

## 8. Frumento tenero e duro

Il frumento, o grano, tenero (*Triticum aestivum*) è originario del Medio Oriente dal quale, nel neolitico, si diffuse in Europa. La culla di origine del frumento, o grano duro (*Triticum durum*), è invece, l'Africa centro-orientale (Etiopia).

Il frumento, come già riportato, è la coltura più estesamente coltivata nel mondo.

I Paesi maggiori produttori, in ordine di importanza, sono: Cina, India, Federazione Russa, Stati Uniti d'America e Unione Europea, all'interno della quale il maggior produttore è la Francia (Tab. 1). I primi Paesi produttori (Cina, India, Federazione Russa) destinano buona parte della produzione al consumo interno; infatti, i mag-

giori esportatori di frumento sono Stati Uniti, Francia, Canada e Australia. Se consideriamo la produzione complessiva di grano tenero e duro, l'Italia compare al 17° posto, ma è leader nella produzione del solo grano duro, insieme a Turchia e Canada (Tab. 2).

In Italia, la coltura del frumento interessa complessivamente, tra grano tenero e duro, 2,35 milioni di ettari, per una produzione di 8,64 milioni di tonnellate; la superficie coltivata a frumento è diminuita negli ultimi 20 anni, soprattutto per il grano tenero: nel 1984 la superficie a frumento era di 3,3 milioni di ettari, con una produzione di circa 10 milioni di tonnellate. Il nostro

**Tab. 1** Superfici, produzione e rese di frumento nei principali Paesi produttori.

Cereale	Superficie (milioni di ha)	Produzione (milioni di t)	(%)	Rese (t/ha)
Cina	21,7	91,3	14,75	4,20
India	27,3	72,1	11,64	2,64
USA	20,3	58,9	9,51	2,90
Federaz. Russa	22,2	42,2	6,81	1,90
Francia	5,2	39,6	6,40	7,58
Germania	3,1	25,3	4,09	8,17
Canada	9,9	24,5	3,95	2,47
Australia	12,2	22,5	3,63	1,84
Turchia	9,4	21,0	3,39	2,23
Ucraina	5,4	20,2	3,26	3,72
Pakistan	8,2	19,8	3,19	2,42
Regno Unito	2,0	15,7	2,54	7,89
Argentina	7,0	14,8	2,39	2,11
Iran	6,6	14,0	2,26	2,12
Kazakistan	10,5	9,6	1,55	0,91
Polonia	2,6	9,5	1,53	3,63
Italia	2,3	8,0	1,29	3,48
Altri paesi	37,8	110,3	17,81	2,92
Totale Mondo	213,8	619,3	100	2,90

Fonte: dati FAO, anno 2004.

**Tab. 2** Produzione mondiale di grano duro.

Paese	Superficie (milioni di ha)	Produzione (milioni di ha)
Canada	2,46	4,28
Italia	1,69	3,72
Turchia	1,60	3,20
Siria	1,10	3,00
Stati Uniti	1,16	2,64
Spagna	0,97	2,09
Algeria	1,20	1,81
Marocco	1,09	1,77
Tunisia	0,72	1,60
Francia	0,35	1,43

Fonte: International Grain Council, 2003.

**Tab. 3** Superfici e produzione di frumento tenero e duro in Italia.

Coltura	Superficie (ha)	Produzione unitaria (t/ha)	Produzione totale (milioni di t)
Frumento tenero	581.840	5,35	3,09
Frumento duro	1.772.132	3,20	5,55
Totale frumento	2.353.972	3,73	8,64

Fonte: Istat, anno 2004.

Paese non è autosufficiente per il frumento e la nostra dipendenza dalle importazioni è aumentata negli ultimi anni.

Il grano duro è coltivato nell'Italia centro-meridionale, soprattutto in Puglia, Sicilia, Marche e Toscana; il grano tenero è coltivato prevalentemente nell'Italia centro-settentrionale: le regioni con maggiore produzione sono, in ordine, Emilia-Romagna, Piemonte, Lombardia e Veneto.

## 8.1 Morfologia

**CULMO O FUSTO.** Il frumento presenta un fusto eretto, costituito da 5-8 nodi e altrettanti internodi, cavi al loro interno.

L'altezza del culmo è in funzione della varietà, ma anche delle condizioni pedoclimatiche.

Le vecchie cultivar di frumento superavano 1,5 m di altezza; le varietà attuali presentano taglia più ridotta, tra i 60 e i 90 cm. Il miglioramento genetico ha infatti ridotto l'altezza per indurre una maggiore resistenza all'allettamento.

Il culmo porta le foglie che prendono origine dai nodi e, nella parte apicale, l'infiorescenza.

**FOGLIE.** Le foglie sono costituite dalla guaina che avvolge il culmo, dalla lamina lanceolata parallelinervia e, nel punto di congiunzione tra le due, dove la lamina si distacca dal fusto, dalla ligula e da due auricole (Fig. 3).

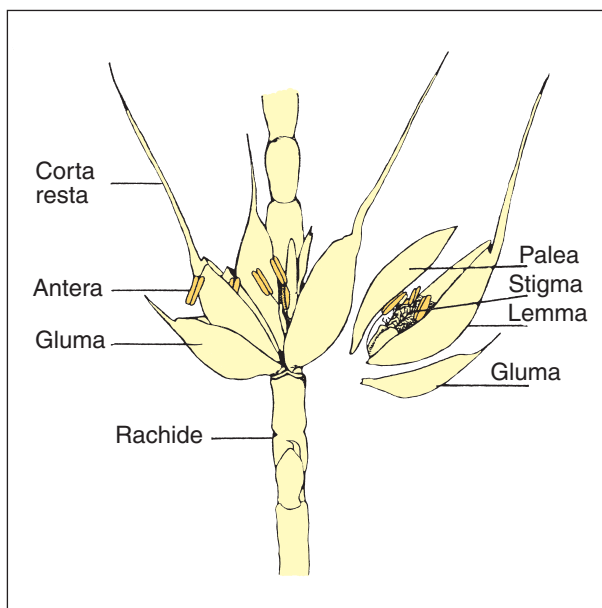


Fig. 1 Spigetta di frumento.

Il numero delle foglie, variabile da 5 a 8, è legato a fattori genetici, ma anche ambientali e nutrizionali. L'ultima foglia apicale, situata immediatamente sotto la spiga (foglia a bandiera), è molto importante nella fase di formazione delle cariossidi, ai fini della produzione.

**INFIORESCENZA.** L'infiorescenza è una pannocchia spiciforme chiamata volgarmente spiga (Fig. 1). È costituita da un asse centrale (rachide) sul quale sono inserite le spighette, mediamente in numero di 18-20 per ogni spiga.

Ogni spighetta è racchiusa da due glume all'interno delle quali troviamo 3-8 fiori. Ogni fiore è costituito da 2 glumelle o glumette, una superiore (palea) e una inferiore (lemma), che racchiudono 3 stami e il gineceo, costituito da un ovario monocarpellare portante 2 stili piumosi.

La glumella inferiore può portare all'apice un prolungamento detto arista o resta. Per il frumento tenero questa è una caratteristica varietale: le varietà che presentano glumelle con reste si chiamano aristate (Figg. 2 e 3), le varietà sprovviste sono dette mutiche (Fig. 4). Tutte le varietà di grano duro, invece, hanno spighe aristate.

Nel frumento le glumelle si staccano dalle cariossidi al momento della trebbiatura (semi nudi); per il farro, così come per la maggior parte delle varietà di orzo, le glumelle non si distaccano, ma aderiscono alle cariossidi (semi vestiti).

**RADICI.** Distinguiamo radici primarie (o seminali) che si originano direttamente dal seme e radici secondarie (o avventizie) che prendono origine dai nodi della base del culmo quando le giovani

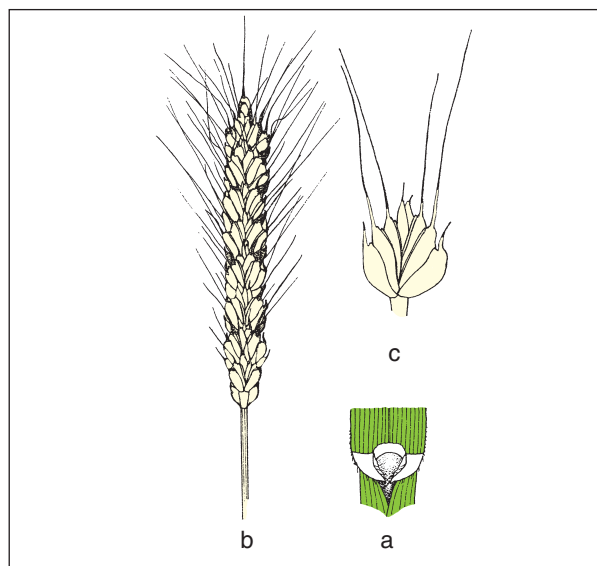


Fig. 2 Frumento aristato: a) auricole e ligula; b) spiga; c) spighetta con reste terminali.



**Fig. 3** Varietà aristata.



**Fig. 4** Varietà mutica.

piante hanno 3-4 foglie e costituiscono la maggior parte della massa radicale.

Nel complesso, l'apparato radicale è di tipo fascicolato e la maggior parte delle radici è concentrata nei primi 25-35 cm di suolo, quindi è essenzialmente superficiale.

**CARIOSSIDE.** Il frutto del frumento è una cariosside di forma ellittica, ovoidale con gradazioni di colore che vanno dal bianco al rosso brunastro (Fig. 5).

Distinguiamo una parte dorsale convessa e una parte ventrale solcata da una infossatura più o meno profonda detta solco ventrale.

Il peso di mille semi è pari a 35-45 g per il frumento tenero e 40-50 g per il frumento duro; la cariosside del frumento duro, quindi, è leggermente più grande di quella del tenero.

La cariosside è costituita dagli involucri, dall'endosperma e dall'embrione. All'interno degli involucri, costituiti dal pericarpo e dal tegumento seminale, troviamo l'endosperma che occupa la maggior parte del volume e l'embrione.

L'endosperma, formato fondamentalmente da amido e sostanze proteiche, ha struttura farinosa nel frumento tenero, mentre in quello duro ha generalmente consistenza vitrea.

L'embrione trova posto nell'estremità della cariosside opposta a quella dove troviamo un ciuffo di peli. Costituisce una minima parte della cariosside, ma nel suo piccolo contiene le parti della futura pianta: la radichetta protetta dalla coleorizza, la piumetta avvolta dal coleoptile, il fusticino o epicotile.

**Tab. 4** Composizione chimica media della cariosside di frumento tenero panificabile e del grano duro.

Componenti	% sul t.q. grano tenero	% sul t.q. grano duro
Estrattivi inazotati (di cui amido 60-65%)	69,8	68,3
Proteine	11,5	13,3
Cellulosa	2,4	2,0
Grassi	1,5	1,5
Ceneri	1,8	1,9
Acqua	13,0	13,0



**Fig. 5** Cariosside di grano tenero di cultivar differenti.

## 8.2 Ciclo vegetativo e riproduttivo

Il ciclo del frumento può essere diviso nelle seguenti fasi fenologiche.

**GERMINAZIONE.** A umidità e temperature sufficienti (bastano 3-4 °C) ha inizio la germinazione con la rottura degli involucri; viene emessa prima la piumetta ancora avvolta dal coleoptile e poco dopo la radichetta. Vengono quindi emesse altre radici seminali fino ad un massimo di 6-8 radichette e si allunga il fusticino fino a raggiungere la superficie del terreno; esce la piumetta dal coleoptile e compare la prima foglia e successivamente le altre.

Quando la piantina ha 3-4 foglie, a circa 1 cm di profondità si forma un ingrossamento o nodo dal quale prendono origine le radici avventizie.

**ACCESTIMENTO.** L'accestimento inizia con l'emissione di nuovi germogli, o culmi secondari, situati a livello dell'ascella della prima foglia, per cui da una pianta generata da un seme si sviluppa un insieme di germogli che porterà alla formazione di più spighe.

L'accestimento, ovvero il numero di nuovi germogli prodotti dalla pianta madre, è influenzato da fattori genetici, ambientali e di coltivazione. In particolare influenzano l'indice di accestimento la densità, l'epoca di semina e la fertilità del terreno: più bassa è la densità di semina, più precoce è la semina, più elevata è la fertilità e maggiore sarà l'accestimento. L'indice di accestimento può essere molto elevato, ma la moderna tecnica colturale, programmando idonee densità di semina, tende a contenerlo ad un massimo di 1,3-1,5 in quanto i culmi secondari portano a matu-



**Fig. 6** Il viraggio è una fase molto importante per gli effetti sulla produzione.

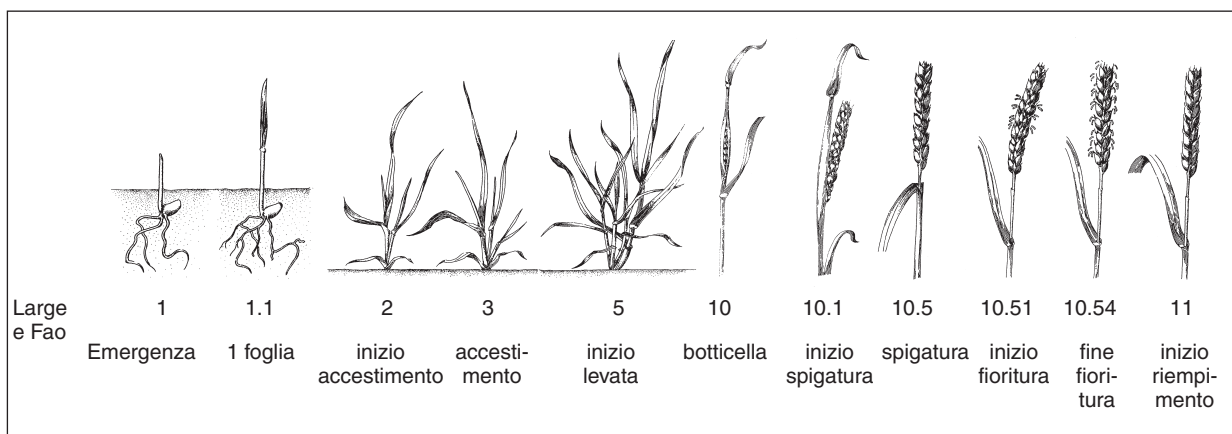
razione le spighe scalarmente e con minore produzione rispetto alle spighe principali.

È necessario poi tenere presente che non tutti i culmi originati danno vita alla spiga: se l'accestimento è troppo intenso alcuni culmi dissecceranno in primavera con dispendio inutile di energie. Alla fine dell'accestimento l'investimento è di circa 400-600 piante per m<sup>2</sup>.

Rispetto al grano duro, il grano tenero ha generalmente una capacità di accestimento inferiore.

L'accestimento inizia in autunno, si arresta temporaneamente in inverno, riprende con la buona stagione e termina con il viraggio: è questa la fase di passaggio dalla fase vegetativa a quella riproduttiva.

Nella fase di viraggio si formano gli abbozzi delle spighe nell'apice vegetativo che in questa fase è ancora vicino al suolo ("stadio di spiga a 1 cm"); se le condizioni nutrizionali e ambientali sono buone si hanno spighe ricche di fiori e quindi potenzialmente con un numero elevato di cariossidi (Fig. 6).



**Fig. 7** Fasi fenologiche del frumento.

In certe varietà il viraggio avviene solamente se le piante sono state sottoposte a uno stimolo termico dovuto a basse temperature (vernalizzazione); queste varietà devono essere obbligatoriamente seminate in autunno e sono dette varietà autunnali o non alternative.

Al contrario, le varietà che non hanno bisogno della vernalizzazione sono dette primaverili o alternative perché, per queste, è possibile sia la semina primaverile sia quella autunnale.

**LEVATA.** All'inizio della levata, nodi e internodi, con all'apice gli abbozzi della spiga si trovano ravvicinati in prossimità del suolo avvolti dalle foglie.

Con l'innalzarsi della temperatura si assiste all'allungamento degli internodi con un veloce aumen-

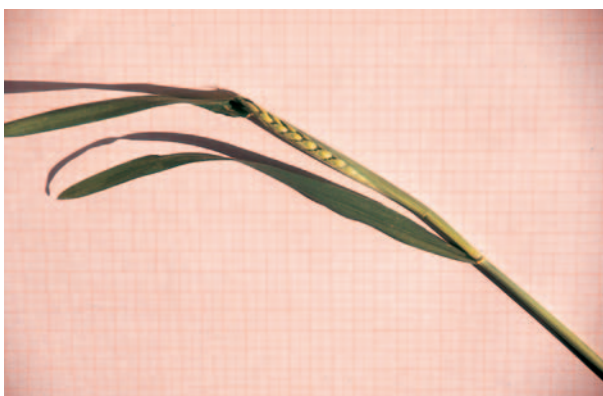


Fig. 8 Botticella.



Fig. 9 Fioritura.

to dell'altezza dei culmi. Quando la spiga arriva all'altezza dell'ultima foglia, da cui rimane avvolta evidenziando un ingrossamento, si ha lo stadio di botticella (Fig. 8).

Nella fase di levata il frumento assorbe notevoli quantità di acqua ed elementi nutritivi.

**SPIGATURA E FIORITURA.** La spigatura avviene con l'evidenziarsi della spiga, spinta fuori dall'allungamento dell'ultimo internodo; dopo 5-6 giorni inizia la fioritura a partire dalle spighette poste a metà della spiga proseguendo poi con quelle poste sotto e sopra. Siccome le antere liberano il polline prima dell'apertura delle giunelle, l'impollinazione è prevalentemente autogama.

Ogni spiga è costituita da circa 18-20 spighette formate da più fiori, ma non tutti portano alla formazione di cariossidi; in ottime condizioni soltanto 2 fiori per spighetta risultano in media allegati, con una produzione di circa 35-40 cariossidi per spiga (Fig. 9).

**MATURAZIONE.** Avvenuta la fecondazione, si forma l'embrione e inizia l'accumulo di sostanze nelle cariossidi in formazione.

La maturazione può articolarsi in quattro fasi successive:

1. **maturazione lattea:** le cariossidi di color verde raggiungono il massimo volume e sono ripiene di un liquido lattiginoso;
2. **maturazione cerosa:** le cariossidi perdono acqua, ma contemporaneamente continuano ad essere accumulate in esse sostanze di riserva; assumono consistenza cerosa, il colore diviene giallognolo;
3. **maturazione piena o fisiologica:** la pianta ha esaurito la capacità di compiere fotosintesi e cessa l'accumulo di sostanze nei semi; continua la perdita di acqua da parte delle cariossidi che sono completamente gialle;
4. **maturazione di morte:** l'umidità si porta su valori dell'11-13% e può essere eseguita la raccolta (Fig. 10).

La maggior parte delle sostanze accumulate nelle cariossidi sono sintetizzate dopo la spigatura dall'ultima foglia a bandiera, dalla spiga stessa e dall'ultimo internodo. È fondamentale quindi mantenere attive e vitali queste parti preservandole dalle malattie fungine.

Molto negativi nella fase di formazione delle cariossidi sono gli stress idrici causati da siccità e temperature elevate (stretta da caldo); in questi casi viene precocemente interrotto l'accumulo di sostanze nelle cariossidi che si presentano leggere e striminzite.



Fig. 10 Maturazione.

### 8.3 Esigenze ambientali

Il frumento, come gli altri cereali autunno-vernini, è una **specie longidiurna e microterma**.

Il clima ideale è quello temperato (fra i 30° e i 60° di latitudine), ma è coltivato anche fuori da questa fascia, sebbene con produzioni più limitate.

Nelle zone settentrionali (per esempio nei paesi scandinavi e in Canada), caratterizzate da inverni molto freddi e lunghi, la coltivazione del frumento avviene con semina primaverile, mentre la raccolta è eseguita all'inizio dell'autunno.

Le esigenze termiche sono crescenti per le successive fasi fenologiche: per la germinazione e l'accestimento sono sufficienti 2-3 °C, 10 °C per la levata, 15 °C per la fioritura e 20 °C per la maturazione.

Durante l'accestimento, il grano tenero può sopportare anche basse temperature: fino a -20 °C, ma successivamente, durante la levata, pochi gradi sotto lo zero possono causare danni agli internodi che si stanno allungando. In prossimità della fioritura, temperature inferiori a 0 °C possono causare la morte dei fiori nella spiga.

Generalmente il grano duro è più sensibile ai danni causati dalle basse temperature; da alcuni anni, però, il miglioramento genetico ha messo a disposizione varietà di grano duro con una maggior resistenza al freddo che hanno permesso una coltivazione di questo cereale anche nelle regioni del Nord Italia.

Anche per il grano tenero esistono differenze varietali nella resistenza al freddo.

Rispetto al terreno, il frumento ha buone capacità di adattamento, ma le produzioni più elevate sono raggiunte in terreni di medio impasto o anche argillo-limosi, purché ben sistemati, dre-

nati e di buona struttura, in quanto il frumento soffre per i fenomeni di asfissia radicale.

I terreni troppo sciolti, sabbiosi, non sono l'ideale per il frumento in quanto non riescono a sopportare alle abbondanti necessità idriche durante la granigione.

Il pH ottimale è tra 6,5-7,8 con buona resistenza quindi all'alcalinità; media è invece l'adattabilità ai terreni salini, per i quali è meglio l'orzo.

## 8.4 Tecnica culturale

### Avvicendamento

Tradizionalmente considerato coltura depauperante, trova correttamente posto dopo colture da rinnovo (barbabietola da zucchero, pomodoro, patata) o dopo colture leguminose da foraggio o da granella (erba medica, soia) delle quali riesce a sfruttare i residui di fertilità.

La coltura ripetuta su se stessa, detta **ringrano** o **ristoppio**, è da evitare (inclusa la successione orzo-frumento) in quanto le rese in granella sarebbero inferiori per una maggior incidenza di malattie fungine, nematodi, insetti e una maggiore diffusione di erbe infestanti.

Anche i disciplinari di produzione integrata vietano tale pratica e incoraggiano successioni almeno quadriennali.

### Lavorazione del terreno

Il tipo di lavorazione da eseguire deve tenere conto delle condizioni del terreno dopo la raccolta della coltura precedente e, contemporaneamente, deve considerare le esigenze della coltura che segue.

Negli ultimi anni è stata messa in discussione l'utilità dell'aratura, soprattutto se profonda, con conseguente diffusione delle tecniche di minima lavorazione e di semina diretta che consentono un risparmio economico e un maggior rispetto delle caratteristiche fisiche e biologiche del terreno.

Per il frumento le possibili soluzioni applicabili sono da ricondurre, quindi, a tre modelli.

1. **Lavorazione principale (aratura o ripuntatura) a 25-30 cm di profondità:** è la tecnica più indicata se il terreno è stato "maltrattato" e compattato oppure se sono presenti residui colturali e/o concimazioni organiche da interrare. Alla lavorazione principale devono poi seguire una o più lavorazioni complementari per un affinamento e un livellamento del letto di semi-

na (zona in cui è posto il seme in germinazione); queste operazioni possono essere eseguite con erpici a denti, erpici rotativi, frese rotative ecc. I tempi di lavoro sono circa di 2-3 ore per ettaro (Fig. 11).

2. **Minima lavorazione a 10-15 cm di profondità:** può essere eseguita con erpici a dischi, erpici e frese rotative. Generalmente è sufficiente un secondo passaggio con un erpice per la preparazione di un idoneo letto di semina. Con la minima lavorazione i tempi si riducono a 1-2 ore per ettaro.
3. **Semina diretta o non lavorazione:** si attua con macchine seminatrici apposite, soltanto su terreni senza compattamenti causati da carreggiate create da macchine utilizzate per la raccolta della coltura precedente; anche una quantità eccessiva di residui colturali mal distribuiti o non idoneamente trinciati possono costituire un intralcio alle operazioni di semina. Nel caso fossero presenti erbe infestanti, può essere eseguito un trattamento erbicida dissecante prima della semina.

Il grado di affinamento del letto di semina deve consentire una buona circolazione di aria (senza ristagni idrici) e un intimo contatto tra terreno e seme per fornire allo stesso sia l'ossigeno sia l'umidità necessari per la germinazione. A questo scopo, il grado di affinamento delle zolle deve essere direttamente proporzionale alla grandezza del seme. Il letto di semina non deve quindi essere eccessivamente grossolano, ma è altresì da evitare, soprattutto per i terreni limosi, un eccessivo sminuzzamento delle zolle che, in caso di pioggia, potrebbe causare la formazione di uno strato compatto superficiale.

## Semina

**EPOCA DI SEMINA.** Per i climi italiani l'epoca principale è quella autunnale e deve essere tanto più precoce quanto maggiori sono la latitudine e l'altitudine. L'epoca ottimale per l'Italia settentrionale è la seconda e la terza decade di ottobre, per l'Italia centrale la prima decade di novembre e per il Meridione la seconda e la terza. L'importante è che all'arrivo dei freddi la pianta non sia troppo sviluppata, ma abbia raggiunto almeno le 3-4 foglie; in questo stadio infatti la resistenza al freddo è massima. Quando per motivi di andamento climatico non fosse possibile la semina autunnale, si può effettuare la semina a fine inverno (febbraio), utilizzando varietà alternative e aumentando opportunamente le dosi di semina in quanto l'indice di accostimento è minore. Tuttavia, con la semina a fine inverno si ottengono rese inferiori soprattutto nelle annate con un inizio dell'estate particolarmente caldo e secco.

**SCELTA DEL SEME E DELLA VARIETÀ.** Non si devono trascurare questi due aspetti fondamentali per una buona riuscita della coltura.

Pur essendo pianta autogama, l'utilizzo di seme prodotto in azienda è da evitare o da limitare a un solo anno. La buona semente deve avere un'elevata purezza (maggiore del 98%), elevata germinabilità (minimo di legge 85%, meglio se 90-95%), deve essere indenne da malattie fungine (Carie, Segale cornuta, Fusarium, Septoria ecc.), senza semi di erbe infestanti. Il seme certificato dà maggiori garanzie in quanto possiede queste caratteristiche.

La scelta delle varietà va operata in funzione del clima, del terreno, della tecnica colturale più o meno intensa che si vuole impiegare e della destinazione commerciale della granella, possibilmente già stabilita prima della semina, con con-



Fig. 11 Preparazione del letto di semina.



Fig. 12 Cartellino del produttore e cartellino ufficiale ENSE.

tratti stipulati con le industrie di trasformazione. Sono da tener presenti alcune semplici regole nella scelta della varietà:

- per le aree siccitose e calde sono più adatte le varietà precoci;
- per le aree umide e per le aziende biologiche, quelle più resistenti alle Crittogame (Ruggini, Oidio, Septoriosi);
- per le aree con inverni freddi, quelle maggiormente resistenti alle basse temperature;
- per i terreni meno fertili e per tecniche di pro-

duzione a basso input (agricoltura biologica e integrata) quelle meno esigenti dal punto di vista nutrizionale;

- per terreni fertili o con impiego di elevate concimazioni azotate quelle resistenti all'allettamento, ovvero di bassa taglia.

L'agricoltore può disporre di informazioni inerenti alle numerose varietà in commercio consultando le pubblicazioni periodiche che riportano i risultati delle prove condotte nelle diverse regioni italiane (Tabb. 5 e 6).

**Tab. 5** Produzione e principali caratteri di 27 cultivar di grano duro in prova (Areale Sud, 2004).

Varietà e località	Produzione granella		Spigatura (gg da 14)	Altezza pianta (cm)	Spighe/m <sup>2</sup> (n.)	Peso 1.000 semi (g)	Peso ettolitrico (kg/hL)	Proteine (% s.s.)	Indice di giallo
	t/ha	indice							
Varietà (valori medi 13 località)									
Claudio	4,53	112	37	85	394	46,4	83,8	11,8	15,1
Meridiano	4,46	111	35	80	387	45,0	80,4	11,7	16,5
Normanno	4,43	110	37	80	357	43,4	81,2	12,4	16,9
Duetto	4,38	108	42	83	340	52,2	80,5	12,4	16,4
Iride	4,30	106	33	78	355	40,9	81,4	11,7	15,5
Tiziana	4,27	106	40	78	370	49,4	81,7	12,5	14,7
Grecale	4,27	106	34	77	355	37,1	80,1	12,6	17,2
Virgilio	4,25	105	36	83	377	44,5	81,6	12,4	15,7
Dylan	4,17	103	40	80	367	47,1	82,6	12,6	16,8
Svevo	4,15	103	33	83	370	44,9	81,8	12,9	16,9
Vesuvio	4,06	101	34	79	336	46,2	79,3	12,1	14,9
Portorico	4,04	100	38	84	349	45,0	81,4	11,9	15,2
Ciccio	4,01	99	33	79	363	45,6	82,5	11,9	15,6
Derrick	4,00	99	37	79	359	42,5	82,5	12,4	15,8
Fiore	3,95	98	39	79	349	42,5	81,9	11,9	14,0
Vettore	3,94	98	37	80	398	35,8	82,2	12,3	16,2
Lesina	3,93	97	31	78	349	46,0	79,9	13,0	15,0
Duilio	3,93	97	34	78	361	47,1	82,4	12,1	14,8
Gargano	3,92	97	33	77	351	45,0	80,3	12,9	14,9
Marco	3,91	97	40	79	350	45,6	80,4	12,6	15,6
Avispa	3,89	96	35	77	349	40,4	81,8	11,7	15,5
Simeto	3,89	96	34	75	329	48,3	78,7	12,8	15,8
Cannizzo	3,88	96	34	78	334	43,9	78,0	12,7	15,3
Concadoro	3,74	93	32	78	361	44,8	78,1	12,7	15,2
Karalis	3,69	91	34	78	358	39,9	81,5	12,6	13,2
Borello	3,60	89	39	81	329	47,5	79,9	12,7	14,8
Creso	3,47	86	42	75	377	47,1	82,3	12,9	14,0

Fonte: *L'Informatore Agrario*, 36/2004, Supplemento.



Tab. 6 Produzione e principali caratteri di 30 varietà di grano tenero in prova (Areale Centro Italia, 2004).

Indice sintetico di qualità (ISO)	Varietà	Produzione		Caratteristiche agronomiche			Caratteristiche merceologiche		Incidenza malattie (0-9)			
		t/ha	indice	data spigatura (gg da 1-4)	altezza pianta (cm)	allettamento a maturazione (0-9)	peso ettolitrico (kg/hL)	peso 1.000 semi (g)	Oidio	Ruggine gialla	Ruggine bruna	Septoria
FF	Sagittario	6,78	96	39	84	0	81,9	45,4	3	0	0	1
FF	Ravenna	6,60	94	40	79	0	81,9	40,2	4	1	1	2
<b>Media FF</b>		<b>6,69</b>		<b>39</b>	<b>81</b>	<b>0</b>	<b>81,9</b>	<b>42,8</b>	<b>3</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>2</b>
FPS	Nomade	7,48	106	45	90	0	80,5	40,8	1	0	1	1
FPS	Blasco	7,47	106	38	88	1	84,9	40,0	2	0	0	1
FPS	Palladio	6,83	97	41	85	0	79,4	40,3	2	0	1	1
FPS	Trofeo	6,69	95	42	82	0	83,1	39,3	2	1	0	1
FPS	Quality	6,52	93	42	79	0	81,3	42,2	1	0	1	2
FPS	VTA7109	6,35	90	42	79	0	82,2	36,8	1	2	0	1
FPS	Savio	6,32	90	39	95	1	80,8	35,9	2	5	1	1
FPS	Esperia	6,31	90	41	87	2	81,9	40,2	2	0	0	2
FPS	Buon Pastor	6,28	89	35	89	1	83,9	41,0	6	0	1	3
<b>Media FPS</b>		<b>6,69</b>		<b>40</b>	<b>86</b>	<b>1</b>	<b>82,0</b>	<b>39,6</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>1</b>
FP	Aubusson	7,85	112	46	86	0	81,1	40,8	0	0	0	1
FP	Provinciale	7,77	110	44	96	3	76,1	41,2	3	0	0	1
FP	Guarni	7,59	108	42	85	0	78,2	38,3	2	1	1	1
FP	Agadir	7,49	106	47	97	2	81,4	39,9	1	0	0	1
FP	Isengrain	7,39	105	47	85	0	80,5	40,9	0	0	2	1
FP	Amarok	7,37	105	47	84	0	79,5	38,0	1	0	0	1
FP	Granbel	7,34	104	43	84	0	81,1	43,1	2	0	0	1
FP	Bilancia	7,19	102	38	84	2	81,2	40,1	3	0	0	1
FP	Serio	7,11	101	41	82	0	83,4	40,5	2	1	1	1
FP	Palesio	7,09	101	36	83	0	82,1	42,9	3	0	0	1
FP	Geronimo	6,98	99	42	88	0	81,2	40,3	1	1	0	1
FP	Mieti	6,76	96	39	80	0	80,9	35,2	1	1	1	1
FP	Bolero	6,58	93	42	83	0	81,2	37,8	0	0	0	1
FP	Nearco	6,27	89	37	86	2	80,1	38,2	5	1	1	1
<b>Media FP</b>		<b>7,20</b>		<b>42</b>	<b>86</b>	<b>1</b>	<b>80,6</b>	<b>39,8</b>	<b>2</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>1</b>
FB	Artico	7,79	111	41	86	1	78,7	38,2	2	0	0	1
FB	Eureka	7,57	107	44	94	1	78,9	46,1	1	0	0	1
FB	Bramante	7,51	107	45	86	0	82,7	38,2	0	0	0	1
FB	Carisma	7,14	101	42	88	0	80,3	38,9	1	0	0	1
FB	Bisquit	6,78	96	34	83	0	81,1	40,3	0	0	1	2
<b>Media FB</b>		<b>7,36</b>		<b>41</b>	<b>88</b>	<b>0</b>	<b>80,3</b>	<b>40,3</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>1</b>
<b>Media generale</b>		<b>7,04</b>		<b>41</b>	<b>86</b>	<b>1</b>	<b>81,0</b>	<b>40,0</b>	<b>2</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>1</b>

Fonte: L'Informatore Agrario, 36/2004, Supplemento.

I disciplinari di produzione integrata, inoltre, contengono liste di raccomandazione varietale che possono essere utili agli operatori nella scelta della varietà.

Le **varietà di frumento tenero** vengono raggruppate, in funzione della loro destinazione d'uso, in 5 categorie (vengono citate per ogni categoria alcune varietà in ordine alfabetico):

- **varietà di forza (FF):** Genio, Manital, Ravenna, Sagittario, Salmone, Taylor;
- **varietà panificabili superiori (FPS):** Bologna, Cesanne, Colfiorito, Pandas, Guadalupe, Soissons, Violet;
- **varietà panificabili (FP):** Amarok, Bilancia, Bolero, Centauro, Centro, Enesco, Etheco, Isengrain, Mec, Nobel, Mieti, Serio, Tibet;
- **varietà da biscotti (FB):** Artico, Aquileia, Bisquit, Craklin, Eureka;
- **varietà per altri usi (FAU):** Tremie, Valoris.

Le **varietà di grano duro** non hanno questa suddivisione e la scelta varietale deve essere eseguita prevalentemente in base all'adattabilità alle condizioni pedoclimatiche della zona di coltivazione. Le varietà di grano duro più coltivate nel 2003 sono state: Simeto, Duilio, Ciccio, Arcangelo, Creso, Colosseo, Iride, Rusticano, Grazia, Claudio.

Tutte queste varietà sono ammesse all'aiuto supplementare secondo l'art. 69 del Reg. CE 1782/2003.

**MODALITÀ E DENSITÀ DI SEMINA.** La semina viene eseguita con seminatrici universali in file distanti 14-20 cm e con una deposizione del seme a una profondità omogenea di 3-4 cm (Fig. 14). Con una semina troppo superficiale può non essere sufficiente l'umidità per la germinazione, mentre una profondità di semina superiore ai 5 cm determina un'emergenza stentata e un minore accestimento.

Molto complesso e a tutt'oggi dibattuto è l'argomento della densità di semina ottimale. Quest'ultima è influenzata da molti fattori tra i quali citiamo:

- la capacità di accestimento differente tra le cultivar, anche se questa dipende anche da fattori nutrizionali, quali ad esempio la disponibilità di azoto;
- il tipo di terreno: con terreni compatti è consigliabile aumentare la densità di semina del 10%;
- condizioni del letto di semina: se non è ben preparato o non consente una idonea profondità di semina è necessario aumentare la dose;

- **epoca di semina:** come regola generale è consigliabile ridurre la densità per semine precoci, mentre per semine oltre il periodo ottimale (dopo il 1° novembre nel Nord Italia) è utile aumentare la dose del 5% per ogni settimana di ritardo.

La densità di semina viene espressa come numero di piante/m<sup>2</sup> e poi convertita in kg/ha, tenendo conto del peso di 1.000 semi della varietà e della germinabilità del seme:

Dose di semina:

$$\text{kg/ha} = \frac{(\text{peso di 1.000 semi} \times \text{n. piante desiderate per m}^2)}{\text{germinabilità}}$$



**Fig. 13** Campi sperimentali dove vengono confrontate le diverse varietà.



**Fig. 14** Operazione di semina.

### Esempio

peso di 1.000 semi: 40 g  
numero di piante desiderate per m<sup>2</sup>: 400  
germinabilità: 90%  
dose di semina:  
kg/ha = (40 × 400)/90 = 178

Tenendo conto del peso di 1.000 semi delle differenti varietà e delle diverse variabili che si riscontrano alla semina, le dosi più frequenti sono di 160-220 kg/ha.

L'obiettivo è quello di avere una densità finale ottimale di 600-700 spighe/m<sup>2</sup> per il grano tenero e 450-550 spighe/m<sup>2</sup> per quello duro; questo si può ottenere con 400-500 piante/m<sup>2</sup> per il tenero e 350-400 piante/m<sup>2</sup> per il grano duro. Nelle zone aride e in terreni più poveri, le densità consigliate possono essere inferiori.

**CONCIA DEL SEME.** Alcune malattie fungine del frumento, quali Mal del piede, Carie, Carbone volante, Septoria ed Elmintosporiosi, iniziano il proprio ciclo infettivo nelle prime fasi di sviluppo del frumento. Infatti, queste malattie si conservano nel terreno o sono veicolate dal seme stesso (si conservano sopra il seme oppure al suo interno). Contro queste crittogame è necessaria la concia del seme, che consiste in un trattamento del seme con fungicidi organici.

Tra i principi attivi fungicidi più utilizzati, alcuni sono di copertura, quali Mancozeb e Thiram; altri, quali Triticonazolo, Tebuconazolo, Guazatina e Carbossina sono invece sistemici. Generalmente questi prodotti sono usati in miscela tra loro per poten-

**Tab. 7** Quantità di seme da impiegare (kg/ha) in funzione del numero di piante desiderato e del peso di 1.000 semi (g), ipotizzando una germinabilità del 90%.

Peso di 1.000 semi	Piante/m <sup>2</sup>			
	350	400	450	500
30	117	133	150	167
32	124	142	160	178
34	132	151	170	189
36	140	160	180	200
38	148	169	190	211
40	156	178	200	222
42	163	187	210	233
44	171	196	220	244
46	179	204	230	256

ziarne l'azione (per esempio: Carbossina + Thiram, Tebuconazolo + Thiram, Triticonazolo + Guazatina). La concia può essere eseguita dall'agricoltore, ma è sempre più diffuso l'acquisto di seme già trattato per una maggior garanzia di uniformità e la buona adesione del fungicida al seme.

### Concimazione

La concimazione, in particolare quella azotata, è un elemento essenziale della tecnica colturale per raggiungere gli obiettivi di produzione e di qualità. Distinguiamo una concimazione di fondo, eseguita all'aratura o prima della semina, che generalmente è limitata all'apporto di fosforo e potassio, e una concimazione di copertura che è essenzialmente azotata.

La fertilizzazione organica, con apporti di letame, per esempio, non deve essere eccessiva: il frumento si avvantaggia maggiormente dell'azione residua di fertilizzazioni organiche apportate a colture che lo precedono nell'avvicendamento, quali mais, sorgo e pomodoro.

**CONCIMAZIONE DI FONDO (CONCIMAZIONE FOSFO-POTASSICA).** Per eseguire correttamente la concimazione fosfatica e potassica devono essere disponibili analisi del terreno recenti; in base alle dotazioni del terreno, utilizzando tabelle apposite come quella riportata in Tab. 8, si può stabilire se il terreno è normalmente, scarsamente o fortemente dotato in fosforo e potassio.

A questo punto, se la dotazione del terreno è elevata, superiore all'intervallo riportato in Tab. 8, la concimazione con fosforo e potassio non è necessaria; se la dotazione è normale o media è corretto reintegrare le asportazioni con apporto di concimi chimici, per evitare un impoverimento del terreno; se la dotazione è bassa, ovvero inferiore al valore riportato in tabella, si può intervenire con concimazioni anche più elevate rispetto ad asportazioni e perdite per portare il terreno a livelli normali di dotazione.

Queste concimazioni di arricchimento, però, vengono solitamente eseguite su colture in avvicenda-

**Tab. 8** Contenuti di fosforo assimilabile e potassio scambiabile, normali per il frumento.

Tipo di terreno	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (ppm)	K <sub>2</sub> O (ppm)
Sabbioso	18-25	102-144
Medio impasto	23-28	120-180
Argilloso	30-39	144-216

Fonte: disciplinari di produzione integrata della Regione Emilia-Romagna.

mento con il frumento (ad esempio la bietola) che maggiormente si avvantaggiano di questi forti apporti di fosforo e potassio.

Per il calcolo dei fabbisogni si possono utilizzare comodamente valori tabulati (Tab. 9) oppure si possono calcolare tenendo conto che per un quintale di granella (comprendendo contemporaneamente anche la paglia) servono 0,8-1 kg di  $P_2O_5$  e 1,4-1,6 kg di  $K_2O$ . Se la paglia non viene raccolta, ma interrata, parte degli elementi assorbiti vengono restituiti al suolo come è esemplificato in Fig. 15 per una produzione di granella di 7 t/ha.

Per il fosforo quindi sono consigliate dosi massime di 70 unità (pari ad esempio a 152 kg/ha di Perfosfato Triplo 0-46-0) solo per terreni che risultano carenti di questo elemento.

Generalmente, i terreni italiani sono ben dotati in potassio, ma se il terreno ne è scarsamente dotato, quantitativi di 60-80 unità di  $K_2O$  (pari ad esempio a 120-160 kg/ha di Solfato potassico 0-0-50) sono sufficienti per sostenere una buona resa.

**CONCIMAZIONE DI COPERTURA (CONCIMAZIONE AZOTATA).** Il frumento, come gli altri cereali, risponde bene alla concimazione azotata; l'azoto è una delle leve più importanti per raggiungere elevate rese sotto il profilo sia quantitativo sia qualitativo.

L'azoto favorisce infatti l'accestimento; allo stadio di viraggio stimola nell'apice vegetativo la formazione di spighe con un elevato numero di spighe e di fiori; in levata aumenta la superficie fogliare e la sua funzionalità fotosintetizzante; in fioritura aumenta la fertilità delle spighe con maggiori percentuali di allegagione.

Sono tuttavia da evitare eccessi azotati, che favoriscono l'allettamento della coltura, minore resistenza alle malattie e un maggiore consumo idrico dovuto all'aumento della superficie fogliare traspirante, fattore da tenere presente per i climi secchi in quanto l'azoto può favorire la stretta da caldo.

**Tab. 9** Fabbisogno medio di fosforo e potassio (Kg/ha) in funzione della produzione.

	Produzioni di granella (t/ha)			
	4	5	6	7
<b><math>P_2O_5</math></b>				
Granella	32	40	48	56
Paglia	6	7	9	10
<b>Totale</b>	<b>38</b>	<b>47</b>	<b>57</b>	<b>66</b>
<b><math>K_2O</math></b>				
Granella	20	25	30	35
Paglia	34	42	51	59
<b>Totale</b>	<b>54</b>	<b>67</b>	<b>81</b>	<b>94</b>

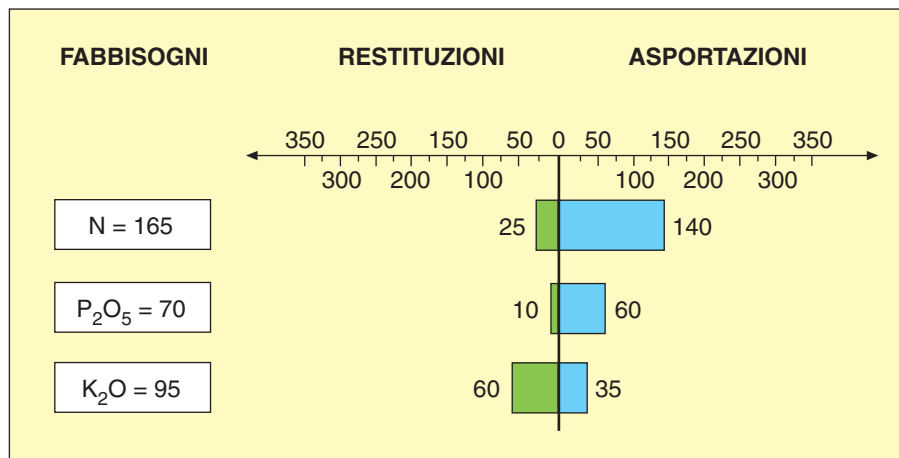
Fonte: disciplinari di produzione integrata della Regione Emilia-Romagna – modificata.

Il fabbisogno della coltura, ovvero la quantità assorbita teorica, si può calcolare considerando la produzione e la varietà seminata da cui dipende il contenuto di azoto (e quindi di proteine) della granella.

Come già indicato per fosforo e potassio, una percentuale dell'azoto assorbito (circa il 15-20% dei fabbisogni) torna al terreno con la paglia, se questa non viene asportata.

Per la determinazione della dose di azoto da somministrare si deve tenere presente una serie di variabili quali:

- la preceSSIONE colturale che può aver arricchito o impoverito il terreno;
- la dotazione e gli apporti di sostanza organica al terreno;
- l'andamento climatico, in particolare la temperatura che influisce sulla velocità di mineralizzazione e le piogge sul dilavamento dei nitrati.



**Fig. 15** Fabbisogni, asportazioni e restituzioni espresse in kg/ha per una produzione di 7 t/ha di frumento tenero (fonte: Agricoltura sostenibile, Veneto agricoltura).

**Tab. 10** Fabbisogni azotati in funzione della produzione prevista e della varietà seminata.

Classe qualitativa	kg di N/100 kg granella (paglia compresa)	Fabbisogno per 5 t/ha	Fabbisogno per 6 t/ha	Fabbisogno per 7 t/ha
Fruento di forza	3,1	155	186	217
Fruento panificabile superiore	2,8	140	16	147
Fruento panificabile	2,5	125	150	175
Fruento biscottiero	2,2	110	132	154

I disciplinari di produzione integrata stabiliscono dei limiti massimi nelle dosi di azoto da somministrare, variabili tra una regione e l'altra: ad esempio in Lombardia e Veneto la dose massima consentita è di 120 kg/ha, in Piemonte ed Emilia Romagna di 140 kg/ha.

Normalmente, nell'Italia settentrionale le dosi più frequenti sono di 120-150 kg/ha con punte di 200 kg/ha, mentre in quella meridionale ci si ferma a quantitativi più bassi che non superano i 100 kg/ha tenendo conto delle minori produzioni e del clima più secco.

Nelle prime fasi di sviluppo, in autunno, la giovane pianta trova le modeste quantità di elementi di cui necessita nella cariosside e nel terreno. In questa fase è quindi sconsigliato l'apporto di azoto ad eccezione di terreno compatto o di un autunno molto piovoso, caso in cui può essere utile un apporto al massimo di 30 kg/ha.

Con la levata, i fabbisogni diventano più alti. All'inizio della levata, inoltre, la necessità di azoto della pianta in crescita è maggiore rispetto alla capacità di nitrificazione in quanto l'attività microbica del terreno è ancora lenta; infatti, il terreno, soprattutto se umido, si riscalda più lentamente dell'aria. L'inizio della levata, come verrà meglio specificato nell'approfondimento *Facciamo due conti: i fattori della resa*, è un momento strategico in cui apportare azoto alla coltura; le dosi in questa fase possono essere 50-80 kg. Con il progredire della levata, i fabbisogni di azoto possono essere integrati dall'attiva nitrificazione: in questa fase l'agricoltore dovrà apportare 30-50 kg/ha di azoto.

L'ultima somministrazione allo stadio di botticella non sempre è necessaria ed è spesso limitata ai frumenti di forza per aumentarne la qualità.

Numerose sperimentazioni eseguite in Italia hanno evidenziato un'efficienza equivalente tra nitrato ammonico e urea; quindi, dal punto di vista agronomico, per apportare i quantitativi di azoto stabiliti è indifferente l'uso dell'uno o dell'altra, ma

andrebbe privilegiata quest'ultima considerando il minor costo dell'unità fertilizzante.

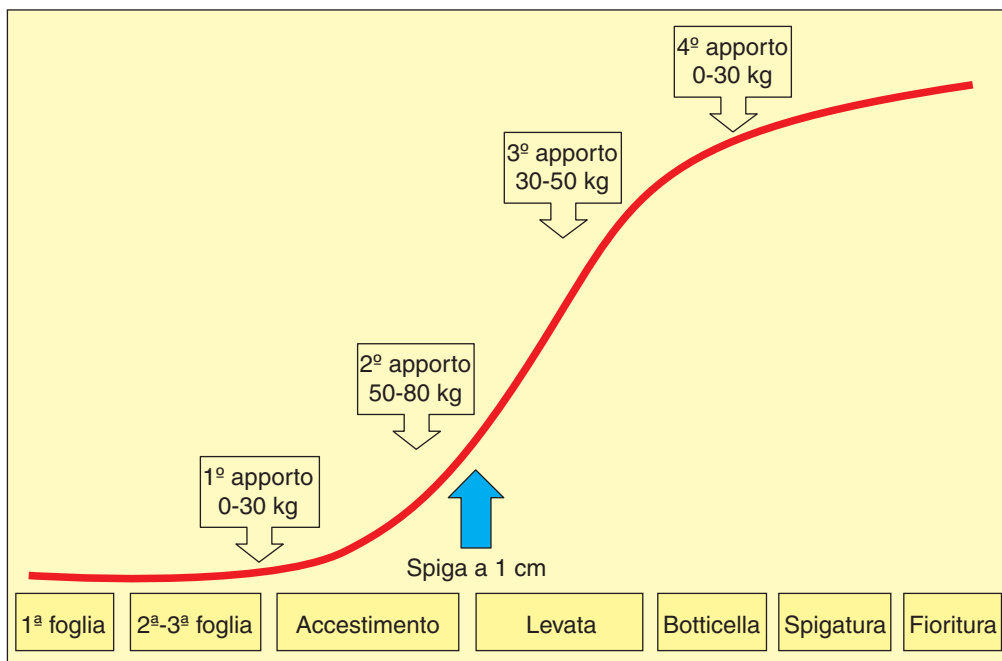
Ultimamente si stanno diffondendo strumenti per la lettura fogliare della nutrizione azotata. Alcuni di questi si basano sulla misura della clorofilla (N-tester, SPAD) che è un indice della disponibilità di azoto e possono essere utilizzati dalla levata in poi per decidere e modulare il quantitativo di azoto da apportare.

### Controllo delle erbe infestanti

La lotta alle infestanti deve essere attuata prima di tutto con la buona pratica agronomica che preveda l'avvicendamento colturale, buona preparazione del letto di semina ed uso di semente certificata esente da infestanti.

Le infestanti più diffuse nei cereali autunno-vernini sono:

- **Monocotiledoni:**
  - Graminacee: avene selvatiche (*Avena* spp.), falaride (*Phalaris* spp.), coda di volpe (*Alopecurus myosuroides*), loglio (*Lolium* spp.), agrostide (*Agrostis spica-venti*), fienarola (*Poa* spp.).
- **Dicotiledoni:**
  - Composite: camomilla (*Matricaria chamomilla*), fiordaliso (*Centaurea cyanus*), stoppione (*Cirsium arvense*), crisantemo (*Chrysanthemum segetum*).
  - Crucifere: borsapastore (*Capsella bursa-pastoris*), ravanello selvatico (*Raphanus raphanistrum*), senape selvatica (*Sinapis arvensis*), miagro (*Myagrum perfoliatum*).
  - Poligonacee: correggiola (*Polygonum aviculare*), poligono convolvolo (*Fallopia convolvulus*).
  - Infestanti di altre famiglie: veccia (*Vicia* spp.), convolvolo (*Convolvulus arvensis*), veronica (*Veronica* spp.), papavero (*Papaver rhoeas*), fumaria (*Fumaria officinalis*), gallo o caglio (*Galium aparine*), centocchio (*Stellaria media*), ranuncolo (*Ranunculus* spp.), pettine di Venere (*Scandix pecten-veneris*), bifora (*Bifora radians*).



**Fig. 16** Curva di assorbimento e programmazione degli apporti dell'azoto (fonte: Agronomica, n. 6/1999 – modificata).



**Fig. 17** Operazione di concimazione in copertura.

**DISERBO CHIMICO.** Il diserbo chimico può essere eseguito in pre-semina, pre-emergenza e post-emergenza.

- **Pre-semina:** l'intervento in pre-semina è eseguito con erbicidi totali quali Glyphosate o Glufosinate-ammonio per eliminare le infestanti presenti sul letto di semina (caso frequente per la semina diretta senza lavorazione).

- **Pre-emergenza:** in previsione di infestanti Graminacee, coda di volpe e loglio in particolare, si può optare per questo intervento con miscele molto usate e di costo contenuto quali Trifluralin + Linuron oppure Trifluralin + Chlortoluron. Attualmente questo intervento è meno praticato che in passato, in quanto sono più frequenti infestanti (quali avena selvatica) non controllate da questi prodotti, e per la presenza sempre più diffusa di infestanti dicotiledoni controllate meglio in post-emergenza. Il diserbo in pre-emergenza, inoltre, non è ammesso dai disciplinari di produzione integrata.
- **Post-emergenza:** è la pratica più diffusa sui cereali autunno-vernini; presenta evidenti vantaggi quali la possibilità di controllare contemporaneamente Graminacee e Dicotiledoni, la possibilità di applicazione un ampio periodo (da dicembre ad aprile), un'elevata gamma di principi attivi erbicidi disponibili da scegliere in funzione della flora infestante presente. Per i trattamenti in post-emergenza vale sempre la regola che è preferibile intervenire con infestanti ai primi stadi, al fine di limitare i danni della competizione alla coltura e per un più facile controllo (eventualmente con dosi d'impiego più basse). Tuttavia, molte infestanti hanno sviluppo primaverile, per cui se si interviene precocemente a fine inverno, può successivamente essere indispensabile un secondo trattamento in post-emergenza. Occorre poi tener presente che alcuni erbicidi possono essere dannosi alla coltura che segue in avvicendamento il grano (ad esempio alcune Solfoniluree per la bietola).

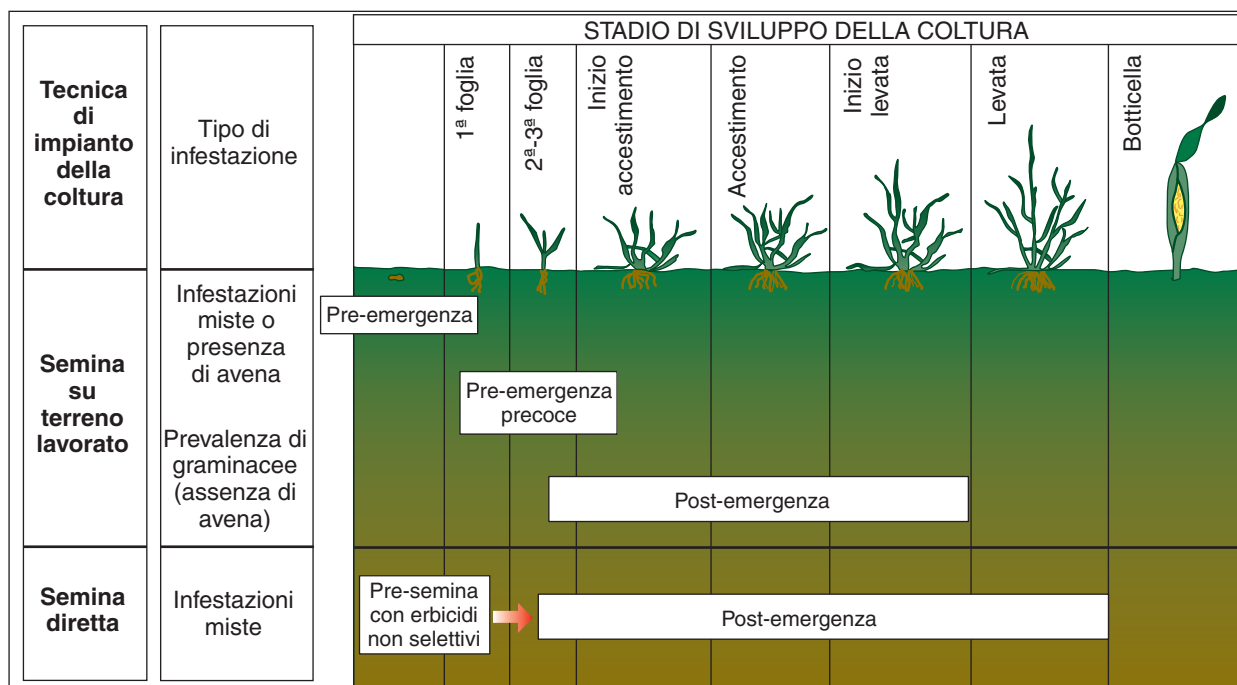


Fig. 18 Diserbo chimico: epoche di intervento per differenti situazioni (fonte: Agronomica, n. 5/2001).

Tab. 11 Diserbo chimico di grano tenero, duro e orzo.

Epoca	Infestanti	Principio attivo	% di p.a.	l. o Kg / ha
Pre-semine	Graminacee e Dicotiledoni	Glifosate	30,4	1.5-3.0
		Glufosinate di ammonio	11,33	4-7
Post emergenza entro il 31 gennaio	Prevalenza di graminacee con <i>Lolium</i> e <i>Alopecurus</i> con poca <i>Avena</i>	(Flufenacet + Pendimetalin)	(5,6 + 28,2)	3,0
Post emergenza	Graminacee	(Fenoxaprop-p-etile+ Mefenpir-dietile) (2)	5,24	0.7-1.5
		Tralkoxidim	2,86	1,6-1,7 (1)
		Imazametabenz-methyl	22,5	2.0-2.5
		Diclofop-metile	19,2	2-25.5
		Clodinafop (2)	27,3	0.2-0.25
	Dicotiledoni	Tifensulfuron (3)	75	50-80
		Metsulfuron metile (4)	20	0.015-0.020
		Tribenuron-metile Triasulfuron (4)	75 20	0.010-0.015 0,037
	Dicotiledoni con Galium e graminacee	(Iodosulfuron+Fenoxaprop-p-etile+ Mefenpir-dietile) (2) (4)	(0,78+6,22+ 2,33)	1,25
	Dicotiledoni con Galium	Florasulam	4,84	0,1-0,125
(Clopiralid + MCPA + Fluroxipyr)		(2,3 + 26,7 + 6)	3	
(Clopiralid + MCPA + Fluroxipyr)		(1,8 + 18,2 + 3,6)	4	
Amidosulfuron (4)		75	0.02-0.04	
	Carfentrazone	40	0,04-0,05	
	Fluroxipyr	17,16	0.8-0.10	

(1) La dose di 1,7 l/ha è ammessa solo su frumento duro

(2) Non ammesso nel diserbo dell'orzo.

(3) Ammesse solo formulazioni Xi e Nc, se disponibili

(4) Si consiglia di porre attenzione alle semine autunnali con colture sensibili a tali diserbanti

Si consiglia di utilizzare le Solfoniluree secondo le dosi indicate senza adottare sottodosaggi anche per applicazioni in miscela con altri prodotti

Fonte: disciplinari della Regione Emilia-Romagna, 2005.



Fig. 19 Diserbo pre-semina.



Fig. 20 Distribuzione dell'erbicida in post-emergenza.

## Controllo delle principali avversità

Tra i fitofagi più diffusi che possono arrecare danni al frumento citiamo gli **Afidi**.

Il controllo deve seguire i criteri della lotta integrata e guidata:

- si deve valutare la presenza di nemici naturali in grado di controllare gli afidi (coleotteri coccinellidi, neurotteri crisopidi, ditteri silfidi);
- se si superano le soglie di intervento (80% dei culmi infestati a fine fioritura) è giustificato l'intervento con insetticidi (es: Pirimicarb).

Altri fitofagi meno frequenti e meno temibili sono la Cimice (*Aelia rostrata*) e la Lema (*Oulema melanopa*).

Le principali malattie fungine che attaccano il

frumento sono l'**Oidio** (*Blumeria graminis tritici*), le **Ruggini** (*Puccinia* spp.), la **Septoriosi** (*Septoria tritici* e *Stagonospora nodorum*), il **Mal del piede** e la **Fusariosi della spiga** (*Fusarium* spp.). Per il controllo di queste crittogame si deve adottare una buona pratica agronomica che preveda l'impiego di seme conciato, varietà resistenti, una concimazione azotata equilibrata, semine non troppo fitte, buone sistemazioni del terreno che evitino ristagni e una corretta rotazione. Per la prevenzione del Mal del piede è buona norma interrare i residui di altri cereali (orzo, mais, sorgo) che precedono il frumento.

Contro queste malattie fungine sono possibili trattamenti chimici (Fig. 27); anche in questo caso le soglie di intervento sono fissate dai disciplinari di produzione integrata.



Fig. 21 Oidio (foto Aventis).



Fig. 22 Ruggine bruna (foto Aventis).

Tab. 12 Influenza di alcuni fattori sul controllo delle malattie crittogame del frumento.

Malattia fungina	Concia del seme	Varietà resistenti	Conc. azotata equilibrata	Investimento ridotto	Sistemazioni del terreno	Corretta rotazione
Ruggini	Nulla	Buona	Media	Media	Nulla	Nulla
Oidio	Nulla	Buona	Buona	Buona	Nulla	Nulla
Septoriosi	Media	Buona	Media	Media	Media	Media
Mal del piede	Buona	Nulla	Buona	Buona	Buona	Buona





**Fig. 23** Fusariosi della spiga (fonte: Agronomica, n. 2/2000).



**Fig. 24** Septoriosi.



**Fig. 25** Mal del piede dei cereali da *Gaeumannomyces graminis*.



**Fig. 26** Colonia di afidi su foglia (foto Istituto sperimentale per la cerealicoltura di Roma - Sezione di S. Angelo Lodigiano).

È molto importante salvaguardare da queste malattie le ultime due foglie apicali e la spiga, soprattutto durante la fase di riempimento delle cariossidi. Tenendo conto di questo, i disciplinari di produzione integrata ammettono trattamenti con fungicidi al superamento di determinate soglie; ad esempio, per l'Oidio è necessario intervenire con un trattamento fungicida quando sono presenti sulle ultime due foglie 10-12 pustole: in caso di presenza inferiore l'intervento non è giustificabile.

**ALTRE OPERAZIONI CULTURALI.** Alla fine dell'inverno può essere utile una rullatura per far aderire alle radici il terreno, nel caso il gelo lo abbia reso troppo soffice.

Nelle nostre condizioni climatiche, tenendo conto del ciclo autunno-vernino, il frumento è considerato una coltura asciutta; in effetti la necessità

dell'irrigazione è limitata ad annate con anomalie stagionali (es.: maggio-giugno 2003). All'estero, in ambienti aridi l'irrigazione è pratica ordinaria.

### Raccolta

In Italia, la raccolta del frumento inizia a fine maggio-inizio giugno al Sud e termina ad inizio luglio al Nord.

Si esegue con mietitrebbiatrici (Fig. 28) nella fase di maturazione di morte, quando l'umidità della granella è inferiore al 14%, tenendo però conto che l'umidità di riferimento nei contratti di compra-vendita è del 13%. Dal punto di vista qualitativo sarebbe preferibile raccogliere prima, con una umidità superiore, ma questo non è economicamente conveniente tenendo conto delle spese di essiccazione.

Tra la fase di maturazione fisiologica e la raccolta, il vento e la grandine possono provocare allet-

Tab. 13 Programma per il controllo integrato di crittogame e fitofagi.

Avversità	Criteri di intervento	P.a. e ausiliari	Limitazioni d'uso e note
CRITTOGAME <b>Carbone</b> ( <i>Ustilago tritici</i> )	Interventi chimici: Consigliata la concia del seme		
<b>Carie</b> ( <i>Tilletia spp.</i> )	Interventi chimici: Consigliata la concia del seme		
<b>Fusariosi</b> ( <i>Fusarium spp.</i> )	Interventi agronomici: – Evitare le semine fitte – Concimazioni azotate equilibrate Soglia di intervento per gli interventi chimici: <b>Interventi da realizzare in base alle indicazioni dei bollettini provinciali</b> Si consiglia di utilizzare le varietà inserite nelle liste varietali di raccomandazione.	Procloraz Propiconazolo Tebuconazolo	<b>Indipendentemente dall'avversità al massimo un intervento anticrittogamico all'anno</b>
<b>Nerume</b> ( <i>Alternaria spp.</i> ) ( <i>Cladosporium herbarum</i> ) ( <i>Epicoccum nigrum</i> )	Interventi agronomici: – Evitare le semine fitte – Concimazioni azotate equilibrate		
<b>Oidio</b> ( <i>Blumeria graminis tritici</i> )	Interventi agronomici: – Evitare le semine fitte – Concimazioni azotate equilibrate – Varietà resistenti e tolleranti Soglia di intervento: <b>10-12 pustole uniformemente distribuite sulle ultime due foglie</b> Si consiglia di utilizzare le varietà inserite nelle liste varietali di raccomandazione.	Azoxystrobin Procloraz Propiconazolo Tebuconazolo Triadimenol Tetraconazolo Flutriafol	<b>Indipendentemente dall'avversità al massimo un intervento anticrittogamico all'anno</b>
<b>Ruggini</b> ( <i>Puccinia graminis</i> ) ( <i>Puccinia recondita</i> ) ( <i>Puccinia striiformis</i> )	Interventi agronomici: – Evitare le semine fitte – Concimazioni azotate equilibrate – Varietà resistenti e tolleranti – Varietà precoci ( <i>S. graminis</i> ) Soglia vincolante di intervento: <b>Comparsa uredosori sulle ultime due foglie</b> Si consiglia di utilizzare le varietà inserite nelle liste varietali di raccomandazione.	Azoxystrobin Propiconazolo Tebuconazolo Triadimenol Tetraconazolo Flutriafol	<b>Indipendentemente dall'avversità al massimo un intervento anticrittogamico all'anno</b>
<b>Stagonospora</b> ( <i>Septoria nodorum</i> ) ( <i>Septoria tritici</i> )	Interventi agronomici: – Evitare le semine fitte – Concimazioni azotate equilibrate		
FITOFAGI <b>Afidi</b> ( <i>Rhopalosiphum padi</i> ) ( <i>Metopolosiphum dirhodum</i> ) ( <i>Sitobion avenae</i> )	Interventi agronomici: – Evitare le semine fitte – Concimazioni azotate equilibrate Soglia di intervento: 80% di culmi con afidi a fine fioritura. I controlli vanno fatti a partire dalla spigatura fino all'inizio della maturazione lattea su un campione di 200 spighe/ha, controllate a gruppi di 10 spighe in 20 siti scelti a caso nel campo. Lotta biologica: Esistono predatori naturali che nelle nostre aree possono essere numerosi e limitare fortemente le infestazioni ( <i>Ditteri sirfidi</i> , <i>Coccinella septempunctata</i> , <i>Propylaea quatuordecimpunctata</i> , <i>Crisope</i> , <i>Imenotteri</i> ). Vanno poi ricordati i Parassitoidi (caratteristica la mummificazione) e, specie con clima umido e piovoso, i funghi entomopatogeni (Entomofloracee).	Pirimicarb	Prima di operare l'intervento valutare la presenza, l'entità dei limitatori naturali e la loro potenziale capacità nel contenimento dello sviluppo della popolazione del fitofago. <b>Massimo un intervento con 0,5 kg/ha di prodotto commerciale</b>
<b>Nematodi</b> ( <i>Pratylenchus thornei</i> )	Interventi agronomici: Le razionali concimazioni di azoto e fosforo che sono consigliate, hanno dimostrato di contenere eventuali attacchi del nematode in coltivazioni avvicendate.		

Fonte: disciplinari della Regione Emilia-Romagna, 2005.

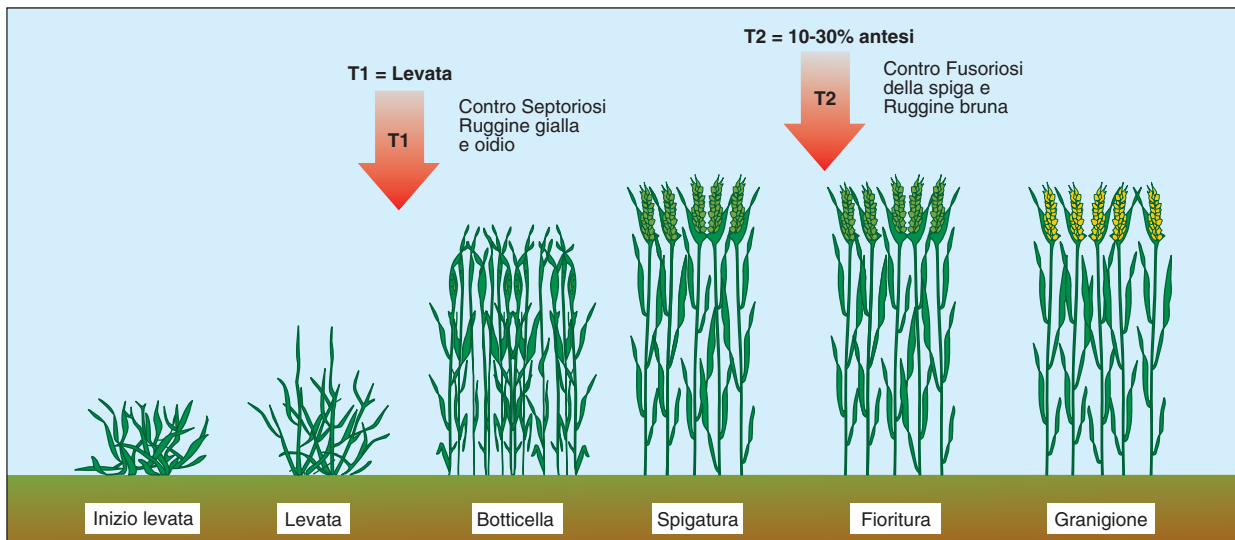


Fig. 27 Posizionamento dei due trattamenti contro le malattie fungine (da Agronomia n. 2/2005).



Fig. 28 Raccolta eseguita tramite mietitrebbiatrice.

tamento e sgranatura della spiga; inoltre le piogge, se insistenti, possono causare perdite qualitative e commerciali della granella quali:

- **slavatura:** formazione di cariossidi con superficie più ruvida e minore peso specifico; è molto dannosa, soprattutto per il grano duro in quanto riduce il colore;
- **pregerminazione:** la cariosside germina quando è ancora nella spiga.

Durante la raccolta le perdite di granella dovrebbero essere limitate all'1-2%; perdite superiori si riscontrano per colture allettate, a causa dell'eccessiva velocità di avanzamento della mietitrebbia o per cattiva regolazione dell'apparato trebbiante (regolazione della velocità di rotazione del battitore, della distanza del controbattitore e della ventilazione).

La presenza di impurità nella granella (residui di paglia, semi estranei, sostanze inerti) deve essere ridotta; il limite massimo è del 3%.

Dalla mietitrebbiatura si ottiene la granella, la paglia e la pula costituita dai resti della spiga.

Le rese in granella più elevate si ottengono nei climi dell'Europa centrale con punte che superano le 10 t/ha; nella Valle Padana le rese raggiungono 6-7 t/ha con punte di 8 t/ha; in Italia centrale scendiamo a 5-6 t/ha; nel Meridione e nelle Isole le rese sono ancora più basse (2-4 t/ha), soprattutto per il grano duro diffuso in comprensori aridi.

Per capire queste differenti produzioni è possibile analizzare a posteriori le componenti che hanno portato a differenti risultati (→ *Facciamo due conti: i fattori della resa*).

Prendendo come riferimento la produzione di granella, la resa in paglia si può esprimere in due modi:

- indice di raccolto (*Harvest Index*) = peso granella/peso biomassa; varia tra 0,50 e 0,60;
- rapporto granella/paglia, che varia tra 1 e 1,2.

### Esempio

(dati riscontrati nella pianura emiliana)

Produzione di granella: 6 t/ha

Produzione di paglia: 5 t/ha

Indice di raccolto (H.I.) =  $6/11 = 0,55$

Rapporto granella/paglia =  $6/5 = 1,2$

## Facciamo due conti: i fattori della resa

La resa (o produzione per ettaro) deriva dalla moltiplicazione di quattro fattori o componenti, come indicato nella seguente equazione:

Resa = (numero di spighe per unità di superficie) × (numero di spighe per spiga) × (numero di semi per spigetta) × (peso medio di un seme).

Qualsiasi causa, colturale o pedo-climatica, che abbassi uno di questi fattori, può causare una diminuzione della resa, ma il frumento possiede fortunatamente la capacità di compensare la diminuzione di uno di questi fattori aumentandone altri. Ad esempio, se le spighe sono poche, a causa di scarsa emergenza o scarso accestimento, queste saranno più grandi, con più cariossidi o di peso più elevato.

Il numero di spighe per unità di super-

ficie viene determinato principalmente dalla densità di semina, dalla germinabilità, dall'indice di accestimento e dalla mortalità primaverile di alcuni culmi di accestimento.

Il numero di spighe per spiga viene determinato al viraggio quando si forma l'abbozzo della futura spiga. Se in questa fase le condizioni colturali sono limitanti (ad esempio la carenza di azoto), la spiga sarà piccola e non potrà avere molte spighe. Sarà questo un limite alla produzione anche se le condizioni nelle fasi successive saranno ottimali. Ecco perché il viraggio è una fase strategica per raggiungere elevate produzioni.

Il numero di cariossidi per spigetta viene determinato nella fase di allegazione; stress idrici o ritorni di freddo possono causare una diminuzione di questa componente.

Il peso delle cariossidi viene determi-

nato durante la granigione o riempimento delle cariossidi. In questa fase è importante l'apparato fotosintetizzante: un apparato fogliare sano ed attivo fino a maturazione fisiologica capace di elaborare sostanze da immagazzinare nel seme è un presupposto per un elevato peso delle cariossidi; malattie crittogame o la stretta da caldo, che fanno perire anticipatamente l'apparato fogliare (in particolare la foglia a bandiera), causano la formazione di cariossidi leggere. La fase di granigione, essendo l'ultima in ordine di tempo, non può essere compensata dalle altre componenti.

Prendiamo in esame due casi A e B con produzioni elevate raggiunte in modo differente e un caso C con produzione limitata per mancanza di azoto al viraggio e stress idrico in granigione (Tab. 14).

Tab. 14

Componente	Caso A	Caso B	Caso C
Piante per m <sup>2</sup>	500,0	500,0	500,0
Spighe/pianta	1,4	1,3	1,3
Spighe/spiga	18,0	20,0	14,0
Semi/spigetta	1,8	1,8	1,8
Peso di 1.000 semi (g)	36,0	35,0	32,0
<b>Produzione (t/ha)</b>	<b>8,16</b>	<b>8,19</b>	<b>5,24</b>

La paglia può essere raccolta in balle e utilizzata come lettiera o come alimento per il bestiame oppure essere lasciata nel campo; in questo caso, costituisce un apporto di sostanza organica, anche se di bassa qualità, in quanto il rapporto C/N è molto alto; può essere infatti utile distribuire 30-40 kg/ha di urea sulla paglia prima della lavorazione del terreno.

### Stoccaggio e conservazione

Lo stoccaggio è una fase fondamentale per valorizzare il prodotto.

Un tempo veniva realizzato direttamente, anche nelle medie e piccole aziende; attualmente le costose strutture necessarie e la normativa a cui è sottoposto, tra cui l'obbligo del sistema HACCP

(*Hazard Analysis Critical Control Points*), rendono difficile la pratica dello stoccaggio aziendale. La granella, prima di essere stoccata, deve essere sottoposta a pre-pulitura mediante aspirazione e vagliatura, quindi, se possiede umidità inferiore al 13,5-14%, può essere stoccata.

Lo stoccaggio può essere eseguito in sili orizzontali o verticali che devono soddisfare requisiti fondamentali quali:

- la separazione da altre attività aziendali con una fascia di rispetto intorno ai sili (10 m per i disciplinari di produzione integrata dell'Emilia-Romagna);
- isolamento e protezione dall'ambiente esterno per evitare l'entrata di uccelli, roditori e insetti;

- pareti lisce, facili da pulire e disinfettare;
- copertura impermeabile per evitare infiltrazioni di acqua;
- dotazione di areazione sufficiente;
- possibilità di monitorare e controllare la presenza degli insetti delle derrate.

Esistono tecniche che migliorano e rendono più sicura questa fase della filiera, quali la refrigerazione forzata e la conservazione in atmosfera controllata.

Le partite di granella in entrata devono essere stoccate separatamente secondo le loro caratteristiche; infatti, per una miglior valorizzazione del prodotto, si devono concentrare partite omogenee secondo le richieste dell'industria di trasformazione; inoltre, diventa fondamentale la certificazione per quanto riguarda l'assenza di contaminazioni (residui chimici, micotossine, OGM), al fine di fornire quei requisiti di rintracciabilità e sicurezza alimentare che il consumatore finale e le normative sempre di più richiedono.

## 8.5 Utilizzazione e aspetti qualitativi

Il frumento ha caratteristiche qualitative differenti legate alla varietà, alla zona di coltivazione, alla tecnica colturale adottata e all'andamento climatico. In funzione delle caratteristiche qualitative, una partita di grano può essere adatta ad una destinazione d'uso piuttosto che ad un'altra.

È importante sottolineare che la scelta della varietà è il punto di partenza per differenziare la qualità: la tipologia varietale è condizione necessaria, ma non sufficiente per determinare la qualità.

Ad esempio, se vogliamo ottenere partite di elevata qualità non è sufficiente scegliere una varietà pregiata, ma si dovrà predisporre un'adeguata pratica agronomica, confidando poi in un buon andamento meteorologico.

### Qualità molitoria

Il primo processo a cui è sottoposto il frumento è la molitura.

Dalla molitura del frumento tenero derivano farine e sottoprodotti (crusca, cruschetto, tritello e farinaccio). In commercio si trovano differenti tipi di farina che si differenziano per il contenuto in ceneri, cellulosa e proteine (farina

tipo 00, farina tipo 0, farina tipo 1 e 2, farina integrale).

Dalla molitura del frumento duro, oltre ai sottoprodotti, si ottengono semola e semolato, generalmente utilizzati per la produzione di pasta. Questi ultimi differiscono tra loro per il contenuto in ceneri, cellulosa e proteine (Tab. 15).

La composizione di una cariosside è mediamente la seguente:

- endosperma, da cui deriva la farina: 82-83%; è costituito soprattutto da amido, ma anche da proteine; la proteina dell'endosperma insolubile in acqua si chiama glutine (vedi pag. 69);
- strati esterni (strato aleuronico compreso), da cui deriva la crusca: 14-15%;
- germe: 2-3%.

Teoricamente la resa in farina (o tasso di abbattimento) dovrebbe essere, quindi, dell'83%, ma in pratica questo valore è difficile da raggiungere: la resa media si attesta infatti al 73-75%.

Le caratteristiche che influenzano la qualità molitoria di una partita di grano sono le seguenti.

- **Peso ettolitrico** (peso specifico apparente): la resa in farina dipende molto dal peso ettolitrico della granella, che dipende a sua volta dal regolare riempimento delle cariossidi durante la granigione. Il peso ettolitrico varia da 76 a 82 kg/hl.
- **Contenuto in ceneri**: è il residuo che rimane dopo incenerimento in muffala a 550 °C. Le ceneri sono contenute principalmente nel pericarpo. Durante la molitura è possibile diminuire il contenuto in ceneri, ma con una resa in farina minore.
- **Durezza** (*hardness*): è la resistenza delle cariossidi alla frantumazione; ha influenza sulla macinazione e sulla lievitazione. In base a questo carattere distinguiamo grani teneri *hard*, *medium* e *soft*. Questa caratteristica è molto importante per l'industria molitoria in quanto cambiano le modalità di macinazione della granella. Dal punto di vista dell'attitudine panificatoria, inoltre, i grani *hard* tendono a coincidere con i grani di forza, mentre quelli *soft* corrispondono a grani panificabili o da biscotti.
- **Bianconatura** (solo per il grano duro): la bianconatura è la rottura farinosa anziché vitrea della cariosside di grano duro. È una caratteristica indesiderata in quanto è indice di un basso contenuto di pigmenti coloranti e di proteine e viene causata da insufficiente disponibilità azotata e da stress ambientali (Fig. 29).

Tab. 15 Classificazione delle farine di frumento secondo la legge n. 580/67 e successive modificazioni.

Tipo di farina	Umidità massima (%)	Ceneri (% s.s.)	Cellulosa (% s.s.)	Glutine minimo (% s.s.)
<b>Da frumento tenero</b>				
00	14,5	Massimo 0,50	-	7
0	14,5	Massimo 0,65	Massimo 0,20	9
1	14,5	Massimo 0,80	Massimo 0,30	10
2	14,5	Massimo 0,95	Massimo 0,50	10
Integrale	14,5	Tra 1,40 e 1,60	Massimo 1,60	10
<b>Da frumento duro</b>				
Semola	14,5	Tra 0,70 e 0,85	Tra 0,20 e 0,45	10,50
Semolato	14,5	Tra 0,90 e 1,20	Tra 0,00 e 0,85	11,50

Fonte: *Il Divulgatore* n. 9/2000 – modificata.

- **Volpatura** (*black point*; solo per il grano duro): è l'imbrunimento del solco ventrale o della zona embrionale, spesso causata da attacchi fungini. Se profonda, questa alterazione provoca deprezzamento della semola in quanto la pasta prodotta sarebbe puntinata di nero.

### Qualità tecnologica

Rappresenta l'attitudine della farina di grano tenero a essere trasformata in pane e l'attitudine della semola a essere trasformata in pasta.

Il processo di lavorazione prevede le seguenti fasi:

- aggiunta di acqua e impastatura;
- lavorazione dell'impasto;
- cottura.

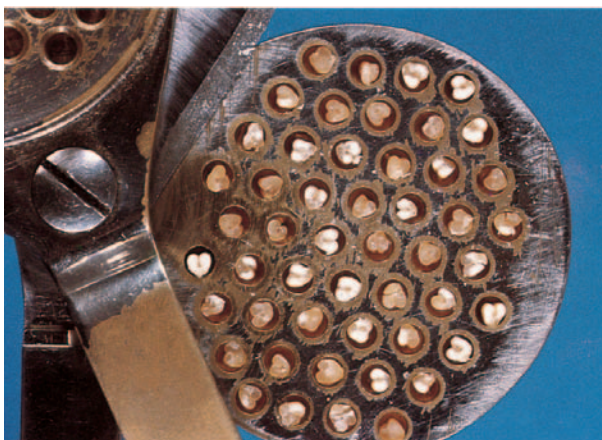


Fig. 29 Il farinotomo serve a valutare la percentuale di cariossidi di grano duro bianconate. Nella foto sono chiaramente visibili le sezioni farinose dei granelli bianconati e quelle vitree dei granelli duri.

Quando viene aggiunta l'acqua il glutine (→ approfondimento) si idrata e forma un reticolo che trattiene l'amido ed eventualmente la CO<sub>2</sub> che si sviluppa nel processo della lievitazione. Nella panificazione, la quantità e la qualità delle proteine che costituiscono il glutine determinano la capacità dell'impasto di trattenere la CO<sub>2</sub>, permettendo quindi un aumento in volume con la formazione di una massa spugnosa.

Per la classificazione delle varietà di frumento tenero si sta affermando un **Indice Sintetico di Qualità (ISQ)** che tiene conto contemporaneamente di 6 parametri (Tab. 16):

1. **contenuto di proteine;**
2. **elasticità dell'impasto** (indice alveografico P/L);
3. **forza della farina** (indice alveografico W);
4. **stabilità dell'impasto** (indice farinografico di stabilità di Brabender);
5. **indice di caduta** (indice di Hagberg);
6. **peso ettolitrico** che per le prime 4 classi deve essere maggiore di 75 kg/hl.

In funzione di questo indice le partite di frumento vengono distinte in 5 classi con ISQ decrescente (Tab. 17).

Per il grano duro i parametri fondamentali da valutare per classificare le partite sono il tenore proteico, la qualità del glutine e il colore giallo della semola per la presenza di pigmenti carotenoidi. Sono caratteristiche indesiderate, che deprezzano il prodotto, la slavatura, la bianconatura, la volpatura, un basso peso specifico e un elevato contenuto in ceneri.

**Tab. 16** Parametri utilizzati per stimare la qualità delle farine.

Parametri	Metodi e strumenti	Significato e valori
Tenore proteico (% s.s.)	Si ricava moltiplicando per 5,7 il contenuto in azoto determinato sulla sostanza secca.	Esprime indirettamente la qualità di glutine, cioè della frazione di proteine insolubili in acqua, che rappresenta circa l'80% delle proteine totali.
Indice alveografico W	Si misura con l'alveografo di Chopin, che registra graficamente le variazioni di pressione subite dalla farina in fase di rigonfiamento, fornendo un diagramma, la cui linea è appunto il W.	Esprime la forza della farina, cioè la capacità di assorbire acqua e di rigonfiarsi aumentando il volume con la lievitazione. W alto = volume elevato. W basso = volume ridotto.
Indice alveografico P/L	Si ricava anch'esso dall'alveogramma come rapporto tra la tenacità (P), che misura la resistenza massima alla deformazione, e l'estensibilità (L), che misura l'allungamento massimo raggiunto al punto di rottura dall'impasto.	Misura la morbidezza e la lavorabilità dell'impasto e condiziona la porosità delle molliche ottenibili. P/L basso = impasto morbido ed estensibile, pane soffice. P/L elevato = impasto duro, pane con mollica compatta.
Indice farinografico di stabilità (minuti)	Si misura con il farinografo di Brabender, che registra la resistenza che le pale di una impastatrice incontrano nel mescolare una quantità di farina ed acqua.	Esprime la capacità dell'impasto di mantenere nel tempo la consistenza ottimale. Sono sempre preferiti valori elevati.
Indice di caduta (secondi)	Misura in quanto tempo un gel d'amido ottenuto dalla farina è degradato dai soli enzimi presenti nell'impasto, mentre la temperatura sale a 100 °C.	Esprime la rapidità con cui l'impasto metterà a disposizione gli zuccheri per la fermentazione dei lieviti. 240-300 secondi = ottimo. > 350 secondi = perdita di attività enzimatica (es. eccessivo invecchiamento). < 160 secondi = amido già degradato (pre-germinazione).

Fonte: A.P.S.O.V., 1994.

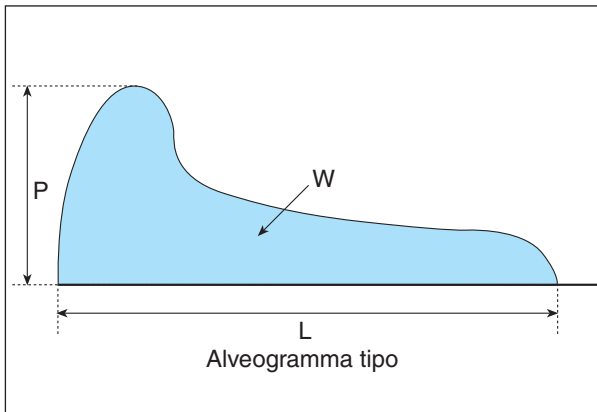
**Tab. 17** Caratteristiche tecnologiche delle diverse classi di grano tenero.

Classe tecnologica	Tenore proteico	W	P/L	Indice farinografico	Indice di caduta
Fruenti di forza (FF)	> 14,5	> 300	< 1	> 15	> 250
Fruenti panificabili superiori (FPS)	> 13,5	220-300	0,4-0,6	> 10	> 220
Fruenti panificabili (FP)	> 11,5	160-220	0,4-0,6	> 5	> 220
Fruenti da biscotti (FB)	> 10,5	< 120	0,2-0,5	–	> 220
Fruenti per altri usi (FAU)	Non ricadente in alcuna delle precedenti classi				

Fonte: A.P.S.O.V., 1994.

**Tab. 18** Destinazioni d'uso delle differenti classi di frumento tenero.

Classe qualitativa	Utilizzazione prevalente
Fruenti di forza (FF)	Prodotti da forno ad alta lievitazione (panettoni), farine correttive per aumentare l'attitudine panificatoria.
Fruenti panificabili superiori (FPS)	Panificazione speciale (michette), pasticceria artigianale.
Fruenti panificabili (FP)	Panificazione comune, pan carrè.
Fruenti da biscotti (FB)	Biscotti, prodotti a bassa lievitazione.
Fruenti per altri usi (FAU)	Uso zootecnico e altro.



**Fig. 30** Alveogramma di Chopin – P: tenacità; L: estensibilità; W: indice alveografico proporzionale all'area del grafico (in azzurro).



**Fig. 31** Alveografo di Chopin – foto ITAg “P. A. Strozzi”, Palidano (MN).

## Il glutine

Le proteine contenute nel frumento sono albumine, globuline, **gliadine** e **glutenine**.

Queste ultime due proteine si trovano nell'endosperma e costituiscono circa l'80% delle proteine totali. Il glutine si forma durante la lavorazione, quando la farina viene impastata con acqua, dall'unione di queste due proteine. La gliadina è molto estensibile, mentre la glutenina è molto elastica. Il glutine ha una funzione molto importante, che è quella di formare un reticolo proteico elastico, in grado di legare tra loro i granuli d'amido idratati e di trattenere le bolle di CO<sub>2</sub> che si formano durante la fermentazione dell'impasto; ciò rende possibile la lievitazione e la formazione di un impasto soffice ed elastico. In un frumento tenero a elevata attitudine panificatoria, quindi, il glutine deve essere abbondante e di buona qualità, qualità, quest'ultima, che dipende dal rapporto equilibrato delle due proteine che lo compongono, gliadine e glutenine.

Perché invece i grani duri abbiano una buona attitudine



**Fig. 32** Il pane si ottiene impiegando farina di grano tenero (a volte anche grano duro) (fonte: M. Baccichetto, S. Turrin, Principi di agricoltura ed elementi di botanica, Calderini Edagricole).

panificatoria, il glutine deve essere poco estensibile e tenace (si dice anche *glutine corto*): la pasta che si ricava risulta così resistente alla cottura e non collosa.

Non è possibile preparare pasta di buona qualità utilizzando farina di grano tenero, in quanto la quantità e la qualità del glutine non è idonea allo scopo; per produrre pasta utilizzando farina di grano tenero si devono aggiungere proteine, ad esempio utilizzando tuorli d'uovo, che sopperiscano alla carenza di glutine.

Esiste una intolleranza alimentare al glutine, la celiachia: si tratta di una patologia intestinale causata dall'ingestione di alimenti contenenti glutine quali pane, pasta, biscotti, pizza e ogni altro cibo a base di frumento, orzo e segale. L'ingestione di alimenti contenenti glutine da parte di una persona celiaca causa una reazione immunitaria a livello dell'intestino tenue che provoca un danneggiamento dei villi intestinali e un cattivo assorbimento dei principi nutritivi della dieta. Non esiste terapia e l'unica misura efficace è l'eliminazione dei cereali contenenti il glutine, sostituiti eventualmente da quelli che ne sono privi (mais e riso).



**Fig. 33** La pasta viene prodotta con la farina di grano duro.



## 8.6 Miglioramento genetico

### Metodi

**SELEZIONE.** Fin dall'inizio del Novecento la selezione è stata l'unica tecnica attuata; essendo il frumento una specie autogama è stato possibile selezionare, tra le eterogenee popolazioni locali, alcune piante (**linee pure omozigoti**) con caratteristiche interessanti da cui sono state ottenute le prime varietà.

Oggi, la selezione per linea pura è utilizzata per mantenere in purezza le varietà durante la loro riproduzione e la loro stabilità nel tempo (**selezione conservatrice**).

**INCROCIO.** Nazareno Strampelli, negli anni Venti del secolo scorso, ottenne le prime varietà adottando l'**incrocio intervarietale**.

Questa tecnica ha permesso di portare in una sola varietà caratteristiche di pregio presenti in varietà differenti: dopo aver incrociato tra loro varietà portatrici di caratteri utili, si selezionavano piante con i caratteri favorevoli ricombinati nelle generazioni segreganti.

Nel 1921 comparve la prima varietà ottenuta con questa tecnica, nata dall'incrocio tra un frumento italiano resistente alla ruggine, un frumento olandese molto produttivo e uno giapponese di bassa taglia e precoce.

La prima varietà che Strampelli ottenne, l'Ardito, presentava tutte queste caratteristiche riunite. Questa tecnica è tuttora la più usata per ottenere nuove varietà.

Per trasferire caratteri interessanti presenti in specie affini aventi lo stesso corredo cromosomico del grano tenero ( $2n = 42$ ) e del grano duro ( $2n = 28$ ), si è ricorsi anche all'incrocio interspecifico.

**MUTAGENESI ARTIFICIALE.** Sono state causate artificialmente mutazioni utili tramite raggi X, raggi gamma ecc.; i mutanti ottenuti sono poi stati diffusi come varietà o sono stati incrociati con altre varietà per trasferire a loro il carattere utile.

**IBRIDAZIONE.** La tecnica dell'ibridazione per sfruttare il fenomeno dell'eterosi, come è stato fatto per il mais, non ha portato per il momento a varietà che abbiano trovato diffusione e presenta molte difficoltà legate al fatto che il frumento è specie autogama.

**BIOTECNOLOGIE TRANSGENICHE.** Per il momento, queste tecniche sono state utilizzate per altre specie quali il mais, la soia e il cotone.

### Obiettivi

**RESISTENZA ALL'ALLETTAMENTO.** Grazie al miglioramento genetico si è riusciti ad abbassare la taglia delle varietà; all'inizio del Novecento le varietà avevano un'altezza che superava 1,5 m, oggi l'altezza delle nuove varietà è di 60-90 cm. Oltre alla diminuzione della taglia, è stata aumentata l'elasticità del culmo.

**RESISTENZA ALLA SICCIÀ E ALLA STRETTA DA CALDO.** Questa resistenza è stata ottenuta soprattutto grazie alla precocità di maturazione; una varietà precoce infatti completa il suo ciclo prima dell'arrivo del caldo e della siccità estiva.

**RESISTENZA AL FREDDO.** Per il grano duro, sono state ottenute varietà resistenti al freddo che hanno permesso un'estensione dell'areale di coltivazione nell'Italia settentrionale.

Per aumentare la resistenza a ritorni di freddi tardivi, particolarmente dannosi in spigatura, quest'ultima deve avvenire a primavera inoltrata quando i ritorni di freddo sono meno probabili.

**RESISTENZA ALLE MALATTIE.** Esistono varietà resistenti alle ruggini, all'Oidio e alla Septoriosi; il miglioramento genetico non ha per il momento ottenuto varietà resistenti al Mal del piede.

**PRODUTTIVITÀ E STABILITÀ PRODUTTIVA.** La produttività è stata aumentata attraverso l'innalzamento dei fattori della produzione (capacità di accostamento, numero di spighe fertili per spiga, grandezza del seme) da cui deriva per effetto moltiplicativo la produzione.

L'ideotipo migliore di pianta, al fine di permettere rese più elevate, è quello che ha foglie tendenzialmente erette, affinché penetri meglio la luce, un buon sviluppo della foglia a bandiera, elevate dimensioni della spiga e un elevato indice di raccolta (HI).

La stabilità produttiva è la capacità di dare produzioni buone e costanti anche in annate molto differenti; deriva da una base estesa di geni capaci di conferire alla varietà resistenza agli stress ambientali, alle malattie e quindi maggior adattabilità.

Con l'affermarsi di tecniche di coltivazione a basso input (agricoltura biologica e integrata) è importante disporre di varietà che raggiungano produzioni soddisfacenti con l'utilizzo di quantità limitate di fertilizzanti e fitofarmaci.

**QUALITÀ DELLA GRANELLA.** Attualmente il miglioramento genetico mette a disposizione varietà di

frumento tenero e duro con le caratteristiche positive richieste dal mercato in funzione delle differenti destinazioni d'uso.

Altre caratteristiche oggetto di miglioramento genetico sono state: la resistenza alla sgranatura e alla rottura della spiga prima della raccolta e la resistenza alla pre-germinazione.

## Il farro

Con il nome *farro* vengono chiamate tre specie di frumento "antiche" caratterizzate dalla presenza di cariossidi vestite:

- **farro piccolo** (*Triticum monococcum*), che possiede patrimonio genetico diploide;
- **farro medio** (*Triticum dicoccum*), con patrimonio genetico tetraploide;
- **farro grande** (*Triticum spelta*), con patrimonio genetico esaploide.

Tali specie hanno avuto per molti secoli una grande importanza e solo nel tardo medioevo hanno lasciato progressivamente posto all'orzo e ai frumenti nudi nell'alimentazione umana.

Il farro piccolo non è coltivato, bensì utilizzato per il miglioramento genetico. Solamente il farro medio e il farro grande sono coltivati nel nostro Paese, su modeste superfici.

Il farro medio presenta spighe serrate, appiattite con granella a frattura bianca, in alcuni casi vitrea.

Il farro grande o spelta ha invece spighe lasse, a sezione quadrata e granella generalmente ambracea.

Entrambi hanno, rispetto al frumento tenero, una più elevata resistenza alle malattie crittogame e una taglia maggiore, con conseguenti più elevati rischi di allettamento. Si specifica, però, che il farro grande è più resistente all'allettamento rispetto a quello piccolo.

Il farro medio si adatta ai terreni collinari, poveri e ricchi di scheletro; resiste molto bene al freddo invernale e a condizioni di stress idrico durante la granigione; possiede, inoltre, un forte potere competitivo verso le erbe infestanti. Le potenzialità produttive sono però modeste. A motivo di queste caratteristiche, il farro medio è idoneo a valorizzare zone caratterizzate da terreni poveri con la possibilità, inoltre, di utilizzare metodi di coltivazione biologica. Il prodotto finale può in questo modo essere valorizzato in termini di tipicità, come avviene per esempio per il Farro ad Indicazione Geografica Protetta (IGP) della Garfagnana.

Oltre che in Garfagnana, il farro è coltivato in zone interne del Lazio, del Molise e della Basilicata.

Il farro grande possiede capacità produttive superiori, ma richiede condizioni meno limitanti e terreni con fertilità non troppo modesta.

### Tecnica colturale

**Avvicendamento.** Il farro si inserisce negli avvicendamenti alla stessa maniera degli altri cereali autunno-vernini. L'elevata fertilità residua lasciata da un prato di leguminose foraggere può causare un aumento della taglia e della fittezza della coltura, con maggiore probabilità di fenomeni di allettamento.

**Lavorazione del terreno.** Le modalità di lavorazione del terreno sono le stesse riportate per il frumento. Tenuto conto della rusticità del farro, sono particolarmente consigliate tecniche di minima lavorazione; considerando, inoltre, che il farro è coltivato principalmente in zone collinari, tali tecniche di lavorazione meno intensive possono preservare maggiormente il terreno dai rischi di erosione.

**Scelta varietale.** Per il farro medio sono utilizzate selezioni eseguite partendo da vecchie popolazioni locali; citiamo ad esempio le linee selezionate Potenza, Farvento e Lucanica. Per il farro grande non esistono in Italia popolazioni autoctone, ma sono disponibili varietà selezionate principalmente nell'Europa centro-settentrionale. Citiamo ad esempio le varietà Rouquin (Belga) e Altgold Rotkorn (Svizzera).



**Fig. 34** Farri medi (*Triticum dicoccum*): a sinistra, spighe di farro di Garfagnana, a destra spighe della cultivar Rouquin.

**Semina.** L'epoca di semina è quella autunnale, leggermente ritardata rispetto a quella del frumento, per evitare che un eccessivo accestimento produca una densità di piante elevate che favorirebbe l'allettamento. La densità di semina consigliabile è tra i 250 e i 300 semi germinabili per metro quadrato. La semina può essere eseguita a spaglio o a file con le stesse modalità viste per il frumento.

**Concimazione.** Il farro, come più volte evidenziato, ha scarse esigenze nutrizionali: nella maggior parte dei casi, le normali dotazioni del terreno sono sufficienti. La concimazione azotata può essere necessaria alla fine dell'accestimento, se si evidenziano sintomi di carenza (ingiallimento fogliare e lentezza nella ripresa vegetativa in primavera), apportando quantità modeste (tra i 30 e i 50 kg/ha) di N. È consigliabile una somministrazione di fosforo e potassio in terreni carenti; in questo caso è possibile apportare 100 kg/ha di  $P_2O_5$  e 150 kg/ha di  $K_2O$  da incorporare nel terreno alla preparazione del letto di semina.

**Controllo delle infestanti e delle principali avversità.** Il farro è caratterizzato da un accestimento intenso e da una copertura veloce del terreno, che rendono difficile la crescita delle erbe infestanti. Generalmente, non sono quindi necessari interventi di diserbo chimico. Il controllo delle erbe infestanti può essere eseguito invece in post-emergenza con erpici strigliatori. Considerando l'elevata resistenza del farro alle malattie, le buone pratiche agronomiche (giusto avvicendamento, idonea fittezza, buono sgrondo delle acque in eccesso), sono generalmente sufficienti a prevenire le malattie crittogame. È comunque consigliata la concia del seme.

**Raccolta e utilizzazione.** La raccolta del farro avviene 1-2 settimane più tardi rispetto al frumento. Durante la mietitrebbiatura si dovrà adottare una velocità di avanzamento e una velocità di rotazione dell'aspo ridotta, per evitare la sgranatura delle spighe, che sono molto fragili.

La resa dipende molto dalle condizioni ambientali ed è generalmente modesta: 1,5-2 t/ha per il farro medio e 2-3 t/ha per lo spelta. Dopo la trebbiatura, le cariossidi devono essere private dalle glume mediante sbramatura, con una resa del 50-60% in granella nuda.

La granella di farro ha un contenuto proteico maggiore rispetto al frumento e una serie di caratteristiche dietetiche positive che la rendono interessante per l'alimentazione umana.

Il farro medio ha maggior attitudine per la panificazione mentre il farro grande è più adatto alla produzione di pasta.



**Fig. 35** Pasta prodotta a partire da farina di farro.