

# VALIDAZIONE DI UN MODELLO PER LA FUSARIOSI DEL FRUMENTO IN AREALI CEREALICOLI PIEMONTESI

Rossi V.<sup>1</sup>, Giosuè S.<sup>1</sup>, Girometta B.<sup>1</sup> e Spanna F.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Istituto di Entomologia e Patologia vegetale, Università Cattolica Sacro Cuore, Piacenza ([vittorio.rossi@unicatt.it](mailto:vittorio.rossi@unicatt.it))

<sup>2</sup> Regione Piemonte, Settore Fitosanitario, Sez. Agrometeorologia ([federico.spanna@regione.piemonte.it](mailto:federico.spanna@regione.piemonte.it))

## Abstract

Un modello meccanicistico capace di simulare lo sviluppo delle infezioni da parte dei funghi responsabili della Fusariosi della spiga del frumento è stato validato in areali cerealicoli del Piemonte nel corso di un triennio (2002-2004). Utilizzando come variabili di input i dati meteorologici rilevati in ciascun areale sono state prodotte simulazioni relative a due indici di rischio, denominati FHB-risk e FHB-tox, relativi al rischio infettivo e di accumulo di micotossine, rispettivamente. Le simulazioni sono state confrontate con i dati reali di incidenza della malattia in campo, dell'infezione delle cariossidi rilevata in laboratorio e della presenza di Deossinivalenolo (DON). E' stata rilevata una correlazione significativa fra la percentuale media di cariossidi infette rilevate nelle diverse aree cerealicole ed i corrispondenti valori di FHB-risk, come pure fra il contenuto medio di DON e l'indice FHB-tox. Inoltre, utilizzando una griglia che permette di distinguere le situazioni a rischio basso, medio ed alto per l'incidenza di cariossidi infette e per la contaminazione da DON in rapporto ai valori degli indici di rischio è stato possibile classificare in modo corretto l'83.4% dei casi per l'infezione ed il 91.7% per la presenza di DON.

## Introduzione

La Fusariosi della spiga assume oggi grande rilievo; essa può provocare perdite quantitative e danni qualitativi, dato che alcune delle specie fungine che la determinano possono accumulare micotossine nelle cariossidi, che possono rimanere nelle farine e negli alimenti derivati (Parry et al., 1995). La malattia è causata da numerose specie fungine: *Fusarium culmorum*, *F. graminearum*, *F. avenaceum* e *Michrodochium nivale* sono le più frequenti negli ambienti italiani, a cui si associa anche *F. poae*. Le principali *Fusarium*-tossine sono il deossinivalenolo (DON), il nivalenolo (NIV) e lo zearalenone (ZEN) (Logrieco et al., 2002).

La gravità della malattia mostra ampie variazioni a seconda dell'annata e delle località e l'accumulo di micotossine dipende dalla specie prevalente di *Fusarium* che si sviluppa, dal momento in cui avviene l'infezione e dalle condizioni ambientali che si verificano tra l'infezione e la raccolta (Rossi, 2006).

Su queste basi è stato sviluppato un modello denominato FHB-wheat (acronimo di *Fusarium Head Blight on wheat*) che partendo dall'epidemiologia del fungo ed utilizzando dati climatici e fenologici è in grado di seguire l'evoluzione dei processi infettivi ed il rischio di produzione di tossine. Il modello simula, mediante l'analisi dei sistemi (Rossi et al., 1997), il ciclo infettivo della Fusariosi secondo lo schema di Fig. 1. Si tratta di un modello meccanicistico che definisce i vari stadi del ciclo di infezione e la loro successione, e quantifica le relazioni fra i tassi che regolano il passaggio da uno stadio al successivo ed i parametri ambientali influenti, attraverso equazioni matematiche (Rossi et al., 2001, 2003, 2004)

Il modello richiede in input i dati orari di temperatura, umidità relativa, pioggia e bagnatura fogliare, come pure di informazioni sullo stadio fenologico dell'ospite. Come risultato finale il modello produce due indici calcolati giornalmente e quindi cumulati per la durata della

stagione fino alla raccolta:

- un indice di rischio per le infezioni di Fusariosi (FHB\_risk) per ciascuna delle principali specie fungine agenti della malattia;
- un indice di rischio per l'accumulo di micotossine nelle cariossidi (FHB-tox) per *F. graminearum* e *F. culmorum*. Attraverso questo indice è poi possibile stimare il probabile contenuto di DON nelle cariossidi.

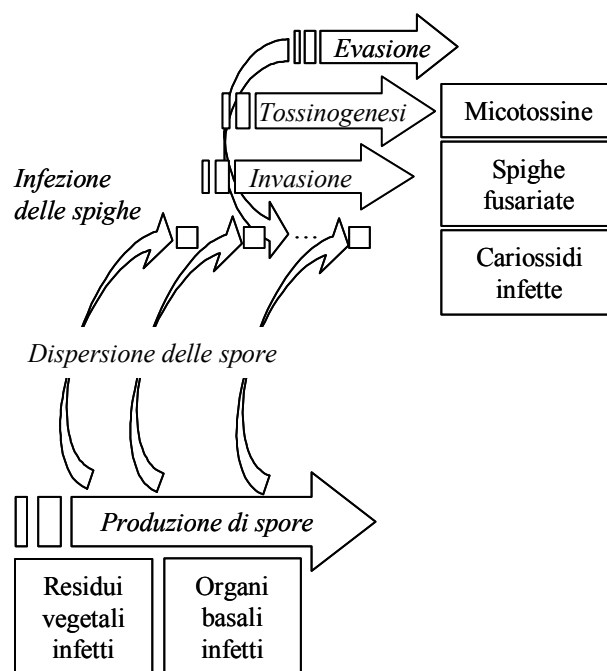


Fig.1 – Schema dei processi infettivi simulati dal modello.

## Materiali e metodi

Per la validazione del modello sono stati raccolti dati di campo nel triennio 2002-2004 nelle zone di Caluso (TO), Fossano (CN), Grana (AT) e Castellazzo Bormida (AL), quattro diverse aree del Piemonte rappresentative di diverse condizioni epidemiologiche. Su ogni area sono state eseguite le indagini in almeno due campi, per un totale di 24 campioni. L'incidenza e la gravità della Fusariosi sono state stimate sulle base di un preciso protocollo sperimentale e sui campioni prelevati sono state eseguite le analisi micologiche e gli esami di laboratorio per determinare sia la frequenza d'infezione fungina sia il contenuto di *Fusarium*-tossine. Le tossine sono state determinate mediante HPLC.

I dati meteorologici e quelli fenologici rilevati nelle quattro aree sono stati utilizzati come input del modello per calcolare gli indici FHB-risk e FHB-tox.

I dati di incidenza e gravità di malattia rilevati in ciascun campo, così come le percentuali di isolamento delle specie fungine dalle spighe e dalle cariossidi prelevate in campo, sono stati confrontati con i valori assunti dall'indice FHB-risk mentre quelli relativi alla presenza di micotossine sono stati confrontati con l'indice FHB-tox.

## Risultati

Nelle tre annate le specie fungine più frequentemente isolate dai campioni di spighe prelevati in campo sono state *F. poae*, *F. graminearum* e *F. culmorum*. La malattia è risultata più grave nel 2002, specialmente nella località di Caluso, dove è stata mediamente riscontrata una % d'infezione pari al 36% delle cariossidi.

Le analisi chimiche sulle cariossidi hanno rilevato la prevalenza del DON sulle altre *Fusarium*-tossine, con valori elevati solo nel 2002 a Caluso e, seppure in minor misura, a Fossano.

L'analisi dei dati ha messo in luce una correlazione significativa (con  $P < 0.01$ ) fra la percentuale media di cariossidi infette rilevate nelle diverse aree cerealicole ed il valore dell'indice di rischio infettivo FHB-risk, come pure fra il contenuto medio di DON e l'indice di rischio per le micotossine FHB-tox (Tab. 1). Al contrario, gli indici calcolati dal modello non sono risultati correlati con l'incidenza di spighe ammalate (Tab. 1), ma questo risultato non è inaspettato dato che la stima visiva della malattia presenta notevoli difficoltà ed incertezze.

Per una verifica più circostanziata i 24 campioni sono stati suddivisi in base ad una griglia che permette di distinguere le situazioni a rischio basso, medio ed alto per l'incidenza di cariossidi infette e per la contaminazione da DON in rapporto ai valori degli indici di rischio (Tab. 2). La griglia individua 3 livelli di rischio per l'infezione: FHB-risk  $\leq 1.5$ ,  $\leq 1.8$  e  $> 1.8$ , cui corrispondono incidenze d'infezione  $\leq 5\%$  di cariossidi infette,  $\leq 25\%$  e  $> 25\%$ . Analogamente essa distingue 3 livelli di rischio per il DON: FHB-tox  $\leq 19.8$ ,  $\leq 29.3$  e  $> 29.3$ , cui corrispondono contenuti di DON  $\leq 300$   $\mu\text{g/g}$ ,  $\leq 1000$  e  $> 1000$ .

Le simulazioni fornite dal modello hanno permesso di classificare in modo corretto l'83.4% dei casi per l'infezione ed il 91.7% per la contaminazione da DON, ed hanno inoltre comportato errori di una sola classe di rischio (Tab. 2).

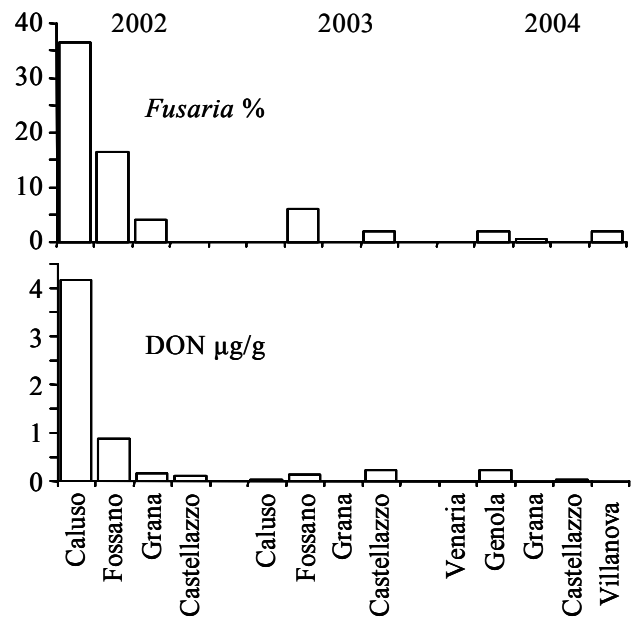


Fig.2– Percentuale di cariossidi infette da *Fusarium* spp. associate alla Fusariosi e corrispondente contenuto di Deossinivalenolo (DON).

	Incidenza	<i>Fusaria</i>	DON	FHB-risk
<i>Fusaria</i>	ns			
DON	ns	0.924**		
FHB-risk	ns	0.614**	0.426 *	
FHB-tox	ns	ns	0.551 **	0.943**

Tab.1– Coefficienti di correlazione fra l'incidenza di spighe colpite dalla Fusariosi, la % di cariossidi infette da *Fusarium* spp. e gli indici di rischio calcolati dal modello..

<i>Fusaria</i>	FHB-risk		
	$\leq 1.5$	$\leq 1.8$	$> 1.8$
$\leq 5\%$	66.7	8.3	0.0
$\leq 25\%$	4.2	12.5	4.2
$> 25\%$	0.0	0.0	4.2
DON	FHB-tox		
	$\leq 19.8$	$\leq 29.3$	$> 29.3$
$\leq 300$	79.2	0.0	0.0
$\leq 1000$	0.0	8.3	4.2
$> 1000$	0.0	4.2	4.2

Tab.2– Corrispondenza fra classi d'incidenza di cariossidi infette da *Fusaria* e di contaminazione da Deossinivalenolo (DON) e le classi di rischio individuate in base agli output del modello.

## Conclusioni

Il modello di simulazione del rischio di accumulo di micotossine nelle cariossidi di frumento è risultato, nel complesso, attendibile. Questa applicazione sembra quindi prestarsi bene per una valutazione degli andamenti dei processi infettivi e di produzione di micotossine su un livello territoriale riconducibile ad un areale di coltivazione sufficientemente omogeneo. Il modello inoltre è in grado di cogliere le differenze di rischio fra annate diverse e, nell'ambito della stessa stagione, fra zone diverse.

Le possibilità di applicazione del modello alla scala del singolo appezzamento si riducono, in quanto, come ben noto, lo sviluppo della Fusariosi ed il conseguente accumulo di micotossine sono influenzate da variabili sito-specifiche quali la precessione culturale, il tipo di lavorazione del suolo, o la varietà, di cui, per ora, il modello non tiene conto. Nondimeno, nell'ambito di uno specifico progetto della Regione Emilia-Romagna finalizzato a definire linee guida per la gestione del problema Fusarium-tossine, il modello è stato inserito in un sistema di supporto alle decisioni (denominato FHB-DSS, Decision Support System) che definisce con chiarezza tutte le variabili coinvolte in modo significativo nel rischio di accumulo delle micotossine ed attribuisce loro un valore numerico (Rossi et al., 2006). Il DSS permette così di calcolare un indice di rischio per ciascuna situazione culturale e, in rapporto al livello di rischio, ottimizzare le tecniche culturali, valutare la necessità di interventi di difesa sulla vegetazione o di condurre analisi di laboratorio per verificare il grado di contaminazione delle partite.

Ad oggi, per quanto concerne il Piemonte, è stata prevista la traduzione del modello in un servizio ad aggiornamento quotidiano via web, utilizzando i dati rilevati dalle stazioni meteorologiche della Rete Agrometeorologica del Piemonte, in modo da applicare il modello su molti areali cerealicoli regionali ed ottenere quotidianamente una fotografia aggiornata per ogni zona, sull'andamento dei processi di infezione e di produzione di micotossine. L'entrata in funzione del servizio è prevista per la prossima stagione cerealicola.

## Ringraziamenti

Ricerca finanziata dalla Regione Piemonte.

## Bibliografia

- Logrieco, A., Mulè, G., Moretti, A., Bottalico, A., 2002. Toxigenic *Fusarium* species and mycotoxins associated with maize ear rot in Europe. *European Journal of Plant Pathology*, 108: 597-609.
- Parry, D.W., Jenkinson, P., McLeod, L., 1995. *Fusarium* head blight (scab) in small grain cereals – a review. *Plant Pathology*, 44: 207-238.
- Rossi, V., 2006. Fusariosi della spiga, malattia a molte face. *L'Informatore Agrario*, 62(12 suppl. 1): 19-23.
- Rossi, V., Racca, P., Giosuè, S., Battilani, P., 1997. Decision support systems in crop protection: from analysis of the pathosystems to the computerized model. *Petria*, 7 (suppl. 1): 7-26.
- Rossi, V., Giosuè, S., Patteri, E., Languasco, L., 2001. Risk of *Fusarium* head blight on wheat: a preliminary model. In: *Proceedings of the 11th Congress of the Mediterranean Phytopathological Union*, Evora (Portugal), Andalus Academic Publishing, Portugal, p. 46-48.
- Rossi, V., Giosuè, S., Delogu, G., 2003. A model estimating risk for *Fusarium* mycotoxin in wheat kernels. *Aspects of Applied Biology*, 68: 229-234.
- Rossi, V., Giosuè, S., Girometta, B., Cigolini, M., 2004. Dynamic simulation of *Fusarium* Head Blight epidemics. In: *Proceedings of the 2nd International Symposium on Fusarium Head Blight*, Orlando, Florida (USA), Michigan State University, East Lansing (MI), vol. 2, p. 46-48.
- Rossi, V., Giosuè, S., Cigolini, M., Delogu, G., Faccini, N., Terzi, S., Scudellari, D., 2006. Un aiuto alla gestione della fusariosi della spiga. *L'Informatore Agrario*, 62(14): 62-68.