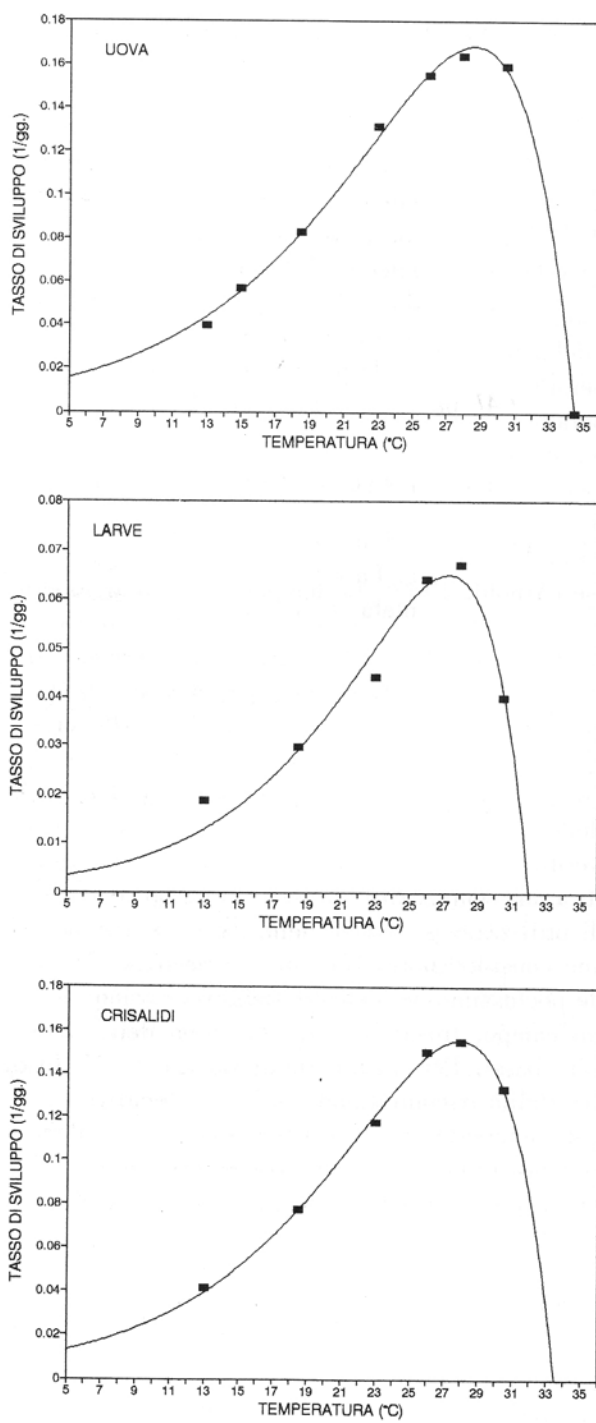


Fig. 1 - Tasso di sviluppo degli stadi preimmaginali in funzione della temperatura (gradi centigradi).

1991). Se inoltre si considera che in campo gli insetti sperimentano queste temperature limite solo per brevi periodi di tempo, si può ritenere trascurabile, da un punto di vista pratico, l'imprecisione dovuta alla determinazione empirica delle soglie.

Per rappresentare lo sviluppo dei diversi stadi dell'insetto in funzione della temperatura è stata scelta un modello non lineare, in questo caso la funzione di Logan *et Al.*, perché in grado di descrivere in modo più adeguato lo sviluppo dell'insetto sull'intero intervallo termico di sviluppo (Hawthorne *et Al.*, 1988), rispetto ad un modello lineare. Quest'ultimo, infatti, può rappresentare in modo soddisfacente lo sviluppo nel cosiddetto intervallo di linearità (diverso per ogni stadio oltre che da specie a specie), ma non nelle porzioni non lineari (Campbell *et Al.*, 1974).

Le curve di Logan *et Al.* per uova, larve e crisalidi sono riportate nella fig. 1.

## 2. TASSO DI INVECCHIAMENTO DELLE FEMMINE

Sui tassi di sviluppo, rilevati a tre temperature (13, 23, 26 °C), è stata effettuata una regressione lineare. La retta di regressione, la cui equazione viene riportata di seguito, è rappresentata in fig. 2.

$$f(x) = 0.005113 \cdot x - 0.02024$$

Per le temperature superiori a 26 °C il tasso di senescenza delle femmine viene

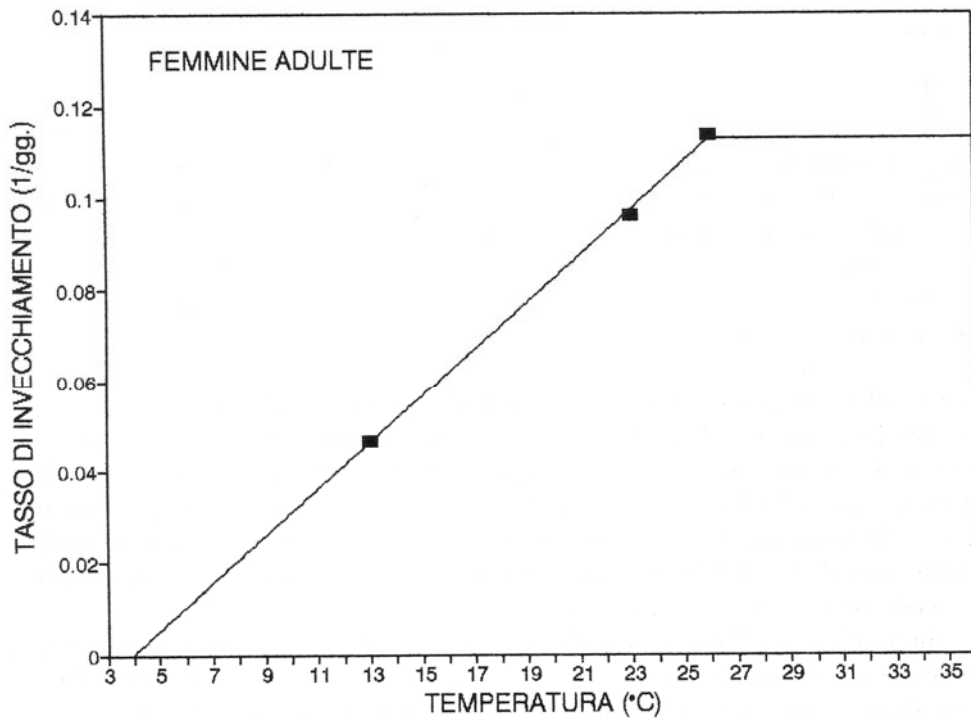


Fig. 2 - Tasso d'invecchiamento delle femmine in funzione della temperatura (gradi centigradi).

considerato costante, per la supposta capacità degli adulti di trovare dei ripari dove la temperatura rimane prossima a quella ottimale (Curry e Feldman, 1987).

### 3. FECONDITÀ DELLA FEMMINA IN FUNZIONE DELL'ETÀ

Nella tabella VII sono riportati i dati di fecondità osservati alle tre temperature sperimentali. Più precisamente per ogni temperatura e per ogni giorno di età (G) vengono riportati:

- il numero di femmine vive (Nf);
- il numero medio di uova deposte (Nu), calcolato sul numero totale di femmine;
- il numero medio totale di uova deposte da una femmina in tutta la sua vita (TOTuova).

Le fecondità medie giornaliere ad ogni temperatura sono state interpolate con la funzione di Bieri (Bieri *et Al.*, 1983) modificata di cui si riporta l'equazione:

$$F(x) = (P_1 \cdot (x - P_2)) / (\exp(\ln(P_3) \cdot (x - P_2)))$$

Nella tabella VIII sono riportati, per ogni temperatura (T °C), i valori dei parametri delle curve interpolate. Le curve di Bieri sono rappresentate nella fig. 3.

### CONCLUSIONI

L'interpolazione dei dati sperimentali con la curva di Logan risulta soddisfacente (fig. 1); in altre parole riteniamo che essa sia in grado di rappresentare adeguatamente lo sviluppo dei diversi stadi dell'insetto in funzione della temperatura. Infatti lo scostamento massimo tra punti sperimentali e valore della curva interpolata, risulta, per ogni stadio, accettabile (2,3 gg. a 13°C per le uova, 2,7 gg. a 23°C per le larve e 0,2 gg. a 23°C per le crisalidi).

La proterandria nello sfarfallamento è risultata altamente significativa a tutte le temperature considerate ad eccezione di 13 °C.

Le curve di Bieri interpolate fra i dati sperimentali, più che rappresentare questi ultimi in modo stretto, danno piuttosto un'idea dell'andamento della fecondità in relazione all'età della femmina alle tre temperature (fig. 3). Mettono cioè in evidenza come la maggior parte delle uova venga prodotta nel primo terzo di vita della femmina stessa. Non sembra invece che la temperatura influenzi la fecondità totale. A questo proposito alcuni Autori concordano (Isely, 1938), altri (Ratte, 1985), ritengono invece che la temperatura influenzi il numero totale di uova deposte dalla femmina.

In altre parole, a noi sembra che l'andamento della deposizione e la fecondità totale rimangano le stesse alle tre temperature, ma che semplicemente la deposizione delle uova sia più lenta se le femmine vivono più a lungo, più veloce nel caso opposto. Naturalmente non ci sentiamo di trarre conclusioni



Tab. VII - Fecondità media riferita all'età. Per i simboli v. il testo.

G	13 °C		23 °C		26 °C	
	Nf	Nu	Nf	Nu	Nf	Nu
1	8	0,0	8	0,0	8	0,0
2	8	0,0	8	0,0	8	0,0
3	8	30,0	8	88,6	8	51,3
4	8	32,4	8	36,5	8	62,3
5	8	22,0	8	37,5	8	107,1
6	8	50,8	8	35,8	8	51,8
7	8	36,1	7	19,8	8	38,9
8	8	35,8	7	27,0	7	27,5
9	8	7,5	6	15,4	6	6,6
10	8	12,5	4	7,5	3	7,8
11	8	21,4	2	6,3	1	0,0
12	7	5,4	2	6,3		
13	7	6,3	2	1,3		
14	7	16,6	1	2,5		
15	7	4,4	1	0,0		
16	7	7,8	1	1,3		
17	7	7,0	1	1,3		
18	7	5,0	1	0,0		
19	6	7,0				
20	5	0,8				
21	5	4,9				
22	5	3,8				
23	4	0,0				
24	4	1,6				
25	1	0,0				
26	1	1,3				
27	1	0,4				
28	1	0,0				
29	1	2,0				
30	1	0,0				
31	1	0,0				
TOT. uova		322,8		287,1		353,3

Tab. VIII - Parametri della curva di Bieri.

T °C	P1	P2	P3
13	24,31499	1,27503	1,31181
23	56,72486	1,13878	1,53756
26	62,10009	1,24710	1,45668

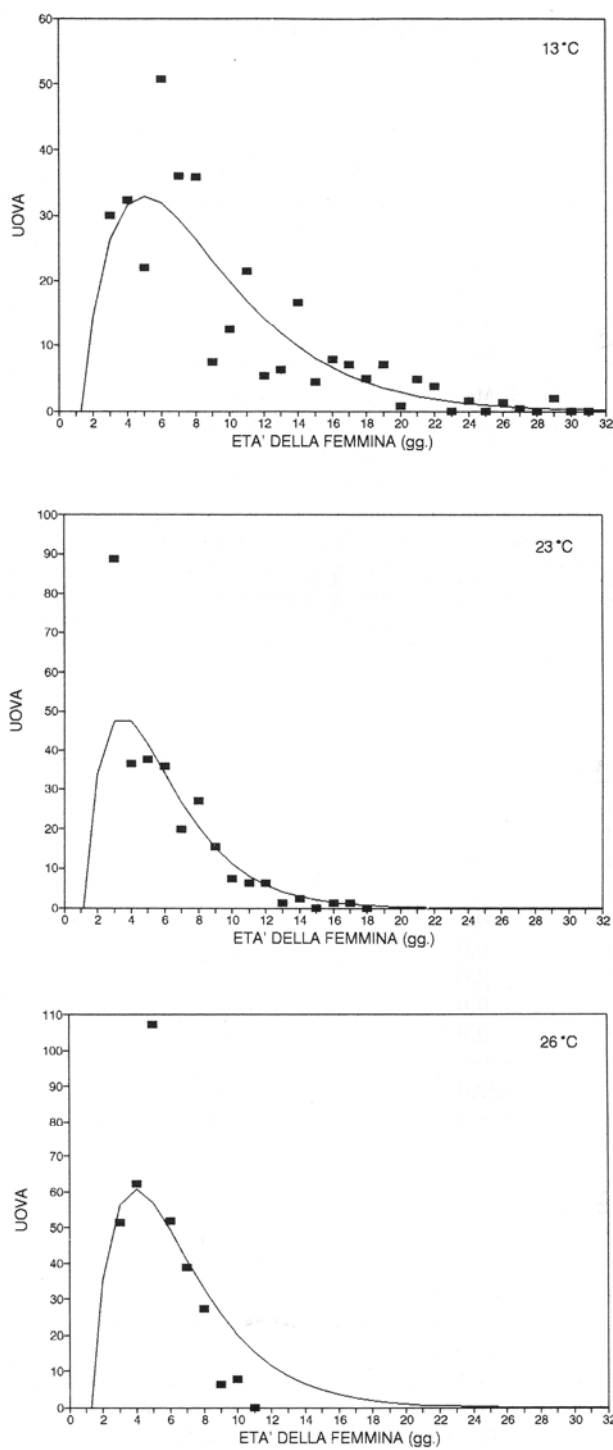


Fig. 3 - Fecondità media (numero di uova) in funzione dell'età (giorni) a 13, 23 e 26 °C.

certe al riguardo, visto che la fecondità risulta influenzata da un numero elevatissimo di fattori (Ratte, 1985), non facilmente quantificabili nel nostro esperimento.

In definitiva riteniamo di aver ricavato, con questo lavoro, i parametri necessari per la messa a punto di un modello fenologico che permetta di prevedere l'andamento della popolazione di *Argyrotaenia pulchellana* in relazione alle condizioni termiche stagionali.

#### RIASSUNTO

Nel 1991 *Argyrotaenia pulchellana* (Hw.) (Lepidoptera: Tortricidae) è stata allevata in laboratorio su dieta naturale (foglie di Melo) a diverse temperature costanti, allo scopo di determinarne le curve di risposta dei diversi stadi ontogenetici alla temperatura, nonché la fecondità.

I tassi di sviluppo rilevati sperimentalmente per uova, larve e crisalidi sono stati interpolati in modo soddisfacente con una funzione non lineare (curva di Logan), mentre il tasso d'invecchiamento delle femmine è stato rappresentato con una retta. Sono state determinate anche le percentuali di mortalità e la proterandria di sfarfallamento. La fecondità della femmina in funzione dell'età, studiata a tre diverse temperature, è stata rappresentata con la funzione di Bieri.

Con questo lavoro abbiamo ricavato, come ci eravamo proposti, i parametri fondamentali per la messa a punto di un modello fenologico previsionale da usare per la razionalizzazione della difesa delle Pomacee da questo Tortricide.

#### Influence of temperature on the development of *Argyrotaenia pulchellana* (Hw.) (Lepidoptera: Tortricidae)

#### SUMMARY

In 1991 we reared *Argyrotaenia pulchellana* (Hw.) (Lepidoptera: Tortricidae) on apple leaves, at several constant temperatures, in order to determine the thermal response and fecundity. A nonlinear function (Logan's curve) showed a good fitting to developmental rates of eggs, larvae and pupae, while the aging rate of females was best represented by a straight line. We also determined the death rates and emergence interval between males and females. Fecundity as function of age was represented by a Bieri's curve.

Those parameters allow us to set up a phenological forecasting model, which can optimize the control of this pest in the field.

#### BIBLIOGRAFIA

- ARNOLD C. Y., 1959. - The determination and significance of the base temperature in a linear heat unit system. - *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.* 74: 430-435.
- BIERI M., BAUMGÄRTNER J., BIANCHI G., DELUCCHI V., VON ARX R., 1983. - Development and fecundity of pea aphid (*Acyrtosiphon pisum* Harris) as affected by constant temperatures and pea varieties. - *Mitt. Schweiz. Ent. Ges.* 56: 163-171.
- BRIOLINI G., BELVAUX X., BUTTURINI A., DE BERARDINIS E., TISO R., 1991. - Tasso di sviluppo di *Pandemis cerasana* Hb. (Lepidoptera: Tortricidae) a temperatura fissa e variabile. - *Atti Congr. Naz. Ital. Entomol. Bari - Martina Franca (Ta)* 23-27 settembre 1991: 481-486.
- CAMPBELL A., FRAZER D., GILBERT N., GUTIERREZ A., MACKAUER M., 1974. - Temperature requirements of some aphids and their parasites. - *Appl. Ecol.* 11: 431-438.

- CHAMBON J.-P., 1986. - Les tordeuses nuisibles en arboriculture fruitière. - *Inra*, Paris, 118 pp; cfr p. 112.
- CURRY G. L., FELDMAN R. M., 1987. - Mathematical foundations of population dynamics. - *Texas Engineering Exp. Sta.*, monograph series N° 3, 246 pp.
- ISELY D., 1938. - Codling Moth oviposition and temperature. - *J. Econ. Entomol.* 31 (3): 356-360.
- LOGAN J. A., WOLKIND D.J., HOYT S.C., TANIGOSHI L.K., 1976. - An analytic model for description of temperature dependent rate phenomena in arthropods.- *Environ. Entomol.* 5: 1133-1140.
- MATTHEY W., 1967. - The natural history of three oak-feeding Tortricids: *Ptycholoma lecheana* (L.), *Pandemis cerasana* (Hb.) and *Batodes angustiorana* (Haw.). - *The Entomologist* 100 (1248): 115-120.
- RATTE H.T., 1985. - Temperature and insect development. In Hoffmann K. H. (Ed.). *Environmental Physiology and Biochemistry of Insects.*- *Springer*, Berlin: 33-66.
- TREMBLAY E., 1986. - *Entomologia Applicata*. - Vol. II (parte seconda): *Liguori*, Napoli: 120-122.