



## APPLICAZIONE DEL MODELLO A RITARDO VARIABILE PER LA SIMULAZIONE DELLA FENOLOGIA DEGLI STADI PREIMMAGINALI DEL BALANINO DEL CASTAGNO *CURCULIO PROPINQUUS* (DESBR.) (COLEOPTERA, CURCULIONIDAE)

Speranza S.<sup>1</sup>, Alilla R.<sup>2</sup>, Pesolillo S.<sup>2</sup>, Stacchiotti M.<sup>1</sup>, Papparatti B.<sup>1</sup>, Severini M.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Dipartimento di Protezione delle Piante dell'Università degli Studi della Tuscia Via S. Camillo de Lellis, 01100 Viterbo, Italia.

<sup>2</sup> Dipartimento di Ecologia e Sviluppo Economico Sostenibile dell'Università degli Studi della Tuscia Via S. Giovanni Decollato, 1-01100 Viterbo, Italia tel. 0761239771 [r.alilla@unitus.it](mailto:r.alilla@unitus.it), [s.pesolillo@unitus.it](mailto:s.pesolillo@unitus.it), [m.severini@unitus.it](mailto:m.severini@unitus.it)

La castanicoltura nel Centro Italia si trova ad affrontare rilevanti perdite di produzione a causa, in particolare, dei danni provocati dagli attacchi di due specie di balanino (*Curculio elephas* e *Curculio propinquus*). Nel 2004 nell'area dei Monti Cimini (VT) è iniziata una campagna di campionamenti settimanali del balanino nel periodo agosto-ottobre in castagneti da frutto infestati, non trattati, allo scopo di costruire un modello di simulazione della dinamica di popolazione dell'insetto. In questa sede saranno trattati i risultati preliminari riguardanti la simulazione della fenologia degli stadi preimmaginali dell'insetto, eseguita mediante il Modello a Ritardo Variabile (MRV).

The chestnut cultivation in Central Italy is currently facing relevant production losses because of *Curculio elephas* and *Curculio propinquus* damages. In order to develop a simulation model of chestnut weevil population dynamics, a weekly sampling campaign going on from August to September in infected chestnut fields has been going on since 2004 in the Monti Cimini (VT) area. In this paper we will examine the preliminary results about the simulation of chestnut weevil's immature stages phenology, employing the time-distributed delay forecasting model (MRV).

### Introduzione

In Italia si è osservato negli ultimi anni, un crescente interesse nei confronti della castanicoltura. Si registra però, a fronte di questa espansione, un problema economicamente molto rilevante, quello della perdita di produzione a causa dei danni provocati dagli attacchi di alcuni insetti, in particolare delle due specie di balanino (*Curculio elephas* (Gyll.) e *C. propinquus* (Desbr.)) e delle tre cidie (*Pammene fasciana* L., *Cydia fagiglandana* Zel, e *Cydia splendana* Hb.). La loro attività può compromettere, in alcune annate, fino al 90% del raccolto annuo. E per ultimo, ma non per importanza, l'arrivo del cinipide galligeno del castagno (*Dryocosmus kuryophilus* Yasumatsu) sta determinando un aumento del timore della perdita totale della produzione (Paparatti e Speranza, 2005). Generalmente, per contenere le perdite gli agricoltori tendono ad effettuare numerosi trattamenti fitosanitari, a volte anche non necessari, e con principi attivi di sintesi tossici per l'uomo nonché dannosi per l'ambiente e l'entomofauna utile. Tali interventi si rivelano spesso inutili, perché effettuati in periodi in cui l'insetto non è presente sulla coltura, o quando ormai l'infestazione è già in atto e il danno risulta irreversibile.

A tal proposito, l'Università degli Studi della Tuscia con la collaborazione tra il Dipartimento di Protezione delle Piante ed il Dipartimento di Ecologia e Sviluppo Economico Sostenibile, ha intrapreso una sperimentazione volta alla costruzione di un modello di simulazione dell'andamento fenologico del sistema pianta-parassita (balanino-castagno), basato sulla Teoria dei Ritardi Distribuiti (Manetsch, 1976). In questa sede saranno trattati i risultati preliminari riguardanti la simulazione della fenologia degli stadi preimmaginali dell'insetto.

I Balanini del castagno, nel viterbese, compaiono come adulti tra la metà del mese di agosto e la fine di settembre. Le femmine ovidepongono forando il riccio con il rostro e inserendo nel foro un uovo. La larva si sviluppa a spese dei frutti; generalmente all'interno di ognuno di questi non si trovano più di due o tre larve,

anche se in alcuni casi sono state rinvenute sino a 19 larve. La larva matura, in concomitanza con la maturazione delle castagne, fuoriesce dalle castagne praticando un tipico foro nel pericarpo e si lascia cadere al suolo, dove si interra ad una profondità compresa tra i 5 ed i 15 centimetri; nel terreno si costruisce una celletta in cui sverna. All'inizio dell'estate successiva dal 32 al 94% delle larve si impupano, rimanendo in tale stato per circa 15 giorni, mentre la restante parte si impuperà negli anni successivi con percentuali minori. Gli adulti neosfarfallati si portano sulle chiome delle piante ospiti, dove avviene l'accoppiamento e l'ovideposizione.

### Materiali e metodi

Nei castagneti dei Monti Cimini, le popolazioni di balanini sono costituite in prevalenza dal *C. propinquus* e dal *C. elephas*. Le osservazioni sono state effettuate nell'anno 2004, in due castagneti da frutto infestati, non trattati, situati nei Comuni di Vallerano e Carbognano (VT), e simili tra loro per quanto riguarda le caratteristiche agronomico-selvicolturali. In ciascuno dei due castagneti è stata scelta una parcella rappresentativa di circa un ettaro, in cui si è svolta la sperimentazione. La varietà maggiormente rappresentata è la cultivar "Castagna" (Maschio o Velletrana) (Bignami, 1990). All'interno della parcella sono state scelte 4 piante della varietà "Castagna" omogenee per il portamento, l'età e lo stato fitosanitario. La raccolta dei dati, effettuata con cadenza settimanale, si è svolta nel periodo che va dalla metà del mese di agosto alla fine di ottobre secondo le metodologie già testate in precedenti lavori (Paparatti e Speranza, 2000; 2003; Papparatti et al., 2002). Dalle piante utilizzate nella sperimentazione, sono stati raccolti 50 ricci allo scopo di determinare lo stadio infestante; le castagne contenute nei ricci sono state analizzate e dissezionate allo stereomicroscopio in laboratorio, prelevando le larve presenti ed annotando l'età larvale presunta dell'insetto. In particolare sono stati considerati i seguenti parametri:

Uova (U); Larve di prima età (L1); Larve di seconda

età (L2); Larve di terza età (L3); Larve di quarta età (L4); Fori di uscita (F); lasciati dalle larve mature già fuoriuscite dalla castagna.

Per simulare lo sviluppo degli individui negli stadi preimmaginali si è impiegato il Modello a Ritardo Variabile (MRV). Nelle simulazioni sono state impiegate le temperature medie giornaliere misurate all'interno del castagneto sito in Vallerano e per il castagneto nel comune di Carbognano, ci si è avvalsi delle misure effettuate nella stazione di Caprarola (VT) distante circa 3 km dal sito, ed i cui dati sono disponibili all'interno della Banca Dati Agrometeorologica Nazionale gestita dall'UCEA-CRA. I parametri (fabbisogno termico  $F$  espresso in gradi giorno [DD] e zero di sviluppo  $T_0$  in [°C]) del modello MRV propri di ciascuna età larvale del balanino sono stati elaborati a partire dall'articolo di Manel e Debouzie (1995) in cui venivano riportati i risultati di esperimenti eseguiti a temperature costanti, differenti tra loro, al fine di stimare il tempo medio di sviluppo nei differenti substadi per la specie *C. elephas*, specie affine al *C. propinquus* e rilevata anch'essa durante i medesimi campionamenti (Tab.1). Per quanto riguarda il parametro di variabilità  $H$ , sono stati attribuiti, per ogni età larvale, gli stessi valori in entrambe le simulazioni (Tab.1). Il modello, costituito da cinque moduli (rettangoli) in serie Fig.1, presenta come flusso di ingresso (input) il flusso multicortici di uova campionate settimanalmente durante il periodo agosto-ottobre 2004. Ciascun modulo rappresenta un modello MRV. Il primo modulo è quindi costituito dal modello concepito per lo stadio di uovo (U), in cui lo sviluppo embrionale viene simulato con la terna di parametri specifici dell'uovo ( $H=5$ ,  $T_0=6,5$  [°C] ed  $F=109$  [DD]) e fornisce come risultato il flusso di larve L1. Queste proseguono nello sviluppo entrando nel secondo modulo (MRV-L1), utilizzando la seconda terna di parametri della Tab.1, per dare le larve L2. Il processo si ripete fino all'ultimo modulo (MRV-L4) da cui si ottiene come flusso di uscita l'andamento nel tempo dei fori lasciati dalle larve mature (F).

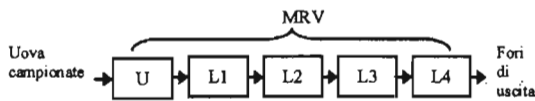


Fig.1 Schema del modello di simulazione. I rettangoli rappresentano i moduli, le frecce i flussi di individui.

Tab.1 Valori dei parametri  $H$ ,  $T_0$  ed  $F$  impiegati nelle simulazioni

	U	L1	L2	L3	L4
$T_0$	6,5	0	0	0	0
$F$	109	103	82	114	311
$H$	5	4	2	2	10

**Risultati e discussione**

Il Modello a Ritardo Variabile ha permesso di simulare la data di emergenza e la durata nel tempo della presenza degli individui in ogni stadio larvale (Fig.2). In Tab. 2 sono riportate, per confronto, le

date di emergenza così come risultano dai campionamenti. Dal confronto tra le simulazioni (Fig.2) e le date di emergenza (Tab.2), si deduce che l'andamento fenologico è stato simulato con una maggior precisione nel castagneto C1 rispetto al C2. Infatti, per tutte e cinque le età larvali nel castagneto C1 le date di emergenza degli individui sono all'interno della settimana che precede il campionamento, mentre nel secondo castagneto (C2) ciò avviene in due casi su cinque (per L1 ed L4). Per quanto riguarda le larve L2 e dei fori di uscita delle larve mature (F) le date simulate sono in ritardo di un giorno rispetto al campionamento; per le larve di terza età L3, infine, il ritardo della simulazione è di 3 giorni. Il modello simula la permanenza degli individui anche oltre l'ultimo campionamento avvenuto il 19 ottobre, in concomitanza con la raccolta delle castagne, tranne nel caso delle larve L1, nel quale dal modello il numero di individui risulta essere tendente a zero (risultato in accordo con i dati delle catture in campo).

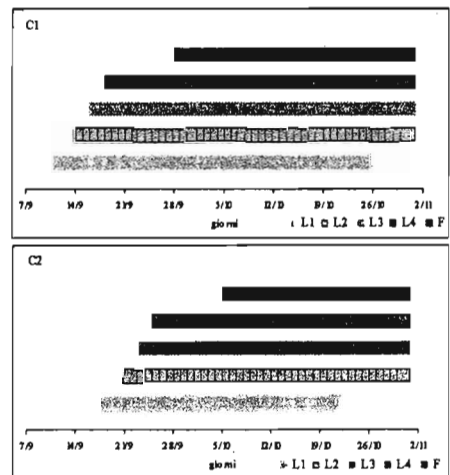


Fig. 2 Grafici della durata nel tempo della permanenza di individui in una età larvale (L1, L2, L3, L4, F) nel castagneto C1(in alto) e nel C2 (in basso).

Tab.2 Date di emergenza degli individui dai campionamenti effettuati nel 2004 nel castagneto di Vallerano (C1) e Carbognano (C2).

	L1	L2	L3	L4	F
C1	14-set	21-set	21-set	21-set	05-ott
C2	21-set	21-set	21-set	28-set	05-ott

In virtù del buon accordo tra le simulazioni ed i campionamenti avvenuti nel sito di Vallerano (C1), laddove la misura della funzione forzante del modello (temperatura) è avvenuta in situ, la differenza riscontrata tra simulazione e campionamenti nel castagneto di Carbognano (C2) può essere dovuta all'utilizzo di una stazione meteorologica vicina ma non esattamente posta nel castagneto. Il lavoro proposto si configura come primo approccio alla costruzione di un modello di simulazione per la stima del rischio di attacco del balanino. Sebbene l'impiego di parametri tratti dalla letteratura abbia già fornito risultati soddisfacenti nella costruzione del modello di sviluppo fenologico del sistema vite-tignoletta e di



quello della *Chrysomela populi* L. (Severini et al., 2004, 2005; Speranza et al., 2004), al fine di rendere il modello balanino ancora più aderente alla realtà dei castagneti dei Monti Cimini, saranno necessarie indagini sperimentali per stimare i parametri propri della specie *C. propinquus* percentualmente più rilevante in questo ambiente.

#### Bibliografia

- Bignami C., 1990. La classificazione varietale del castagno dei Monti Cimini. *Economia Montana* 5, 43-45.
- Manel S., Debouzie D., 1995. Prediction of egg and larval development times in the field under variable temperatures. *Acta Oecologica*, 16, 2, 205-218.
- 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.
- Paparatti B., Speranza S., 2000. I principali fitofagi del Castagno. In: Introduzione di nuove tecniche di raccolta a minore impatto ambientale per la valorizzazione della castanicoltura da frutto dei Monti Cimini. Atti Giornata di studio sul castagno da frutto, Caprarola (VT), 16 dicembre 1999, quaderno ARSIAL (Agenzia Regionale per lo Sviluppo e l'Innovazione dell'Agricoltura nel Lazio), 73-82.
- Paparatti B., Speranza S., Terrosi A., Pucci C., 2002. Prova di campionamento degli adulti di balanino del castagno (*Curculio elephas* Gyll.) per mezzo di trappole cromotropiche e chemio-cromotropiche. Atti XIX Congresso Nazionale Italiano di Entomologia. Catania, 10-15 giugno 2002, 917-920.
- Paparatti B., Speranza S., 2003. Controllo agronomico del balanino delle castagne. *L'Informatore Agrario*, 38, 75.
- Paparatti B., Speranza S., 2005. Prima segnalazione del cinipide galligeno del castagno (*Dryocosmus kuriphilus* Yasumatsu) in Italia centrale. Atti IV Convegno Nazionale - Castagno 2005. Montella, 20-22 ottobre 2005, 214-215.
- Speranza S., Alilla R., Pesolillo S., Severini M., 2004. Simulazione dello sviluppo fenologico del coleottero *Chrysomela populi* L. mediante il modello a ritardo distribuito: studio di fattibilità. In: Dalla Marta A., Orlandini S. (Eds.). Atti III giornate Studio Metodi Numerici Statistici ed Informatici nella Difesa delle Colture Agrarie e Forestali, Firenze, 109-113.
- Severini M., Alilla R., Pesolillo S., Comandini F., 2004. Simulazione tramite il modello DS2.0 della fenologia della vite, degli attacchi di *Lobesia botrana* Den & Schiff (Lep. Tortricidae) e del tempo di raccolta dell'uva nella zona DOC del vino Frascati In: Dalla Marta A., Orlandini S. (Eds.). Atti III giornate Studio Metodi Numerici Statistici ed Informatici nella Difesa delle Colture Agrarie e Forestali, Firenze, 124-129.
- Severini M., Alilla R., Pesolillo S., Baumgärtner J., 2005: Fenologia della vite e della *Lobesia botrana* (Lep. Tortricidae) nella zona dei Castelli Romani. *Rivista Italiana di Agrometeorologia* 3, 34-39.

VOLUME DEI RIASSUNTI



QUARTE GIORNATE STUDIO su  
METODI NUMERICI, STATISTICI E INFORMATICI  
NELLA DIFESA DELLE COLTURE AGRARIE  
E DELLE FORESTE. RICERCA ED APPLICAZIONI

VITERBO, 27-29 MARZO 2007



A cura del

**Prof. Maurizio Severini, Dott. Simone Pesolillo, Dott.ssa Roberta Alilla**