

Report attività Susybest 06.04.2021-25.10.2023 - UNIBS

Azione 3

SOTTOAZIONE 1: IMPLEMENTAZIONE DEI MODELLI PER LA DIFESA. (Partner coinvolti: UNIBS, Terremerse)

Generalità

All'interno della Sottoazione 1 sono stati sviluppati due modelli per la difesa contro i principali fitofagi del mais e del pomodoro, rispettivamente: i) la nottua gialla del pomodoro (*Helicoverpa armigera*) e ii) la piralide del mais (*Ostrinia nubilalis*). In particolare, i modelli sviluppati consentono di simulare il ruolo della temperatura dell'aria sulle risposte fisiologiche (tempistiche di sviluppo) e sulle tempistiche di comparsa (fenologia) dei parassiti oggetto di studio.

Ricerca ed estrazione di dati da letteratura

Per lo sviluppo dei modelli di difesa sono stati utilizzati dati biologici che descrivono l'influenza della temperatura sulle risposte fisiologiche del parassita oggetto di studio. Le attività di UNIBS si sono indirizzate alla ricerca della bibliografia rilevante, all'estrazione ed all'elaborazione dei dati biologici disponibili in letteratura. Tali dati hanno consentito di stimare le funzioni tasso (ad esempio tasso di sviluppo, tasso di mortalità e tasso di fertilità) che consentono di rappresentare l'influenza della temperatura ambientale sulle risposte fisiologiche individuali e quindi sulla fenologia e dinamica di popolazione delle due specie oggetto di studio (Figura 1).

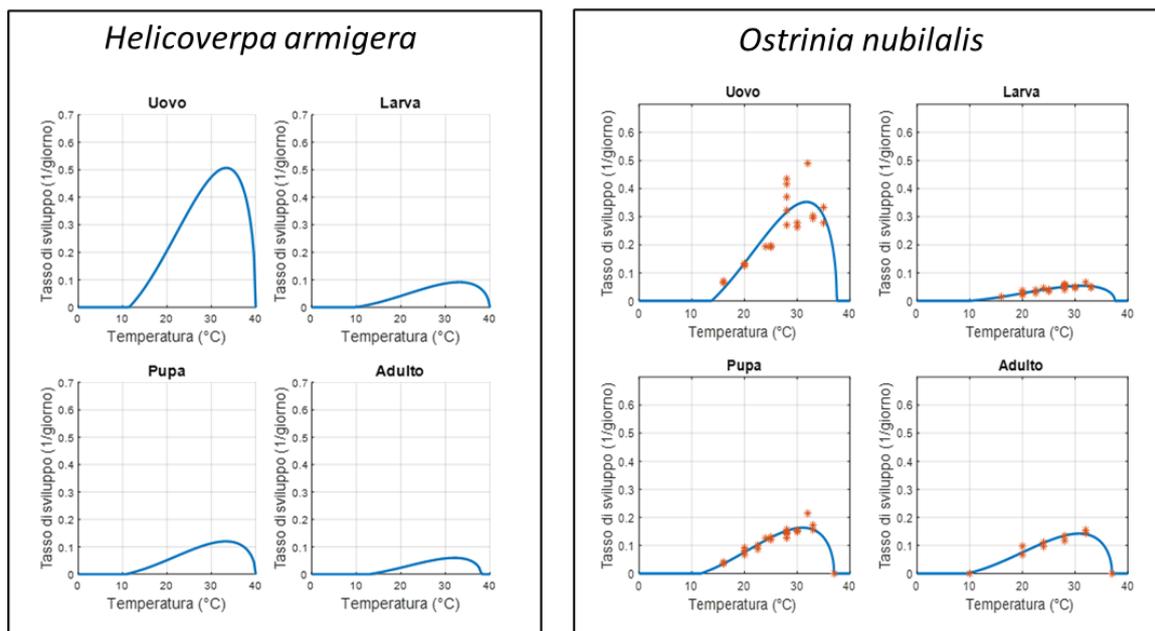


Figura 1. Funzioni tasso di sviluppo temperatura-dipendente per i quattro stadi di sviluppo (uovo, larva, pupa e adulto) di *Helicoverpa armigera* (sinistra) e *Ostrinia nubilalis* (destra).

Sviluppo, calibrazione e validazione dei modelli

Sono stati sviluppati dei modelli di difesa per la gestione di *H. armigera* e *O. nubilalis*. Tali modelli, sviluppati in ambiente MATLAB, consentono di simulare le tempistiche di emergenza dei vari stadi di sviluppo (uova, larve, pupe e adulti) sulla base della temperatura dell'aria. La dinamica di popolazione degli insetti parassiti è descritta tramite l'uso dell'equazione di Kolmogorov. I modelli seguono un approccio a base fisiologica,

dove le risposte fisiologiche stadio-specifiche degli individui sono descritte tramite delle funzioni tasso. L'avanzamento in età dell'individuo è definito tramite l'età fisiologica, ovvero la proporzione relativa di sviluppo dell'individuo, che può variare da 0 (inizio dello stadio) e 1 (completamento dello stadio). La fase di calibrazione e validazione dei modelli è stata effettuata confrontando i risultati dei modelli con le curve di volo osservate. Le curve di volo osservate sono state generate a partire dai dati di cattura tramite trappole feromoniche disposte all'interno delle aziende oggetto di studio (l'attività di posizionamento trappole e raccolta dei dati di cattura è stata gestita da Terremerse). Il confronto con i dati di campo ha dato risultati ottimali per entrambe le specie simulate (Figura 2). In particolare, i modelli riescono a simulare lo sfarfallamento di almeno 3 generazioni di *H. armigera* e di due generazioni di *O. nubilalis*, in accordo con i dati a disposizione. I modelli riescono inoltre a prevedere con elevata precisione il giorno dell'anno legato all'inizio dei voli per le varie generazioni. Tale informazione è fondamentale per supportare l'ottimale implementazione degli interventi di difesa nei confronti degli insetti parassiti oggetto di studio.

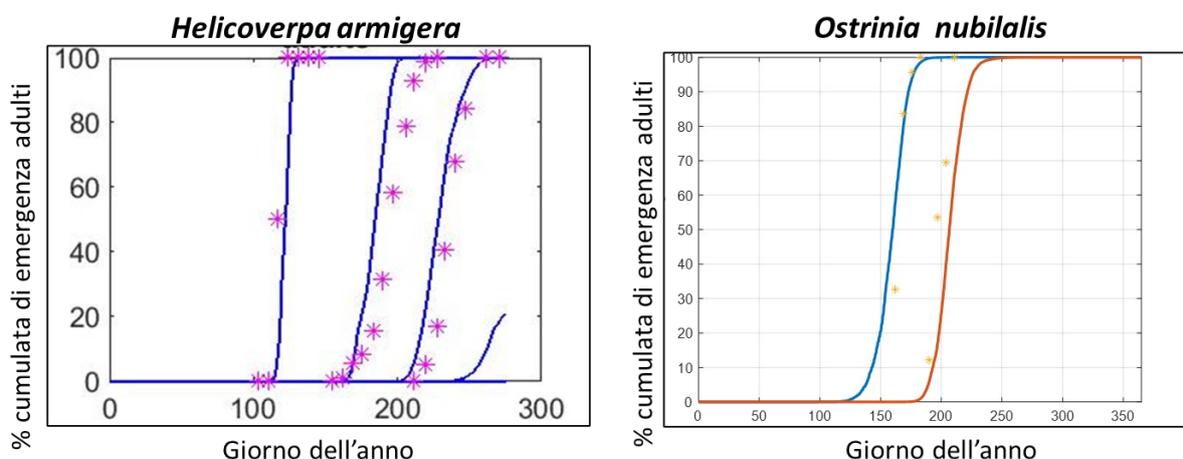


Figura 2. Confronto tra curve di emergenza simulata (linee) e osservate (asterischi) dello stadio adulto per *Helicoverpa armigera* (sinistra) e *Ostrinia nubilalis* (destra).

SOTTOAZIONE 3: IMPLEMENTAZIONE DEI MODELLI PER LA STIMA DEI FABBISOGNI CULTURALI.

(Partner coinvolti: UNIBS)

Generalità

L'attività modellistica per la stima della produzione per le colture di mais e pomodoro svolta nell'ambito del progetto Susybest ha previsto tre attività principali:

- Review dei modelli esistenti allo scopo di individuare un approccio sufficientemente semplice e al contempo performante
- Implementazione dei modelli di produzione (a passo giornaliero/orario) che integrino anche un modulo legato alla fenologia della pianta e al bilancio idrico.
- Calibrazione e validazione dei modelli rispetto a dati osservativi

Revisione in letteratura dei modelli esistenti

La revisione della letteratura si è sostanziata in una ricerca bibliografica riferita ai modelli di produzione relativi a mais e pomodoro. In base a quanto emerso dall'attività di revisione si è deciso di procedere, per quanto attiene al mais, all'utilizzo del modello SIMPP, già utilizzato per simulare la produzione di frumento, mais, loiessa, riso e vite. Su pomodoro si fa invece riferimento a diversi prodotti modellistici disponibili in letteratura: TOMSIM, TOMGRO, modello di Vanthoor e colleghi, modello di Lin e colleghi.

Sviluppo dei modelli

Le caratteristiche generali dei due modelli di produzione per mais e pomodoro sono qui di seguito elencate:

- Modelli a base radiativa con stima dell'intercettazione luminosa basata sul Leaf area index e che per mezzo di un modulo di simulazione del processo fotosintetico stimano l'assimilazione fotosintetica lorda (Gross assimilation - Gass)
- Gass successivamente decurtata delle perdite di traslocazione e sintesi della biomassa finale, delle perdite per respirazione di mantenimento e produzione e delle perdite legate a limitazioni termiche e idriche. In tal modo si ottiene una produzione netta che sarà poi ripartita fra i diversi serbatoi (foglie, fusti, frutti, radici) in modo da pervenire a una stima della biomassa finale.
- Stima del fabbisogno idrico delle colture effettuata per mezzo di un modello di bilancio idrico a passo giornaliero
- Approccio alle limitazioni termiche e idriche basato su curve di risposta adeguatamente parametrizzate
- Esigenze nutrizionali in termini di macroelementi primari stimate in base alla biomassa allocata nei diversi serbatoi
- Modulo fenologico a base termica con stima delle fasi effettuata secondo lo standard BBCH (Meier, 2001)
- Adattamento dei modelli alle varietà in uso con approccio basato su classi di maturità FAO per quanto attiene al mais e su classi di precocità con riferimento al pomodoro.
- Calibrazione e validazione effettuate con riferimento ai dati osservativi rilevati in campo ovvero desunti da bibliografia.

Tali modelli presentano un passo temporale giornaliero con loop orari per la gestione di processi più variabili nel tempo (fotosintesi, risorse e limitazioni termiche) (Figura 3.)

Il modello pomodoro simula la dinamica della produzione della coltura basandosi su una serie di equazioni che con riferimento agli organi epigei (foglie, fusti, e frutti) descrivono lo sviluppo (evoluzione nel numero di organi) e la crescita (evoluzione nel peso degli organi della pianta). Lo sviluppo considera una sequenza fenologica descritta con una scala che va da 0 (genesi) a 100 (maturità) dei tre organi ripartiti secondo 20 classi di maturità (coorti). Il modello utilizza un approccio source-sink che considera come source i carboidrati prodotti tramite la fotosintesi, al netto delle perdite respiratorie, e come sink le tre tipologie di organi considerati nel modello (foglie, fusti, e frutti).

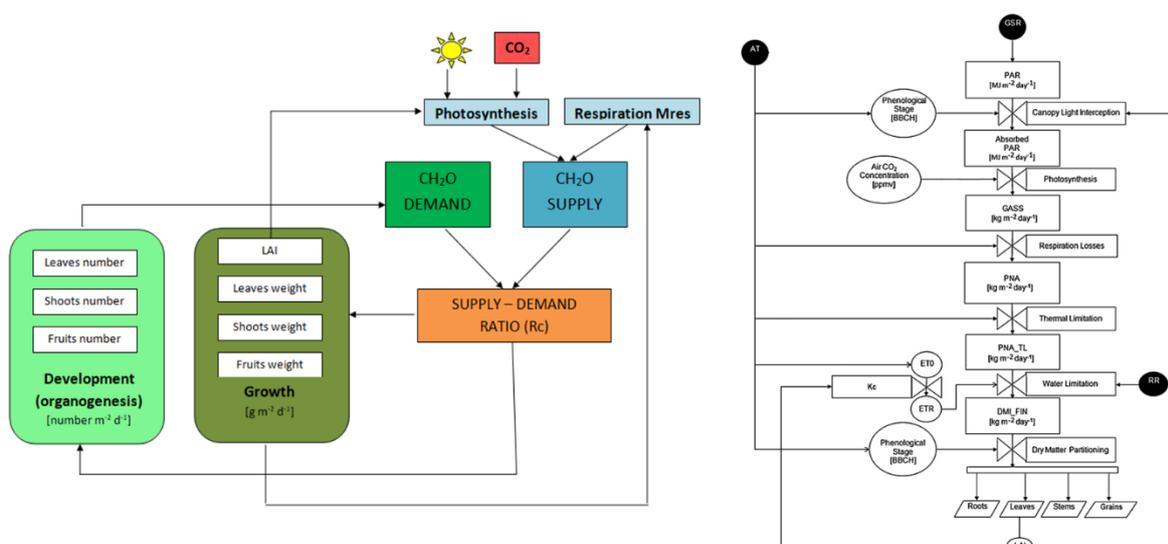


Figura 3. Diagramma di flusso riferito ai principali moduli del modello pomodoro (a sinistra) e mais (a destra).

Per simulare le rese della coltura del mais si è utilizzato un modello di simulazione dinamica scritto in linguaggio Pascal in ambiente di sviluppo Delphi e che simula la produzione giornaliera sulla base di (i) valori giornalieri di temperatura dell'aria (T_x/T_n), precipitazione (RR) e radiazione solare globale provenienti da stazioni agro-meteorologiche standard e (ii) dati relativi alle caratteristiche idrologiche dei suoli. La simulazione dell'assimilazione lorda è realizzata a base radiativa introducendo poi le limitazioni dovute alla disponibilità delle risorse idriche, termiche e nutrizionali.

I test operativi effettuati confermano che il modello è in grado di descrivere in modo realistico i processi vegeto-produttivi relativi alla coltura, mostrandosi sensibile alla variabilità indotta dalle variabili guida atmosferiche.

SOTTOAZIONE 5: INTEGRAZIONE DEI MODELLI.

(Partner coinvolti: UNIBS, CER, Terremerse)

Scopo della Sottoazione 5 è quello di garantire una corretta integrazione dei modelli sviluppati nella Sottoazione 1 e nella Sottoazione 3 all'interno del Decision Support System (DSS) sviluppato da Agronica nella Sottoazione 8. A tal fine, per ogni modello sviluppato (modelli di difesa e modelli di stima dei fabbisogni colturali) sono stati definiti inputs e outputs e la loro possibile integrazione con le altre componenti del DSS. Sono state inoltre definite le regole di scambio e i protocolli di utilizzo delle informazioni all'interno del DSS e i principali outputs che saranno resi disponibili agli utilizzatori finali. Tali outputs saranno targettizzati rispetto alle necessità degli utilizzatori finali, al fine di supportare e facilitare il processo decisionale per la gestione del sistema colturale.