

DESCRIZIONE PATOGENO

Il Fusarium Verticillioides

Lo sviluppo di *F. verticillioides* è favorito da temperature miti ma non troppo fresche: l'ottimo viene individuato tra i 22,5 e i 27,5 °C; la temperatura minima di crescita si situa tra 2,5 e 5,0 °C e quella massima tra i 32 e i 37 °C. Vi è però una sensibile variabilità tra i diversi isolati in relazione all'area di origine; ad esempio, *F. verticillioides* proveniente da zone a clima più caldo ha un optimum di temperatura vicino ai 30 °C.

Le condizioni termiche ottimali per la produzione di Fumonisine non sono ben chiarite e dipendono molto dal ceppo fungino considerato, variando in un intervallo compreso tra i 15 e i 30 °C.

Questo fungo è molto esigente per quanto riguarda la necessità d'acqua e, sebbene riesca a sopravvivere con $a_w = 0,87-0,88$, gli accrescimenti maggiori si verificano con a_w attorno a 0,96-0,98. Una a_w di circa 0,98 è anche l'optimum per la sintesi delle Fumonisine. *F. verticillioides*, quindi, è favorito da un clima temperato-caldo e, come si vedrà tra poco, meno umido di quello necessario a *F. graminearum*, condizioni che nella Pianura Padana si verificano normalmente tutti gli anni nel corso della stagione vegetativa del mais.

Per tale motivo, seppur con qualche fluttuazione, le Fumonisine sono presenti nella granella in quantità considerevoli e regolarmente tutti gli anni.

Modalità di infezione

F. verticillioides generalmente non viene considerato un patogeno principale del mais poiché, almeno fino ad ora, non viene ritenuto in grado di causare danni di rilievo economico alla coltura. Esso, in effetti, se si escludono gli attacchi alla spiga di cui si parlerà tra poco, può dare solo in casi particolari qualche problema di moria delle piantine o essere associato a marciumi dello stocco. L'infezione delle piante di mais può avvenire in tre modi:

- 1) da seme endofiticamente infetto, cioè apparentemente sano ma ospitante al suo interno il *F. verticillioides*;
- 2) attraverso le sete ad opera di conidi provenienti dall'inoculo conservato nel terreno;
- 3) come conseguenza degli attacchi di Piralide.

Infezioni endofitiche

La granella di mais, quasi regolarmente, contiene al suo interno il *F. verticillioides*. La semina di questa granella può dare origine a piante con infezioni endofitiche. Questo fungo, infatti, non è dotato di grande virulenza, pertanto, nel mais in buone condizioni di vegetazione può comportarsi come endofita, ovvero può svilupparsi all'interno della pianta, convivendo con essa senza dare alcun sintomo osservabile ma producendo Fumonisine, in quantità crescente quanto più il mais si trova a vegetare in condizioni distanti da quelle ottimali. Seguendo l'accrescimento della pianta apparentemente sana, *F. verticillioides* può giungere, sempre per via endofitica, fino alle cariossidi che si stanno formando e queste possono maturare senza evidenziare alcun sintomo, ma ospitando al loro interno il fungo.

Se questa granella viene seminata il ciclo può ripetersi. Le infezioni endofitiche possono derivare anche dall'inoculo di *F. verticillioides* presente nel terreno. In questo caso le plantule di mais si infettano precocemente attraverso l'apparato radicale e il fungo poi si svilupperà all'interno della pianta senza originare sintomi, nel modo e con le conseguenze appena descritte. L'esistenza di infezioni di questo tipo può spiegare la presenza di granella apparentemente sana ma con un contenuto non indifferente di Fumonisine.

Infezioni attraverso le sete

F. verticillioides è dotato di ottime capacità saprofitarie e si conserva nel terreno sui residui colturali infetti. In questo modo supera le condizioni ambientali sfavorevoli dell'inverno e riesce a sopravvivere 21 mesi e forse anche più. Per questo motivo molti ritengono che l'interramento dei residui colturali non dia alcun pratico vantaggio ma, ovviamente, ciò è da riferire ai casi di omosuccessione o di avvicendamenti colturali dove le piante suscettibili all'attacco di questo fungo ritornino ad intervalli inferiori ai due anni. Trascorso l'inverno, quando le temperature si fanno più miti, dal micelio presente nel terreno si produce una elevatissima massa di conidi che, grazie ai movimenti dell'aria e agli schizzi di pioggia, viene dispersa nell'ambiente. Se questi propaguli giungono sulle sete del mais quando queste sono prossime alla senescenza, essi possono germinare e originare ife che, accrescendosi lungo le sete stesse, raggiungono le cariossidi in formazione e vi penetrano, situandosi al loro interno. Questa granella può svilupparsi in un modo apparentemente normale, sembrando del tutto sana, ma, come già visto, risulterà contaminata da Fumonisine in modo tanto maggiore quanto più la pianta avrà attraversato periodi di stress. In alternativa, in situazioni ambientali - alta umidità, temperature moderato-calde, stress della pianta, lesioni della cariosside - particolarmente favorevoli per il fungo e sfavorevoli per la pianta, l'infezione può abbandonare la sua veste endofitica ed evolvere in marciume rosa della spiga. Alcuni studiosi pensano che la principale via d'infezione del mais sia proprio quella attraverso le sete.

Infezioni favorite dagli attacchi di Piralide

I conidi possono infettare il mais anche in epoche successive alla fioritura , fino alla raccolta compresa. Ciò avviene grazie alla presenza di lesioni di qualsiasi tipo come danni da grandine, uccelli, insetti, ecc. Il fungo, infatti, data la sua limitata virulenza, sfrutta queste soluzioni di continuità come vie privilegiate d'infezione. A questo proposito, i danni (fori e rosure) causati dalla Piralide sono ritenuti il fattore probabilmente più importante nel determinare l'attacco alla spiga poiché favoriscono in modo formidabile l'aggressione di *F. verticillioides* e l'accumulo di Fumonisine . Oltre a questo, l'insetto, attraverso i suoi movimenti sulla pianta e tra le piante, contribuisce alla diffusione del fungo poiché si imbratta di propaguli quando si trova nelle zone dove *F. verticillioides* si sta sviluppando e li trasferisce in altre aree dove esso non è ancora presente. Per questo motivo la lotta alla Piralide è utilissima per contenere la contaminazione da Fumonisine.

Si stima infatti che gli attacchi di Piralide, favorendo le infezioni di *F. verticillioides*, siano responsabili del 50% e oltre della Fumonisina presente nella granella di mais.

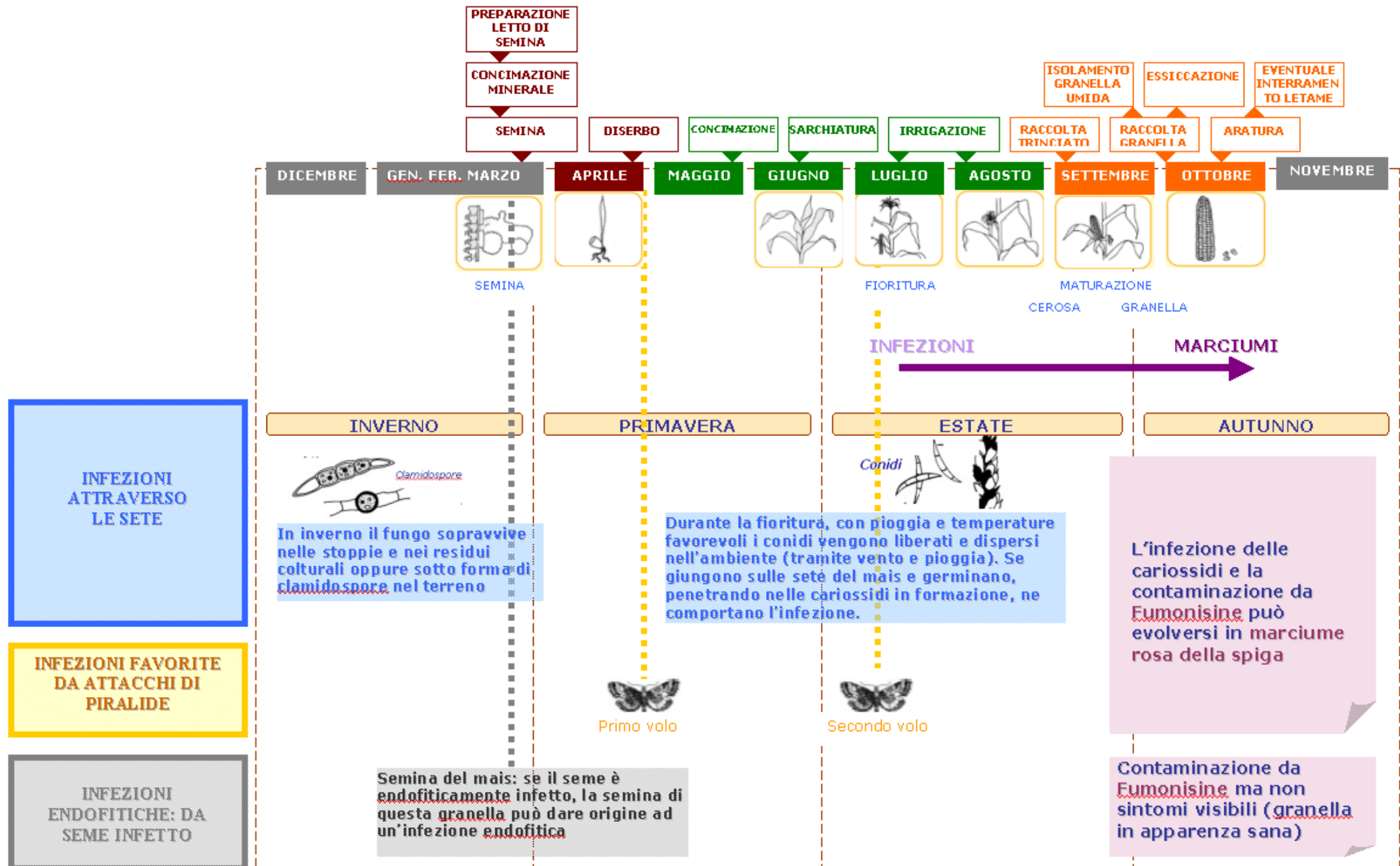
Qualsiasi sia il tipo di infezione, ritardare la raccolta costituisce sempre un elemento negativo poiché mantiene in campo le spighe in un momento in cui ormai la pianta ha concluso il suo ciclo vegetativo ed è facilmente colonizzabile da *F. verticillioides* che è fortemente favorito dalla situazione climatica che si instaura nei nostri ambienti a fine estate-inizio autunno, soprattutto se le temperature sono ancora tiepide e con buona umidità. In questa situazione l'accumulo di Fumonisine continua finché l'umidità della granella non scende sotto il 20-18%. L'anticipo dell'epoca di semina può anticipare l'intero ciclo del mais con notevoli vantaggi sia per le infezioni durante la fase di coltivazione sia per la possibilità di anticipare anche la raccolta. Lo stesso discorso vale anche per la precocità degli ibridi: quelli a ciclo più corto, normalmente daranno meno problemi dei tardivi. Ovviamente, sono invece da evitare tutte le situazioni che tendono ad allungare il periodo vegetativo del mais (es. pesanti concimazioni azotate).

La presenza di *F. verticillioides* nelle cariossidi comincia a diventare rilevabile nella fase di maturazione lattea e raggiunge il massimo quando la granella raggiunge umidità prossime al 20%.

Sintomi in campo del marciume rosa o rosato

Nella maggioranza dei casi il marciume si sviluppa nella parte apicale della spiga, anche se non sono rare infezioni nella parte intermedia e basale. In queste aree si sviluppa una muffa, dapprima bianca, poi con sfumature rosate che col tempo si fanno più intense e possono diventare anche rosa salmone o assumere sfumature color lavanda. La muffa si sviluppa sulle cariossidi e tra esse e interessa sia vaste aree, sia piccoli gruppi di cariossidi che cariossidi isolate, sparse lungo la spiga. Sulla granella, in assenza di muffa, può svilupparsi un altro sintomo detto "starbust" che consiste in una fitta serie di striature bianche che si dipartono a stella dal punto dove la seta era inserita sulla cariosside. Le striature altro non sono che le vie lungo le quali *F. verticillioides*, provenendo dalle sete, si è accresciuto negli strati più esterni del grano, consumando i tessuti; in questo modo si formano dei sottilissimi canali nei quali entra aria che interrompe la trasparenza del pericarpo impedendo di vedere lo strato di aleurone giallo sottostante. Ricordiamo ancora l'infezione endofitica della granella che non provoca alcun sintomo visibile ma è comunque causa di contaminazioni da Fumonisine.

MODALITA' DI INFEZIONE DEL MAIS DA FUSARIUM VERTICILLIOIDES



Bibliografia:

Roberto Causin – Funghi e micotossine – Dipartimento TeSAF, Sezione Patologia Vegetale,
Università degli Studi di Padova