

AGROSERVICE
S.p.A.



isea

FRUMENTO DURO

CARATTERI BOTANICI
BIOLOGIA
ESIGENZE AMBIENTALI
TECNICA COLTURALE

Dr. Amleto Conocchiari



FRUMENTO DURO (*Triticum durum* Desf.)

Classe: *Monocotyledones*
Ordine: *Glumiflorae o Poales*
Famiglia: *Graminaceae o Poaceae*
Tribù: *Hordeae*
Genere: *Triticum*

Francese: blè dur; Inglese: durum wheat; Tedesco: hardweizen; Spagnolo: trigo duro; Portoghese: trigo duro; Rumeno: grâu dur.

Nel mondo se ne coltiva circa 22-23 milioni di ettari.

I maggiori paesi produttori sono (dati indicativi medi 2002-2009); produzione; superficie; resa:

Canada: 4,8 mil.ton.; 2,3 mil.ha.; 2,1 ton/ha.
Italia: 4,2 mil.ton.; 1,4 mil.ha.; 3,0 ton/ha.
Turchia: 3,1 mil.ton.; 1,5 mil.ha.; 2,1 ton/ha.
Siria: 2,7 mil.ton.; 1,1 mil.ha.; 2,5 ton/ha.
USA: 2,5 mil.ton.; 1,1 mil.ha.; 2,3 ton/ha.
Kazakhstan: 2,5 mil.ton.; 2,3 mil.ha.; 1,1 ton/ha.
Francia: 2,0 mil.ton.; 0,4 mil.ha.; 4,8 ton/ha.
Algeria: 1,5 mil.ton.; 1,1 mil.ha.; 1,4 ton/ha.
Marocco: 1,4 mil.ton.; 1,0 mil.ha.; 1,4 ton/ha.
Russia: 1,4 mil.ton.; 0,7 mil.ha.; 2,0 ton/ha.
India: 1,4 mil.ton.; 0,7 mil.ha.; 2,0 ton/ha.
Spagna: 1,2 mil.ton.; 0,5 mil.ha.; 2,4 ton/ha.
Grecia: 1,2 mil.ton.; 0,6 mil.ha.; 2,0 ton/ha.
Tunisia: 1,2 mil.ton.; 0,7 mil.ha.; 1,8 ton/ha.
Cina: 1,0 mil.ton.; 0,3 mil.ha.; 3,3 ton/ha.
Messico: 0,9 mil.ton.; 0,2 mil.ha.; 4,5 ton/ha.

L'impiego prevalente è per la preparazione della pasta, previa particolare macinazione che produce le semole; nettamente minore è il suo uso in panetteria o come mangime.

Il frumento duro si è evoluto abbastanza tardi (IV sec. A.C.) sostituendo il farro, per la superiore fertilità delle spighe (quindi maggior produzione), nell'area mediterranea ed in medio-oriente (zone a clima caldo e siccitoso, dove ancora oggi ha la maggior diffusione). Più recente è l'introduzione del frumento duro negli altri continenti.

E' una specie tetraploide ($2n=28$; AABB); deriva con ogni probabilità da ibridazione spontanea tra *Triticum monococcum* (AA) x *Aegilops speltoides* (BB), con raddoppio cromosomico = *Triticum dicoccoides* (AABB), da cui derivarono poi il farro (*Triticum dicoccum*) e poi il frumento duro.

Caratteri botanici

- **Cariosside:** detta comunemente seme, è in realtà un frutto uniseminato, secco, indeiscente, con sezione trasversale subtriangolare, mediamente più grande che nel tenero (40-55 mg., contro 35-45 mg. del tenero).
E' costituita dall'embrione (2-4% in peso): in esso sono già formati gli organi principali della futura pianta (3-5 radichette, apice vegetativo, fusticino, abbozzi delle prime 4-5 foglie); l'embrione contiene grassi, sostanza azotate, enzimi, vitamine ed ormoni che con la macinazione vanno nei sottoprodotti.
Vi è poi l'endosperma (87-89%) formato da uno strato aleuronico esterno e da un parenchima interno ricco di proteine (sempre meno man mano che si va verso l'interno).
Il tegumento (8-10%) è formato dal pericarpo e dal sottostante spermoderma.
La cariosside del frumento duro si riconosce da quella del tenero per: color ambrato, frattura vitrea, maggiori dimensioni (vedi sopra), forma più spigolosa, embrione estroflesso, assenza di villosità alla parte opposta all'embrione.
Le cariossidi dei frumenti (rispetto ai farri) sono inoltre dette "nude" perché si liberano con facilità dalle glume e perché il rachide della spighetta non è disarticolabile.
- **Apparato radicale:** è di tipo fascicolato. Si hanno le radici embrionali (già preformate nell'embrione, sono le prime a svilupparsi e servono alla pianta nel primo periodo di vita) e le radici avventizie o secondarie (si sviluppano durante l'accestimento dai nodi basali, a livello del terreno); queste ultime nel giro di qualche settimana prevalgono sulle radici embrionali che rimangono vitali ma poco sviluppate.
L'apparato radicale può raggiungere la profondità di 150 cm., ma solitamente si ha la maggior parte dello sviluppo tra i 15 e i 40 cm., in funzione della natura e dello stato del terreno (compattezza, umidità, arieggiamento, ecc.).
- **Fusto:** il culmo (è così detto il fusto delle graminacee) è cilindrico, con nodi che portano ognuno una foglia ed internodi cavi in numero da 7 a 9 (secondo la varietà; solitamente maggiore è il numero di nodi più lungo è il ciclo della varietà). Nella fase giovanile gli internodi non sono allungati e con i nodi ravvicinati il culmo è lungo pochi millimetri. Poi entra in attività il meristema di ogni nodo allungando l'internodo soprastante: tale processo inizia dalla base e gli internodi basali, che sono i primi ad allungarsi, rimangono più corti degli altri. Nel frumento duro l'ultimo internodo è pieno.
Mediamente un culmo è alto 80-100 cm.
- **Apparato fogliare:** il *coleoptile* è la prima foglia che incappuccia la *piumetta* (o *apice caulinare*), perfora il terreno e protegge la stessa piumetta (che già nell'embrione ha 3-4 foglie in abbozzo). La prima vera foglia compare dopo qualche giorno dall'emergenza (cioè dall'uscita dal terreno), perfora il coleoptile ed inizia la fotosintesi.
Le foglie dei cereali sono inserite sui nodi del culmo con disposizione alterna.

Ogni foglia ha la *guaina* e la *lamina*. La guaina è inserita sul nodo ed avvolge il culmo (per pochi o diversi, 10-15, cm.); la guaina continua con la lamina (1,2-1,5 cm. di larghezza x 15-20 cm. di lunghezza), lineare, parallelinervia.

Le foglie apicali sono più sviluppate ed in particolare l'ultima (foglia bandiera) è quella che dà il maggior contributo all'assimilazione.

All'intersezione della guaina con la lamina, nella parte interna, c'è una specie di membrana, prolungamento dell'epidermide della guaina, detta *ligula*, ai cui estremi si hanno due espansioni che abbracciano il culmo (*auricole*); la ligula e le auricole sono importanti per il riconoscimento delle diverse specie di cereali allo stato vegetativo. Nel frumento le auricole sono villose, la ligula è dentata e la guaina è glabra; nell'orzo le auricole sono molto grandi ed abbracciano completamente il culmo; nell'avena le auricole sono assenti e la ligula è glabra e molto sviluppata.

- Infiorescenza: è una spiga composta terminale, detta *spiga*, costituita dall'asse principale (*rachide*), sinuoso, costituito dai corti internodi che possono non disarticolarsi (frumenti nudi) o disarticolarsi facilmente (frumenti vestiti).

Su ogni nodo del rachide è inserita una *spighetta* pluriflora. Il numero di spighette per spiga (variabile a seconda della varietà e le condizioni agro-ambientali) è mediamente di 20-25.

Le spighette sono sessili, alternate a lati opposti, sui nodi del rachide.

Ogni spighetta è formata da un paio di *glume* carenate (a forma di barchetta), una *rachilla* (corto asse che porta i fiori alterni) e dai fiori (da 3 a 7, di cui sono fertili i 3-4 basali).

Ogni *fiore* è racchiuso in due brattee paglione (*glumelle*: la inferiore, a forma di barchetta, è detta *lemma*; la superiore, a coperchio, è detta *palea*). La lemma termina, sul dorso, con una *resta*.

- Fiore: è ermafrodito ipogino, con tre stami (con filamenti sottili e brevi portanti antere bilobate) e un carpello (con un ovario e due stili piumosi).

Biologia

Il frumento è una specie *longidiurna* dal punto di vista fotoperiodico e *microterma* dal punto di vista termico: ha cioè bisogno di molte ore di luce ma non di alte temperature per crescere, svilupparsi e produrre.

È inoltre una specie C3: quindi non si avvantaggia delle alte temperature (si ha un aumento della respirazione).

- Germinazione: la temperatura minima per la germinazione è di 0-2°C; in tali condizioni la cariosside assorbe acqua in quantità pari al 35-40% del suo peso ed inizia a germinare. La germinazione inizia con l'emissione della radice embrionale centrale, poi del coleoptile, quindi delle altre radici primarie (3-5). All'emergenza del coleoptile dal terreno la prima foglia lo rompe all'apice ed esce e si accresce; poi esce la seconda foglia, poi, la terza e così via.
- Accestimento: esprime la capacità di sviluppare nuovi germogli, oltre a quello primario, all'ascella delle prime foglie (a partire dallo stadio di 3-4 foglie). A questi germogli di accestimento (di 1° ordine) se ne possono aggiungere altri se dai loro nodi basali si sviluppano

altri germogli con la stessa modalità. Il grado di accestimento si esprime con l'*indice di accestimento* (numero di culmi con spiga per pianta; ottimale 2-3; non sono da favorire accestimenti eccessivi).

L'accestimento si produce molto vicino alla superficie del terreno (1-2 cm); tale zona del culmo è detta "piano di accestimento" (o "corona").

Contemporaneamente all'accestimento, e a partite dalla stessa zona del culmo, si ha l'emissione delle radici avventizie.

Durante l'accestimento le piante di frumento duro possono sopportare temperature abbastanza basse (fino a -10/-15°C).

L'accestimento dipende da: varietà (varietà precoci: minore accestimento); dimensioni semi (semi piccoli: minore accestimento); profondità di semina (semine profonde: minore accestimento); densità di semina (maggiore densità: minore accestimento); disponibilità di azoto (meno azoto: minore accestimento); epoca di semina (semine tardive: minore accestimento); lavorazioni (la rullatura lo favorisce); radiazione solare (più irraggiamento: meno accestimento).

L'accestimento può continuare fino a che la pianta, all'alzarsi delle temperature ed all'allungarsi delle ore di luce, non differenzia più foglie (*induzione fiorale*); il passaggio dalla fase vegetativa a quella riproduttiva è detto *viraggio*. Normalmente il viraggio avviene dopo che la pianta ha formato 7-9 foglie. Se il viraggio avviene in cattive condizioni (di temperatura, di nutrizione, ecc.) si avrà un basso numero di spighe e di fiori.

Per il frumento duro il viraggio dipende soprattutto dal fotoperiodo (più di 12-13 ore luce/giorno), senza aver necessariamente subito, per un periodo, lo stimolo di basse temperature. In altri termini le comuni varietà di frumento duro sono di tipo *primaverile (alternative)*.

- **Levata:** quando le temperature raggiungono i 12-14°C i nodi iniziano a distanziarsi con l'accrescimento del tessuto meristematico alla loro base. La levata procede dal basso: si allunga prima l'internodo più in basso, poi l'immediato superiore e così via (andamento acropeto). Quando si è arrivati all'allungamento dell'ultimo internodo, la spiga, ormai completamente formata, viene spinta attraverso la guaina dell'ultima foglia formando il tipico rigonfiamento (stadio di *botticella*). Dopo pochi giorni si avrà l'uscita della spiga (*spigatura*), e dopo altri 5-6 giorni si avrà la *fioritura* (e la pianta completamente sviluppata). Durante l'accestimento la pianta è in uno stato di crescita rallentata con poche cellule in attività (si ha alta resistenza ai freddi e ridotto assorbimento di sostanze nutritive), mentre con la levata la pianta entra in piena attività, con il massimo di attività cellulare (sviluppo ed espansione degli internodi e delle foglie apicali) e quindi il massimo assorbimento sia di acqua che di sostanze nutritive.
- **Fioritura:** 5-6 giorni dopo la spigatura, all'interno delle giunelle che racchiudono il fiore, avviene la fecondazione. Questa è normalmente *autogama* (anzi *cleistogama*, in quanto avviene a fiore chiuso), con il polline portato da stami giallastri che si deposita sullo stigma piumoso sormontante l'ovario dello stesso fiore. L'antesi e la fecondazione sono ostacolate dalle piogge, dalle nebbie e dalle basse temperature (pericolose temperature al di sotto di 15°C) o, d'altra parte, dalla siccità e dalle temperature troppo alte. Qualche ora dopo la fecondazione dalle giunelle fuoriescono le antere ormai vuote: questa è la fase di *sfiocatura* (che spesso viene confusa e impropriamente detta fioritura).

In ogni spiga la fioritura inizia dalle spighe centrali e procede poi verso l'alto e verso il basso contemporaneamente. Nell'ambito di ogni spighetta il primo fiore a fiorire è quello in basso e prosegue poi verso l'alto.

Una spiga completa fiorisce in 2-3 giorni; nell'ambito del cespo la fioritura inizia dal culmo principale; in un campo sufficientemente omogeneo e non eccessivamente accestito la fioritura avviene in 4-8 giorni.

Bisogna sempre tenere a mente che non tutti i fiori produrranno cariossidi: allegano quasi sicuramente i primi due fiori di ogni spighetta; poi dal terzo al quinto le probabilità diminuiscono fortemente (in funzione delle temperature, dello stato nutritivo, degli attacchi parassitari, ecc.). Inoltre spesso le due o tre spighe basali sono completamente sterili.

Con le varietà attuali di frumento tenero si hanno, in buone condizioni colturali, una media di 36-42 cariossidi per spiga.

(Dalla fioritura alla maturazione fisiologica si hanno i maggiori consumi di acqua: deficienze in tali periodi si traducono in diminuzione di produzione sia per diminuzione di assimilazione netta sia per riduzione del ciclo.)

- **Maturazione:** nelle cellule dell'endosperma di ogni cariosside si ha l'accumulo di granuli di amido, che all'inizio, essendo pochi, rimangono sospesi nel succo cellulare (maturazione latte); in questa fase la cariosside ha raggiunto il suo massimo volume, l'umidità è elevatissima (70%), la pianta è ancora verde.

Poi le cariossidi iniziano ad ingiallire (così come le foglie) ed acquistano una consistenza cerosa (*maturazione cerosa*) con un contenuto in acqua del 40-45%.

In queste ultime due fasi sono molto pericolosi gli eccessi di temperatura, in quanto accentuano l'evapotraspirazione e provocano un forte calo nell'assimilazione netta (caso tipico è la "stretta da caldo": quando temperature oltre i 30°C sono accompagnate da venti sciroccali caldi e secchi che colgono la coltura in fase di maturazione latteo-cerosa, si determina uno stress idrico che blocca la migrazione delle sostanze di riserva verso le cariossidi; così queste restano piccole e striminzite).

Con il procedere della maturazione i granuli di amido occupano completamente le cellule dell'endosperma, il cui citoplasma si disorganizza finendo per cementarsi in una matrice proteica; la pianta ingiallisce completamente (ad eccezione, per pochi giorni ancora, dell'ultimo nodo); la cariosside non si schiaccia più (umidità al 30% circa); questa è la *maturazione fisiologica* (o *maturazione gialla*): da questo momento in poi non si ha più accumulo di sostanze di riserva.

Dopo la maturazione fisiologica si avranno solo perdite di acqua. Quando la pianta sarà completamente gialla e la granella avrà un'umidità non superiore al 13% saremo a *maturazione piena*. Se si lascerà la pianta ancora in campo, essa diventerà eccessivamente secca e fragile (*maturazione di morte*).

Esigenze ambientali

Alcuni brevi consigli sulla scelta della varietà

Qui di seguito si riportano alcuni brevi consigli sulla scelta della varietà di frumento duro da seminare:

- scegliere varietà la cui resistenza al freddo sia idonea alla zona;
- seminare abbastanza presto così che all'arrivo dei primi freddi la piantine abbiano superato la delicata fase dell'emergenza e siano giunte ad uno stadio di buona resistenza al freddo (2[^]-3[^] foglia);
- ma non seminare troppo presto per evitare che le piantine vadano incontro ad uno sviluppo vegetativo troppo precoce e spinto che le esporrebbe ai rigori del freddo invernale.

Il frumento in rapporto al clima ed al terreno

In Italia possiamo in modo schematico distinguere due macro-aree cerealicole:

- Il Centro-Nord, con basse temperature invernali, piogge abbondanti ed abbastanza regolari, alte umidità relative che favoriscono le malattie fogliari, produzioni di alta quantità ma bassa qualità: da frumento tenero;
- Il Centro-Sud e le Isole, con inverni miti, eccessi termici in primavera-estate, piovosità primaverile-estiva scarsa ed irregolare, bassa umidità dell'aria e quindi minore incidenza delle malattie, produzioni di scarsa quantità ma di buona qualità: da frumento duro.

Riguardo ai terreni i migliori per il frumento duro sono quelli medio-pesanti, argillosi, di buona struttura.

Nei terreni sciolti il frumento può soffrire per carenze nutritive, eccessiva aerazione, carenza d'acqua in granigione.

Nei terreni troppo argillosi, con cattiva struttura, quindi mal areati ed asfittici, si possono avere problemi di carenze di azoto, di "mal del piede" e di irregolare sviluppo dell'apparato radicale (in questi casi è più indicata l'avena).

Riguardo alla salinità del terreno il frumento ha una adattabilità media (in questi casi è più indicato l'orzo).

Rotazione colturale

Il grano è una coltura "sfruttante", buona utilizzatrice dei residui di fertilità della coltura precedente.

Alla fine del ciclo colturale del frumento il livello di fertilità del terreno è inferiore a quello iniziale anche perché lascia dei residui modesti sia come quantità (50-70 q.li/ha. di stoppie e paglia) sia come qualità (coefficiente isoumico di circa 0,1).

Colture che possono precedere il frumento:

- colture tipiche da rinnovo (barbabietola, mais, sorgo, girasole, colza, ecc.): migliorano il terreno in funzione delle lavorazioni di cui godono, delle concimazioni di cui usufruiscono, del controllo delle infestanti con le sarchiature e/o diserbo e/o buon potere soffocante di cui sono proprie. La "bontà" della precessione dipende anche dal momento in cui lasciano libero il terreno, dalla quantità dei residui che lasciano e dal loro rapporto C/N.
- colture di leguminose da granella (favino, pisello, cece, ecc.): oltre al vantaggio di essere raccolte presto (giugno-inizio agosto), lasciano il terreno libero da infestanti, con buona struttura fisica, con residui colturali di buona umificazione, con arricchimento in azoto (a seguito dell'azotofissazione a carico dei tubercoli radicali).

- maggese (pratica usata al Sud di lasciare incolto il terreno per un anno): vantaggi simili a quelli lasciati dalle leguminose da granella, ad eccezione dell'azotofissazione.
- colture pratensi: lasciano abbondanti residui culturali di medio-buona umificazione; lasciano solitamente il terreno libero da infestanti per il potere soffocante che hanno; migliorano la struttura fisica e la composizione in microfauna del terreno; arricchiscono il terreno in azoto (prati di leguminose).

Tecnica culturale

Preparazione del terreno

Per preparazione del terreno si intende la creazione del miglior letto di semina possibile, ossia di uno strato superficiale di terra sufficientemente affinato tale da permettere un buon contatto con il seme (ma non eccessivamente onde evitare rischi di “crosta” con le piogge battenti).

Contemporaneamente si può anche ottenere l'interramento delle erbe infestanti e dei loro semi, dei residui della coltura precedente, dei concimi fosfo-potassici, e lo sgretolamento del terreno in modo da renderlo idoneo al radicamento del grano.

Di solito le lavorazioni preparatorie per il frumento sono:

- 1) trinciatura dei residui della coltura precedente;
- 2) aratura a 25-40 cm.;
- 3) affinamento superficiale con 2-3 passaggi di estirpatori e/o erpici di vario tipo (a dischi, a denti, rotativi, ecc).

Negli ultimi anni si stanno diffondendo nuove tecniche nella preparazione del terreno, volte, principalmente, alla riduzione dei costi ma anche alla riduzione dei fenomeni erosivi, di lisciviazione, ecc. Esse sono:

- Aratura leggera. Eseguita a 15-25 cm., consigliabile dopo buone colture da rinnovo (bietola, colza, favino, pisello, ecc.), ma non dopo prati o colture con abbondanti residui di vegetazione.
- Minima lavorazione. Si tratta di preparare in un'unica soluzione uno stato di terreno (5-10 cm.) sufficientemente disgregato per permettere il passaggio della seminatrice. Anche in questo caso si può ben adottare tale tecnica dopo colture che lasciano pochi residui; inoltre bisogna fare attenzione a non creare “suole di lavorazione” che potrebbero ostacolare il radicamento del frumento.
- Semina diretta o semina su sodo. E' necessario disporre di adeguata seminatrice (pesante e robusta); i residui, trinciati, costituiscono una specie di “pacciamatura”; intervenire con un disseccante pre-semine.

Semina

- Scelta varietale. Scegliere varietà adatte alla tipologia di terreno, al microclima, alla tecnica colturale che si intende seguire. Scegliere sempre, inoltre, seme selezionato e conciato chimicamente con prodotti adeguati (vedi tabella).
- Quantità di seme. Per calcolare la quantità di seme è necessario partire dall'investimento in piante che si vuole ottenere. Per il frumento duro si ritiene ottimale un investimento di 300-350 piante/m². La quantità di seme dipenderà poi dalla grandezza del seme (peso 1000 semi), dalla germinabilità, dalla purezza, dal rischio fallanze (terreno mal preparato e/o semine molto ritardate).
Ad es.: obiettivo 330 piante/m². => Germinabilità 85% ($330/0,85$) = 388 semi => Purezza 98% ($388/0,98$) = 396 semi
Peso 1000 semi 50 => $50 \times 396 = 198$ Kg/Ha
- Epoca di semina. Va da fine ottobre ad inizio dicembre (ma si può arrivare fino a tutto gennaio), partendo dalle maggiori latitudini ed altitudini. In funzione della zona non deve essere né troppo precoce né tardiva: nelle semine anticipate, in caso di autunno mite, la coltura potrebbe essere indotta ad uno sviluppo vegetativo eccessivo prima dell'arrivo dei freddi invernali, che la coglierebbero in uno stato di vulnerabilità; nelle semine ritardate la germinazione potrebbe essere rallentata dalle basse temperature e, in caso di gelate precoci queste potrebbero cogliere la coltura ancora in emergenza, con le piantine che non hanno ancora raggiunto lo stadio di 3-4 foglie (stadio di massima resistenza al freddo).
- Distribuzione del seme. Le seminatrici da grano, o universali, sia meccaniche che pneumatiche hanno le file distanziate 13-18 cm., e vanno normalmente usate tutte le bocchette. La profondità di semina, molto importante, va dai 2-3 cm. dei suoli limosi o argillosi bagnati, ai 4-5 cm. dei suoli più sciolti ed asciutti (in media 3-4 cm.; evitare le semine troppo profonde che danno luogo a nascite stentate, con piantine deboli e sensibili al freddo).
Gli elementi della seminatrici possono essere dei dischi semplici o doppi (adatti nei terreni zollosi e di difficile penetrazione), dei falconi (adatti nei terreni inerti o ricchi di residui), degli stivaletti (nei terreni asciutti e fini).

Se al momento della semina il terreno è asciutto e soffice è bene rullare il campo in modo da favorire il contatto tra terreno e seme e da favorire la risalita di acqua per capillarità, ottenendo quindi nascite più rapide e regolari.

Concimazione

Per capire come concimare un frumento è necessario prima capire come procede l'assorbimento degli elementi nutritivi durante il ciclo della coltura.

- Dalla germinazione alle tre foglie la piantina si nutre quasi esclusivamente con le sostanze di riserva del seme.
- Dalle tre foglie a fine accostamento il frumento assorbe piccole quantità di potassio, fosforo e

azoto nitrico (quest'ultimo in proporzione alla disponibilità di nitrati nella soluzione circolante del terreno).

- Dalla levata fino all'inizio della maturazione la pianta assorbe la maggior parte dei Sali minerali azotati, potassici e fosfatici (circa 75% del totale).
- Durante l'ultimo mese di maturazione la coltura assorbe poco azoto, ma discrete quantità di fosforo.

Prima di concimare è bene inoltre sapere quali sono i consumi del frumento in elementi fertilizzanti. Per produrre 100 kg. i granella (paglia inclusa) sono necessari:

- 2,5-3,0 kg. di azoto (120-200 unità/ha);
- 1,4-1,6 kg. di fosforo (70-100 unità/ha);
- 2,5-3,0 kg. di potassio (120-200 unità/ha).

❖ **Azoto (N).** E' il fattore principale nel determinare la produzione, sia quantitativa che qualitativa, del frumento. Inoltre esso non si accumula nel terreno e quindi, nei momenti di maggior fabbisogno della coltura, è indispensabile intervenire con la concimazione minerale.

L'azoto si trova nel terreno in tre forme:

- **azoto nitrico:** è la forma più semplice, prontamente utilizzabile dalle piante; è mobile e dilavabile; deriva dall'ossidazione dell'azoto ammoniacale ad opera dei batteri nitrificanti;
- **azoto ammoniacale:** è adsorbito dal terreno (più o meno a seconda della capacità di scambio cationico – CSC – del terreno stesso) e non dilavabile; deriva dalla mineralizzazione della sostanza organica e per essere utilizzato deve essere ossidato ad azoto nitrico;
- **azoto organico:** la sostanza organica è la più importante riserva di azoto nel terreno; la sostanza organica si trasforma prima in humus (umificazione) e poi in azoto ammoniacale (mineralizzazione).

Durante l'inverno i processi di nitrificazione e di mineralizzazione sono rallentati o sospesi, ma in tale periodo sono rallentata anche la crescita della coltura, per cui le necessità di concimazioni azotate saranno nulle o lievi (concimare, ad esempio, dopo piogge abbondanti dilavanti; in terreni con basso contenuto in sostanza organica; se non è stato dato azoto precedentemente).

In primavera l'attività microbica del terreno riprende e quindi riprende la nitrificazione ed anche la mineralizzazione; ma la ripresa vegetativa del grano è più veloce (l'aria si riscalda prima del terreno) e avremo perciò sicura carenza di azoto; inoltre in primavera la coltura passa dallo stato di crescita (accestimento) a quello di sviluppo (levata) con fortissimo aumento di necessità in azoto.

Effetti positivi dell'azoto:

- favorisce l'emissione di radici, germogli, foglie, spighe, fiori;
- aumenta l'attività assimilatrice delle foglie (più clorofilla, più superficie, più durata);
- favorisce la fecondazione e riduce l'aborto;
- migliora il tenore in proteine;
- riduce gli attacchi di fusariosi.

Effetti negativi, in caso di eccesso, dell'azoto:

- allettamento (tessuti più acquosi e meno significati);
- maggior incidenza delle malattie fogliari (microclima più umido e meno areato);
- maggiori esigenze idriche;
- allungamento del ciclo.

❖ Fosforo (P). Elemento fortemente adsorbito dal terreno e quindi di scarsa mobilità. E' fondamentale per molte reazioni e processi chimici all'interno della pianta (sintesi proteica, sintesi clorofilliana, scambi energetici, ecc.). Una buona disponibilità di fosforo si manifesta soprattutto con un maggior accrescimento dell'apparato radicale e con una leggera precocità.

Nei terreni italiani non si hanno solitamente problemi di carenza (tranne che nei terreni fortemente alcalini ove è possibile la retrogradazione del fosforo in fosfato tricalcico), per cui è sufficiente provvedere alla restituzione delle asportazioni nelle concimazioni di fondo.

❖ Potassio (K). Anch'esso elemento fortemente adsorbito dal terreno e quindi di scarsa mobilità. I suoi principali effetti sul frumento sono un aumento della resistenza al freddo ed un aumento del peso ettolitrico. Riguardo alle concimazioni è preferibile eseguirle sulle colture che precedono il grano e che se ne avvantaggiano maggiormente (barbabietola, girasole, patata e pomodoro, leguminose in generale, ecc.). Considerando inoltre che i terreni italiani sono solitamente naturalmente ricchi in questo elemento, per il frumento non si procede con la concimazione potassica.

➤ Epoche di concimazione.

Le concimazioni con fosforo e potassio, essendo questi elementi poco mobili nel terreno, vanno eseguite prima delle lavorazioni di preparazione del letto di semina, in modo che siano ben incorporati nel terreno stesso.

Riguardo le concimazioni azotate è necessario seguire un semplice principio: somministrare l'azoto poco prima dell'utilizzo da parte della coltura, in modo da ridurre al minimo i rischi di dilavamento.

Quindi se il frumento segue colture sfruttanti (sorgo, ringrano) e/o se si sono interrati residui pagliosi è necessario già distribuire dell'azoto in pre-semina (20-40 kg/ha) insieme al fosforo, altrimenti si rimanda tutto l'azoto in copertura.

La migliore tecnica di azotatura in copertura è quella che prevede tre interventi:

- una prima, per favorire l'accestimento, con il 15-20% dell'azoto totale, da eseguire indicativamente in gennaio (può essere omessa se è già stata effettuata una concimazione azotata alla semina e/o se la coltura si presenta in buone condizioni di sviluppo e di un bel colore);
- una seconda, per favorire il viraggio e la morfogenesi delle spighe, con il 35-40% dell'azoto totale, da eseguire indicativamente nella seconda metà di febbraio;
- una terza, ad inizio levata, con il rimanente 40-50% di azoto, da eseguire indicativamente nella seconda metà di marzo – inizio aprile.

Infine si può prendere in considerazione di distribuire poche unità di azoto, in forma liquida, al momento dell'intervento fungicida in spigatura: non influisce sulla resa, ma migliora il contenuto in proteine.

➤ Scelta dei concimi

La scelta del concime va fatta in funzione del costo per unità fertilizzante, alla prontezza d'azione di cui abbiamo bisogno, alla dilavabilità.

Alla semina vanno usati concimi non dilavabili e ad effetto protratto nel tempo. Quindi urea se dobbiamo apportare solo azoto; perfosfato se dobbiamo apportare solo fosforo (meglio il semplice per la

sua reazione acida); fosfato biammonico (18-46) o altri binari (es. 10-30) se dobbiamo apportare sia azoto che fosforo.

Per le concimazioni in copertura useremo del nitrato ammonico (26%) che ha la prontezza d'azione con la forma nitrica e la gradualità di rilascio con la forma ammoniacale, o l'urea (46%) il cui azoto viene trasformato in ammoniacale e nitrico nell'arco di pochi giorni in funzione delle temperature ambientali (maggiori temperature = meno giorni per la trasformazione).

L'uso dei concimi azotati a lenta cessione (ad es. Entec con l'inibitore della nitrificazione 3,4 DiMetilPirazoloFosfato; BluFormula con metilene-urea) da un lato è interessante in quanto riduce il numero di passaggi sul campo, ma dall'altro lato è da considerarsi con cautela in quanto, soprattutto in annate poco piovose, possono rilasciare l'azoto troppo tardi rispetto alle necessità della coltura.

L'uso dei concimi azotati liquidi (soluzioni e sospensioni a base di urea e nitrato ammonico) non presentano invece controindicazioni di sorta: è solo una questione di costi.

Il letame non è adatto per il frumento in quanto fornirebbe l'azoto troppo tardi, a primavera inoltrata. Inoltre di esso c'è di norma carenza nelle aziende, per cui si preferisce riservarlo alle colture primaverili-estive che lo valorizzano maggiormente.

I liquami sono invece ben utilizzabili sul frumento, con l'avvertenza di distribuirli prima della levata; il liquame contiene circa 2 kg. di azoto per m³, di cui 1 kg. sotto forma organica (non immediatamente utilizzabile) ed 1 kg. sotto forma ammoniacale (prontamente utilizzabile come quello dei concimi chimici).

Raccolta e produzioni

La raccolta del frumento duro può iniziare quando la granella non ha più del 12-13% di umidità (maturazione piena); ciò avviene mediamente nella prima metà di giugno al Sud, nella seconda metà di giugno al Centro ed a fine giugno-inizi luglio al Nord.

L'epoca di maturazione può variare al variare dell':

- epoca di semina: a semina tardiva corrisponde maturazione tardiva, anche se in misura molto meno che proporzionale;
- andamento stagionale: un andamento stagionale piovoso e freddo rallenta il ciclo; all'opposto una stagione secca e calda abbrevia il ciclo;
- varietà: tra le varietà più precoci e più tardive, a parità delle altre condizioni, possono esserci fino ad oltre dieci giorni di differenza nella maturazione.
- terreno: nei terreni a bassa capacità di ritenzione idrica (sciolti) il ciclo tende ad accorciarsi;
- attacchi parassitari: qualsiasi attacco parassitario che turba l'equilibrio fisiologico della pianta si traduce in un anticipo di maturazione;
- carenza di azoto: anticipa leggermente la maturazione.

Le produzioni medie di frumento duro sono: 5-7 t/ha al Nord; 3,5-5 t/ha al Centro; 2,5-4 t/ha al Sud.

Utilizzazione e parametri qualitativi

Il frumento duro viene normalmente macinato (*molitura*) per ricavarne *semola* adatta alla *pastificazione* (l'utilizzo del frumento duro per la produzione di pane è secondario).

La semola si ottiene con particolari macchine (laminatoi) ed è costituita da frammenti di endosperma più o meno grandi, a spigolo vivo, non farinosi.

Nella macinazione avviene prima la laminazione (di serie successive di tagli della cariosside, via via più minuziosi, con dei cilindri rigati), poi la separazione di tre parti: semola, farinetta e crusca.

La resa media di molitura è del 60-64%; da 100 kg. di semola si ottengono poi circa 140 kg. di pasta (quindi da 100 kg. di grano duro si ottengono circa 85-90 kg. di pasta)

I principali **parametri commerciali** su cui si basa la valutazione del frumento tenero sono:

- **Umidità:** il valore mercantile standard è del 13% (per l'immagazzinamento è bene non superare il 12%);
- **Impurità:** tutto ciò che, nella massa della granella, non è grano.
Possono essere:
 - *impurità nulle* (pule, sassi, sabbia, frammenti legnosi, semi di infestanti, insetti morti, ecc).
 - *Impurità farinose* (chicchi di altri cereali o chicchi di frumento duro attaccati da insetti).
 - *Chicchi spezzati:* cariossidi con mandorla parzialmente scoperta.
 - *Chicchi germinati.*
- **Peso ettolitrico** (o peso specifico apparente): corrisponde al peso (in kg.) per unità di volume (hl.). Esprime sinteticamente ed indicativamente la resa alla macinazione. Si misura con la specifica bilancia Schopper. Solitamente si considera standard un peso ettolitrico minimo di 79-80.
- **Proteine:** % di proteine presenti sulla sostanza secca (bassa < 12; media 12-13,5; alta > 13,5).

Vi sono poi molti altri parametri ed analisi per determinare la **qualità pastificatoria** di un frumento duro:

- **Ceneri:** residuo secco (minerali) che rimane dopo la bruciatura della semola. Bassi valori correlano ad una buona pastificazione (alte > 2; medie 1,7-2 ; basse < 1,7).
- **Indice di glutine:** misura la % di glutine ben aggregato e che offre buona tenuta alla cottura (basso < 50; medio 50-70; alto > 70).
- **SDS:** indice di sedimentazione, che misura il grado di precipitazione della fase proteica. Bassi valori correlano ad un cattivo glutine (basso < 30 ; medio 30-45 ; alto > 45).
- **Indice di giallo:** misura il colore della semola, dato principalmente dal livello di β -carotene (basso < 20; medio 20-22; alto > 22).
- **Indice di bruno:** misura il colore bruno della semola (oggi poco usato)(basso <20; medio 20-22; alto > 22).
- **W:** misura la resistenza che l'impasto oppone all'estensione (si determina con l'alveografo di Chopin); più è alto migliore è la qualità del glutine (basso < 120; medio 120-240; alto > 240).
- **P/L:** misura l'elasticità (estendibilità) del'impasto (si determina con l'alveografo di Chopin); più è basso, maggiore è l'elasticità (insuff. > 1; medio 0,7-1; buono < 0,7).
- **Falling Number** o indice di caduta di Hagberg: indica l'attività enzimatica presente nell'impasto (insuff. < 100; medio 100-200; buono > 200).