

SIMULAZIONE DELLO SVILUPPO FENOLOGICO DEL COLEOTTERO *CHRYSOMELA POPULI* L. MEDIANTE IL MODELLO A RITARDO DISTRIBUITO: STUDIO DI FATTIBILITÀ.

Stefano Speranza¹, Roberta Alilla², Simone Pesolillo², Maurizio Severini²

¹ Dipartimento di Protezione delle Piante, Sezione di Entomologia,
Università degli Studi della Tuscia, 01100 Viterbo (Italy)
Tel. +39-0761-357465 Fax. +39-0761-357473
e-mail: speranza@unitus.it

² Istituto di Scienze dell'Atmosfera e del Clima ISAC-CNR Sezione di Roma

Riassunto

In ambito forestale gli insetti defogliatori sono tra i principali artefici del deperimento delle aree boschive, la *Chrysomela populi* L. è il principale defogliatore del pioppo potendo determinare gravi danni alle piante di giovane età. L'effetto dell'insetto si esplica in un danno diretto ed in uno indiretto; il primo consiste nella riduzione della capacità fotosintetica della pianta, il secondo in quella delle scorte energetiche mobilitate dalla pianta per lo sviluppo di nuove foglie.

Uno dei principali scopi del progetto europeo EUROFACE, è di individuare le possibili variazioni della fenologia del pioppo nelle condizioni previste di incremento dei valori della CO₂ atmosferica. In questo ambito, si è sviluppato l'interesse per lo studio della dinamica di popolazione di *C. populi* in relazione alla fenologia del pioppo in condizioni di aumento della concentrazione di CO₂. La fattibilità di un tale studio è stata affrontata tramite l'applicazione di un modello di simulazione della fenologia dell'insetto basato sulla teoria dei ritardi distribuiti. Il modello, 'Distributed Delay Model'- DDM (Manetsch, 1976), è in grado di simulare il passaggio degli individui di una popolazione attraverso gli stadi del loro ciclo vitale (sviluppo fenologico), osservando che gli individui che entrano contemporaneamente in un dato stadio di sviluppo (coorte), ne escono distribuiti nel tempo (sviluppo stocastico). Nella formulazione a temperatura variabile 'Time Varying Delay'- TVD, l'inserimento della temperatura dell'ambiente in cui vive l'insetto consente di simulare la dinamica della popolazione anche in campo. I dati che influenzano significativamente la stima dei parametri biologici e climatici necessari per la formulazione del modello, sono stati desunti in letteratura e successivamente utilizzati per la simulazione dello sviluppo fenologico del crisomelide.

INTRODUZIONE

La pioppicoltura italiana produce quasi il 50% del legno da lavoro di origine interna. La specializzazione produttiva ha ormai trasferito la coltura da sistema forestale ad ecosistema agrario. L'elevato livello di specializzazione ha determinato, però, l'insorgenza di elevati livelli di infestazione dovuti ad insetti fitofagi. Tale problematica determina una perdita intorno al 10% del valore della produzione legnosa potenziale, per un danno che si aggira sui 3.000.000 di Euro. Gli insetti xilofagi sono i principali responsabili di queste perdite di produzione, ma gli insetti fillofagi sono responsabili del 10% della perdita annua (Allegro, 2002). Numerosi sono i defogliatori del

pioppo, anche se generalmente sono mantenuti in equilibrio dalla presenza di predatori e parassitoidi. La Crisomela del pioppo (*Chrysomela populi* L.; Coleoptera, Curculionidae) spesso riesce a sfuggire al controllo naturale e determina la quasi totalità della perdita di produzione legnosa dovuta ai fillofagi. La riduzione della superficie fogliare con un diretto decremento della capacità fotosintetizzante della pianta si ripercuote sulla crescita della pianta. Tale riduzione risulta trascurabile a livelli di defogliazione inferiori al 50%, mentre livelli nettamente superiori determina un minor accrescimento della pianta del 10-30%. La seconda generazione della Crisomela è quella che potenzialmente può determinare le maggiori perdite di produzione in quanto, con la sottrazione delle foglie, si impedisce il trasferimento delle sostanze di riserva al fusto prima del riposo autunnale. La riduzione delle riserve energetiche ha una diretta correlazione con la resistenza della pianta agli inverni freddi e sulla germogliazione della primavera successiva. Nei casi di successive infestazioni negli anni è stato rilevato un effetto addizionale della riduzione dell'accrescimento della pianta con un incremento dei fenomeni fitopatologici che determinano anche un danno di tipo qualitativo (Allegro, 2002).

Il fitofago sverna da adulto nel terreno e sotto la lettiera coperto dalle foglie disseccate per poi uscire in primavera e raggiungere le foglie in formazione. Dopo gli accoppiamenti, le femmine ovidepongono a gruppi di alcune decine di elementi. Dopo 1-2 settimane fuoriescono le larve e dopo altre 3-4 settimane si impupano e si trasformano in adulto dopo una settimana. Nel centro Italia sono generalmente possibili due generazioni l'anno.

La migliore conoscenza della biologia della crisomela e la formulazione di sistemi predittivi dell'infestazione permetterà il miglioramento della gestione di questa problematica con un incremento dell'efficienza produttiva della coltura. La ricerca è stata condotta all'interno dell'unico FACE Europeo dove si testano le variazioni biologiche dell'ecosistema pioppo al variare delle concentrazioni di CO₂ (POPFACE, Free Air Carbon dioxide Enrichment experiment on Poplar Plantation, Tuscania, Viterbo), questo lavoro pur non considerando dette variazioni vuole essere una base per la modellizzazione del ciclo biologico del fitofago per poi, con successive ricerche, approcciare a sistemi predittivi di cicli biologici della crisomela in ambiente ad elevata concentrazione di CO₂.

MATERIALI E METODI

In questo lavoro si riportano i risultati di una simulazione del ciclo vitale del crisomelide, presente nel sito di studio del progetto POPOFACE (Tuscania – VT). Il fine che si propone è quello di valutare la fattibilità di studi ulteriori che consentano di simulare (quindi di prevedere) gli attacchi del fitofago. Il modello utilizzato per la simulazione è noto come modello a ritardo distribuito variabile nel tempo (Time Varying Delay- TVD) (Manetsch, 1976). La versatilità del modello consente di applicarlo per la simulazione della fenologia e della demografia delle specie la cui velocità di sviluppo dipende dalla temperatura dell'ambiente in cui vivono (peciloterme). La temperatura è la variabile forzante del modello che è in grado di simulare la dinamica di sviluppo di una popolazione utilizzando tre parametri caratteristici della specie: la temperatura di zero di sviluppo T_0 , il fabbisogno termico F ed il parametro di variabilità H . Tramite questi tre parametri riferiti a ciascuno stadio del ciclo vitale è possibile calcolare il ritardo medio di sviluppo DEL (delay), con il quale gli individui attraversano gli stadi. La struttura matematica del modello, la sua implementazione su foglio di calcolo (Delay Simulator DS 2.0) e le possibili applicazioni sono state trattate in tre lavori presenti in questa pubblicazione (Alilla et al., Pesolillo et al., Severini et al.).

Il grafico di Fig. 1 riporta, l'andamento delle temperature medie giornaliere calcolate a partire dalle misure effettuate in loco dalla Stazione Meteo SKYE DataHog2 – POPFACE ed inserite nel modello. La Tabella 1 presenta, invece, i dati utilizzati per parametrizzare il modello. Quelli riportati nelle prime due colonne, rispettivamente T_0 in [°C] e F in [DD], sono stati desunti da precedenti pubblicazioni (Belcari e Loi, 1983; Loi e Belcari, 1983). A tali lavori si è fatto riferimento anche per la stima del parametro H e della data (23 aprile) in cui inserire la coorte di 150 uova utilizzata per inizializzare il modello, sulla base del ciclo vitale che la *C. populi* compie nella Toscana litoranea.

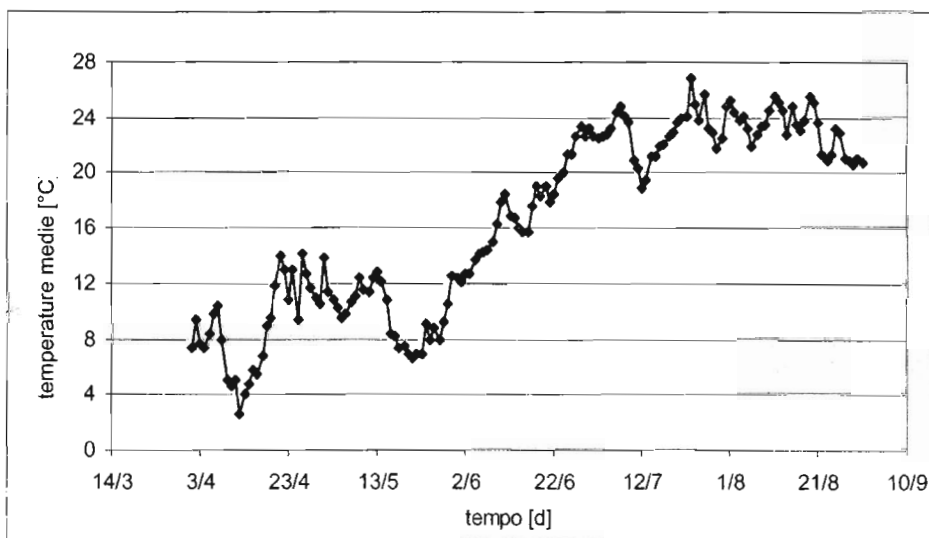


Fig.1 Andamento delle temperature medie giornaliere nel sito di Toscana (VT).

	T_0	F	H
Uova	8	62,805	3
Larve	6,88	172,608	7
Crisalidi	7,2	60,849	5

Tab. 1 Valori dei parametri inseriti nel modello.

Data	Uova	Larve	Crisalidi	Adulti
07/05/2004	0	0	0	3
14/05/2004	0	0	0	6
21/05/2004	0	81	0	4
28/05/2004	60	74	4	5
04/06/2004	0	9	1	10
11/06/2004	0	9	1	46
18/06/2004	0	4	2	47
25/06/2004	55	10	0	25
02/07/2004	122	54	0	23
09/07/2004	72	16	0	16

b

.2 Numero di individui campionati settimanalmente per ciascuno stadio.

Per la validazione del modello sono stati effettuati campionamenti settimanali su piante di pioppo (*Populus x euroamericana*). I campionamenti diretti hanno permesso di evidenziare la presenza di uova, larve, crisalidi e adulti (Tabella 2).

RISULTATI

I risultati qui presentati si riferiscono alla simulazione dei campionamenti di adulti appartenenti alla prima generazione effettuati con cadenza settimanale dal 7 maggio al 9 luglio 2004 (Tab. 2). Il grafico di Fig. 2 rappresenta il confronto tra il numero di adulti campionati in loco e quelli simulati dal modello DS 2.0. L'accordo appare soddisfacente soprattutto nell'area centrale a partire dal campionamento del 21 maggio fino al 25 giugno. In questo periodo, in natura, si ha la prevalenza degli adulti della prima generazione, quelli che è in grado di simulare il modello utilizzando i parametri della (Tabella 1). Nei primi due campionamenti (7-14 maggio) e negli ultimi due (2-9 luglio) l'accordo diviene meno significativo (bande verticali grige). Nel primo caso ciò può essere dovuto alla presenza nel sito di adulti svernanti, i quali fuoriescono dalla diapausa sin dall'ultima decade di marzo, periodo del quale non sono state fornite le misure di temperatura da inserire nel modello. Nel secondo caso i valori più elevati delle catture rispetto a quelli simulati derivano dal fatto che nelle prime comprendono, senza distinguere, adulti di I° e di II° generazione, mentre il modello è impostato per simulare unicamente la prima generazione.

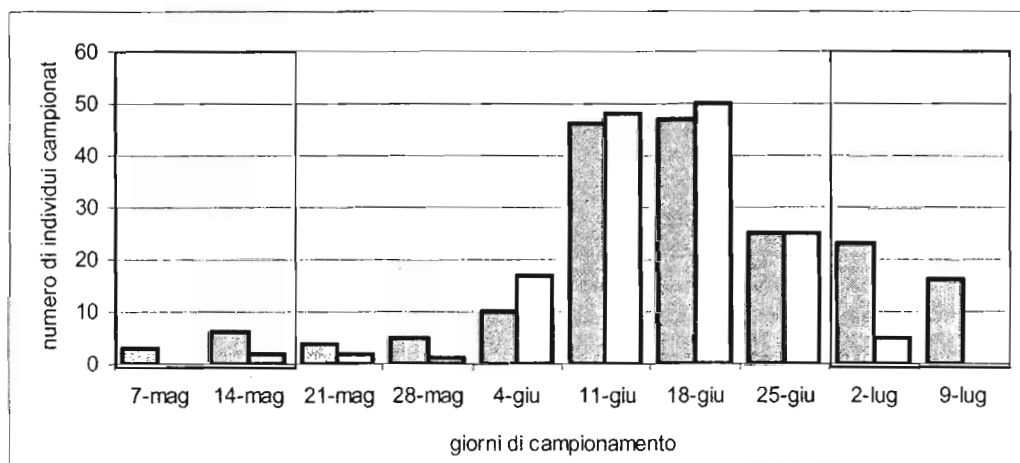


Fig.2 Confronto tra il numero di individui campionati (istogrammi grigi) e quelli ottenuti mediante la simulazione (istogrammi bianchi).

CONCLUSIONI

Nonostante la simulazione svolta si avvalga, al momento, delle conoscenze acquisite dalla letteratura, i risultati sono interessanti. Anzi, questi possono essere uno stimolo per ulteriori analisi che prevedano esperimenti 'ad hoc' in campo e di laboratorio per la stima dei parametri propri della *C. populi* presente nel luogo.

RINGRAZIAMENTI

Si ringrazia il Prof. Giuseppe Scarascia Mugnozza, il dott. Paolo De Angelis ed il Dott. Carlo Calfarietra del Dipartimento di Scienze dell'Ambiente Forestale e delle sue Risorse dell'Università della Tuscia di Viterbo, coordinatori del progetto EUROFACE.

BIBLIOGRAFIA

- Allegro G. 2002. Gli insetti parassiti del pioppo. Istituto di Sperimentazione per la Pioppicoltura, 64 p.
- Belcari A., Loi G. 1983. Influenza della temperatura sullo sviluppo dell'uovo di *Chrysomela populi* L. (Coleoptera, Chrysomelidae). Atti 13° Congresso Nazionale di Entomologia, Sestriere, Torino, 661-667.
- Loi G., Belcari A. 1983. Influenza della temperatura sullo sviluppo degli stadi preimaginali del coleottero crisomelide *Chrysomela populi* L. Frustula Entomologica. VI: 89-101.
- Manetsch T. J., 1976. Time-varying distributed delay models and their use in aggregative models of large systems. IEEE Trans. Syst. Man Cybern., 6: 547-553.

Università degli Studi di Firenze
Centro Interdipartimentale di Bioclimatologia
Dipartimento di Scienze Agronomiche e Gestione del Territorio Agroforstale
Consiglio Nazionale delle Ricerche
Istituto di Biometeorologia

III GIORNATE DI STUDIO
METODI NUMERICI, STATISTICI E INFORMATICI NELLA
DIFESA DELLE COLTURE AGRARIE E DELLE FORESTE:
RICERCA E APPLICAZIONI

Firenze
24-26 Novembre 2004

ATTI

Atti a cura di A. Dalla Marta, S. Orlandini

COMITATO SCIENTIFICO

Antonio Belcari (UNIFI)
Antonello Cossu (SAR)
Anna Dalla Marta (UNIFI)
Stefano Dietrich (ISAC-CNR)
Francesco Faretra (UNIBA)
Tiziano Galassi (Serv. Fit. Emilia Romagna)
Gianni Gilioli (UNIRC)
Giampiero Maracchi (IBIMET-CNR)
Vittorio Marletto (AIAM)
Simone Orlandini (UNIFI)
Ruggero Petacchi (SSSUP)
Massimo Ricciolini (ARSIA)
Vittorio Rossi (UNICATT-Piacenza)
Maurizio Severini (ISAC-CNR)
Sauro Simoni (ISZA)
Giuseppe Surico (UNIFI)
Annamaria Vercesi (UNIMI)
Giuseppe Zanin (UNIPD)

SEGRETERIA ORGANIZZATIVA

Prof. Simone Orlandini
Dr.ssa Anna Dalla Marta

Dipartimento di Scienze Agronomiche e Gestione del Territorio Agroforestale –
Università degli Studi di Firenze
Piazzale delle Cascine, 18 – 50144 Firenze
Tel: 055 3288257, Fax: 055 332472
e-mail: anna.dallamarta@unifi.it