 CRPV soc. coop. CENTRO RICERCHE PRODUZIONI VEGETALI Sistema Assicurazione Qualità	DOCUMENTO	Cod. DOCU
	Versione 1.0	Edizione del: 18.08.2002

Revisione Marzo 2013

Linee guida per la riduzione del rischio di contaminazione da micotossine nei cereali autunno-vernini

La presenza di micotossine nel frumento può essere un problema molto grave, come testimoniano alcune forti contaminazioni del recente passato (l'ultima delle quali avvenuta sul raccolto 2010). In sede comunitaria, si è pertanto intervenuto con norme specifiche in materia quali il regolamento n.1881/2006 e successive modifiche (**Tab. 1**).

I limiti massimi ammessi per deossinivalenolo e zearalenone nel frumento tenero non trasformato a destinazione alimentare sono rispettivamente di 1250 ppb e 100 ppb; limite che per il DON si alza a 1750 ppb per il frumento duro. Il limite massimo per l'ocratossina è di 5 ppb.

Stabiliti i limiti di alcune micotossine presenti nei prodotti alimentari, la Comunità europea ha individuato, con Raccomandazione n. 583 del 17 Agosto 2006, i principi relativi alla prevenzione ed alla riduzione della contaminazione da *Fusarium*-tossine dei cereali. Tale approccio permette agli operatori del settore di applicare misure volte ad evitare o ridurre quanto più possibile la contaminazione, così da tutelare la salute pubblica.

La Regione Emilia-Romagna, in linea con tali indirizzi comunitari, al fine di incoraggiare gli operatori della filiera dei cereali ad adottare buone pratiche per prevenire il rischio della contaminazione da *Fusarium*-tossine, interviene con l'individuazione e l'aggiornamento delle presenti *Linee Guida* che intendono perseguire l'ottenimento di produzioni di qualità e la salvaguardia della salute dei consumatori.

Le principali micotossine


I cereali autunno-vernini possono rappresentare il substrato per lo sviluppo di vari funghi capaci di sintetizzare nei tessuti vegetali le micotossine, composti tossici per l'uomo e gli animali in allevamento. Si tratta di composti stabili che tendono ad accumularsi nel tempo. Alcuni di questi funghi (*Fusarium* spp.) colpiscono le piante durante la fase di coltivazione in campo, altri prevalgono durante lo stoccaggio (**Tab. 2**).

Le più importanti *Fusarium*-tossine sono:

- deossinivalenolo (DON) e zearalenone (ZEA), prodotti principalmente da *F. graminearum* e *F. culmorum*;
- nivalenolo (NIV) prodotto da *F. poae*;
- tossine T-2, H-T2 e diacetossiscirpenolo (DAS), prodotte principalmente da *F. sporotrichioides* e *F. langsethiae*;
- moniliformina (MON), prodotta da *F. avenaceum*.

I funghi che causano la Fusariosi della spiga (*Fusarium* spp.) sono di gran lunga i più frequenti colonizzatori delle cariossidi **in campo** e possono produrre le diverse micotossine sopra citate. Il DON, a seguito delle numerose indagini svolte in questi ultimi anni, è risultata la micotossina predominante nei cereali autunno-vernini in Europa, pertanto, la sua determinazione può definire in modo rappresentativo il livello di rischio di una partita.

Durante lo **stoccaggio** della granella si verifica una progressiva sostituzione della microflora tipica del campo con una più adatta alle specifiche condizioni, come quella composta dai generi *Penicillium* ed *Aspergillus*. Questi funghi sono molto comuni nell'ambiente ed ampiamente diffusi e si sviluppano quando i livelli di umidità sono anche di poco superiori a quelli ottimali di conservazione; già ad umidità del 15-17% può avvenire la colonizzazione della granella senza che si manifestino segni esteriori di deterioramento. Le specie di maggiore interesse sono *A. ochraceus* e *P. verrucosum* in quanto produttrici di ocratossina A (OTA).

 CRPV SOC. COOP. CENTRO RICERCHE PRODUZIONI VEGETALI Sistema Assicurazione Qualità	DOCUMENTO Versione 1.0	Cod. DOCU Edizione del: 18.08.2002
---	--------------------------------------	--


La Fusariosi della spiga

La Fusariosi della spiga, causata da varie specie fungine appartenenti al genere *Fusarium* (*F. graminearum*, *F. culmorum*, *F. avenaceum*, *F. poae*) o a generi ad esso correlati, come ad esempio il *Microdochium*, è una delle principali e più dannose malattie dei cereali a paglia in tutti gli areali di coltivazione; essa può colpire numerose graminacee: frumento, orzo, segale, avena, triticale e riso. Si tratta di una malattia complessa, dato che ne sono responsabili numerose specie fungine. Queste specie hanno alcuni aspetti comuni, quali i sintomi e il ciclo biologico e altri aspetti diversi, quali le caratteristiche morfologiche, le esigenze ecologiche, l'epidemiologia e la capacità di causare danni. La complessità eziologica spiega la grande diffusione della malattia, come pure la sua variabilità geografica e stagionale. Un'adeguata conoscenza dei patogeni coinvolti nella malattia, nei diversi areali di coltivazione e delle loro peculiarità, è una base indispensabile per mettere a punto valide strategie di controllo.

Nel frumento la malattia causa il disseccamento parziale o totale della spiga: le spighette appaiono sbiancate rispetto alla parte sana, che rimane di colore verde. La differenza di colore fra parti infette e sane è un importante aspetto diagnostico, che va però attenuandosi con il progredire della maturazione. Se il clima si mantiene umido a lungo, sulle glume compaiono dei cuscinetti di spore colorate, dal salmone all'arancio. Le cariossidi si presentano striminzite e di colore grigiastro o rosato. Lo striminzimento non è però un sintomo costante, in quanto le cariossidi infettate tardivamente, in uno stadio avanzato di maturazione, possono presentarsi di dimensioni normali. Nel grano duro le cariossidi spesso perdono il loro aspetto traslucido ed appaiono pallide o opache. Per quanto riguarda l'orzo, le infezioni sono spesso poco appariscenti in campo: le spighette infette possono presentare imbrunimenti o disseccamenti; le cariossidi, invece, mostrano imbrunimenti non dissimili da quelli causati da altri patogeni.


Fig. 1 - Spighe di frumento colpite da fusariosi



	DOCUMENTO	Cod. DOCU
Sistema Assicurazione Qualità	Versione 1.0	Edizione del: 18.08.2002

Il quadro dei danni causati dalla malattia è comunque articolato in quanto si possono riscontrare:

1. riduzione della produzione (determinata dal minor numero di cariossidi, dalla riduzione del loro peso unitario e specifico);
2. peggioramento delle caratteristiche qualitative della granella (distruzione delle pareti cellulari con alterazione della frazione lipidica e riduzione di quella proteica);
3. diminuzione della germinabilità e del vigore germinativo dei semi;
4. accumulo di micotossine.

 CRPV soc. coop. CENTRO RICERCHE PRODUZIONI VEGETALI	DOCUMENTO	Cod. DOCU
Sistema Assicurazione Qualità	Versione 1.0	Edizione del: 18.08.2002

LE BUONE PRATICHE AGRICOLE PER LA RIDUZIONE DEL RISCHIO MICOTOSSINE

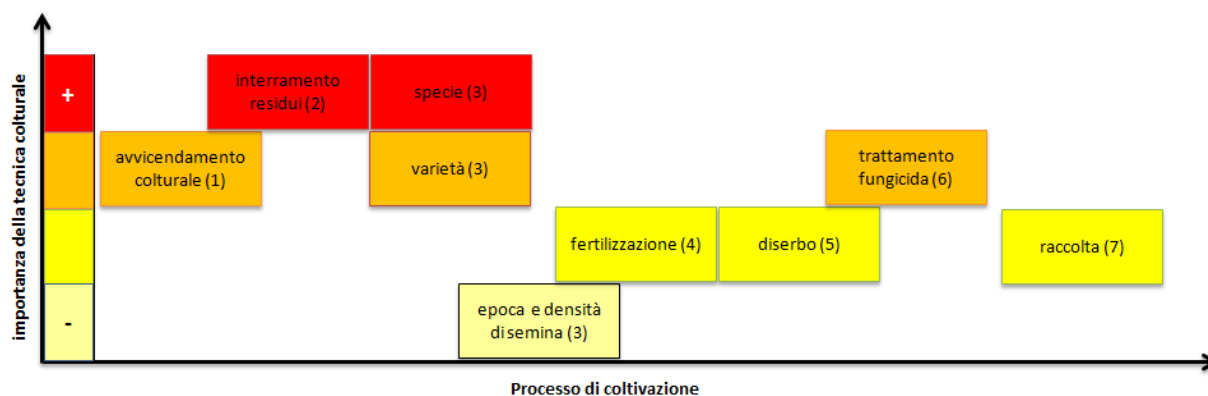
Il controllo della Fusariosi della spiga può avvenire: a) utilizzando varietà con minore sensibilità alla malattia; b) attraverso percorsi agronomici volti a creare condizioni di campo meno favorevoli allo sviluppo dei funghi micotossigeni; c) mediante l'applicazione della difesa chimica (trattamenti fungicidi) in grado di contenere i patogeni che producono le tossine.

Vanno quindi messi a punto dei sistemi colturali in grado di ridurre sensibilmente la probabilità di incorrere in elevate contaminazioni. Queste considerazioni sono chiaramente indicate nella raccomandazione della Commissione Europea 583/2006 (applicazione delle Buone Pratiche Agricole) che riporta indicazioni sulla prevenzione e sulla riduzione delle *Fusarium*-tossine nei cereali e loro prodotti derivati. Tale norma rappresenta il punto di partenza per la stesura di questo documento, frutto, peraltro, delle indicazioni emerse da specifiche esperienze ed attività di ricerca e sperimentazione condotte in Emilia-Romagna sia nella fase di campo che in quella di stoccaggio.

Nessuna delle pratiche colturali per il controllo della Fusariosi è, se singolarmente adottata, in grado di assicurare una riduzione importante del contenuto in DON, mentre si ottengono risultati apprezzabili solo applicando le diverse pratiche in modo corretto e combinato tra loro.

Nella **figura 2** viene riportato un quadro riassuntivo delle varie fasi della tecnica colturale, seguita comunemente per il frumento, con la relativa importanza per quanto riguarda il rischio di contaminazione della granella alla raccolta; il numero tra parentesi rimanda ai rispettivi paragrafi con la descrizione completa della fase.

Fig. 2 – Ruolo esercitato dalle diverse pratiche colturali sul rischio di contaminazione da deossinivalenolo (DON) nel frumento



Fonte: Progetto Micocer

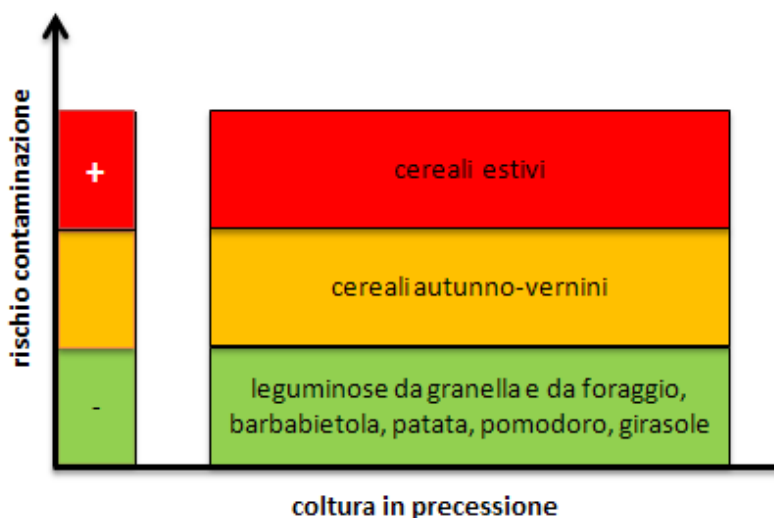
Nella **figura 7** (ultima pagina) viene riportato, oltre all'importanza della singola pratica colturale nel suo complesso, il dettaglio per ogni fase in modo da avere un quadro di insieme delle strategie da adottare per ridurre il rischio di contaminazione.

1) Avvicendamento colturale

I cereali autunno-vernini si collocano correttamente nei piani di rotazione dopo le leguminose da foraggio (erba medica) e da granella (soia, pisello), le foraggere (loiesta, prati oligofiti o polifiti) e le colture da rinnovo (patata, pomodoro, barbabietola da zucchero, girasole, ecc.). La rotazione delle colture costituisce un mezzo efficace per ridurre il rischio di contaminazione da parte delle principali fusario-tossine che colpiscono i cereali autunno-vernini. Infatti, alternando la coltivazione del cereale con colture che non ospitano le medesime specie di *Fusarium* (es. barbabietola da zucchero, medica, soia, patata ed altre orticole in generale) è possibile ridurre la quantità d'inoculo dei funghi che si conservano nei residui colturali infetti. Al contrario, le precessioni con cereali autunno-vernini e soprattutto con i cereali primaverili-estivi (mais, sorgo) contribuiscono ad incrementare la carica di inoculo presentando un forte effetto moltiplicatore del rischio rispetto alle altre precessioni.

Sono fortemente sconsigliati i ristoppi di frumento tenero e duro e la successione tra le due specie.

Fig. 3 – Il rischio di contaminazione da micotossine in funzione della coltura in precessione



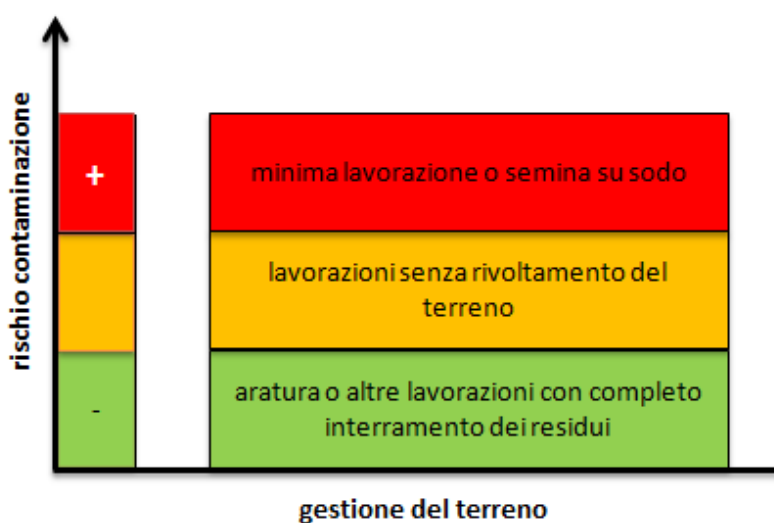
2) Gestione del terreno

Le lavorazioni del terreno che comportino l'interramento di residui colturali, possibili fonti d'inoculo, contribuiscono a ridurre fortemente il rischio di contaminazione da *Fusarium*-tossine.

Ne consegue che la minima lavorazione e in particolar modo la semina diretta (sodo), effettuate dopo mais e sorgo, sono tecniche che aumentano sensibilmente il rischio di contaminazione, pertanto, pur trovando una loro giustificazione nella riduzione dei costi di produzione e nella sostenibilità ambientale, sono proponibili soltanto negli ambienti con basso rischio di infezione da Fusariosi della spiga, ove venga applicata un'agrotecnica a rischio ridotto e qualora non si intenda coltivare frumento duro.


Le sistemazioni del terreno preparatorie alla semina devono, inoltre, curare con attenzione lo sgrondo delle acque in eccesso, in particolar modo nei terreni poco permeabili, dove il drenaggio può essere limitato, per creare un ambiente meno favorevole allo sviluppo del "mal del piede".

Fig. 4 – Il rischio di contaminazione da micotossine in funzione della gestione del terreno



3) Semina

Specie e varietà. I periodici monitoraggi condotti in Emilia-Romagna per rilevare il grado di contaminazione da micotossine hanno sempre evidenziato valori differenti di DON nelle diverse

 CRPV soc. coop. CENTRO RICERCHE PRODUZIONI VEGETALI	DOCUMENTO	Cod. DOCU
Sistema Assicurazione Qualità	Versione 1.0	Edizione del: 18.08.2002

specie. Si è registrato un valore crescente della tossina dall'orzo, al frumento tenero e al frumento duro in particolare che presenta una maggiore suscettibilità alla Fusariosi.

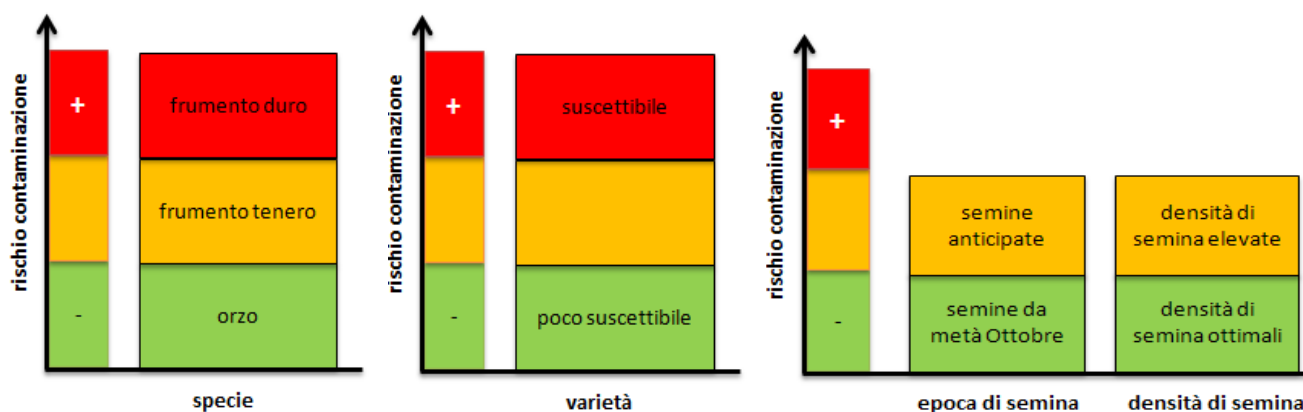
Nell'ambito di ogni specie, esiste, tra i genotipi, un differente grado di suscettibilità nei confronti della Fusariosi della spiga. Tale variabilità è più accentuata tra le varietà di frumento tenero rispetto a quelle di frumento duro e di orzo, tuttavia al momento non si dispone di un quadro sufficientemente ampio per fornire precise indicazioni in merito alla suscettibilità varietale.

Nella scelta varietale, oltre agli aspetti produttivi e qualitativi, è pertanto necessario considerare il grado di resistenza alla Fusariosi della spiga, anche se un basso livello di suscettibilità, se non considerato all'interno di una più ampia strategia di controllo, non è sufficiente a garantire un basso rischio di contaminazione da DON.

Epoca di semina. Semine troppo anticipate aumentano la densità della vegetazione primaverile e di conseguenza si può creare un ambiente più favorevole allo sviluppo della Fusariosi della spiga. Sono pertanto da preferire le semine a partire dalla seconda metà di Ottobre, compatibilmente con le caratteristiche dell'ambiente e della varietà: negli ambienti più freddi è consigliabile anticipare l'epoca di semina, mentre le semine più tardive sono indicate per le varietà più precoci e per quelle più suscettibili all'allettamento.


Densità di semina. Anche semine troppo fitte, analogamente alle semine troppo anticipate, possono creare condizioni favorevoli allo sviluppo della Fusariosi della spiga. Per tale motivo è opportuno seguire le indicazioni fornite dalle aziende sementiere. Nella **tabella 3** sono riportate, a titolo orientativo per ogni coltura, la densità ottimale di piante a fine inverno e le relative quantità di cariossidi da seminare. Una volta definita la densità di seme che si intende adottare, la dose di semina (kg/ha) sarà in funzione del peso medio delle cariossidi.

Fig. 5 – Il rischio di contaminazione da micotossine al momento della semina in funzione della specie e della varietà, dell'epoca e della densità di semina



4) Fertilizzazione

In generale, una corretta gestione della tecnica di fertilizzazione è importante per evitare stress nutrizionali a carico delle piante (carenze ed eccessi) che possono renderle maggiormente predisposte alle infezioni fungine, inclusi i *Fusaria*. In questi anni, il Metodo del Bilancio previsto dai Disciplinari di Produzione Integrata della Regione Emilia-Romagna (DPI-RER) è risultato uno strumento adatto per individuare la dose di concime da somministrare. Il piano di concimazione viene calcolato sulla base dei fabbisogni nutrizionali, della dotazione del terreno, valutata attraverso l'analisi fisico-chimica e di altri importanti parametri agronomici e climatici (es. precessione, resa presumibile in granella, entità delle precipitazioni). Dal sito www.ermesagricoltura.it (Disciplinari di produzione integrata\Norme generali) è possibile scaricare gratuitamente il programma di calcolo del Bilancio. In alternativa è possibile utilizzare un metodo semplificato basato su una scheda "Dose standard".

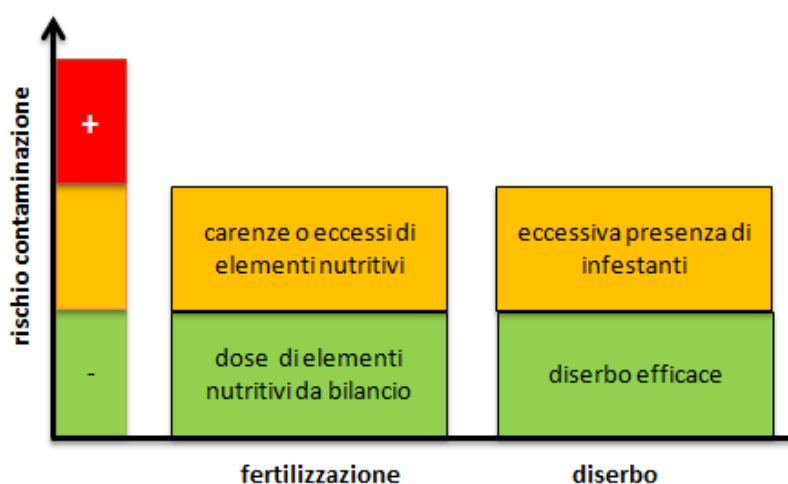
 CRPV SOC. COOP. CENTRO RICERCHE PRODUZIONI VEGETALI Sistema Assicurazione Qualità	DOCUMENTO	Cod. DOCU
	Versione 1.0	Edizione del: 18.08.2002

La maggiore efficienza della concimazione azotata si raggiunge attraverso apporti frazionati ed intervenendo nelle fasi fenologiche più importanti ai fini produttivi e qualitativi (es. spiga a 1 cm, botticella). Sono da evitare eccessi negli apporti tardivi di azoto (fase di botticella), in quanto potrebbero prolungare il ciclo della coltura ed aumentare il rischio di contaminazioni da fusario-tossine.

5) Gestione delle erbe infestanti

La presenza di erbe infestanti è un elemento di forte stress per la pianta e quindi deve essere considerato, in linea generale, come un fattore predisponente le infezioni fungine; pertanto, è importante mantenere pulito il terreno dalle erbe infestanti in modo da evitare competizione idrica e nutrizionale con la coltura in atto. Per il diserbo chimico si raccomanda di fare riferimento alle norme e ai principi attivi consentiti dal DPI-RER consultabile nella sezione “norme generali” e “norme tecniche di coltura” nel sito www.ermesagricoltura.it.

Fig. 6 – Il rischio di contaminazione da micotossine in funzione della fertilizzazione e del diserbo




6) Difesa

Concia. La concia consente di ridurre la presenza dei patogeni eventualmente trasmessi attraverso il seme e, fra questi, i *Fusaria*, nonché di contenere l'incidenza del “mal del piede”. Per frumento tenero e duro è necessario scegliere i formulati commerciali dotati di specifica attività nei confronti dei *Fusaria*. La concia industriale garantisce la migliore azione dei concianti.

Trattamenti sulla vegetazione. Un buon controllo della Fusariosi della spiga e conseguentemente una sensibile riduzione della contaminazione da micotossine, può essere perseguito, nell'ambito di una corretta strategia agronomica di prevenzione, attraverso il trattamento con fungicidi specifici. La tempistica di intervento è fondamentale per rendere efficace il trattamento: la fase di maggiore suscettibilità alla Fusariosi è la fioritura, per cui il momento migliore per l'intervento si colloca fra la spigatura e la presenza delle prime antere visibili (a tal fine si può fare riferimento ai Bollettini Provinciali di Produzione Integrata).

Il ricorso ad un'agrotecnica a basso rischio in caso di condizioni meteorologiche favorevoli allo sviluppo della Fusariosi della spiga (precipitazioni nel periodo fioritura-maturazione cerosa) non è sufficiente a garantire livelli di contaminazione da DON inferiori ai limiti di legge e occorre, in particolare per il grano duro, ricorrere anche alla lotta diretta attraverso l'intervento con fusaricidi alla spigatura.

La lotta diretta non va comunque vista come un intervento a se stante di contenimento del rischio, ma come un ulteriore strumento da inserire in un'agrotecnica corretta.

 CRPV <small>SOC. COOP.</small> CENTRO RICERCHE PRODUZIONI VEGETALI	DOCUMENTO	Cod. DOCU
Sistema Assicurazione Qualità	Versione 1.0	Edizione del: 18.08.2002

Per i trattamenti chimici si raccomanda di fare riferimento alle norme e ai principi attivi consentiti dal DPI-RER e/o da altri specifici disciplinari inseriti in accordi quadro promossi dalla Regione Emilia-Romagna (es. Accordo quadro per la produzione e fornitura di grano duro emiliano-romagnolo di alta qualità).

7) Raccolta (trebbiatura)

E' opportuno che la raccolta sia effettuata al giusto grado di maturazione delle cariossidi, quando l'umidità delle stesse è inferiore al 14%. L'operazione deve essere eseguita con mietitrebbia idonea a fornire un prodotto pulito da polveri, da cariossidi molto striminzite (che sono in genere quelle a più alto tenore di micotossine) e rotte.