

PREVEDERE LO SVILUPPO DI INSETTI CON MODELLI AGROMETEOROLOGICI

Federico Spanna

E' possibile simulare e prevedere lo sviluppo degli insetti di interesse agrario utilizzando modelli agrometeorologici? Ad oggi la risposta sembra essere decisamente positiva!

In molti anni di evoluzione delle conoscenze scientifiche, sono stati messi a punto dapprima modelli entomologici empirici e finalmente modelli di tipo meccanicistico. I primi, basati sulla correlazione tra andamento climatico e sviluppo dell'insetto, hanno la caratteristica di simulare con una certa approssimazione lo sviluppo, ma senza fornire spiegazioni sui meccanismi che governano il processo. Tali modelli essenzialmente basati sugli accumuli di gradi utili espressi attraverso il calcolo di indici di sommatoria termica presentano però grossi limiti in quanto poco stabili nel tempo e poco trasferibili nello spazio. A partire dagli anni 90 è emersa una nuova categoria di modelli che, applicando un diverso approccio in fase di predisposizione, è in grado di quantificare le risposte fisiologiche di una determinata fase fenologica di un insetto al variare delle



Una stima dello sviluppo della prima generazione della tignola è un parametro necessario per il corretto uso del modello previsionale

grandezze ambientali che ne condizionano lo svolgimento.

La messa a punto di questi modelli è naturalmente più laboriosa e richiede l'impiego di tecniche di laboratorio e la validazione successiva in campo, ma la robustezza e l'efficacia di questi strumenti è enormemente superiore ai precedenti. Ma facciamo un passo indietro e cerchiamo di capire l'origine di questa categoria di modelli.

Alcuni passaggi storici

La storia dei modelli in ambito biologico si fa risalire a Réaumur il quale, nel 1735, cinque anni dopo aver inven-

tato la scala termometrica che porta il suo nome, iniziò ad usare i dati termici rilevati, per correlarli con la maturazione delle uve, semplicemente eseguendo una sommatoria delle temperature. Tale impiego dette il via allo sviluppo della categoria dei modelli empirici sopra descritti, portando via via al perfezionamento delle formule applicate. Venne definito in particolare il concetto di **soglia di temperatura** (valore termico al

di sotto o al di sopra del quale non si ha lo sviluppo di un determinato fenomeno od organismo); venne introdotto il concetto di **tasso di sviluppo**, ossia la velocità a cui avviene un fenomeno in funzione delle condizioni ambientali che si presentano nell'unità di tempo ed infine venne riconosciuta, per molti casi specifici, la non linearità del tasso di sviluppo di un fenomeno rispetto alla temperatura. In questo senso Logan nel 1976 propose un'equazione esponenziale che ad oggi costituisce la base per la simulazione del tasso di sviluppo di un organismo ed in particolare per gli insetti di interesse agrario.

Proprio con riferimento alle popolazioni di insetti, accanto a questo approccio che potremmo definire di tipo fenologico e fisiologico, si è dovuta sviluppare un'altra categoria di modelli definiti demografici finalizzata a superare i limiti che i modelli fenologici presentavano. Questi infatti partono dal presupposto che tutti gli individui di una stessa specie reagiscono nello stesso modo al variare di una determinata grandezza ambientale. Sappiamo benissimo invece che ogni popolazione composta da individui tutti uguali (coorte) possiede una variabilità intrinseca che porta gli individui a comportarsi in modo diverso, per cui ci saranno individui che si sviluppano più rapidamente ed altri più lentamen-



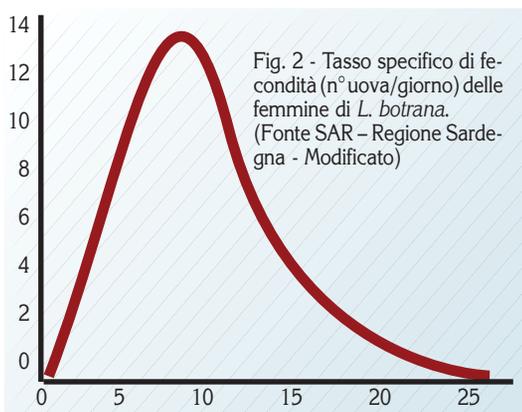
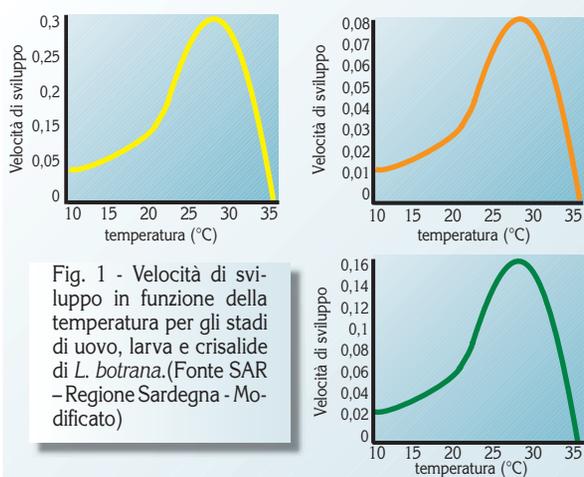
Trappola a feromoni per monitorare l'andamento del volo dei maschi delle tignole

te. I modelli di tipo fenologico, inoltre, non riescono a stimare la densità di una popolazione né a simularne la dinamica specialmente nel caso degli insetti in cui ci troviamo di fronte a stadi di sviluppo diversificati (ad es. uovo, larva, pupa, adulto). I modelli demografici moderni sono in grado di tenere conto sia della dinamica delle popolazioni, prevedendo il passaggio da una fase fenologica ad un'altra e quantificando l'età di una popolazione sia, in alcuni casi, di prevedere la densità di una popolazione e quindi il tasso di infestazione.

La quantificazione dell'età di una popolazione di insetti costituisce indubbiamente una difficoltà insormontabile se affrontata in modo diretto, per cui i modellisti hanno pensato di passare dall'età cronologica all'età fisiologica, quantificabile attraverso i modelli fisiologici sopra descritti.

Ecco quindi che le due categorie di modelli hanno trovato un punto di contatto. Nel 1976 infine, Manetsch ha trovato la soluzione al problema della variabilità fisiologica degli individui. Attraverso un'equazione è stato così possibile simulare il processo per cui individui che entrano nello stesso momento in uno stadio di sviluppo, ne escono in tempi diversi.

Da questa intuizione sono derivati gli attuali Modelli di simulazione definiti a Ritardo Variabile (MRV). E' passato molto tempo dal semplice impiego delle somme termiche agli MRV, ma attualmente tali modelli hanno raggiunto, per molte specie, un buon grado di affidabilità e trasferibilità.



La fase di predisposizione ed applicazione dei modelli MRV

Dal momento in cui il metodo scientifico viene messo a punto alla sua applicazione pratica può passare ancora parecchio tempo. Ogni specie di insetto differisce dall'altra sia per tipo di ciclo sia per numero di stadi di sviluppo. A parità di questi fattori, però, le singole specie si differenziano tra loro per tutta una serie di parametri fisiologici la cui quantificazione serve a differenziare la reazione della specie o della fase fenologica ai fattori esterni (ad es. la temperatura).

Da alcuni anni sono stati messi a punto e validati in alcune realtà regionali modelli a ritardo variabile riferiti ad alcune specie entomologiche di interesse agrario. In frutticoltura sono ormai divenuti operativi i modelli previsionali riferiti a specie come *Cydia molesta* (Busck), *Cydia pomonella* (L.), *Argyrotaenia pulchellana* (Hw.), *Pandemis cerasana* (Hb), *Bactrocera oleae* (Gmel), mentre in viticoltura le applicazioni riguardano per ora la ben nota Tignoletta (*Lobesia botrana* Den. & Schiff).

Per questa specie sono state quindi definite le curve di risposta fisiologica alla temperatura con la quantificazione dei parametri specie-specifici per i diversi stadi fenologici di uovo, larva, pupa e adulto (fig. 1), le equazioni relative alla fecondità media delle femmine (fig. 2) in funzione della loro età (espressa sulla base del numero di uova deposte giornalmente dalle femmi-

ne) e le curve di mortalità abiotica in funzione della temperatura. I modelli a ritardo variabile, quindi, simulano la distribuzione degli individui della popolazione che, in un dato tempo (modello demografico), si trovano nei diversi stadi del ciclo vitale (modello fenologico).

In particolare, il modello matematico relativo a *Lobesia botrana* (Den. & Schiff), messo a punto dal Servizio Agrometeorologico della Sardegna, permette di prevedere lo sviluppo dei diversi stadi del lepidottero e di stimarne l'abbondanza nelle diverse generazioni. Richiede in input i valori giornalieri di temperatura massima e minima e una stima dell'abbondanza degli adulti della prima generazione. Il modello prende in considerazione la velocità di sviluppo specifica dei diversi stadi, la mortalità degli stadi preimmaginali, la velocità di invecchiamento e la fecondità degli adulti. Esso considera, inoltre, la variabilità biologica nella dinamica di sviluppo. Tale modello non è stato fino ad ora testato in Piemonte ma tale studio si presenta assolutamente fattibile qualora vi siano manifestazioni di interesse e risorse adeguate.

L'applicazione dei modelli in Piemonte e la previsionalità

Una volta eseguita la validazione in campo dei modelli è possibile applicare un determinato modello alla realtà di campo. In Piemonte, le stazioni della Rete Agrometeorologica regionale costituiscono la base per garantire un aggiornamento periodico dei modelli riferiti alle diverse specie. Attualmente questo servizio viene svolto per due specie di insetti ed i risultati vengono trasmessi ad alcuni punti di coordinamento del personale tecnico operante in frutticoltura.

In questo caso i risultati del modello si ottengono alla data dell'ultimo rilevamento meteo, ma è possibile, a breve, ipotizzare un servizio previsionale che, basandosi su dati stimati dai servizi meteorologici, possa dare delle indicazioni di sviluppo degli insetti fino a 2-3 giorni successivi.

Ulteriore sviluppo perseguibile è l'informattizzazione dei modelli con l'aggiornamento dei dati su web regionale, come già avviene per alcuni modelli di natura fitopatologica.

Federico Spanna
Regione Piemonte - Settore Filosanitario
Sez. Agrometeorologia - Via Livorno 60 - Torino
e-mail: federico.spanna@regione.piemonte.it