

P. CRAVEDI E. MAZZONI

**Relazioni fra la somma delle temperature giornaliere
e le catture con trappole a feromoni degli adulti
di *Eupoecilia ambiguella* (Hbn.) (Lepidoptera Tortricidae) (*)**

INTRODUZIONE

Nei vigneti dell'Italia settentrionale sono rilevabili gli attacchi sia di *Lobesia botrana*, sia di *Eupoecilia ambiguella*.

Anche per questa seconda specie sono disponibili i feromoni sessuali di sintesi con cui vengono innescate le trappole per effettuare il campionamento delle popolazioni presenti.

I dati di cattura forniti da queste trappole si prestano ad essere utilizzati per costruire semplici modelli previsionali in cui, in base all'andamento termico, si stabilisce la percentuale di individui che ha completato lo sviluppo o le varie fasi di una curva di sfarfallamento (Boller & Remund, 1983; Ahmad, 1988; Potter et al., 1989; Lozzia & Vita, 1989).

Come già è stato visto per *L. botrana* (Cravedi & Mazzoni, 1989; 1990a, b), anche per *E. ambiguella* si può ipotizzare l'esistenza di un legame tra il numero di maschi catturati con le trappole a feromoni e l'andamento climatico delle località in cui sono state collocate le trappole.

Lo scopo del presente lavoro è di indagare questo legame e di valutare la possibilità di sviluppare un modello fenologico in grado di fornire previsioni sugli sfarfallamenti di *E. ambiguella*.

MATERIALI E METODI

Il campionamento degli sfarfallamenti di *E. ambiguella* è stato effettuato nelle stesse località e con le stesse metodiche utilizzate per *L. botrana* (Cravedi

(*) Ricerca eseguita con il contributo CEE-MAF per il «Progetto di ricerca coordinata sugli organismi dannosi alla vite e sui mezzi e metodi per il controllo integrato in Italia». Collaborazione tecnica e un apporto economico sono stati inoltre forniti dall'Amministrazione Provinciale di Piacenza.

& Mazzoni, 1990a, b). Sono state utilizzate trappole a feromoni modello «Traptest» della ditta Agrimont, innescate con il feromone di sintesi di *E. ambiguella*. Le trappole sono state collocate in alcuni vigneti della val d'Arda e della val Tidone in provincia di Piacenza, e della valle Versa in provincia di Pavia, negli anni che vanno dal 1982 al 1987. Il numero delle trappole impiegate, e come queste sono state distribuite nelle varie aziende, è stato riassunto nella tabella 1.

Le visite alle trappole sono state compiute mediamente una volta alla settimana. Solo in val d'Arda e limitatamente alle annate 1986 e 1987 il conteggio dei maschi catturati è stato eseguito due volte alla settimana.

Il numero di maschi di *E. ambiguella* raccolti in ogni controllo è stato sommato alle catture effettuate dall'inizio degli sfarfallamenti e da questo dato è stato calcolato un valore che rappresenta la percentuale cumulata di catture rispetto alla totalità delle catture verificatesi nella curva di volo in atto al momento del rilievo. A queste percentuali sono state abbinate le corrispondenti sommatorie termiche, calcolate a partire dal 1° gennaio utilizzando gli algoritmi proposti da Allen (1976).

La temperatura di soglia, al di sotto della quale non si verifica lo sviluppo del lepidottero, è stata stimata dai dati di letteratura a disposizione e posta pari a 10°C (Balachowsky, 1966). Non sono state prese in considerazione le soglie superiori.

A questi dati di sfarfallamento è stato applicato il test statistico di «analisi della varianza», per evidenziare se il comportamento del lepidottero, in risposta

Tab. 1 - Numero di trappole a feromoni collocate nei vari anni, ripartite per azienda.

| Località | | 1982 | 1983 | 1984 | 1985 | 1986 | 1987 |
|-----------------------------------|---------------------------|------|------|------|------|------|------|
| Lugagnano - Diolo (I) | val d'Arda Piacenza | 2 | | | | | |
| Lugagnano - Diolo (II) | | | | 2 | 2 | 2 | |
| Castell'Arquato - Monterosso | | | 2 | 2 | 1 | 1 | 2 |
| Carpaneto - Rezzano | | | | | 2 | 2 | |
| Carpaneto - Travazzano | | | | | 2 | 2 | 2 |
| Castell'Arquato - Vigolo Marchese | | | | 2 | 2 | 2 | 2 |
| Castel S. Giovanni | val | 3 | | | | 1 | |
| Ziano - Montalbo | Tidone | 3 | 2 | 1 | 1 | 1 | |
| Ziano | Piacenza | 3 | 2 | 1 | 1 | 1 | |
| Rovescala - Cà Nova | valle | 3 | 3 | 2 | 3 | 3 | |
| Rovescalla | Versa | 3 | 3 | 2 | 3 | 3 | |
| S. Maria | Pavia | 4 | 3 | 2 | 3 | 3 | |
| | Totali | 19 | 17 | 14 | 20 | 21 | 6 |

alla temperatura, si mantiene costante nelle differenti località considerate, ed anche per porre in rilievo eventuali differenze tra le situazioni in cui si hanno tre periodi (curve) di sfarfallamento e quelle in cui se ne hanno solo due.

È stata poi studiata la distribuzione delle percentuali di catture in funzione delle sommatorie termiche.

La distribuzione «catture percentuali-sommatoria dei gradi/giorno» è stata linearizzata trasformando in «probit» le percentuali delle catture ed in logaritmo a base 10 le somme termiche e calcolando infine una regressione lineare ponderata. La regressione multipla è stata invece utilizzata per valutare se la retta di regressione log-probit dipende in modo significativo dalla temperatura della località in cui sono stati raccolti i dati (Cravedi & Mazzoni, 1990b).

Per elaborare le rette di regressione dei periodi di sfarfallamenti successivi al primo, le sommatorie termiche sono state calcolate a partire dal momento in cui si erano raggiunti i gradi/giorno necessari per avere il 50% delle catture della curva di volo precedente. Infatti, il periodo che intercorre tra l'inizio degli sfarfallamenti e la cattura del primo 50% dei maschi di *E. ambiguella*, è all'incirca uguale ai tempi che in letteratura vengono indicati come necessari, dopo la comparsa dei maschi, per lo sfarfallamento delle femmine, l'accoppiamento e la deposizione delle uova (Balachowsky, 1966). Questi valori, espressi come sommatoria termica, sono risultati essere rispettivamente pari a 160,51 gradi/giorno e 633,46 gradi/giorno, come più dettagliatamente verrà di seguito esposto.

RISULTATI

Somme termiche per la previsione degli sfarfallamenti di E. ambiguella.

Nei diversi anni e nelle diverse aziende è stato accertato un comportamento estremamente variabile di *E. ambiguella*.

Il numero delle curve di volo è variato negli anni nell'ambito della stessa azienda e nello stesso anno tra le diverse aziende. Solo nelle aziende di Diolo di Lugagnano e di Rezzano di Carpaneto non è mai stato accertato il terzo periodo di sfarfallamento. La tabella 2 riassume il numero delle curve di sfarfallamento individuate durante la sperimentazione nelle aziende controllate.

Nelle tabb. 3-5 è indicato il numero dei maschi di *E. ambiguella* catturati nel corso dei controlli, in totale e ripartito nelle curve di volo⁽¹⁾, nelle tre vallate.

(¹) Il numero totale di esemplari catturati è in qualche caso maggiore della somma delle catture effettuate durante il primo, il secondo ed eventualmente il terzo periodo di sfarfallamento. Questo è dovuto a catture sporadiche che non è stato possibile attribuire con certezza ad una particolare curva di volo.

Tab. 2 - Numero delle curve di volo dei maschi determinate nei vari anni, ripartite per azienda.

| Località | 1982 | 1983 | 1984 | 1985 | 1986 | 1987 |
|-----------------------------------|------|------|------|------|------|------|
| Lugagnano - Diolo (I) | | 2 | | | | |
| Lugagnano - Diolo (II) | | | 2 | 2 | 1 | |
| Castell'Arquato - Monterosso | | 3 | 2 | 3 | 2 | 2 |
| Carpaneto - Rezzano | | | | 2 | n.d. | |
| Carpaneto - Travazzano | | | | 2 | 3 | 3 |
| Castell'Arquato - Vigolo Marchese | | | 2 | 2 | 3 | 3 |
| Castel S. Giovanni | 2 | | | | 2 | |
| Ziano - Montalbo | 2 | 2 | 2 | 3 | 2 | |
| Ziano | 2 | 3 | 3 | 3 | 3 | |
| Rovescala - Cà Nova | 3 | 3 | 2 | 2 | 3 | |
| Rovescala | 2 | 3 | 2 | 2 | 3 | |
| S. Maria della Versa | 2 | 3 | 2 | 2 | 2 | |

Tab. 3 - Val d'Arda (Piacenza). Ripartizione delle catture (medie per trappola) dei maschi nelle tre curve di volo (cdv).

| Località | cdv | 1983 | 1984 | 1985 | 1986 | 1987 |
|------------------------------------|------|-------|------|-------|------|-------|
| Lugagnano (I) Diolo | 1° | 17,5 | | | | |
| | 2° | 103,5 | | | | |
| | 3° | — | | | | |
| | Tot. | 121,5 | | | | |
| Lugagnano (II) Diolo | 1° | | 19,5 | 9,5 | — | |
| | 2° | | 38,5 | 25,5 | 6,0 | |
| | 3° | | — | — | — | |
| | Tot. | | 60,0 | 36,0 | 7,0 | |
| Castell'Arquato Monterosso | 1° | 5,0 | 13,0 | 31,0 | 5,0 | 3,5 |
| | 2° | 65,5 | 47,5 | 115,0 | 10,0 | 44,5 |
| | 3° | 13,5 | — | 7,0 | — | — |
| | Tot. | 84,0 | 63,5 | 153,0 | 18,0 | 48,0 |
| Carpaneto Rezzano | 1° | | | 7,0 | — | |
| | 2° | | | 52,0 | — | |
| | 3° | | | — | — | |
| | Tot. | | | 60,0 | — | |
| Carpaneto Rezzano | 1° | | | 42,5 | 6,5 | 37,5 |
| | 2° | | | 181,0 | 46,5 | 105,5 |
| | 3° | | | — | 20,5 | 2,5 |
| | Tot. | | | 224,0 | 73,5 | 146,5 |
| Castell'Arquato Vigolo Marchese | 1° | | 8,5 | 8,5 | 5,0 | 4,0 |
| | 2° | | 39,0 | 31,0 | 9,5 | 27,5 |
| | 3° | | — | — | 3,0 | 4,5 |
| | Tot. | | 48,0 | 42,0 | 17,5 | 37,5 |

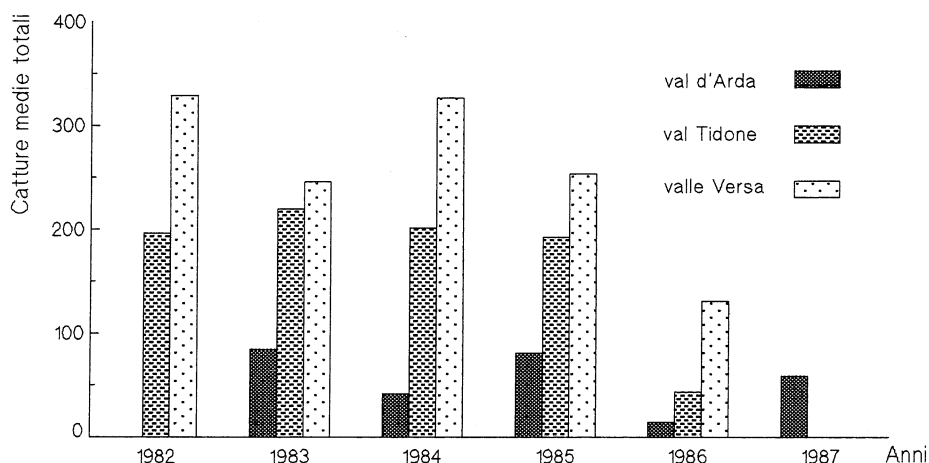


Fig. 1 - Catture medie totali per trappola di maschi di *E. ambiguella* durante il secondo periodo di sfarfallamento nelle tre aree viticole considerate.

Il numero di catture è risultato essere mediamente più basso in val d'Arda rispetto alla val Tidone e alla valle Versa (fig. 1). Inoltre non sono state evidenziate vistose fluttuazioni del numero di esemplari raccolti nel corso degli anni, come era invece stato constatato per *L. botrana* (Cravedi & Mazzoni, 1990a).

I gradi/giorno, calcolati dal 1° gennaio, necessari perché si verifichino l'ini-

Tab. 4 - Val Tidone (Piacenza). Ripartizione delle catture (medie per trappola) dei maschi nelle tre curve di volo (cdv).

| Località | cdv | 1982 | 1983 | 1984 | 1985 | 1986 |
|--------------------|------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Castel S. Giovanni | 1° | 177,0 | | | | 43,0 |
| | 2° | 179,7 | | | | — |
| | 3° | — | | | | 18,0 |
| | Tot. | 358,3 | | | | 62,0 |
| Ziano Montalbo | 1° | 188,3 | 57,5 | 13,0 | 134,0 | 38,0 |
| | 2° | 254,0 | 282,5 | 181,0 | 149,0 | — |
| | 3° | — | — | — | 94,0 | 7,0 |
| | Tot. | 451,6 | 344,0 | 195,0 | 377,0 | 46,0 |
| Ziano | 1° | 158,0 | 28,0 | 10,0 | 62,0 | 100,0 |
| | 2° | 155,3 | 157,0 | 222,0 | 236,0 | 132,0 |
| | 3° | — | 39,5 | 17,0 | 67,0 | 44,0 |
| | Tot. | 318,0 | 224,5 | 249,0 | 365,0 | 276,0 |

Tab. 5 - Valle Versa (Pavia). Ripartizione delle catture (medie per trappola) dei maschi nelle tre curve di volo (cdv).

| Località | cdv | 1982 | 1983 | 1984 | 1985 | 1986 |
|-------------------------|------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Rovescala Cà Nova | 1° | 130,3 | 277,0 | 236,0 | 142,3 | 81,7 |
| | 2° | 487,0 | 447,0 | 397,5 | 276,0 | 285,3 |
| | 3° | 20,7 | 93,0 | — | — | 4,6 |
| | Tot. | 639,3 | 817,0 | 633,5 | 420,0 | 372,0 |
| Rovescala | 1° | 164,7 | 168,0 | 177,0 | 137,0 | 94,3 |
| | 2° | 275,7 | 196,0 | 398,0 | 263,0 | 83,7 |
| | 3° | — | 75,0 | — | — | 6,0 |
| | Tot. | 443,3 | 439,0 | 575,5 | 405,7 | 184,3 |
| S. Maria della Versa | 1° | 156,5 | 101,0 | 96,5 | 75,0 | 19,3 |
| | 2° | 200,0 | 81,0 | 185,0 | 222,3 | 22,3 |
| | 3° | — | 14,0 | — | — | — |
| | Tot. | 358,3 | 196,0 | 281,5 | 300,0 | 43,0 |

zio, la mediana ed il termine delle catture nei vari periodi di sfarfallamento sono riportati nella tab. 6.

Per la prima curva di sfarfallamento si sono considerati per effettuare i test statistici solamente i dati relativi al termine degli sfarfallamenti, in quanto che i rilievi non sono stati sempre iniziati con la tempestività necessaria per coglierne con certezza l'inizio. Per il terzo periodo di sfarfallamento l'applicazione dei test statistici è stata effettuata solo sui dati di inizio, dato che manca la certezza di aver proseguito i rilievi fino al suo completamento.

L'analisi della varianza ha mostrato che non esistono differenze significative fra le tre aree viticole per quanto concerne i gradi/giorno registrati in corrispondenza del termine della prima curva di volo, l'inizio, la mediana e la fine della seconda e l'inizio della terza (tabb. 7-11).

Tab. 6 - Sommatorie termiche medie calcolate dal 1° gennaio per le tre curve di sfarfallamento (ds: deviazione standard; C.V.: coefficiente di variazione).

| | Sfarfallamenti | | | | | |
|---------|---------------------|--------|----------------------|--------|-----------------------|--------|
| | I Media \pm ds | (C.V.) | II Media \pm ds | (C.V.) | III Media \pm ds | (C.V.) |
| Inizio | 103,70 \pm 44,91 | 0,43 | 533,17 \pm 114,77 | 0,22 | 1153,55 \pm 192,57 | 0,17 |
| Mediana | 160,51 \pm 75,99 | 0,47 | 620,53 \pm 100,63 | 0,16 | 1244,91 \pm 196,98 | 0,16 |
| Fine | 292,81 \pm 91,34 | 0,31 | 1006,68 \pm 130,11 | 0,13 | 1453,82 \pm 138,19 | 0,10 |

Tab. 7 - Gradi/giorno calcolati dal 1° gennaio alla fine del primo periodo di sfarfallamento (i valori contrassegnati con lettere uguali non sono statisticamente differenti al livello di probabilità del 5%).

| | Media \pm ds | N. | |
|--------------|---------------------|----|---|
| Val d'Arda | 252,31 \pm 75,73 | 16 | a |
| Val Tidone | 307,74 \pm 84,00 | 12 | a |
| Valle Versa | 320,68 \pm 104,19 | 15 | a |
| Test F: n.s. | | | |

Tab. 8 - Gradi/giorno calcolati dal 1° gennaio all'inizio delle catture relative al secondo periodo di sfarfallamento (i valori contrassegnati con lettere uguali non sono statisticamente differenti al livello di probabilità del 5%).

| | Media \pm ds | N. | |
|--------------|---------------------|----|---|
| Val d'Arda | 560,07 \pm 123,39 | 17 | a |
| Val Tidone | 513,54 \pm 126,63 | 10 | a |
| Valle Versa | 523,41 \pm 97,88 | 15 | a |
| Test F: n.s. | | | |

Tab. 9 - Gradi/giorno calcolati dal 1° gennaio alla media delle catture relative al secondo periodo di sfarfallamento (i valori contrassegnati con lettere uguali non sono statisticamente differenti al livello di probabilità del 5%).

| | Media \pm ds | N. | |
|--------------|---------------------|----|---|
| Val d'Arda | 637,23 \pm 102,23 | 17 | a |
| Val Tidone | 611,04 \pm 103,62 | 10 | a |
| Valle Versa | 596,61 \pm 91,98 | 15 | a |
| Test F: n.s. | | | |

Tab. 10 - Gradi/giorno calcolati dal 1° gennaio alla fine delle catture relative al secondo periodo di sfarfallamento (i valori contrassegnati con lettere uguali non sono statisticamente differenti al livello di probabilità del 5%).

| | Media \pm ds | N. | |
|--------------|---------------------|----|---|
| Val d'Arda | 972,72 \pm 141,73 | 17 | a |
| Val Tidone | 994,47 \pm 167,38 | 10 | a |
| Valle Versa | 1052,59 \pm 77,77 | 15 | a |
| Test F: n.s. | | | |

Tab. 11 - Gradi/giorno calcolati dal 1° gennaio all'inizio delle catture relative al terzo periodo di sfarfallamento (i valori contrassegnati con lettere uguali non sono statisticamente differenti al livello di probabilità del 5%).

| | Media \pm ds | N. | |
|--------------|----------------------|----|---|
| Val d'Arda | 1143,91 \pm 153,83 | 7 | a |
| Val Tidone | 1096,55 \pm 239,42 | 8 | a |
| Valle Versa | 1223,97 \pm 185,85 | 8 | a |
| Test F: n.s. | | | |

Tab. 12 - Giorno giuliano in cui si verifica mediamente l'inizio del secondo periodo di sfarfallamento (i valori contrassegnati con lettere uguali non sono statisticamente differenti al livello di probabilità del 5%).

| Località | N. di generaz. | | Medie località | |
|---------------|----------------|----------|----------------|---|
| | 3 | 2 | | |
| Val d'Arda | 184 | 185 | 184 | a |
| Val Tidone | 180 | 183 | 182 | a |
| Valle Versa | 180 | 185 | 183 | a |
| Medie n. voli | 181 a | 184 a | | |

Tab. 13 - Giorno giuliano in cui si verifica mediamente la mediana del secondo periodo di sfarfallamento (i valori contrassegnati con lettere uguali non sono statisticamente differenti al livello di probabilità del 5%).

| Località | N. di generaz. | | Medie località | |
|---------------|----------------|----------|----------------|---|
| | 3 | 2 | | |
| Val d'Arda | 189 | 189 | 189 | a |
| Val Tidone | 187 | 191 | 188 | a |
| Valle Versa | 184 | 190 | 187 | a |
| Medie n. voli | 186 a | 190 a | | |

In media la fine della prima curva di volo si verifica a $292,81 \pm 91,34$ gradi/giorno; l'inizio, la mediana e la fine degli sfarfallamenti della seconda si hanno rispettivamente a $533,13 \pm 114,77$, $620,53 \pm 100,63$ e $1006,68 \pm 130,11$ gradi/giorno. L'inizio della terza curva di volo si ha a $1153,55 \pm 192,57$ gradi/giorno.

L'esame dei dati acquisiti consente di indagare per quali motivi si abbiano casi in cui si individuano tre periodi di sfarfallamento e casi in cui invece le curve di sfarfallamento sono solo due.

La data in cui mediamente iniziano e quella in cui è raggiunto il 50% delle catture della seconda curva di volo non differiscono tra le situazioni con 2 e quelle con 3 periodi di sfarfallamento (tabb. 12-14). Mediamente, nel caso di due soli periodi di sfarfallamento, l'inizio del secondo avviene nel 184° giorno dell'anno, corrispondente al 2 luglio; questo stesso evento si verifica nel 181° giorno, corrispondente al 29 giugno, quando si hanno tre periodi di sfarfallamento.

La mediana della seconda curva di volo si completa rispettivamente il 186° giorno (4 luglio) con tre periodi di sfarfallamento ed il 190° (8 luglio) con due. Anche in questo caso perciò le differenze sono minime.

La data in cui termina il secondo periodo di sfarfallamento presenta invece delle differenze significative perché nel caso di tre curve di volo è il 214° giorno dell'anno (1 agosto) mentre è una decina di giorni dopo (10 agosto) quando le curve di sfarfallamento sono solo due.

Non risultano significative neppure le differenze tra i gradi/giorno accumulati nelle fasi considerate (inizio, mediana e fine) del secondo periodo di sfarfallamento. In particolare il 50% del secondo periodo di sfarfallamento si verifica rispettivamente a $599 \pm 110,66$ gradi/giorno quando non si ha una terza curva di volo, e a $633 \pm 77,63$ negli altri casi.

Come per *L. botrana* (Cravedi & Mazzoni, 1990a) è risultato che tra i casi con tre periodi di sfarfallamento e quelli con solo due si hanno differenze significative quando si considera la quantità di calore accumulata mediamente nei giorni in cui si hanno gli sfarfallamenti della seconda curva di volo. Nel primo caso la quantità di calore che si accumula mediamente in ognuno dei giorni del secondo periodo di sfarfallamento è di 13,81 gradi/giorno contro i 12,82 gradi/giorno del secondo caso. Questa differenza risulta essere statisticamente significativa applicando il test di Duncan (tab. 15).

La significatività statistica esiste anche se si considerano i gradi/giorno medi della seconda metà, che sono pari a 13,29 gradi/giorno, nel caso di tre periodi di sfarfallamento, contro 12,34 gradi/giorno, per due (tab. 16).

Non ci sono invece differenze statisticamente significative nella prima metà: 17,79 gradi/giorno contro 18,53 gradi/giorno, rispettivamente senza o con il terzo periodo di sfarfallamento (tab. 17).

Tab. 14 - Giorno giuliano in cui si verifica mediamente la fine del secondo periodo di sfarfallamento (i valori contrassegnati con lettere uguali non sono statisticamente differenti al livello di probabilità del 5%).

| Località | N. di generaz. | | Medie località |
|---------------|----------------|----------|----------------|
| | 3 | 2 | |
| Val d'Arda | 214 | 217 | 216 a |
| Val Tidone | 214 | 224 | 218 a |
| Valle Versa | 215 | 230 | 222 a |
| Medie n. voli | 214 a | 223 a | |

Tab. 15 - Gradi/giorno medi durante la seconda curva di volo (i valori contrassegnati con lettere uguali non sono statisticamente differenti al livello di probabilità del 5%).

| Località | N. di generaz. | | Medie località |
|---------------|----------------|------------|----------------|
| | 3 | 2 | |
| Val d'Arda | 13,88 | 12,73 | 13,20 a |
| Val Tidone | 13,02 | 13,41 | 13,18 a |
| Valle Versa | 13,34 | 12,06 | 13,53 a |
| Medie n. voli | 13,81 b | 12,82 a | |

Tab. 16 - Gradi/giorno medi nella seconda metà della curva di volo (i valori contrassegnati con lettere uguali non sono statisticamente differenti al livello di probabilità del 5%).

| Località | N. di generaz. | | Medie località |
|---------------|----------------|------------|----------------|
| | 3 | 2 | |
| Val d'Arda | 13,14 | 12,14 | 12,55 a |
| Val Tidone | 12,52 | 13,03 | 12,72 a |
| Valle Versa | 14,01 | 12,22 | 13,18 a |
| Medie n. voli | 13,29 b | 12,34 a | |

Tab. 17 - Gradi/giorno medi nella prima metà della seconda curva di volo (i valori contrassegnati con lettere uguali non sono statisticamente differenti al livello di probabilità del 5%).

| Località | N. di generaz. | | Medie località |
|---------------|----------------|------------|----------------|
| | 3 | 2 | |
| Val d'Arda | 18,83 | 16,76 | 17,62 a |
| Val Tidone | 18,19 | 18,03 | 18,13 a |
| Valle Versa | 18,52 | 19,01 | 18,79 a |
| Medie n. voli | 18,53 a | 17,79 a | |

Relazione fra le catture di E. ambiguella e la somma delle temperature.

La relazione funzionale esistente tra le percentuali di sfarfallamento dei maschi di *E. ambiguella* e la temperatura, espressa come sommatoria termica, è stata studiata considerandola lineare. Sono stati esaminati complessivamente 75 casi, la cui ripartizione per zona e per curva di volo è raccolta nella tab. 18.

Le rette di regressione sui dati delle singole curve di volo sono risultate statisticamente significative al livello di probabilità del 5% in 67 casi su 75 (pari al 89,3% circa).

La tab. 19 riassume i valori delle rette di regressione ottenute considerando i dati raggruppati per vallata.

I coefficienti così trovati risultano tutti statisticamente significativi. In particolare quelli di correlazione variano da 0,66, per il secondo periodo di sfarfallamento della valle Versa e della val Tidone, a 0,91, per il primo periodo di sfarfallamento della val Tidone.

Tab. 18 - Numero delle rette di regressione probit-logaritmi calcolate per le tre curve di volo di E. ambiguella nelle tre aree viticole considerate.

| Curva di volo | 1 | 2 | 3 |
|---------------|----|----|----|
| Val d'Arda | 7 | 17 | 2 |
| Val Tidone | 2 | 10 | 5 |
| Valle Versa | 10 | 15 | 7 |
| Totali | 19 | 42 | 14 |

Tab. 19 - Rette di regressione e coefficienti di correlazione calcolati per le tre curve di volo nelle tre aree viticole considerate.

| Valle | Primo sfarfallamento | | |
|--------|-------------------------|------|-----|
| | retta | r | gl |
| d'Arda | $Y = - 9,72 + 7,04 X$ | 0,80 | 46 |
| Tidone | $Y = - 9,52 + 6,61 X$ | 0,91 | 5 |
| Versa | $Y = - 6,95 + 5,73 X$ | 0,78 | 58 |
| Valle | Secondo sfarfallamento | | |
| | retta | r | gl |
| d'Arda | $Y = - 14,59 + 7,31 X$ | 0,75 | 133 |
| Tidone | $Y = - 9,33 + 5,43 X$ | 0,66 | 59 |
| Versa | $Y = - 9,58 + 5,64 X$ | 0,66 | 91 |
| Valle | Terzo sfarfallamento | | |
| | retta | r | gl |
| d'Arda | $Y = - 28,97 + 11,91 X$ | 0,70 | 12 |
| Tidone | $Y = - 9,17 + 5,41 X$ | 0,70 | 21 |
| Versa | $Y = - 21,00 + 9,34 X$ | 0,73 | 37 |

Il terzo periodo di sfarfallamento invece ha un andamento meno omogeneo rispetto ai due precedenti ed il coefficiente di regressione sui dati della val Tidone si discosta vistosamente da quello delle altre due vallate.

I risultati delle regressioni calcolate su tutti i dati, raggruppati per curva di volo, sono raccolti nella tab. 20.

Il coefficiente di correlazione con il valore più alto (0,78) lo si riscontra nel caso del primo periodo di sfarfallamento, mentre il valore più basso (0,53) è quello del terzo.

Tab. 20 - Rette di regressione delle tre curve di volo.

| cdv | retta | r | gl |
|----------------|-----------------------|------|-----|
| 1 ^a | $Y = - 7,04 + 5,76 X$ | 0,78 | 113 |
| 2 ^a | $Y = - 9,49 + 5,53 X$ | 0,66 | 287 |
| 3 ^a | $Y = - 6,95 + 4,39 X$ | 0,53 | 74 |

Tab. 21 - Risultati della regressione multipla eseguita sui dati delle tre vallate (** = $p < 0,01$; n.s. = non significativo).

| cdv | $Y = a + b_{V. Arda} X_1 + b_{V. Tidone} X_2 + b_{V. Versa} X_3$ | F | sign. | r |
|----------------|--|-------|-------|------|
| 1 ^a | $Y = -7,20 + 5,85 X_1 - 0,65 X_2 - 0,00 X_3$ | 59,75 | ** | 0,76 |
| 2 ^a | $Y = -10,44 + 5,79 X_1 - 0,13 X_2 - 0,45 X_3$ | 80,54 | ** | 0,68 |
| 3 ^a | $Y = -13,95 + 6,66 X_1 - 1,50 X_2 - 0,37 X_3$ | 22,94 | ** | 0,70 |

Anche l'analisi di regressione multipla ha confermato il legame tra catture e sommatoria termica ed il modello applicato è risultato sempre statisticamente significativo con i valori del test «F» molto al di sopra del valore tabulare e con coefficienti di correlazione tra 0,76 e 0,69 (tab. 21).

Analizzando i singoli coefficienti di regressione, emerge che nella prima curva di volo quelli che descrivono l'effetto dei dati della val Tidone e della valle Versa sul modello in generale non sono significativamente diversi da 0.

Per quanto riguarda le altre curve di volo, sono rispettivamente il coefficiente che rappresenta la valle Versa ed il coefficiente che individua la val Tidone ad essere statisticamente diversi da 0 (tab. 22).

Tab. 22 - Significatività dei coefficienti della regressione multipla per i tre sfarfallamenti (** = $p < 0,01$; n.s. = non significativo).

| I Sfarfallamento | Località | b | t | gl | sign. |
|-----------------------|------------|-------|-------|-----|-------|
| | Val d'Arda | 5,85 | 13,38 | 111 | ** |
| | Val Tidone | -0,65 | 1,74 | 111 | n.s. |
| | Val Versa | -0,00 | 0,02 | 111 | n.s. |
| II Sfarfallamento | Località | b | t | gl | sign. |
| | Val d'Arda | 5,79 | 15,49 | 285 | ** |
| | Val Tidone | 0,13 | 0,96 | 285 | n.s. |
| | Val Versa | 0,45 | 3,50 | 285 | ** |
| III Sfarfallamento | Località | b | t | gl | sign. |
| | Val d'Arda | 6,66 | 8,06 | 72 | ** |
| | Val Tidone | 1,50 | 4,10 | 72 | ** |
| | Val Versa | 0,37 | 1,12 | 72 | n.s. |

Tab. 23 - Differenze tra i valori di sommatoria termica occorrenti allo sviluppo delle due tignole della vite ed i valori previsti dalle rette di regressione.

| | | inizio | mediana | fine |
|---------------------------|-------------|---------|---------|---------|
| Primo sfarfallamento | regress. | 73.75 | 123.11 | 237.60 |
| | somm. term. | 103.70 | 160.51 | 292.81 |
| | diff. | —29.95 | —37.40 | —55.21 |
| Secondo sfarfallamento | regress. | 405.13 | 577.62 | 987.89 |
| | somm. term. | 533.17 | 620.53 | 1006.68 |
| | diff. | —128.04 | —42.91 | —18.79 |
| Terzo sfarfallamento | regress. | 902.71 | 1160.81 | 1883.11 |
| | somm. term. | 1153.55 | 1244.91 | 1453.82 |
| | diff. | —250.84 | —84.10 | 429.29 |

CONCLUSIONI

Anche gli sfarfallamenti di *E. ambiguella* risultano strettamente correlati alle sommatorie termiche, come già evidenziato per *L. botrana* (Cravedi & Mazzoni, 1990a).

Non sono state rilevate differenze in termini di esigenze termiche nelle tre aree viticole. Si è accertato anche che la comparsa di un terzo periodo di sfarfallamento si ha quando la sommatoria termica media giornaliera si mantiene superiore ai 13 gradi/giorno dal 50% al termine degli sfarfallamenti della seconda curva di volo.

Probabilmente, quando gli sfarfallamenti si trascinano avanti nel tempo, le larve che nascono trovano condizioni climatiche che inducono la diapausa sicché viene meno per loro la possibilità di dare origine ad una nuova generazione nell'anno in corso.

Come pure era stato visto per *L. botrana* (Cravedi & Mazzoni, 1990b), la relazione che lega funzionalmente le trasformazioni della sommatoria termica agli sfarfallamenti presenta un'importante componente lineare. I coefficienti di correlazione hanno dei valori molto alti quando si considerano i singoli sfarfallamenti nelle diverse stazioni di rilevamento; se, invece, si cercano relazioni più generali si ha una riduzione di questi valori che tuttavia rimangono statisticamente significativi. La diversità microclimatica esistente fra le località in cui sono stati effettuati i rilievi ha certamente importanza nel determinare la variabilità dei risultati conseguiti.

Anche in questo caso è stato effettuato un confronto tra le sommatorie termiche «misurate» e quelle «calcolate» in base alle equazioni delle rette di re-

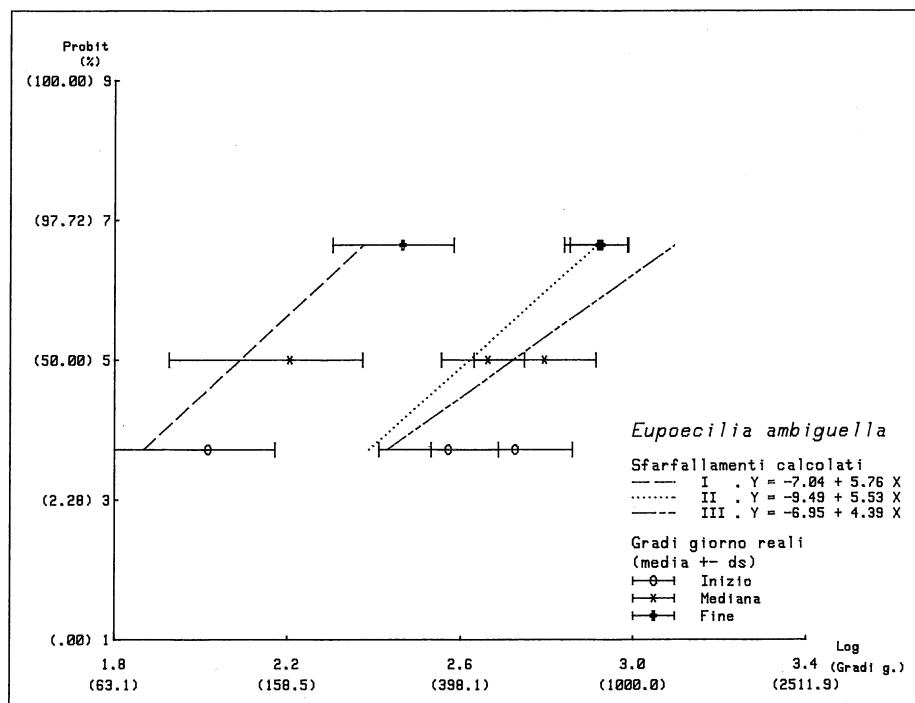


Fig. 2 - Rette di regressione probit-logaritmi per i tre periodi di sfarfallamento di *E. ambiguella*. Per il primo periodo di sfarfallamento la sommatoria dei gradi/giorno è calcolata a partire dal 1° gennaio, per il secondo ed il terzo parte invece dal raggiungimento della sommatoria termica necessaria al completamento del 50% della curva di sfarfallamento precedente. Le linee orizzontali rappresentano i valori medi (\pm la deviazione standard) delle sommatorie termiche «reali» per l'inizio, la mediana e la fine dei periodi di sfarfallamento. Per il secondo e il terzo questi valori sono stati opportunamente traslati.

gressione trovate e con l'aggiunta dei gradi/giorno necessari per raggiungere la mediana del periodo di sfarfallamento precedente (nel caso della seconda e della terza curva di sfarfallamento). Sono stati considerati come «inizio» e «fine» rispettivamente il 10% ed il 95% degli sfarfallamenti (tab. 23).

Anche nel caso di *E. ambiguella* le sommatorie termiche «teoriche» risultano inferiori a quelle misurate: la sola eccezione è costituita dalla fine del terzo sfarfallamento (fig. 2).

Dalla regressione multipla sembrerebbe che tra le diverse vallate esistano delle differenze di risposta dei maschi di *E. ambiguella* alla temperatura, tutta-

via si può notare che i coefficienti di regressione relativi alle vallate sono comunque molto piccoli. Infatti, risulta un valore di 0,45 per la valle Versa nella seconda curva di volo e di 1,50 per la val Tidone nella terza e pertanto la loro influenza sul modello in generale è sicuramente limitata.

Come era già stato individuato per *L. botrana* (Cravedi & Mazzoni, 1990b), anche per *E. ambiguella* la relazione catture-gradi/giorno può essere descritta con una funzione lineare che ha una buona capacità previsionale, soprattutto per quel che riguarda la mediana del periodo di sfarfallamento. Il modello può comunque essere perfezionato con la raccolta di dati mirati alla sua convalida. Ciò sia per individuare con maggior precisione il momento di comparsa delle uova in campo, al fine di «azzerare» (biofix) la sommatoria termica per le curve di sfarfallamento successive alla prima, sia per estendere il modello ad altre località.

RIASSUNTO

I dati di catture di *Eupoecilia ambiguella* con trappole a feromoni e le sommatorie termiche sono stati utilizzati per prevedere la comparsa e l'andamento degli sfarfallamenti del lepidottero.

I dati sono stati raccolti negli anni dal 1982 al 1987 in tre aree viticole: val d'Arda e val Tidone in provincia di Piacenza e valle Versa in provincia di Pavia (Italia settentrionale).

Il comportamento di *E. ambiguella* nei primi sfarfallamenti annuali è risultato omogeneo nelle tre aree osservate con una quantità simile di gradi-giorno richiesti per completare le varie fasi della curva di volo. La possibilità che venga effettuato un terzo sfarfallamento si ha quando nella seconda metà del secondo sfarfallamento si accumulano mediamente più di 13 gradi/giorno (calcolati con il metodo di Allen dal 1° gennaio, con soglia inferiore di sviluppo pari a 10°C).

Sono state calcolate le rette di regressione tra le percentuali di catture e le somme termiche ottenendo per tutti gli sfarfallamenti dei coefficienti di correlazione altamente significativi. L'evoluzione degli sfarfallamenti prevista da queste rette ha un buon adattamento ai dati reali soprattutto per la prima e la seconda curva di volo.

SUMMARY

Relations between daily heat accumulation and catches with pheromone traps of adults of Eupoecilia ambiguella (Hbn.) (Lepidoptera Tortricidae).

The data of the captures with sticky traps, baited with sexual pheromone of *Eupoeci-*

lia ambiguella and the heat accumulation are used to forecast the starting moment and the pattern of emergency of moths from the cocoon.

The data have been collected between 1982 and 1987 in the vine growing areas of Arda and Tidone Valleys, in Piacenza province, and Versa Valley, near Pavia (Northern Italy).

During the first annual flight period the *E. ambiguella* behaviour has resulted uniform in the three areas with a similar quantity of degree-days required to complete the different phases of the flight pattern. There is the possibility to have a third flight when during the second half of the second flight there is average heat accumulation of more than 13 degree-days (calculated using Allen method from the 1st January with a lower threshold of development of 10°C).

It has been calculated the regression line between the percentage of catches and the thermal sum, obtaining for all the flights highly significant correlation coefficients.

The evolution of the flights forecasted in these lines adaptes well to the real data, particularly for the first and the second flight.

Parole chiave (Key words): *Eupoecilia ambiguella*, flight period, degree-days, Northern Italy.

BIBLIOGRAFIA

- AHMAD T. R., 1988 - Degree-days requirements for predicting emergence and flight of the codling moth *Cydia pomonella* (L.) (Lep., Olethreutidae). - J. appl. Ent. 106: 345-349.
- ALLEN J. C., 1976 - A modified sine wave method for calculating degree days. - Environ. Entomol. 5 (3): 388-396.
- BALACHOWSKY A. S., 1966 - Entomologie appliquée à l'agriculture. Tome II. I^{er} partie. Lepidoptères. - Masson, Paris: 1-1057 (cfr. 461-486).
- BOLLER E. F., REMUND U., 1983 - Dix années d'utilisation de données sur les sommes de températures journalières pour la prévision des vols de *Rhagoletis cerasi* et d'*Eupoecilia ambiguella* au nord de la Suisse. - Bull. OEPP 13 (2): 209-212.
- CRAVEDI P., MAZZONI E., 1989 - Prévision des vols de *Lobesia botrana* sur la base de captures au piège sexuel et des sommes de températures journalières. - Joint Expert's Meeting «Influence of environmental factors on the control of grape pests, diseases and weeds», Thessaloniki 6-8 october 1987: 25-34.
- CRAVEDI P., MAZZONI E., 1990a - Somme termiche per la previsione degli sfarfallamenti di *Lobesia botrana* Den. & Schiff. (Lepidoptera Tortricidae). - Redia LXXIII: 17-40.
- CRAVEDI P., MAZZONI E., 1990b - Relazioni fra la somma delle temperature giornaliere e le catture con trappole a feromoni degli adulti di *Lobesia botrana* Den. & Schiff. (Lepidoptera Tortricidae). - Redia LXXIII: 213-222.
- LOZZIA G. C., VITA G., 1989 - Preliminary notes on application of a predictive model for *Eupoecilia ambiguella* (Hbn.) and *Lobesia botrana* (Den. & Schiff.) flight in

Lombardia (Italy) in relation to temperature. - Joint Expert's Meeting «Influence of environmental factors on the control of grape pests, diseases and weeds», Thessaloniki 6-8 october 1987: 35-47.

POTTER D. A., JENSEN M. P., GORDON F. C., 1989 - Phenology and degree-day relationships of the obscure scale (Homoptera Diaspididae) and associated parasites on the pine oak in Kentucky. - J. econ. Entomol. 82 (2): 551-555.

PROF. PIERO CRAVEDI(*), DR. EMANUELE MAZZONI(*) - Istituto di Entomologia, Università Cattolica del Sacro Cuore, I-29100 Piacenza.

Ricevuto il 3 settembre 1990; pubblicato il 27 settembre 1990.

(*) Il primo autore ha curato l'impostazione metodologica del lavoro e la raccolta dei dati, il secondo ha effettuato le elaborazioni statistiche. La stesura del testo è opera di ambedue gli autori.