Unione europea
Fondo sociale europeo

PUGLIA FESR·FSE 2014/2020
*Il futuro alla portata di tutti*

# I MANUALI

## DELLA FONDAZIONE ITS AGROALIMENTARE PUGLIA

FONDAZIONE ITS
ISTITUTO TECNICO SUPERIORE
Area "Nuove Tecnologie per il Made in Italy
Sistema Alimentare - Settore Produzioni Agroalimentari"

P.O. PUGLIA 2014 – 2020 ASSE X
Avviso Pubblico n. 6/FSE/2017

# FILIERA CEREALICOLA E DELLE LEGUMINOSE DA GRANELLA

I MANUALI DELLA FONDAZIONE ITS AGROALIMENTARE PUGLIA

# FILIERA CEREALICOLA E DELLE LEGUMINOSE DA GRANELLA

I MANUALI DELLA FONDAZIONE ITS AGROALIMENTARE PUGLIA

# FILIERA CEREALICOLA E DELLE LEGUMINOSE DA GRANELLA

Coordinatore
**Giuseppe Maggi**
*Direttore Tecnico Fondazione ITS Agroalimentare Puglia*

Testi e Ricerche
**Luigi Tedone**
*Dipartimento di Scienze Agro-Ambientali e Territoriali*
*Università degli Studi di Bari Aldo Moro*

Progetto editoriale
**Giuseppe Maggi, Maria Grazia Piepoli, Vito Nicola Savino**
*Fondazione ITS Agroalimentare Puglia*

Redazione
**Fondazione ITS Agroalimentare Puglia**
*SC 138 Cda Marangi n° 26 – Locorotondo (BA)*
*email: info@itsagroalimentarepuglia.it*

Finito di Stampare nel mese di Aprile 2018
**STAMPA: EMMECI GRAFICA**

Tutti i diritti sono riservati – È vietata la riproduzione con qualsiasi mezzo

# SOMMARIO


LA FILIERA CEREALICOLA ..... 3
1. INTRODUZIONE ..... 3
1.2 Importanza e diffusione ..... 3
2. LE PRINCIPALI FILIERE CEREALICOLE ITALIANE ..... 7
2.1 La Filiera del Frumento Duro ..... 7
2.2 La Filiera del Frumento Tenero ..... 8
2.3 La Filiera del Mais ..... 9
2.4 La Filiera del Riso ..... 11
3. BIOLOGIA DEI CEREALI ..... 14
3.1 Classificazioni dei cereali ..... 14
3.2 MORFOLOGIA DEI CEREALI AUTUNNO-VERNINI ..... 15
3.3 ESIGENZE AMBIENTALI ..... 24
4. FRUMENTO ..... 27
4.1 Il ciclo produttivo, aspetti botanici e biologici ..... 27
4.2 Biologia e morfologia del frumento ..... 29
4.3 Tecnica colturale ..... 33
4.4 La gestione del frumento duro in “Precision Farmig” ..... 42
4 .5 Post raccolta ..... 45
4.6. La Macinazione del frumento ..... 49
4.7. La pastificazione ..... 57
4.8 La Panificazione ..... 62
5. LE PRINCIPALI NORME DI RIFERIMENTO NEL SETTORE CEREALICOLO ..... 66
6. LA REALTÀ CEREALICOLA PUGLIESE ..... 70
6.1 La coltivazione ..... 70
6.2 La geografia della filiera ..... 70
6.3 Le produzioni tipiche ..... 72
6.4 Le Paste tipiche pugliesi ..... 73
6.5 Pani tipici pugliesi ..... 75
LA FILIERA DELLE LEGUMINOSE DA GRANELLA ..... 78
1. INTRODUZIONE ..... 78
1.1. Definizione e importanza della filiera ..... 78
2. LE LEGUMINOSE: ASPETTI BIOLOGICI E FISIOLOGICI ..... 82
3. PRINCIPALI LEGUMINOSE COLTIVATE ..... 84
3.1 Cece (Cicer arietinum L.) ..... 84
3.2 Lenticchia (Lens culinaris Medik) ..... 86
3.3 Cicerchia (Lathyrus sativus L.) ..... 88
4. CARATTERISTICHE NUTRIZIONALI DEI LEGUMI ..... 92
5. LE LEGUMINOSE IN PUGLIA ..... 95
BIBLIOGRAFIA E SITOGRAFIA CONSULTATA ..... 97

# LA FILIERA CEREALICOLA

## 1 INTRODUZIONE

### 1.1 Definizione e descrizione della filiera

I cereali includono gruppi di specie, appartenenti alla famiglia delle Poaceae o Graminacee, la cui caratteristica principale è quella di produrre frutti secchi destinati all'alimentazione umana e/o animale come sfarinato o come prodotti ottenuti da sfarinati.

I cereali presentano caratteristiche tali da renderli particolarmente idonei all'alimentazione umana fin dall'antichità: possono essere coltivati in un'ampia fascia di condizioni climatiche e ambientali; danno una buona resa di sostanze nutritive per unità di superficie coltivata; i semi maturi hanno un'umidità relativamente bassa (13-16%) in confronto agli altri alimenti di origine vegetale (80-90%) e quindi si conservano anche per un lungo periodo senza richiedere particolari accorgimenti.

### 1.2 Importanza e diffusione

I cereali prevalentemente coltivati a livello mondiale sono (tab. 1):

- frumento tenero e duro, con prevalenza del primo (circa 90%) rispetto al secondo (10%) e un'estensione mantenutasi costante negli ultimi 20 anni su 215 milioni di ettari, ma una produzione cresciuta da 585 milioni di ton del 2000 a 735 milioni del 2017. Presenta la sua maggior diffusione in Nord America e sud America, Europa e Australia;
- il riso, che presenta superfici cresciute da 154 milioni di ettari del 2000 agli attuali 167 milioni, con produzioni che da 598 milioni di tonnellate sono passate a 782 milioni di ton. nel 2017. La sua maggior diffusione è in Asia;
- il mais, risulta invece la coltura che ha visto i maggiori incrementi produttivi, con superfici che sono passate da 137 a 194 milioni di ettari, e produzioni che da 592 milioni di tonnellate nel 2000 sono passate a 1.148 milioni di tonnellate del 2017. Largamente coltivato negli Stati Uniti e in Europa, dove però viene utilizzato prevalentemente nel settore zootecnico; in Sud America e in Africa è invece una delle principali fonti di sostentamento.

| Specie | Superficie Ha | | | | Produzione Tonn | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 2000 | 2010 | 2017 | | 2000 | 2010 | 2017 |
| Frumento | 214.932.137 | 215.602.999 | 214.791.468 | | 584.999.160 | 640.802.665 | 735.179.776 |
| Riso | 154.001.911 | 161.699.737 | 167.132.623 | | 598.668.171 | 701.138.548 | 782.000.147 |
| Mais | 136.927.586 | 164.020.015 | 193.743.247 | | 592.038.698 | 851.679.519 | 1.147.689.084 |
| Orzo | 54.411.415 | 47.408.351 | 47.970.336 | | 133.113.066 | 123.317.085 | 141.747.758 |
| Sorgo | 41.119.703 | 42.165.485 | 42.143.146 | | 55.820.957 | 60.181.382 | 59.342.103 |
| Miglio | 37.116.850 | 36.009.885 | 33.560.087 | | 27.672.185 | 32.799.461 | 31.019.370 |
| Avena | 12.662.945 | 9.117.014 | 9.846.227 | | 26.139.926 | 19.703.190 | 23.051.393 |
| Rye | 9.828.541 | 5.019.103 | 4.117.396 | | 20.121.357 | 11.935.410 | 11.273.579 |
| Grano saraceno | 3.466.736 | 1.911.267 | 3.001.495 | | 3.780.798 | 1.454.590 | 2.905.294 |
| Triticale | 2.494.982 | 4.003.723 | 3.809.192 | | 9.111.412 | 13.740.409 | 12.802.592 |
| Fonio | 380.716 | 553.441 | 877.313 | | 309.958 | 559.875 | 631.576 |
| Quinoa | 67.036 | 95.979 | 178.313 | | 52.626 | 79.636 | 158.920 |

Fonte FAO

**Tabella 1. Produzione cerealicola mondiale**

A livello Nazionale, La filiera cerealicola costituisce uno dei settori più consistenti dell'economia agricola ed agroalimentare italiana.
Complessivamente operano in Italia 473.257 aziende, operanti principalmente nel settore del frumento duro e tenero e del mais (Istat).
L'Italia è il primo produttore europeo e il secondo a livello mondiale di frumento duro (sud Italia e Isole), è il principale paese produttore di riso (principalmente Piemonte e Lombardia) della Comunità Europea, con una produzione pari ad oltre il 50% della produzione comunitaria.
Complessivamente le colture cerealicole, che nel 2017, hanno coperto una superficie di 2,8 milioni di ettari (tab. 2), subendo riduzioni delle superfici negli ultimi 10 anni, in special modo nella coltivazione del mais, coltura che negli ultimi 20 anni ha subito una progressiva e drastica perdita di importanza, passando da una quasi totale autosufficienza nazionale a una condizione di dipendenza dalle importazioni che raggiunge quasi il 50% del fabbisogno nazionale.

| | 2010 | | | | 2017 | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | Superficie | Produzione | aziende | | Superficie | Produzione |
| | Ha | T | n | | Ha | T |
| Cereali da granella | 3.617.477 | 18.372.500 | 473.257 | | 2.833.945 | 14.843.147 |
| Frumento tenero | 542.874 | 2.952.600 | 123.599 | | 530.676 | 2.746.932 |
| Frumento duro | 1.419.106 | 3.824.300 | 202.790 | | 1.223.960 | 3.963.418 |
| Orzo | 262.050 | 990.800 | 88.263 | | 260.809 | 1.055.229 |
| Riso | 245.824 | 1.516.400 | 4.992 | | 217.191 | 1.475.513 |
| Mais | 890.237 | 8.436.200 | 154.824 | | 632.168 | 6.335.103 |
| Altri cereali | 259.385 | 652.200 | 65.555 | | 186.332 | 678.445 |

Fonte FAO

**Tabella 2. Produzione cerealicola in Italia**

Una quota importante di cereali, circa il 6% della superficie cerealicola totale, è coltivato con il metodo biologico. La cerealicoltura biologica ha notevole importanza a livello nazionale, in special modo in Sicilia e Puglia, con il 28,6% della superficie biologica nazionale destinata a tali coltura (dati ISTAT).
Complessivamente si producono in Italia 15 milioni di tonnellate, di cui 6 milioni di tonn sono rappresentate da mais, quasi 4 milioni di tonnellate è rappresentato da frumento duro, 2,7 milioni di ton da frumento tenero, 1,5 mln di ton di riso, 1,1 mln di tonnellate di orzo.
Importante è il settore delle sementi certificate, caratterizzato da oltre 210 imprese specializzate a cereali, con una produzione di ca. 400.000 tonnellate (Tab.4).
Secondo le stime di Assosementi (tab.3), il fatturato del comparto sementiero complessivo, nel 2015, a livello di ingrosso, valore della concia esclusa, è stato di 620-630 milioni di euro.
A questo riguardo va anche considerato che l'Italia (8%) insieme con la Germania (13%) e la Francia (31%) rappresentano più della metà dell'offerta europea delle sementi e dei materiali di riproduzione vegetale, costituito per il 65% dalle sementi cerealicole e leguminose.
Considerando le produzioni nazionali di sementi è possibile effettuare le seguenti stime:

- per il frumento duro 180.632 tonnellate che, considerando un impiego minimo di 180 Kg per ettaro, permettono di seminare una superficie intorno a 1 milione di ettari.
- per il frumento tenero 108.091 tonnellate che, tenuto conto dell'utilizzo minimo di 160 Kg per ettaro, consentono di investire una superficie di circa 675.569 ettari

| Specie | 1993 | 2000 | 2010 | 2017 | | 1993 | 2000 | 2010 | 2017 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Superfici (Ha) | | | | | Produzioni (Tonn) | | | |
| FRUMENTO DURO | 48.437 | 138.790 | 82.323 | 64.106 | | 1.323.182 | 399.994 | 150.115 | 180.632 |
| FRUMENTO TENERO | 26.065 | 23.809 | 21.981 | 20.942 | | 1.217.396 | 102.242 | 111.515 | 108.091 |
| RISO | 12.400 | 12.760 | 14.192 | 11.516 | | 420.117 | 48.838 | 60.074 | 42.064 |
| ORZO | 8.407 | 8.508 | 6.786 | 10.014 | | 374.152 | 30.724 | 26.229 | 33.999 |
| MAIS | 2.819 | 3.642 | 5.647 | 5.382 | | 75.975 | 23.127 | 27.981 | 27.871 |
| AVENA | 612 | 669 | 1.051 | 1.463 | | 15.346 | 1.563 | 2.526 | 4 |
| FARRO DICOCCO | - | - | 83 | 431 | | | | 131 | 334 |
| SEGALE | 87 | 141 | 387 | 178 | | 2.340 | 465 | 1.251 | 1.065 |
| SPELTA | - | 11 | 12 | 130 | | 26.035 | 1.735 | 5.332 | 7.976 |
| FARRO MONOCOCCO | - | - | 6 | 89 | | | | 14 | 18 |
| SORGO | 24 | - | 78 | 13 | | | - | 0 | 127 |

**Tabella 3. Andamento delle produzioni sementiere italiane nel periodo 1993-2017 (Assosementi)**

La filiera cerealicolo nazionale risulta alquanto complessa, ricco e differenziata, con prevalenza del frumento duro al sud Italia e Isole, mais e frumento tenero al Nord Italia. Il valore dalla Produzione Lorda Vendibile è mediamente pari a 4,2 miliardi di euro (10% PLV agricola totale), equamente distribuita su tutto il territorio nazionale.
Il complesso industriale di prima trasformazione è composto da:

- 358 imprese molitorie, di cui 178 specializzate nella produzione di semola da grano duro (italmopa 2017);
- 658 mangimifici;
- 2 malterie

per un fatturano di circa € 7,3 miliardi di euro e con una occupazione diretta di 14.000 unità.

Un complesso industriale di II° trasformazione, composto da:

- 129 pastifici con 3.000/3.100 milioni di euro di fatturato annuo;
- 185 industrie di panificazione e oltre 24.500 forni artigianali impegnati nella panificazione e nella biscotteria e pasticceria, con una cifra d'affari stimata di oltre 7.000 milioni di euro su base d'anno.

L' industria dolciaria e attività connesse con 10 miliardi di fatturato, di cui oltre 4 miliardi di euro attribuibili alla sola componente dei derivati cerealicoli (biscottiero, prodotti di forno, pasticceria fine, etc).

## 2 LE PRINCIPALI FILIERE CEREALICOLE ITALIANE

In Italia è possibile individuare, fra tutti i cereali coltivati, alcune filiere cerealicole aventi maggiore importanza, per le quali, di seguito, si è ritenuto opportuno dare alcune informazioni

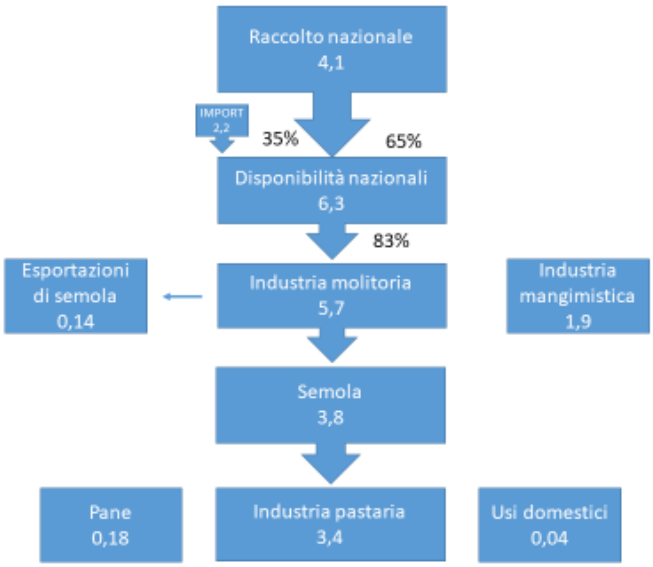
### 2.1 La Filiera del Frumento Duro

La filiera del frumento duro (figura 1) rappresenta forse, fra i cereali, quella avente maggior interesse, per la grande importanza che essa ha per garantire i consumi interni, più alti al mondo (consumo pro-capite in Italia: 28 kg. annui) che per l'export, che assorbe circa il 50% della produzione.

La sostanziale dipendenza del comparto dalla domanda industriale e dal consumo finale è evidenziata dai seguenti dati:

- l'industria molitoria utilizza annualmente circa 5,7 milioni di tonnellate di grano duro (dei quali 2 mln di ton di importazione), equivalenti a 3,8 milioni di tonnellate di semola di grano duro;
- di questi 3,8 mln di ton di semola, 1,7 mln sono impiegati per la produzione di pasta per il mercato interno, altri 1,7 mln per la produzione di pasta destinata all'esportazione (la pasta è il secondo prodotto alimentare esportato in valore, dopo il vino, e contribuisce in misura notevole all'equilibrio della bilancia commerciale agroalimentare) e 220.000 ton per altri impieghi alimentari.

**Figura 1. Filiera del frumento duro (fonte MIPAAF, valori in milioni di tonn)**




L'offerta nazionale non è in grado di coprire il fabbisogno produttivo nazionale, pertanto le industrie coprono i loro fabbisogni con materia prima di provenienza estera (Canada, Paesi Est-Europa, Grecia Australia, Turchia), in grado di offrire partite di qualità omogenea e soprattutto in lotti di consegna in quantità significativi.

L'approvvigionamento sul mercato interno evidenzia un miglioramento nell'organizzazione dell'offerta a seguito dei contratti di filiera, sistema in grado di garantire una miglior uniformità di prodotto, a seguito degli stoccaggi differenziati, garantendo una costanza di caratteristiche qualitative delle produzioni durante l'anno.

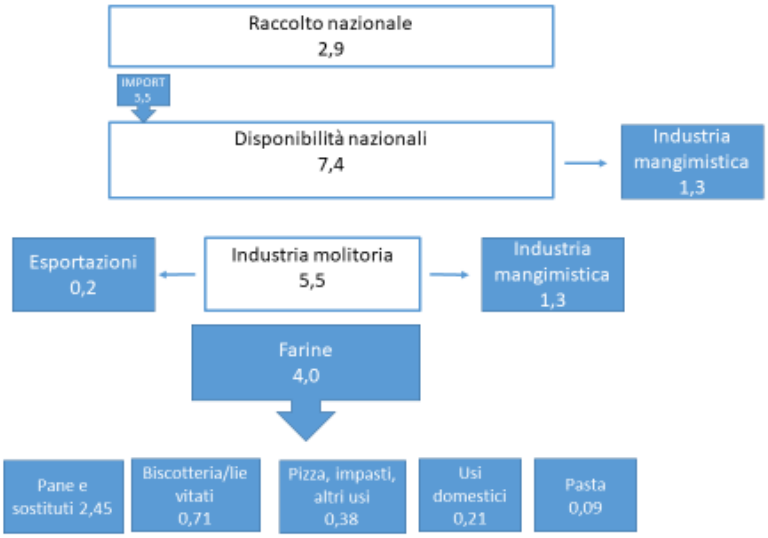
Diverse sono le Filiere "100% italiano" diffuse in fase di diffusione in Italia, in grado di garantire una filiera completa di prodotto nazionale.

## 2.2 La Filiera del Frumento Tenero

La filiera del frumento tenero (figura 2) è più articolata rispetto al frumento duro per diversi aspetti:

- diversificazione produttiva, con molteplici alternative;
- presenza di diverse aziende trasformatrici, sia artigianali che industriali
- utilizzo del frumento tenero in campo zootecnico;

**Figura 2. Filiera del frumento tenero (fonte MIPAAF, valori in milioni di tonn)**




Notevole è l'importazione, pari al 60% circa rispetto del fabbisogno, con provenienza della materia prima da altri Paesi comunitari (Francia, Germania, Austria, Regno Unito), soprattutto per quanto riguarda le qualità più elevate. Di provenienza Extracomunitari sono i grani di forza tipo Manitoba o North spring (Canada, USA).
La filiera nazionale del frumento tenero presenta alcuni limiti quali:

- basse rese a un livello qualitativo basso, dovute alle difformità pedoclimatiche, con conseguente eterogeneità qualitativa e varietale;
- la domanda industriale, pur essendo meno concentrata rispetto al frumento duro, è localizzata soprattutto al Nord, dove è possibile un approvvigionamento locale;

- solo alcune Regioni (Emilia Romagna e Piemonte) presentano un buon livello di specializzazione sia agricola (grani di forza) che industriale (industria dolciaria), con possibilità di garantire materie prima stoccate in modo differenziato di diversa qualità; nel resto d'Italia l'offerta è indifferenziata e la domanda si dirige al prodotto d'importazione.

Questi elementi portano a qualificare la nostra produzione come "di basso livello qualitativo". Esiste infatti una elevata segmentazione delle diverse qualità di frumento tenero, in base alla destinazione d'uso (tabella 4).

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

**Tabella 4. Destinazioni d'uso del grano tenero**

Anche nel settore del frumento, sulla scia di alcune misure del Mipaaf (Frumento di qualità), si stanno sviluppando filiere di qualità a livello locale attraverso lo sviluppo di contratti di filiera (filiere regionali, prodotti tipici, produzioni biologiche), ma è importante anche definire dei veri e propri distretti produttivi, in grado di valorizzare al massimo le caratteristiche qualitative intrinseche delle produzioni nazionali.

## 2.3 La Filiera del Mais

In Italia la coltura, fino a 10 anni fa, era fra i cereali trainanti del Nord Italia, con i suoi 10 mln di ton che rappresentavano l'1,43% della produzione mondiale, mentre a livello europeo si poneva al secondo posto, dopo la Francia. Il 90% ca. della produzione di mais era concentrata nella Pianura Padana e il grado di autosufficienza a livello nazionale era mediamente variabile dal 85% al 95%. Nell'Italia Settentrionale (Piemonte, Lombardia, Veneto, Friuli V. G., Emilia Romagna) il 67,6 % della SAU era occupato da questo cereale,

con produzione di circa 9,7 milioni di tonnellate di granella, pari al 90 % della produzione italiana.

Negli ultimi 10 anni si è registrata una vistosa inversione di tendenza, fenomeno da imputarsi a diversi aspetti quali:

- Il cambiamento della Politica comunitaria, con pagamento dei premi senza legarli alla coltura
- le scarse produzioni unitarie dovute ai cambiamenti climatici, alla mancanza di innovazione varietale (in Italia è vietata la coltivazione di OGM), che non ha garantito alcun incremento produttivo negli ultimi 10 anni, e che hanno visto gli agricoltori preferire la soia a questa coltura
- le problematiche connesse all' incremento delle aflatossine nella granella, con conseguente impatto nell'uso in campo zootecnico
- il declino dei prezzi di mercato della granella

Attualmente la produzione nazionale di mais si aggira intorno a 6 - 7 milioni di tonnellate, con dipendenza dalle importazioni che è passata da poco più del 10% (figura 3), a valori attuatlia che si avvicinano pericolosamente alla soglia del 50%, valore strategico per le certificazioni di tipicità delle produzioni zootecniche che fanno uso del mais.

**Figura 3. Produzione e import del mais in Italia (fonte MIPAAF, valori in milioni di tonn)**

## 2.4 La Filiera del Riso

L'Italia è il principale Paese produttore di riso dell'Unione europea, con oltre il 50% della produzione e delle superfici investite (217.191 ha coltivati nel 2017 contro i 475.752 ha circa dell'Unione Europea).

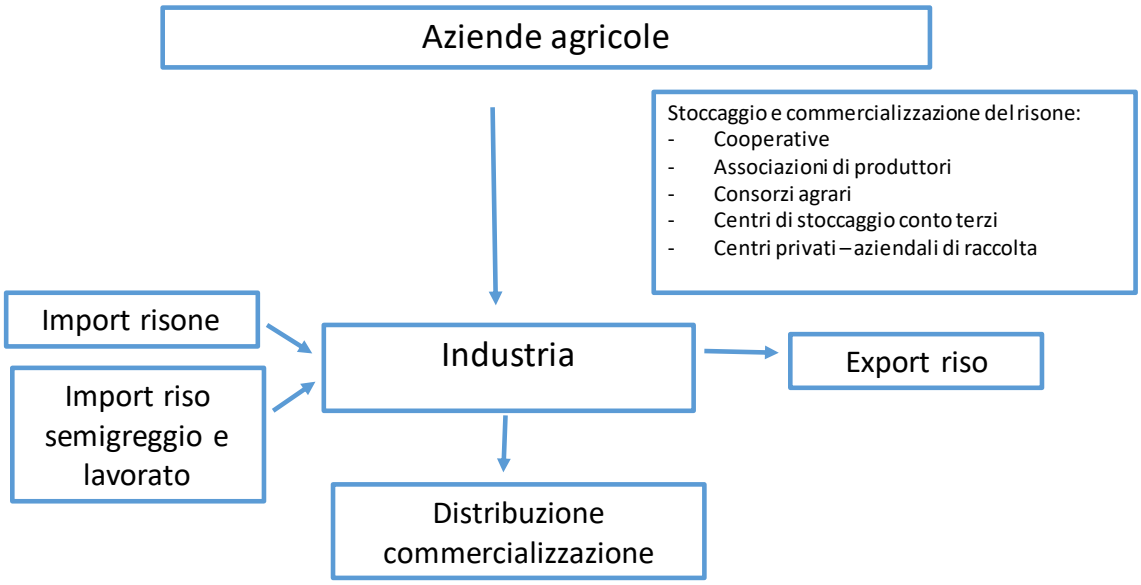
**Figura 4. Distribuzione delle aree risicole in Italia**

La produzione nazionale si attesta attorno a 1,5 milioni di tonnellate di risone, con un valore della PLV che supera i 550 milioni di euro. La coltivazione, con elevata specializzazione aziendale, si presenta strutturalmente differenziata rispetto agli altri cerali, con grossi investimenti sia nella parte colturale che di raccolta e trattamenti post-raccolta. Oltre che essere il Paese europeo risicolo più importante, in Italia si trovano anche le coltivazioni più a Nord, con necessità di varietà adattabili a queste condizioni. L'areale risicolo italiano più tipico ed esteso è collocato in un territorio interregionale (Piemonte e Lombardia, che costituisce l'area storica della coltura del riso in Italia, contenendo il 92% circa del totale delle superfici risicole nazionali). Le restanti superfici sono dislocate in ridotte ma significative e storiche aree site nelle regioni del Veneto (Provincia di Verona e Delta del Po) e dell'Emilia-Romagna, della Sardegna, della Toscana e della Calabria (fig.4).

Il sistema risicolo rappresenta il motore trainante per l'economia in particolare delle prime due regioni: le aziende risicole di produzione, nel 2014, sono state 4681, altamente specializzate e con una superficie media di circa 54 ha, ben piu alta rispetto alla media della altre aziende a seminativo (7ha); molte di queste sono anche trasformatrici ma di modeste quantità, pari all'1% della produzione nazionale, infatti la quasi totalità del riso viene consegnato all'industria, che a sua volta importa riso da paesi esteri, nelle tipologie poco coltivate nei nostri areali (es. tipi basmati).

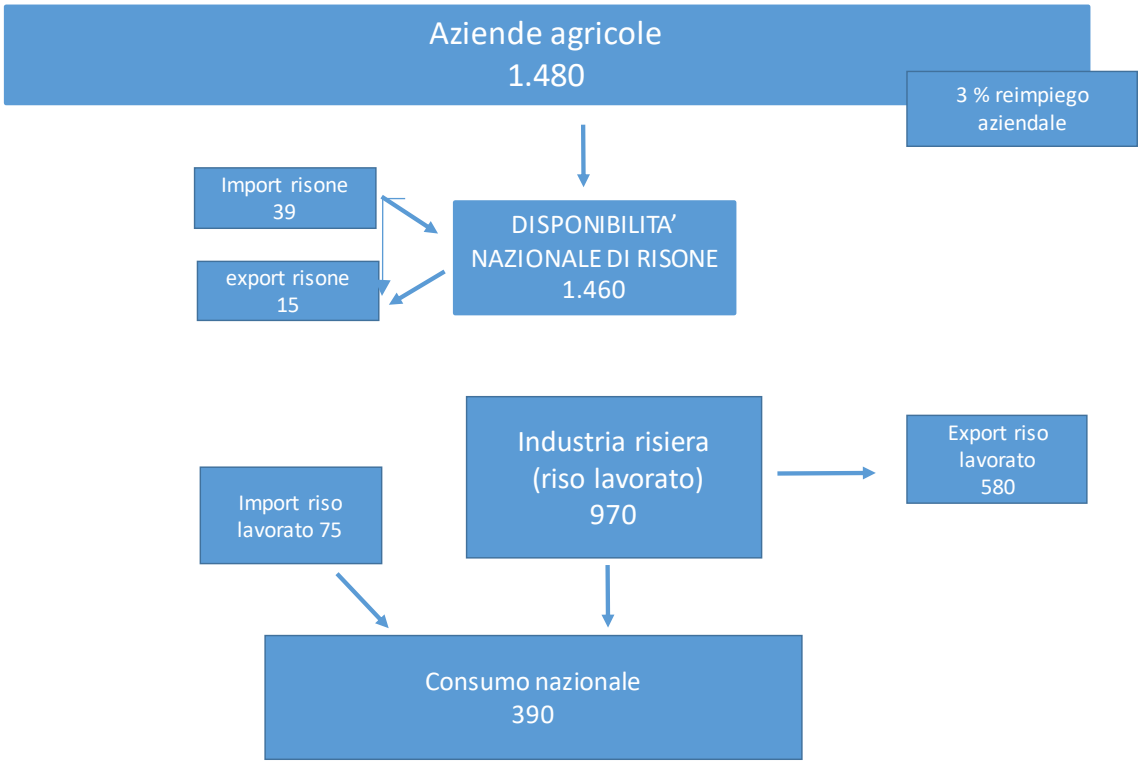
Il prodotto lavorato dalle industrie viene utilizzato sia per la commercializzazione interna che per l'esportazione (figura 5)

**Figura 5. Filiera del riso**




L'offerta di risone - ovvero il riso vestito o greggio (figura 6), appena trebbiato - si è attestata nella campagna 2017 su 1,5 milioni di tonnellate corrispondente ad un valore, a prezzi di base, di circa 500 milioni di euro (il 16,2% della Ppb dell'intero comparto cerealicolo e l'1,2% di quella complessiva agricola).

**Figura 6. Flussi della filiera del riso (valori in tonn x 000) Fonte ISMEA**




Le imprese impegnate nella lavorazione del risone ammontano a 109 riserie e 66 pilerie in tenuta e coinvolgono 949 addetti.

L’offerta nazionale di riso lavorato, comprensiva delle importazioni, ammonta a poco più di 1 milione di tonnellate, evidenziando una resa media alla lavorazione pari al 64%. Il peso dell’import di riso lavorato (semigreggio, semilavorato e lavorato) sulle quantità complessive di riso prodotte dall’industria si attesta attorno al 7%. Circa il 70% della produzione nazionale di riso, inoltre, è destinata ai mercati esteri ed è ripartita tra la Ue-27 che assorbe circa l’85% dell’export nazionale totale ed i Paesi terzi con il rimanente 15%. Il 30% dell’offerta nazionale di riso, infine, è destinata verso il consumo sul mercato nazionale. Il fatturato dell’industria risiera pari a 982 milioni di euro, ovvero lo 0,8% del fatturato totale dell’industria agroalimentare.

## 3. LA BIOLOGIA DEI CEREALI

### 3.1 Classificazioni dei cereali

I cereali comprendono un gruppo di specie, prevalentemente appartenenti alla famiglia delle Poaceae (o Graminaceae), la cui caratteristica principale è quella di produrre frutti o semi secchi, amidacei, dall'elevato potere calorico (da 10.000 a 15.000 kJ/kg, 10 - 20 volte superiore al contenuto calorico di frutta ed ortaggi).

È possibile distinguere i cereali in:

- Microtermi, o vernini, capaci di germinare a temperature poco sopra gli °C mentre la pianta, nelle fasi precedenti la levata, può resistere a temperature inferiori a 0°C. Sono: grano duro (Triticum turgidum subsp. durum (Desf.)), grano tenero (T. aestivum L.), orzo (Hordeum vulgare L 1753), avena (Avena sativa L.), segale (Secale cereale L. 1753), farro (T. monococcum, T. turgidum spp dicoccum, T spelta)
- Macrotermi, o cereali primaverili estivi, con temperatura minima per la germinazione di 10°C, e temperature crescenti nelle fasi successivi (fino a un massimo di 35°C). Sono: riso (Oryza sativa L.) e mais (Zea mays L., 1753), miglio (Panicum miliaceum L.), panico (Setaria italica (L.) Beauv.), sorgo (Sorghum Moench, 1794).

Nei cereali distinguiamo, oltre le Graminacee, specie appartenenti ad altre famiglie, da cui semi è possibile ottenere sfarinati ad alto contenuto in carboidrati. Tali specie vengono definite pseudocereali e sono adatti per produzioni Gluten free (tab.1)

| FAMIGLIA | TRIBU' | GENERE E SPECIE | NOME COMUNE |
|---|---|---|---|
| | Hordeae | Triticum spp.<br>Hordeum vulgare<br>Secale cereale<br>Triticosecale | Frumento<br>Orzo<br>Segale<br>Triticale |
| POACEAE = GRAMINACEAE | Aveneae<br>Oryzeae<br>Paniceae | Avena spp.<br>Oryza spp.<br>Panicum miliaceum<br>Setaria spp. | Avena<br>Riso<br>Miglio<br>Panico |
| | Andropogoneae | Sorghum bicolor | Sorgo |
| | Maydeae | Zea mays | Mais |
| PSEUDOCEREALI | | | |
| POLYGONACEAE | | Fagopyrum esculentum | Grano saraceno |
| AMARANTHACEAE | | Amaranthus L | Amaranto |
| CHENOPODIACEAE | | Chenopodium quinoa | Quinoa |
| LAMIACEAE | | Salvia hispanica | Chia |

**Tabella 5 – Classificazione dei principali cereali e pseudocereali**

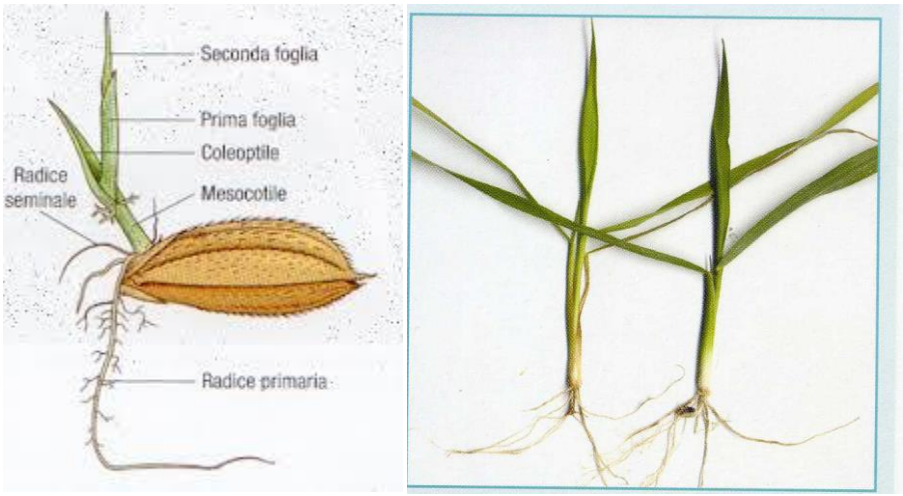
Di seguito si riporta una descrizione generale dei caratteri morfologici e delle esigenze ambientali dei cereali maggiormente diffusi nei sistemi colturali dell'Italia

## 3.2 MORFOLOGIA DEI CEREALI AUTUNNO-VERNINI

### *3.2.1 Radici*

Possiamo distinguere un apparato radicale primario, con numero variabile da 3 a 7 radici primarie (o seminali) che si originano direttamente dal seme e radici secondarie (o avventizie) che prendono origine dalla base del fusto quando le giovani piante hanno 3-4 foglie e costituiscono la maggior parte della massa radicale (fig.6).

**Figura 6 – Apparato radicale dei cereali: radici primarie (1) e secondarie (2-3)**




### *3.2.2 Fusto*

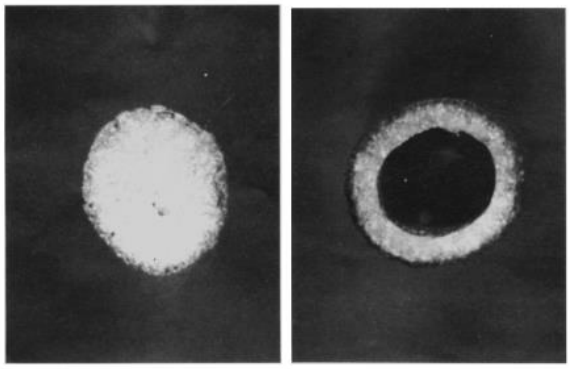
Il fusto viene definito culmo (nel mais viene definito stocco) e presenta un altezza variabile da 70-80 cm, nelle varietà di frumento tenero migliorato, a 180-220 cm delle vecchie varietà. Nel mais e sorgo raggiunge altezze di 250-300 cm

Il culmo si presenta eretto e fistoloso, (fig. 7). Presenta degli ingrossamenti, detti nodi; la porzione di fusto tra due nodi successivi è chiamata internodo. I tratti finali del culmo possono rappresentare un elemento distintivo: nel frumento duro è sempre pieno, nel tenero cavo all'interno.

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

**Fig 7- schema di un culmo di frumento (a sinistra) e di mais(a destra)**

**Fig 8- sezione di un culmo di frumento duro (a sinistra) e tenero (a destra)**

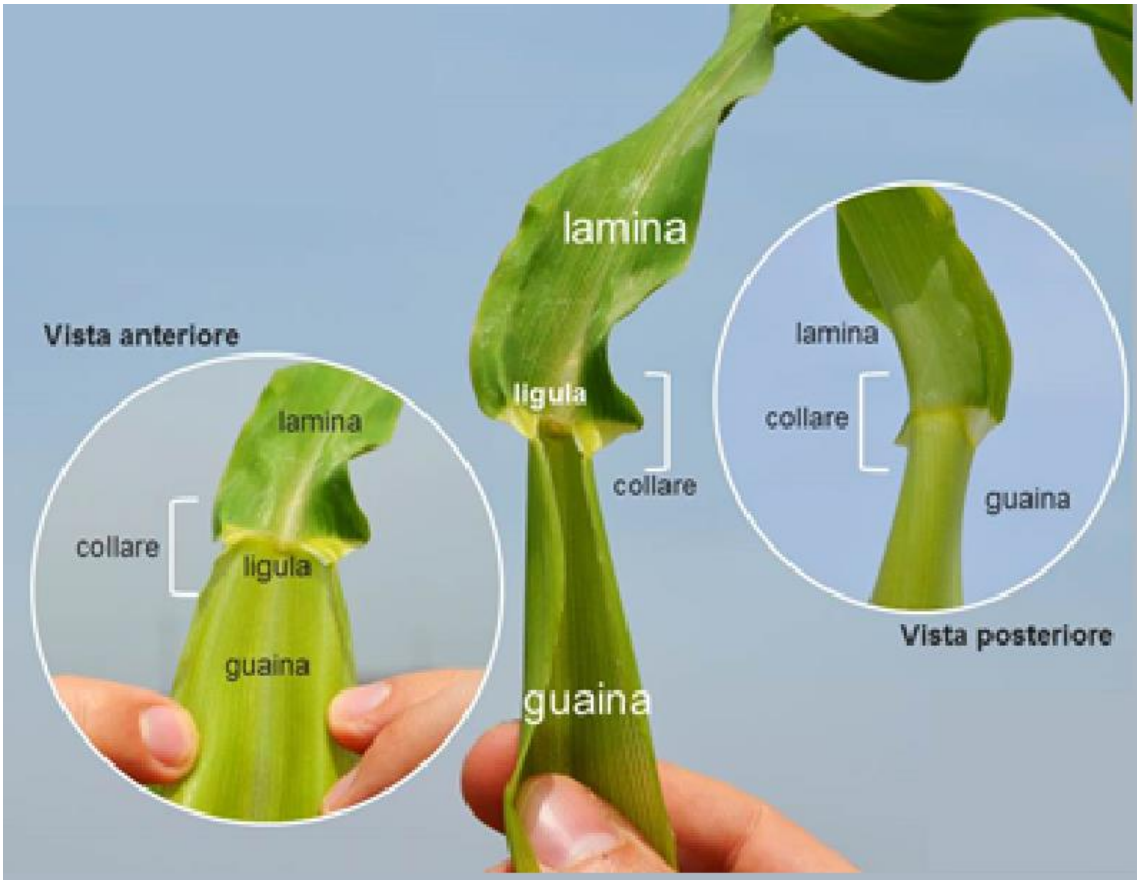


Il culmo porta le foglie che prendono origine dai nodi e, nella parte apicale, l'infiorescenza.

### *3.2.3 Foglie*

Le foglie sono costituite dalla *guaina* che avvolge il culmo, dalla *lamina*, che è la parte espansa e, nel punto di congiunzione tra le due, dove la lamina si distacca dal fusto, dalla ligula e da due auricole.

**Figura 9 – Parti che costituiscono la foglia (A=guaina; B=auricole; C=lamina; D=ligula) (fonte LG Italia)**




Il numero delle foglie è variabile ed è legato a fattori genetici, ma anche ambientali e nutrizionali.

L'ultima foglia apicale, situata immediatamente sotto la spiga (foglia a bandiera), svolge una funzione determinante nel produrre gli assimilati che si accumulano nella granella.

### *3.2.4 Infiorescenza*

Possiamo riconoscere fondamentalmente 2 tipologie

- spiga, con spighette sessili (inserite direttamente sulla rachide).
- panicolo o pannocchia, con spighette inserite sul rachide tramite un peduncolo di diverso sviluppo

**Figura 10 – Struttura di una Pannocchia (A) e di una spiga (B)**

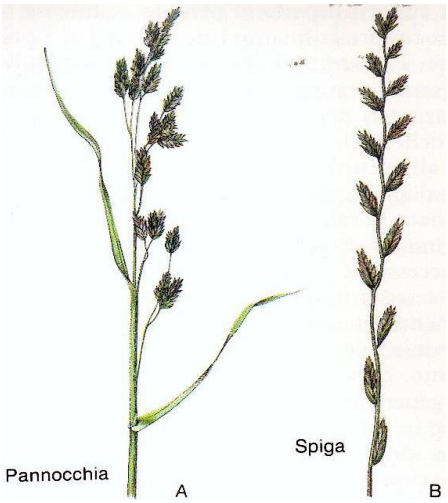
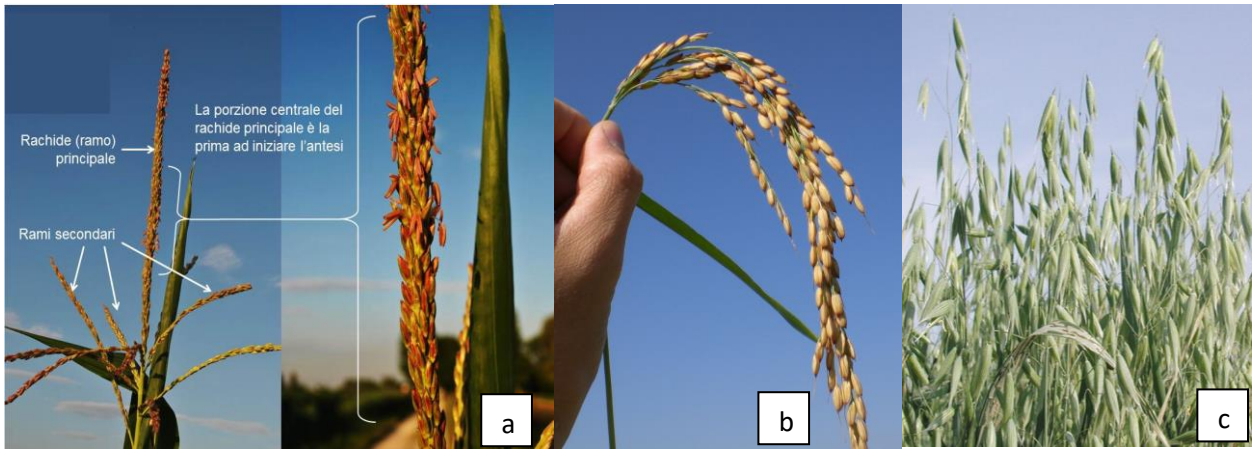



**Fig 11: infiorescenze a spiga di triticale (a), segale (b), mais (c). Nel mais l'infioescenza e anche detta spadice**

**Fig 12: infiorescenze a spiga di frumento duro (a), tenero (b,c), farro piccolo (d), farro grande (e), farro medio (f), orzo distico (g), orzo polistico (h)**

**Fig 13: infiorescenze a pannocchia di sorgo**

**Fig 14: infiorescenze a pannocchia di mais (fiore maschile) (a), riso (b), avena (c)**




La spiga è formata da un asse principale o rachide, costituito anch'esso come il culmo da nodi ed internodi, sul quale su ciascun nodo sono inserite le spighette sessili in numero variabile (1 nel frumento, 3 nell'orzo). Le spighette (Fig. 15) sono racchiuse da glume, molto evidenti nel frumento, ridotte, invece nell'orzo. Ogni spighetta a sua volta è costituita da una rachilla su cui sono inserite i fiori, in numero variabile da specie a specie. La spiga nel frumento e nel farro in genere è eretta, mentre nell'orzo, segale e triticale, è piegata da un lato per arcuamento dell'ultimo internodo del culmo o del rachide stesso. La pannocchia del riso porta le spighette uniflore inserite su assi secondari.

Ciascun fiore, generalmente ermafrodita, è protetto da due glumelle: una inferiore detta lemma, che può essere aristata (orzo, riso e in molte varietà di frumento duro) o mutica (nel frumento tenero e nel farro) e una glumella superiore detta palea. In particolare il colore della resta, quando è presente, può avere colore paglierino, rossastro o nero.

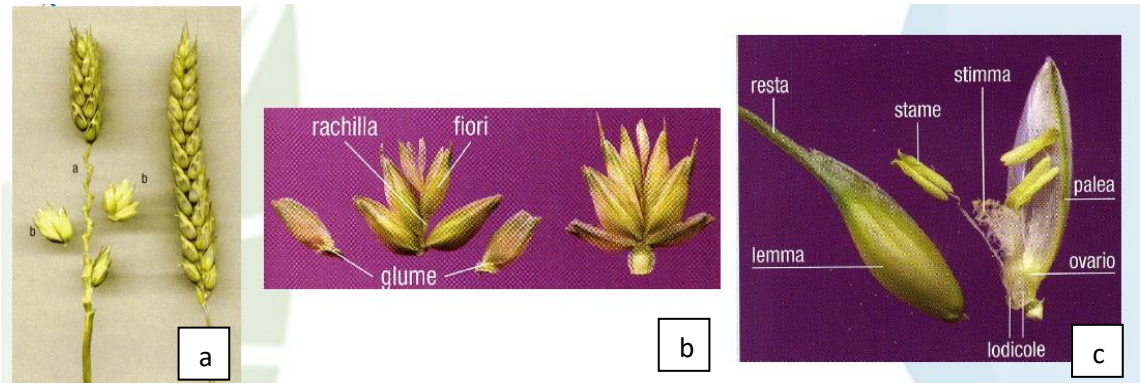



**Fig 15: infiorescenze a pannocchia di mais (fiore maschile) (a), riso (b), avena (c)**

L'androceo è generalmente composto da 3 stami (6 nel riso), mentre il gineceo è formato da un ovario mono-carpellare. Il numero di fiori, per spighetta varia da specie a specie: 1 in orzo e riso; 5-7 nel frumento, 2–3 nel farro. Non tutti i fiori sono fertili: in genere quelli apicali sono sterili.

### *3.2.5 Frutto*

Quello che comunemente viene indicato come seme in realtà è un frutto denominato cariosside, ricco in amido. La forma, le dimensioni, il colore, la composizione variano con la specie e la varietà. Al momento della trebbiatura nel frumento, nella segale e nel triticale le glumette si staccano dalle cariossidi (semi nudi), mentre aderiscono alle cariossidi nell'orzo nell'avena, nel riso (semi vestiti).

**Figura 16 – Cariossidi di frumento duro (a), frumento tenero (b), segale (c)**

**Figura 17 – Cariossidi di orzo distico (a), orzo polistico, riso vestito e nudo (c), avena (d)**

**Figura 18 – Cariossidi vestite e vestite di farro**

**Figura 16 – Cariossidi di mais e sorgo**

Nell'orzo, invece, le cariossidi hanno un colore giallognolo, talvolta biancastro, consistenza farinosa, con peso dei 1000 semi variabile tra 30 e 55 g. Nelle varietà distiche le dimensioni e l'uniformità delle cariossidi sono caratteri positivi per l'impiego maltario. Le cariossidi di avena sono oblunghe, affusolate, di colore dal bianco al giallastro al rosso, al nero; sono racchiuse tra le glumette ed hanno un peso dei mille semi che va da 20 a 45 g (*fig. 9*).

Per quanto riguarda invece le componenti strutturali della cariosside dei cereali, essa risulta costituita da:

- *tegumenti* (14 - 17%);
- *endosperma amilaceo* (72 - 75%);
- *aleurone (8-9%)*
- *germe o embrione* (2 - 3 %).

**Figura 17 – struttura della cariosside**

Il tegumento esterno o pericarpo costituisce la crusca, materiale ricco di fibre, cellulosa, polimero lineare del D-glucosio ed emicellulosa, eteropolisaccaridi a struttura ramificata, che rappresentano una frazione priva di interesse nutrizionale, ma importante nella dieta umana per l'azione di tipo funzionale e metabolica, migliorando la funzionalità intestinale. La fibra è anche in grado di rallentare l'assorbimento dei carboidrati, riducendo di conseguenza il picco iperglicemico nel periodo postprandiale.

| Cereali | Proteine | Carboidrati (amido) | Lipidi | Fibra | Ceneri |
|---|---|---|---|---|---|
| | | g /100g s.s. | | | |
| Frumento | | | | | |
| *duro* | 13,0 | 70,0 | 1,9 | 2,5 | 1,5 |
| *tenero* | 12,0 | 71,7 | 1,9 | 2,5 | 1,4 |
| Orzo | | | | | |
| *vestito* | 11,0 | 71,0 | 2,1 | 6,0 | 3,1 |
| *nudo* | 9,0 | 78,8 | 2,1 | 2,1 | 2,3 |
| Mais | 10,0 | 72.,2 | 4,7 | 2,4 | 1,5 |
| Miglio | 11,0 | 72,9 | 3,3 | 8,1 | 3,4 |
| Avena | | | | | |
| vestita | 14,0 | 62,0 | 5,5 | 11,8 | 3,7 |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| nuda | 16,0 | 68,2 | 7,7 | 1,6 | 2,0 |
| Riso | 8,0 | 77,4 | 2,4 | 1,8 | 1,5 |
| Segale | 10,0 | 73,4 | 1,8 | 2,6 | 2,1 |
| Sorgo | 10,0 | 73,0 | 3,6 | 2,2 | 1,6 |

**Tabella 6 – Composizione chimica delle cariossidi nelle diverse specie (valori medi g /100g s.s.)**

Considerando la composizione media delle cariossidi (tab 6), il contenuto in amido è maggiore nel riso, frumenti e nell'orzo, più basso nell'avena; mentre la quantità e la struttura delle proteine presenti nelle cariossidi di frumento sono i fattori principali che determinano l'attitudine delle farine o delle semole alla produzione di pane e pasta. In generale elevato il contenuto in proteine nell'avena con valori compresi tra 14 e 16%, mentre nei frumenti varia tra l'11 e il 14%, e il tenore nel grano duro è generalmente superiore di un punto percentuale rispetto al tenero.
Una migliore rapporto tra i nutrienti e la presenza di un buon contenuto in fibra rendono invece le cariossidi di orzo ed avena più adatte all'utilizzo zootecnico; in particolare l'orzo distico, ad elevato contenuto in amido e basso tenore proteico, è invece adatto per la produzione di malto.

## 3.3 ESIGENZE AMBIENTALI

### *3.3.1 Esigenze termiche*

I cereali a paglia, come già sottolineato, sono rappresentati da specie microterme, e ben si adattano, nei climi mediterranei, a compiere parte del proprio ciclo parte durante la stagione fredda.

| Fasi | Temperature ottimali |
|---|---|
| Germinazione e accestimento | 2-3 °C |
| Vernalizzazione | 0 °C |
| Levata | 10 °C |
| Fioritura | 15 °C |
| Maturazione | 18-20 °C |

**Tabella 7- Esigenze termiche dei cereali autunno vernini**

Nei cereali microtermo la resistenza alle basse temperature è una caratteristica che dipende dalla varietà e dallo stadio vegetativo in cui si trova la pianta. La sensibilità al gelo è infatti elevata nelle fasi di germinazione ed emergenza, in cui temperature di pochi gradi sotto lo zero possono provocare danni considerevoli. Nelle successive fasi tra l'emergenza e la 4ª foglia aumenta la resistenza al freddo, che raggiunge il massimo

in pieno accestimento; in questo stadio, gran parte delle varietà resistono senza gravi danni fino a 8 – 10 gradi sotto lo zero, anche se raggiunte in breve tempo; se invece la temperatura scende gradualmente sotto lo zero, la pianta subisce un processo di adattamento (indurimento) che le permette di resistere fino a -15, -20 °C.
La resistenza al freddo diminuisce drasticamente dall'inizio della levata e successivamente in spigatura e fioritura.

| Fasi | Temperature ottimali |
|---|---|
| Germinazione emergenze | 10-12 °C |
| Levata | 22-24 °C |
| Fioritura | 26-28 °C |
| Maturazione | 17-18 °C |
| T max 32°C critica di notte | |

**Tabella 8- Esigenze termiche dei cereali primaverili estivi**

I cereali macrotermi, detti anche primaverili estivi, sono specie che con temperature inferiori a 10 °C, il seme di queste colture non riesce a germinare. Si consiglia quindi di seminare quando la temperatura del terreno ha raggiunto stabilmente una temperatura di 12 °C anche durante la notte. Temperature intorno ai 4-5 °C uccidono le piante o le lasciano irrimediabilmente stressate. La temperatura ottimale per l'accrescimento è di 22-24 °C, per la fioritura di 26 °C. Per quanto riguarda invece le temperature massime, possono essere dannose per la fioritura e l'allegagione quelle superiori a 32-33 °C**,** accompagnate da bassa umidità relativa e ovviamente da stress idrici.

### *3.3.2 Esigenze idriche*

I cereali vernini, negli ambienti a clima mediterraneo, non necessitano in genere di apporti irrigui, poiché beneficiano delle piogge del periodo autunno–primaverile.
Normalmente i cereali autunno vernini vengono realizzati in asciutto poiché le piogge, durante il periodo vernino primaverile, sono in grado di soddisfare le esigenze idriche della coltura stimata intorno a 400-600 mm pari a 4000-6000 $m^3$/ha.
Carenze idriche durante la fase del riempimento della cariosside possiamo avere la "stretta", ci sono problemi nella migrazione degli elementi nutritivi per cui la granella resta striminzita.
La variabilità nella quantità e distribuzione delle precipitazioni nelle diverse annate può comunque condizionare fortemente i risultati produttivi. Eccessi di piovosità nel periodo invernale sono dannosi poiché determinano condizioni asfittiche nel terreno, causando anche il dilavamento dell'azoto, con conseguenti fenomeni di carenza.
Eccessi di pioggia in fase di pre-raccolta possono determinare fenomeni di allettamento sulla coltura mentre sulla granella possono verificarsi fenomeni di slavatura delle

cariossidi, fino a indurre la germinazione delle cariossidi sulle spighe di frumento (pre-germinazione) con scadimento qualitativo della granella.
Carenze idriche durante le fasi del ciclo invece determinano riduzione di produzione a causa della riduzione della assimilazione, che risultano più marcati in fese di impollinazione, fioritura e fecondazione, con conseguente minore numero di cariossidi per spiga. Nella fase di riempimento della cariosside, invece, carenze idriche in concomitanza con elevate temperature, determinano una brusca interruzione del trasferimento di sostanze nelle cariossidi, che risultano come detto striminzite; tale fenomeno è stato già definito come "stretta".
Differente risulta la resistenza alla siccità dei diversi cereali vernini, con l'orzo che manifesta una maggior resistenza agli stress idrici.
Passando a considerare i cereali estivi, le esigenze idriche risultano piuttosto elevate, in special modo nel riso, ove l'acqua funge anche da regolatore termico.
Il mais, inoltre, ha bisogno di alti rifornimenti idrici, e per un accrescimento di 1 gr di sostanza secca sono necessari 400 gr di acqua. In generale sono necessari volumi pari a 3000-6000 $m^3$/ha.
Anche fra i cereali estivi vi e un gradiente di resistenza fra i cereali, con il miglio, sorgo e panico che manifestano maggiori resistenze agli stress idrici, e possibilità di conseguire produzioni con limitate disponibilità di acqua.

### *3.3.3 Esigenze pedologiche*

I cereali vernini si adattano ad un'ampia gamma di condizioni pedologiche, ma forniscono i risultati migliori in terreni tendenzialmente argillosi, ben drenati e ben dotati di sostanza organica. I terreni troppo sciolti, sabbiosi non sono ideali per la bassa capacità di trattenuta idrica. Alcune differenze tra le specie si rilevano in relazione all'adattamento a condizioni particolari di terreno, come il pH o la salinità. A tal proposito vi è da rilevare la maggiore adattabilità a terreni con pH acido o sub-alcalino della segale e dell'avena, mentre frumento, orzo e mais prediligono terreni con pH intorno alla neutralità; le specie mostrano in generale una buona tolleranza alla salinità, in particolare l'orzo produce normalmente fino a valori di ECe (conducibilità elettrolitica dell'estratto saturo) di 8-10 dS $m^{-1}$.

## 4. IL FRUMENTO

Nell'ambito dei cereali, in Italia il frumento rappresenta la coltura di riferimento nel panorama delle colture cerealicole nazionali.
Pertanto si è ritenuto opportuno approfondire gli aspetti inerenti la filiera del frumento, come di seguito riportato.
I capitoli che seguono trattano gli aspetti relativi la botanica e la biologia della coltura, la tecnica colturale, la tecnica di raccolta e post raccolta, la trasformazione del prodotto.

### 4.1 Il ciclo produttivo, aspetti botanici e biologici

Alla base dello sviluppo di ogni popolazione, nella storia, c'è sempre stata una coltura che ha garantito il soddisfacimento delle necessità alimentari e che è sempre stato, nella storia dell'essere umano, alla base di ogni rapporto politico, sociale, nazionale ed internazionale. Nell'ambito dei cereali, particolare importanza per i nostri territorio, e su cui ci soffermeremo maggiormente, riveste il "frumento o "grano", coltura che richiama alla mente il pane.
Il frumento, dunque, è sempre stato considerato una coltura strategica nei nostri territori, poiché è uno delle principali fonti alimentari, come del resto altri importanti cereali molto diffusi in altri continenti.
Le prime testimonianze storiche fanno risalire a 10.000 anni fa la messa in coltura del frumento e di altri cereali e la nascita dell'agricoltura. Centro di origine del neolitico dal IX-VIII millennio A.C. fu fra l'Anatolia meridionale, l'altopiano iranico e la Palestina, vasta area del medioriente, che per la tipica conformazione, venne chiamata dagli storici "Mezzaluna fertile", per le buone condizioni climatiche idonee alla coltivazione del frumento e per la presenza di due fiumi, Il Tigri e l'Eufrate. Le diverse testimonianze in questa zona possono attestare la presenza di grani spontanei, raccolti e messi in coltura. Probabilmente il monococco o farro piccolo è stato il progenitore del primo grano addomesticato diffuso nelle pianure del sud-est dell'Iran e della Turchia, caratterizzato da spiga fragile e cariossidi vestite. Dalle zone di origine, a seguito delle migrazioni delle popolazioni asiatiche, il monococco raggiunse l'Europa centrale. Ma nei millenni dai progenitori diploidi selvatici, il frumento ha subito una notevole evoluzione attraverso incroci spontanei, con la creazione di specie simili ma differenti per caratteri morfologici e fisiologici. Nell'attuale linguaggio comune, i termini "frumento" o "grano" si riferiscono a due specie: il "grano tenero" ed il "grano duro", dalla cui granella sottoposta a macinazione si ottiene "farina" e "semola", rispettivamente destinate alla produzione di pane e paste alimentari.
È da tener presente che non tutti i cereali hanno attitudine alla panificazione, in relazione alle differenti caratteristiche nella composizione degli sfarinati. Prevalentemente, pertanto, si utilizza il grano tenero, o spesso sono utilizzate in miscela frumento tenero, duro, segale, orzo, avena. Infatti, nell'atlante dei prodotti tipici, pubblicato dall'Istituto Nazionale di Sociologia Rurale sono decritti ben 200 tipi di pane, prodotti nelle regioni italiane, che si caratterizzano per la diversa composizione della farina e le tecniche di cottura.
Nell'ambito dei frumenti, possiamo distinguere i frumenti in tipi con cariosside nuda (grano tenero e grano duro) e vestita (farro piccolo, medio e grande) (tabella 5).

**Tabella 9 - Frumenti più importanti in base al grado di ploidia (van Slageren)**

| | Specie | Sottospecie | Tipo di frumento |
|---|---|---|---|
| Diploidi (2n=14) | T. monococcum L. | *monococcum L* | a granella vestita |
| Tetraploidi (2n=28) | T. turgidum L. | *Turanicum* | a granella nuda |
| | | *durum* | |
| | | *Dicoccum* | a granella vestita |
| Esapioidi (2n=42) | T. aestivum L. | *Aestivum* a granella vestita | |
| | | *Spelta* | |

Come noto, i due cereali più importanti sono il frumento tenero e il frumento duro, materia prima per l'ottenimento della farina di frumento tenero e la semola di frumento duro.

I due cereali sono facilmente riconoscibili per una serie di caratteristiche morfologiche della spiga (mutica o semiaristata la prima, aristata la seconda), morfologiche del seme (cariossidi più piccole e a frattura farinosa nel frumento tenero, più grandi e allungate e a frattura vitrea nel frumento duro) (fig. 18 e 19).

**Fig. 18. Caratteristiche morfologiche del grano tenero**

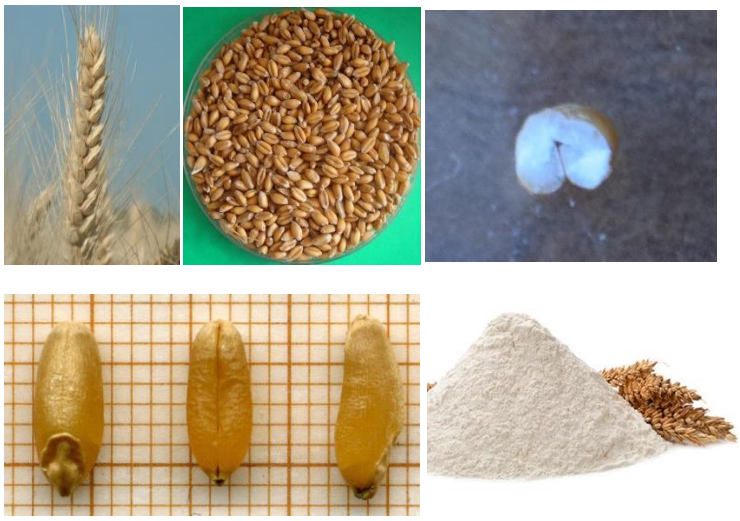
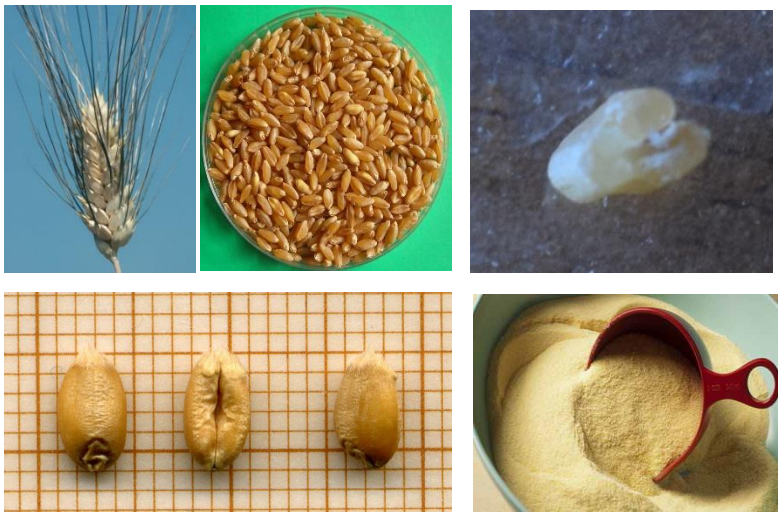


**Fig. 19. Caratteristiche morfologiche del grano duro**



## 4.2 Biologia e morfologia del frumento

Il frumento è una specie erbacea annuale, il cui ciclo biologico si distingue in fasi e sotto-fasi, di durata più o meno variabile in funzione delle caratteristiche pedoclimatiche, della varietà e della tecnica colturale. È una specie microterma, con zero di vegetazione intorno a 1-2°C, per cui il suo ciclo colturale in Italia è autunno-primaverile-inizio dell'estate. Si distinguono le fasi germinazione, emergenza, accestimento, levata fioritura e maturazione. Nella prima fase, dalla cariosside si formano le radici seminali o embrionali in numero da 3-8, a cui successivamente segue la formazione delle radici avventizie, molto più importanti per la crescita della pianta,

che hanno origine dai primi nodi del culmo in numero rilevante e raggiungono una profondità fino a 1-1,5 m.

**Fig. 20 - Frumento in fase di emergenza**

In condizioni normali la fase di germinazione-emergenza con la fuoriuscita della plantula dal terreno dura 15-20 giorni (fig. 20). I valori termici ottimali oscillano intorno a 12-15°C.

Successivamente, si ha la formazione delle prime foglie sul culmo principale e su quelli secondari (fig. 21), dando luogo alla fase di "accestimento" con nuove plantule capaci di vita autonoma con la emissione di un proprio apparato radicale avventizio. La fase di accestimento ha inizio in autunno e continua per buona parte dell'inverno e può durare da 30 a 120 giorni. Si definisce "indice di accestimento" il numero medio di culmi fertili per pianta, influenzato dalla varietà, dall'epoca e densità di semina, dalla concimazione azotata.

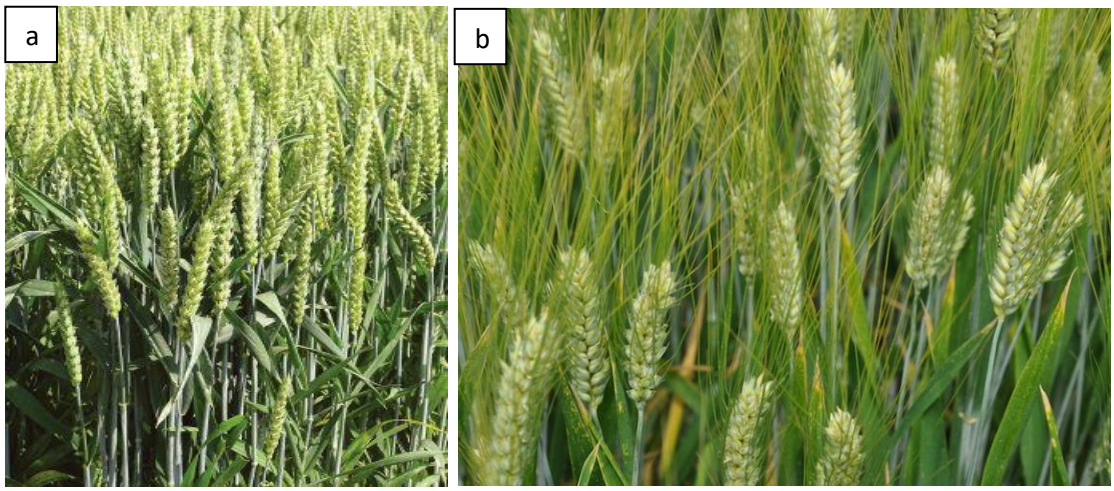
**Fig 21. Fase di accestimento**

Con l'aumento delle temperature, all'inizio della primavera si ha la fase di "levata", che dura 30-40 giorni, caratterizzata da un rapido allungamento del culmo, che può raggiungere una altezza variabile da 70 a 150 cm ed anche di più nelle vecchie varietà, facilmente allettabili per effetto della pioggia, del vento e della concimazione azotata. (fig.22).

**Fig. 22 – Fase di levata**

La levata ha termine allorche l'ultima foglia copre la spiga ormai differenziata. Questa fase viene chiamata "botticella" e precede la successiva fase di spigatura, con la fuoriuscita completa dell'infiorescenza.
L'infiorescenza (fig. 23) è costituita da una spiga apicale composta da un asse principale "rachide" sul quale in posizione alterna si inseriscono le "spighette", ognuna delle quali consta di un breve asso, la "rachilla" sul quale alla base sono inserite le glume, a cui seguono i singoli fiori, in numero variabile da 5 a 7, ognuno avvolto dalle glumette. La fecondazione è autogama e "cleistogama". La glumetta inferiore può terminare con una appendice, la "resta" sempre presente nei frumenti duri (aristati) e di lunghezza maggiore della spiga, mentre nei frumenti teneri può essere presente, ma di lunghezza inferiore alla spiga, o assente (semi-aristati o mutici).

**fig. 23 – Fase di spigatura del frumento tenero (a) e duro (b)**




Le variazioni nella forma e densità della spiga, nel colore delle glume e delle reste sono caratteri distintivi delle varietà commerciali.
Dopo la fecondazione si ha la formazione della "cariosside" (figura 24), un frutto secco indeiscente comunemente detto "granella" o "seme", di forma ellissoidale, lungo 5-7

mm, largo 3-4 mm, nella cui struttura si distinguono la parte esterna o corticale il "pericarpo" circa il 14-17% dell'intero peso, l'embrione o germe circa il 2-3%, la parte interna, la più consistente "l'endosperma glutinamidoso" per circa 80-83% da cui dopo la macinazione si ottiene la farina dal grano tenero, la semola dal grano duro.

**Tabella 10 - Composizione della cariosside nelle sue varie frazioni (%)**

| | Granello Intero | Pericarpo | Embrione | Endosperma |
|---|---|---|---|---|
| Composizione | 100,0 | 14-17 | 2-3 | 80-83 |
| Umidità | 12-14 | 12-14 | 12-14 | 12-14 |
| Sostanze azotate | 10-18 | 20-25 | 30-35 | 10-15 |
| Sostanze grasse | 2-3 | 6-7 | 12-15 | 1-2 |
| Estrattivi inazotati: | | | | |
| - amido | 60-70 | | 20-25 | 75-80 |
| - emicellulose | 6-9 | | | |
| - zuccheri | 1,5-3,5 | | | |
| - cellulosa | 2,5-3,5 | 60-65 | | 1,0-2,0 |
| Sostanze minerali | 1,5-3,0 | 7-8 | 4-5 | 0,5-1,0 |

L'embrione, ricco in lipidi, proteine, vitamine, sali minerali, indispensabili per la crescita della pianta nella fase di germinazione ha un buon valore nutrizionale, ma viene eliminato nell'operazione di macinazione, per una migliore conservazione degli sfarinati, in assenza della componente lipidica.
L'endosperma glutinamidoso contiene amido (tabella 10), il principale polisaccaride di riserva della cariosside, costituito dalla frazione amilosio, con struttura lineare la cui unità è il maltosio e dalla frazione amilopectina polimero ramificato formato da unità di glucosio, con un rapporto 1:3. Altri zuccheri presenti nella cariosside per circa il 6-8% sono pentosi, saccarosio e maltosio.

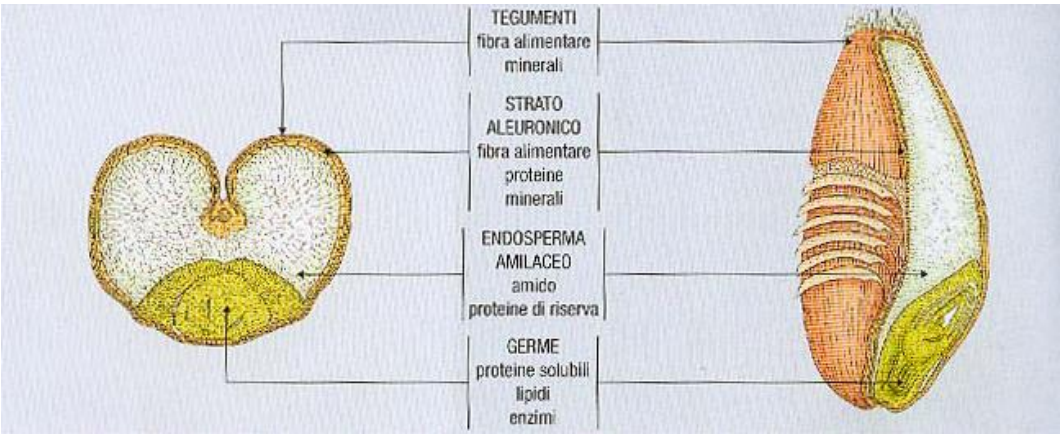



**Figura 24 – Costituenti della cariosside**

I *tegumenti* sono costituiti dal pericarpo e dagli involucri seminali ricchi in fibra, vitamine e minerali, e, durante la macinazione vengono separati dalla parte endospermatica andando a costituire i sottoprodotti (crusca e farinaccio).
L'*endosperma amilaceo* costituisce la riserva energetica che l'embrione utilizza quando germina per produrre una nuova pianta, ed è costituito per gran parte da amido ma contiene anche un certo tenore di proteine, ed anche zuccheri. L'endosperma ha struttura farinosa nel frumento tenero, mentre in quello duro ha generalmente consistenza vitrea, poiché l'amido viene inglobato nella matrice proteica a dare una sezione cornea. Nell'utilizzo industriale da tale frazione, in fase di macinazione, si ottiene il prodotto principale costituito dalle farine (frumento tenero) o dalla semola (frumento duro). Per quanto riguarda invece l'orzo e l'avena, l'endosperma ha consistenza farinosa.
L'*aleurone* è uno strato che circonda l'endosperma, formato da cellule ricche di proteine sotto forma di granuli, durante la molitura va a finire nella crusca.
Il *germe o embrione*, situato nella parte dorsale e basale della cariosside, contiene le parti della futura pianta (radichetta, piumetta e fusticino) ed è ricco di lipidi, vitamine liposolubili, sali minerali e proteine; nel frumento viene separato, in fase di molitura, dalle farine, ed entra a far parte della crusca.

## 4.3 Tecnica colturale

Nella scelta aziendale di una varietà di frumento all'agricoltore interessa l'entità della PLV (Produzione Lorda Vendibile) conseguibile per ettaro, valore dato dalla produzione areica ($tha^{-1}$) per la quotazione di mercato €/T.
Se un tempo la coltivazione del frumento era fondamentalmente orientato alla produzione, negli ultimi anni il prezzo di mercato del frumento dà agli agricoltori più attenti la possibilità di partecipare ai contratti di filiera, forme di accordi con le industrie trasformatrici, in grado di garantire prezzi legati non solo dall'andamento della domanda e dell'offerta, ma anche da ben precisi parametri qualitativi, in particolar modo il contenuto proteico, componente molto importante in fase tecnologica.
Nell'ultimo cinquantennio, per effetto di un intenso lavoro di miglioramento genetico e di profonde innovazioni nelle tecniche colturali, gli incrementi produttivi sono stati di circa 50 $kgha^{-1}$ x anno per il frumento tenero e di circa 40-50 $tha^{-1}$ x anno per il duro, raggiungendo attualmente rese intorno a 7,0 $tha^{-1}$ per il tenero e 4,0 $tha^{-1}$ per il duro.
I fattori principali dell'incremento della produttività sono:

- la riduzione della taglia delle piante, che ha consentito un maggiore impiego dei fertilizzanti azotati e scongiurato il pericolo dell'allettamento,
- l'incremento della produttività per spiga, dovuto all'aumento del peso delle cariossidi e al numero di cariossidi per spiga,
- un maggior numero di spighe/$m^2$, non tanto per effetto della capacità di accestimento, ma per la migliore attitudine delle nuove varietà a semine più fitte in grado di fornire 1-2 spighe per pianta di grandi dimensioni,
- la maggiore precocità di spigatura, per sfuggire all'andamento siccitoso della tarda primavera, specialmente nell'Italia meridionale,
- un buon livello di resistenza alle avversità biotiche (ruggini, septoria, oidio, fusarium) ed abiotiche (freddo, siccità, caldo, vento).

L'innovazione varietale ha permesso oggi di disporre di varietà più idonee, sia in termini produttivi, ma anche più rispondenti ai requisiti richiesti dalle diverse filiere industriali, con varietà più rispondenti alle destinazioni d'uso degli sfarinati.
Di pari passo al miglioramento genetico, l'evoluzione delle agrotecniche è stata favorita dal miglioramento delle operazioni colturali, quali la fertilizzazione, il controllo delle infestanti e la difesa antiparassitaria.
Di recente, una crescente attenzione è rivolta alla gestione sostenibile della coltura con impiego di tecniche in grado di garantire una riduzione nella emissione di anidride carbonica.
Nella sequenza delle operazioni sono da considerare il posto nell'avvicendamento colturale dell'azienda, la preparazione del terreno per la semina, la scelta varietale, l'epoca e la modalità di semina, la concimazione, la lotta contro le malerbe ed i parassiti, la raccolta e la conservazione del prodotto.

### *4.3.1 Avvicendamento colturale*

Fin dai primordi gli agricoltori hanno ben presto compreso come una stessa coltura producesse sempre di meno, qualora fosse coltivata per anni consecutivi sullo stesso terreno; tale fenomeno è stato poi denominato "stanchezza del terreno". Tale aspetto è stato dimostrato in diversi esperimenti condotti, dove coltivando per più anni di seguito frumento la produzione subisce una contrazione più o meno significativa.
Nell'azienda agricola è norma mettere in rotazione il frumento con altre colture (figura 13), dette da "rinnovo" se lasciano il terreno in migliori condizioni di fertilità per le cure ricevute (barbabietola da zucchero, la patata, il tabacco, il mais, il pomodoro e il girasole), o "miglioratrici" come le leguminose, capaci di fissare l'azoto atmosferico (la fava, il favino, il pisello, il cece, la lenticchia, la veccia e l'erba medica).

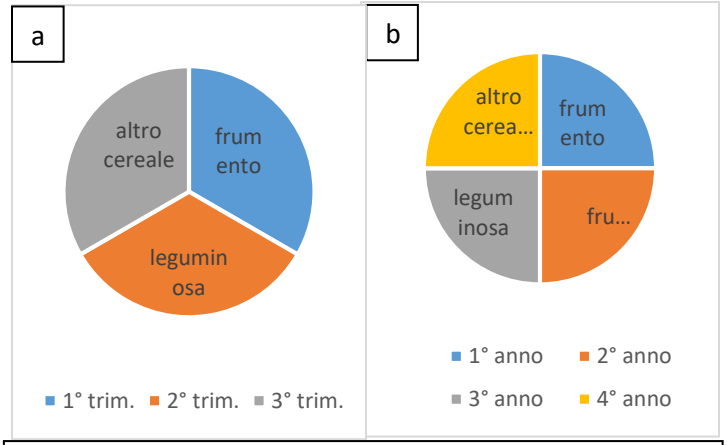



**Figura 25. Tipologie di rotazione triennale o quadriennale**

Il frumento ha, infatti, mostrato la sua buona attitudine a sfruttare la fertilità che le leguminose lasciano nel suolo grazie all'incremento del contenuto in azoto organico. Per quanto concerne l'avvicendamento del grano con altri cereali, le esperienze condotte su mais e sorgo hanno evidenziato un effetto abbastanza favorevole sulla produttività del frumento, ma non della stessa entità raggiungibile con la semina di una coltura non cerealicola.
Anche se il ringrano provoca effetti depressivi sulle rese di granella, esistono tuttavia situazioni, quali quelle dei comprensori non irrigui delle nostre regioni meridionali e insulari, nelle quali il grano frequentemente succede a sè stesso per più anni consecutivi, poiché altre colture non trovano condizioni ambientali ed economiche tali da consentirne una conveniente coltivazione. Tale condizione nella nuova Pac trova sempre

meno spazio, dove la pratica dell'avvicendamento, e la diversificazione colturale, rappresentano aspetti fondamentali, tanto da essere inseriti fra le pratiche agronomiche fondamentali contemplate nel greeneng, il cui rispetto vincola l'accesso ai premi della domanda Unica di Pagamento (DPU), sia quelle del PSR (es agricoltura biologica, semina su sodo).

### *4.3.2 Lavorazioni del terreno*

Le lavorazioni del terreno servono, essenzialmente, a mettere il seme in condizione di germinare in modo ottimale, garantendo una emergenza soddisfacente e permettere l'ottimale sviluppo della piantina. In altre parole, il terreno deve diventare il più ospitale possibile per la semente, deve essere garantita una porosità tale da permettere un buon trattenimento dell'acqua ed essere contemporaneamente consentita un'ottimale presenza e circolazione di gas quali ossigeno e anidride carbonica.
Nella norma si esegue una aratura a 25-30 cm in estate, seguita da lavori complementari di frangizollatura ed erpicatura all'inizio dell'autunno per la perfetta sistemazione del terreno ben livellato e non zolloso (fig. 26).

**Fig 26- Lavorazioni principali (a) e di affinamento (b) del terreno**

Allo stato attuale, particolare attenzione è rivolta alla riduzione delle lavorazioni (minimum tillage) (fig. 27), per un sensibile risparmio energetico, anche con la cosiddetta semina diretta su terreno non lavorato (sod-seeding), che richiede la disponibilità di seminatrici speciali ed un intervento di diserbo totale pre-semina per il controllo delle infestanti presenti nel terreno.

**Fig 27 - Lavorazioni minimum tillage (a) e semina su sodo (b)**

Negli ambienti italiani, la semina è autunnale con variazioni dalla seconda metà di ottobre nel Nord Italia alla seconda metà di novembre nel Sud Italia; si anticipa nelle zone più fredde e piovose, per permettere condizioni ottimali per la semina e l'uniformità della nascita delle giovani piante.
La semina viene eseguita a file distanti 15-18 cm con seminatrici di tipo universale e righe o di tipo combinato con spandiconcime e distributore di diserbante ed antiparassitari, in modo da eseguire contemporaneamente diverse operazioni; seminatrici speciali si vanno diffondendo per la semina su terreno sodo.
La densità ottimale è di 350- 400 cariossidi $m^{-2}$ (più basso nel frumento tenero), finalizzata all'ottenimento di un investimento ottimale di 600-700 spighe $m^{-2}$ alla raccolta. In media la quantità di seme per ha si aggira intorno a 180-220 kg $ha^{-1}$, in relazione al peso dei 1000 semi. La profondità di semina è attorno a 3-5 cm con una eventuale successiva leggera rullatura, per far aderire meglio il seme al terreno e favorire l'assorbimento dell'acqua per l'inizio del processo germinativo.
Per quanto concerne la disponibilità varietale, ampia è la scelta nell'ambito dei frumenti sia teneri che duri, in grado di meglio adattarsi alle diverse condizioni climatiche del nostro territorio. Annualmente, sulle riviste specializzate del settore agricolo (Terra a Vita, Informatore Agrario), vengono proposti i risultati produttivi delle nuove varietà di frumento tenero e duro, fornendo un ampio panorama sulle varietà.

### *4.3.3 Concimazione*

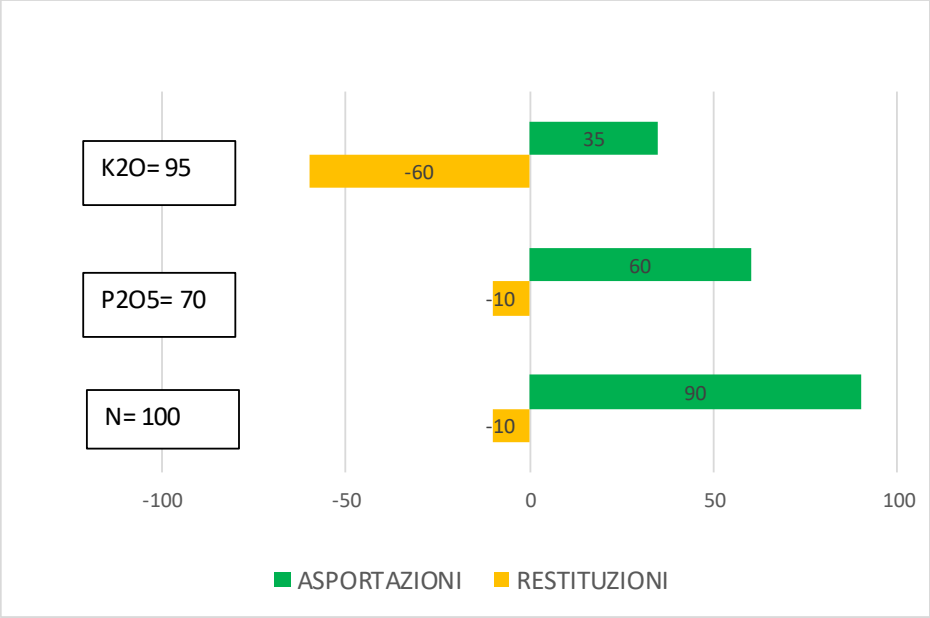
La concimazione è fondamentale per il conseguimento di buone produzioni areiche in relazione alla disponibilità di varietà geneticamente migliorate e più produttive.
Pertanto, la quantità di elementi nutritivi necessari per la coltura sono strettamente correlati alla fertilità potenziale dell'ambiente, agli avvicendamenti ed alle caratteristiche varietali, per cui le dosi da somministrare sono variabili e da definire nelle diverse situazioni pedoclimatiche. Gli elementi nutritivi fondamentali alla vita della pianta si distinguono in "macroelementi", spesso non presenti in quantità sufficienti nel terreno quali azoto, fosforo, potassio, calcio, magnesio, zolfo, per cui è necessario il loro apporto con i fertilizzanti, ed in "microelementi", boro, manganese, molibdeno, zinco, etc. da apportare in caso di gravi carenze.
Per quanto riguarda la concimazione fosfatica e quella potassica, è da rilevare come i terreni italiani siano da considerarsi "potassofili", pertanto l'apporto di tali elementi non ha evidenziato effetti di particolare rilievo nelle condizioni di buon livello di fertilità dei terreni. Per il fosforo non è da trascurare l'apporto di dosi intorno a 70-100 $kgha^{-1}$ di $P_2O_5$, in considerazione della tendenza con l'impiego di nuove varietà ad aumentare la produttività del frumento.
Un piano di concimazione per il frumento deve considerare diversi aspetti quali: analisi del terreno, avvicendamento, asportazione della coltura (fig. 16).
Relativamente l'analisi del terreno, è da tenere in considerazione la dotazione media degli stessi, secondo quanto riportato dal disciplinare di produzione integrata della regione Puglia:

**Tab 11 – Tenore di azoto nel terreno**

| Azoto totale nel terreno (g/kg) | |
|---|---|
| <0,5 | Molto bassa |
| 0,5-1,0 | Bassa |
| 1,1-2,0 | Media |
| 2,12,5 | Elevata |
| >2,5 | Molto elevata |

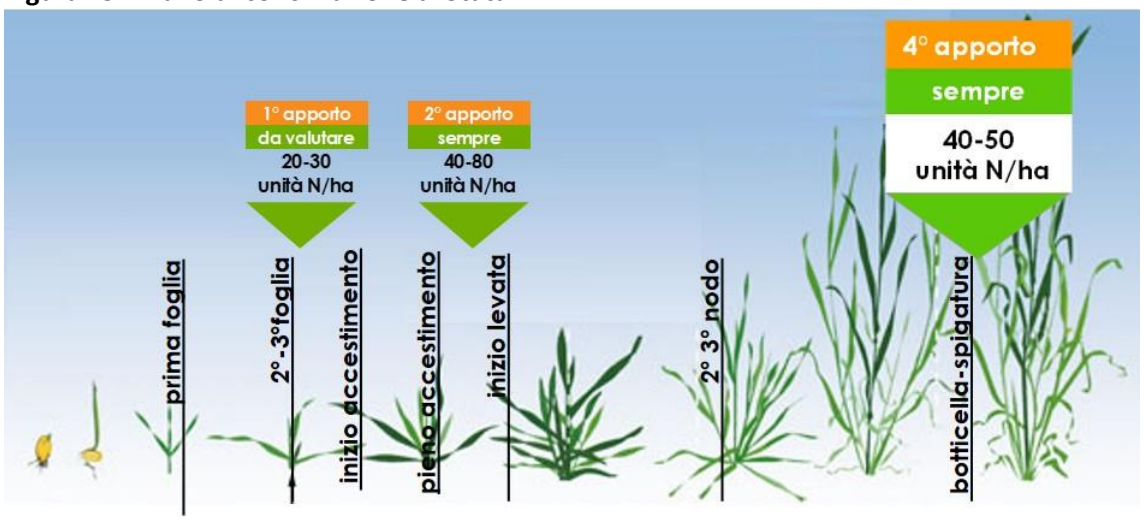
Per quanto riguarda l'avvicendamento, la conoscenza della coltura precedentemente praticata (rinnovo, miglioratrice, sfruttante) fornisce utili indicazioni sulla fertilità residua nel suolo, in special modo per le prime due categorie.
Relativamente le asportazioni, va considerato che in media, per la produzione di 1 t di frumento, la coltura asporta circa 24 kg di azoto, 13 kg fosforo, 25 kg di potassio. Nel bilancio dell'apporto degli elementi nutritivi, va comunque considerata una quota di elementi nutritivi che viene restituita al terreno con i residui colturali (fig. 28).

**Figura 28 – Fabbisogni, restituzioni e asportazioni medie del frumento duro per una produzione di 3,5 t ha$^{-1}$**




In linea generale la concimazione del frumento pone la maggior attenzione alla nutrizione azotata (figura 29), elemento il cui apporto risulta fondamentale per il conseguimento di buone rese in granella, mentre nelle fasi finali del ciclo risulta fondamentale per la qualità della proteina.
E' evidente, quindi, la complessità della fisiologia della nutrizione azotata e la sensibile interazione con le condizioni ambientali e con le caratteristiche varietali. Nei nostri areali, in condizioni caldo-aride, non è conveniente superare gli 80-120 kgha$^{-1}$ per la nutrizione del frumento duro

**Figura 29 - Piano di concimazione azotata**




Vanno considerati, nella nutrizione azotata, l'andamento dell'assorbimento di questo elemento durante il ciclo e il suo utilizzo. In linea generale, l'azoto fornito durante le fasi si inizio accestimento-levata, riveste notevole importanza per lo sviluppo ottimale della pianta, mentre l'apporto azotato durante la fase di botticella-spigatura risulta determinante per l'accumulo delle sostanze azotate nella cariosside.
Il tipo di concime generalmente non ha grande influenza sulla produzione del grano, né dal punto di vista quantitativo né qualitativo. E consigliabile l'utilizzo di comcimi binari a base di azoto a fosforo all'atto della semina, cosi come sono consigliabili forme ammoniacali durante l'accestimento, mentre l'utilizzo delle forme azotate nitriche, definite a "pronto effetto", sono preferibili in fase di fine accestimento-levata. Di recente introduzione sono forme azotate addizionate di zolfo, molecola ad effetto sinergico con l'azoto. Utile è l'impiego di fertilizzanti azotati a lento effetto o "ritardanti", come l'ureaformaldeide, proprio in virtù della proprietà di rilasciare l'azoto molto gradualmente.
La grande attenzione fornita alla concimazione azotata nel frumento è attestata dalle innovazioni tecnologiche nella sua gestione, con apporti basati su interrogazioni dello stato nutrizionale della pianta, come meglio descritto di seguito.

### *4.3.4 Controllo delle infestanti*

Il controllo delle infestanti è uno dei principali problemi nella coltura del frumento. L'influenza negativa delle malerbe varia in funzione del grado di infestazione, del tipo di infestanti, delle varietà coltivate e delle condizioni di fertilità del terreno. E' noto che le nuove varietà di frumento a taglia bassa sono meno competitive nei riguardi delle infestanti in confronto alle vecchie a taglia alta. Allo stesso tempo, l'elevato impiego di fertilizzanti azotati favorisce lo sviluppo delle graminacee infestanti, come le avene, particolarmente presenti nel frumento continuo.
Numerosi contributi sperimentali hanno evidenziato una stretta correlazione tra resa in granella e grado di infestazione, tanto da concludere che la notevole riduzione della potenzialità produttiva del frumento è dovuta alle infestanti.

Per il controllo delle erbe infestanti possiamo avvalerci di diversi sistemi di controllo, che possono essere di tipo preventivo e diretto.
I principali metodi preventivi o agronomici utilizzati per il contenimento delle malerbe sono:

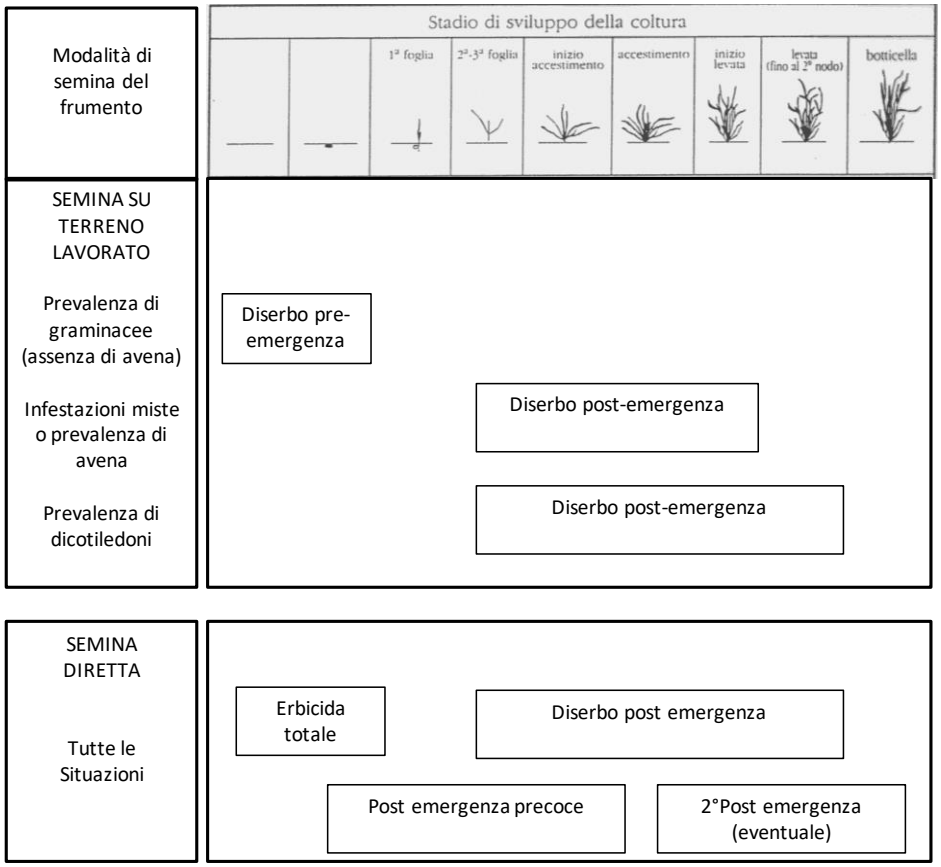
- avvicendamento colturale, sistema che, attraverso il cambio delle colture, permette di evitare l'instaurarsi di un abbondante e specifica infestazione sul frumento
- lavorazioni del terreno, soprattutto quelle profonde, che determinano un approfondimento dei semi, riducendo fortemente la germinabilità
- scelta della varietà, in quanto vi sono varietà più competitive rispetto alla flora infestante, sia per la loro capacità di accestimento maggiore che per la taglia più alta
- densità di semina: una densità maggiore si semina garantisce una maggiore competitività del frumento, con sensibile riduzione delle infestanti

Per quanto riguarda i metodi, che intervengono direttamente sulle infestanti, abbiamo:

- falsa semina: anticipando la preparazione del letto di semina e ritardando l'epoca di semina le erbe infestanti nascono in anticipo, e possono essere eliminate con una erpicatura
- diserbo meccanico: attraverso l'utilizzo di erpici strigliatori è possbile ridurre la presenza di erbe infestanti. Questo concetto verrà meglio ripreso nella parte inerente la cerelicoltura biologica
- diserbo chimico: Il ricorso alla lotta chimica è certamente un mezzo efficace, ma richiede una elevata competenza, in relazione al tipo di infestazione presente, alla scelta dei principi attivi, alla suscettibilità delle varietà di frumento impiegate ed all'epoca dei trattamenti.

Per il diserbo chimico del frumento con l'impiego degli attuali prodotti in commercio è opportuno distinguere le infestanti in due gruppi: il primo comprende le dicotiledoni, dette usualmente "specie a foglia larga", il secondo le graminacee, tra le quali le avene spontanee e le falaridi possono essere controllate con prodotti ad azione specifica molto elevata. Molto importante è la strategia dell'epoca di intervento (figura 17).
Possiamo effettuare trattamenti in pre-emergenza o post-emergenza.
I trattamenti in pre-emergenza hanno il vantaggio di eliminare l'azione competitiva fin dall'inizio della coltura, pur tuttavia con gli interventi in ''post-emergenza" è possibile una migliore scelta dei principi attivi in relazione al tipo di infestante presente.
La vasta ricerca sul diserbo dei frumenti ha evidenziato una serie di prodotti efficaci sia nel controllo di dicotiledoni sia di monocotiledoni, e possibilità di intervenire contro entrambe le classi di infestanti in un solo momento.
I risultati positivi del diserbo chimico sono legati ad una buona preparazione nell'impiego di questi prodotti e ad una seria attività di assistenza tecnica. Allo stesso tempo, il controllo delle infestanti è molto favorito da una oculata gestione tecnica dell'azienda.
La gestione delle infestanti con tecniche di semina diretta prevede un intervento con un erbicida totale prima della semina, al fine di eliminare le infestanti presenti, seguita da operazioni di diserbo in post emergenza.

**Figura 30. Modalità di gestione delle infestanti**

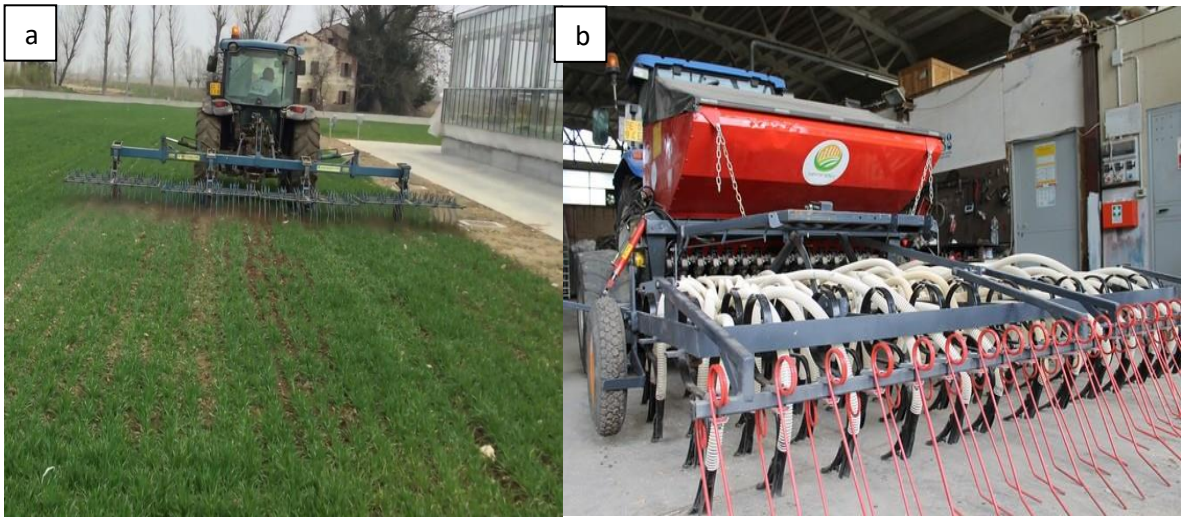



### *4.3.5 La gestione delle infestanti in cerealicoltura biologica*

La presenza di superfici di frumento destinate ad agricoltura biologica nella nostra Regione impone l'adozione di interventi aventi carattere preventivo. Un aspetto fondamentale è rappresentato dalla **rotazione agronomica** dei seminativi, una misura preventiva e curativa essenziale per il controllo delle infestanti e rappresenta una condizione cruciale per un buon biologico. La scelta della rotazione risponde a esigenze pedoclimatiche, di mercato, di organizzazione aziendale, di metodo di coltivazione, facendo leva sulla capacità di competizione delle singole colture e sulla possibilità di interventi colturali offerta dalla loro successione.
Un ulteriore accortezza può essere rappresentata dalla "falsa semina", con un leggero posticipo della semina del frumento, in grado di garantire una riduzione delle erbe infestanti che nascendo prima della semina, vengono eliminate con un intervento di erpicatura.

Fra gli interventi consigliabili, l'utilizzo di erpici strigliatori (fig 31) possono costituire aspetti di interesse per ridurre le erbe infestanti presenti in post emergenza.

**Fig. 31 - Erpice strigliatore (a) e seminatrice ad alta densità interfilare per la semina in bio (b)**




Recentemente, due soluzioni innovative stanno offrendo indicazioni interessanti che possono ben integrare la rotazione per un efficace contenimento delle infestanti, quali un nuovo sistema di semina a 'spaglio di precisione', denominato SEMINBIO, capace di abbattere di 3-4 volte la biomassa erbacea spontanea.
Anche la scelta varietale può costituire una interessante via per il controllo delle infestanti, attraverso la scelta di varietà a taglia alta, più competitive nel controllo delle infestanti

### *4.3.6 Controllo fitoiatrico*

Da alcuni anni un cospicuo contributo della sperimentazione è stato rivolto all'importanza dei trattamenti fitoiatrici al frumento, sia per quanto riguarda la difesa dalle malattie fungine, con risultati concordanti sull'utilità della concia. I cambiamenti climatici e l'avvento di nuove forme di patologie inducono altrettanta importanza ai trattamenti nella difesa dalle malattie fogliari, probabilmente in relazione a situazioni ambientali differenti sia sul controllo dei parassiti animali. E' ovvio che un giudizio sulla validità dei trattamenti è legato ad un'analisi del rapporto costo-beneficio, per cui l'entità dell'incremento delle rese per effetto dei trattamenti è l'aspetto pratico di maggiore interesse per l'agricoltore.
Malattie molto frequenti sono le ruggini, l'oidio, il mal del piede, la septoriosi, il carbone, le carie, la fusariosi della spiga ed il mal dello sclerozio, che possono determinare riduzione della produzione, ma anche peggioramento delle caratteristiche organolettiche. La difesa integrata è impostata fondamentalmente su tre aspetti:

- impiego di varietà resistenti
- concia del seme, per il controllo della carie e del carbone e contro il complesso del mal del piede
- impiego di fungicidi in fase di spigatura, per il controllo delle malattie fogliari quali septoriosi, oidio, ruggine nera, ruggine bruna, ruggine gialla, oltre a elmintosporiosi, eincosporiosi e stagonosporiosi. In genere vengono usati prodotti a base di strobiruline

### *4.3.7 Raccolta*

La raccolta del frumento viene eseguita allorché la vegetazione è secca e le cariossidi hanno raggiunto la maturazione piena con una umidità del 12-13%; inizia verso la fine di maggio nelle zone più calde del sud e prosegue fino a inizio di luglio nel Centro-Nord. La raccolta è ormai completamente meccanizzata con l'impiego di mietitrebbie (figura 32), che provvedono in un unico passaggio al taglio della pianta e la separazione della granella dalla paglia, quest'ultima viene poi pressata in balle o in rotoballe. Per la conservazione in silos e magazzini è opportuno assicurarsi che i livelli di umidità della granella siano intorno al 12-13%, per evitare il surriscaldamento del prodotto.
Le rese sono molto variabili in relazione agli ambienti pedoclimatici, più elevate sono nell'Europa centrale ed in Italia nella pianura Padana e tendono a ridursi procedendo verso le regioni meridionali ed insulari dell'area mediterranea. La resa media si aggira intorno a 4,8 $tha^{-1}$ per il tenero, 2,8 $tha^{-1}$ per il duro.

**Figura 32 - Operazione di mietitrebbiatura**

## 4.4 La gestione del frumento duro in "Precision Farmig"

Negli ultimi anni l'evoluzione della tecnologia ha fornito strumentazioni per il mondo agricolo che consente l'applicazione "precisa" degli input agronomici. Questi sistemi rappresentano tecniche in grado di garantire un aumento di produzione, stimato in circa 5-6%, e contemporanea riduzione dei costi degli input del 7-12%.
Possiamo individuare livelli di agricoltura di precisione:

- il livello di base o "primo livello dell'agricoltura di precisione", in grado di gestire il miglioramento della collimazioni, evitando quindi accavallamenti nelle operazioni di semina, concimazione, diserbo. Questo viene assicurato dalle varie tipologie di guide assistite semi-automatiche e/o automatiche applicate alla

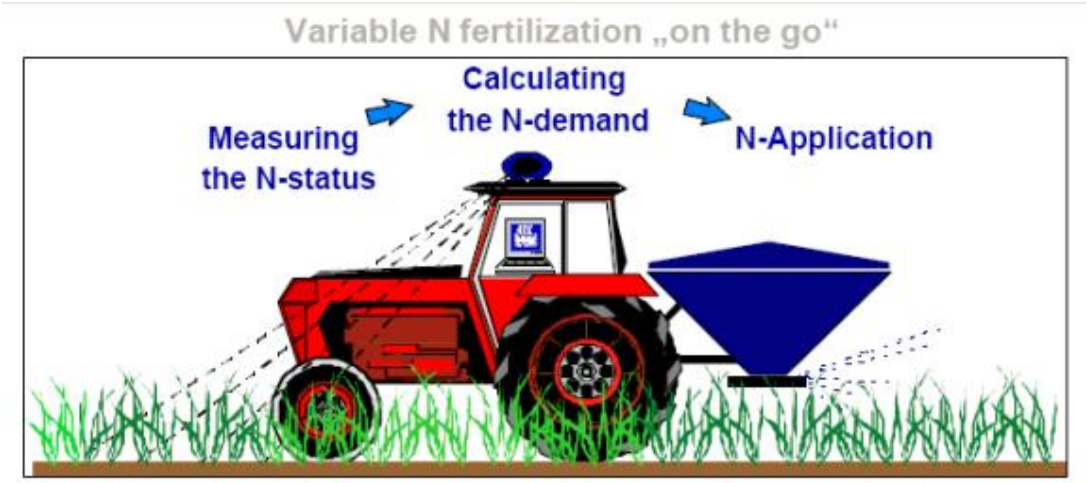
trattrice. Tali tipologie di applicazione presentano vantaggi in termini di semplicità di utilizzo e di ritorno immediato delle utilità potenziali, ma anche perché ha rappresentato un facile ed economico upgrade innovativo della trattrice, che è la macchina di cui ogni azienda agricola è dotata. Con l'applicazione delle guide assistite (figura 33) si rendono più efficienti i cantieri di lavoro agromeccanici nello

**Figura 33 – Sistemi di guida assistita**

svolgimento di tutte le operazioni colturali e ciò si traduce in risparmio di costi fino a 70/90 euro/ha su lavorato (che più o meno si dimezzano su sodo).

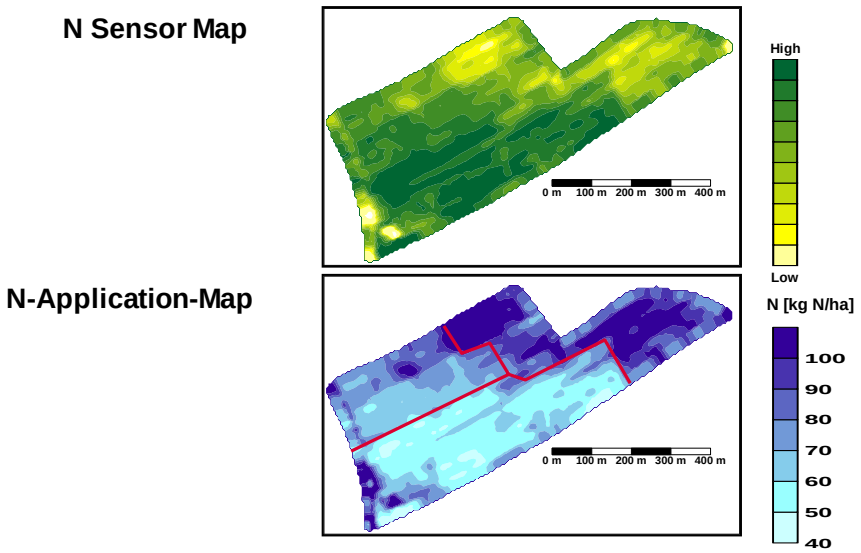
- il secondo livello: il livello superiore di agricoltura di precisione, in integrazione al primo livello, prende in considerazione le esigenze della pianta. Considerando la non omogeneità dei terreni, anche la pianta presenza una non omogenea richiesta di elementi nutritivi. Pertanto, tramite l'uso di apposite tecnologie applicate e integrate alle macchine distributrici in campo di fertilizzanti o fitofarmaci, permette l'automazione della distribuzione a rateo variabile e mirata dei mezzi tecnici, che per il grano si identificano in fitofarmaci e concimi. Gli apporti nutrizionali al grano sono pianificati dall'elaborazione di mappe di resa storica ottenute durante la trebbiatura negli anni precedenti, che evidenziano bisogni e, di conseguenza, apporti nutrizionali diversi nelle varie aree del campo. Alla metodica descritta si può combinare l'apporto di fertilizzante, la cui distribuzione variabile non avviene su base storica di resa, ma dalla lettura in tempo reale del vigore vegetativo della produzione in campo mediante l'utilizzo di appositi sensori applicati al cantiere di spandimento del concime: un frazionamento degli apporti del fertilizzante con una prima passata che "variabilizza" in funzione delle rese storiche e una seconda passata che variabilizza sulla base del vigore attuale della pianta (figura 34).

**Figura 34. Sistemi di apporto di fertilizzante a rateo variabile**




- il terzo livello, di applicazione presenta ulteriori implementazioni e prevede la rilevazione e mappatura (figura 22), tramite monitoraggi con sensori implementati sulle macchine da raccolta, dei parametri, quantitativi e qualitativi.

**Figura 35 - Sistemi di mappatura della vegetazione e delle operazioni colturali**




La possibilità di tramogge di raccolta separate (figura 35) garantiscono anche la differenziazione delle produzioni, garantendo un prodotto soddisfacente anche all’industria di trasformazione, al momento della consegna in stoccaggio.

**Figura 36 – mappatura delle produzioni ed, eventualmente, dei parametri qualitativi, attraverso sensori montati sul mietitrebbia**

## 4 .5 Post raccolta

Lo stoccaggio del cereale rappresenta una fase molto importante all'interno del processo produttivo cerealicolo: ne consegue che tale procedimento, se effettuato nei luoghi idonei e con metodologie adeguate, permette di mantenere inalterate le caratteristiche organolettiche del cereale.

Una volta conclusa la fase di coltivazione del cereale, il prodotto viene di norma trasportato in centri di stoccaggio (figura 37) che provvedono alla conservazione della materia prima. L'obiettivo principale durante questo processo consiste nella corretta gestione delle materie prime in ingresso, attraverso la quale si assicura una adeguata separazione delle singole partite, preservandone l'integrità, prevenendone il deterioramento e al contempo mantenendone inalterate le caratteristiche organolettiche.

**Figura 37. Centri di stoccaggio del grano e sistema di campionamento del grano da rimorichi**

I locali di conservazione devono essere accuratamente disinfestati e ben protetti dalle facili infestazioni.
Per il campionamento ci si avvale in genere di sonde a due tubi cilindrici di varia forma e dimensione (corte, lunghe, a spirale, per sacchi, etc) ad azione manuale o meccanica. Il campione finale viene infine sottoposto al controllo qualità della materia prima, i cui risultati permettono la valutazione della partita di frumento. La determinazione delle caratteristiche qualitative di una partita di frumento sono molto importanti in quanto inseriti in preventivi contratti tra stoccatori e molini, oppure sono definiti sulla base dei valori di riferimento stabiliti dalle borse merci (contratti tipo). In Italia si fa riferimento a contratti tipo nazionali, facendo riferimento alla Borsa merci di Bologna (contratti tipo 101 per il grano tenero nazionale e 102 per il duro). Il mancato rispetto di alcuni parametri di controllo può determinare il deprezzamento della partita o addirittura la mancata accettazione della partita.
I parametri sottoposti a monitoraggio merceologico in questa fase sono:

- **esame organolettico** (valutazione di eventuali anomalie di sapore, odore, colore ed altri esami in cui è possibile rilevare difetti in modo preliminare);
- **umidità**: (definisce la perdita di peso che subisce un campione sottoposto a temperatura di 105°C. Per il frumento si effettua su campione macinato e che passa attraverso maglie di 0,5 mm. È un parametro commerciale molto importante). Per una buona conservabilità il contenuto in umidità dovrebbe mantenersi intorno al 12,5%;
- **peso ettolitrico** (è un parametro molto utilizzato a livello commerciale. Si effettua utilizzando la bilancia di Shopper ed esprime il peso per unità di volume di granella (kg/hl). E' molto importante in campo molitorio perché un maggior peso ettolitrico è indice dello stato di riempimento della cariosside, indice di maggior resa in macinazione). Varia da 70 ad 85 kg/hl, ed è tendenzialmente più alto nel frumento duro rispetto al tenero;
- **bianconatura** (è un difetto dei grani duri dovuto a carenza di azoto che determina una frattura farinosa anziché vitrea. Il contenuto proteico, a seguito di tale difetto, si abbassa e le cariossidi presentano, in modo parziale o totale, una zona endospermatica a frattura farinosa anziché

vitrea e traslucida. Ha grande importanza perché influenza negativamente le caratteristiche organolettiche della semola e della
pasta. È un parametro considerato a livello commerciale. Viene espressa come percentuale in numero e si effettua manualmente o
tramite l'ausilio di strumentazioni quali tagliagrani o strumentazioni a scansione) (figura 38);

**Figura 38 – cariossidi a diverso grado di bianconatura e riempimenro**

- **scarti e impurità** (semi estranei, di inerti, di semi rotti, cariossidi avariate, cariossidi di altri cereali, cariossidi germinate etc. In genere viene determinata attraverso una selezione visiva e viene espressa come % in peso);
- **spezzati e striminziti** (permette di valutare la presenza di semi che hanno subito difetti di riempimento. Sono i semi che passano attraverso vagli di 1,9-2,0 mm e si esprime come % in peso);
- **slavatura** (si ha quando le piogge abbondanti determinano l'alternarsi di condizioni di umido e asciutto della cariosside matura in campo, cosicché questa assume un colore traslucido e aspetto ruvido, dovuto al formarsi di microlesioni. Determina una riduzione del colore delle semole);
- **volpatura** (è un difetto della cariosside causata da fenomeni di stress ed attacchi parassitari; la zona embrionale o il solco ventrale della granella imbruniscono, comportando un peggioramento della qualità e ottenendo alla molitura farine "puntate" di nero. Viene determinato tramite percentuale in numero di cariossidi puntate);
- **contenuto proteico**: il contenuto proteico influenza la qualità degli sfarinati delle semole determinando l'attitudine alla pastificazione. È da sottolineare che la proteina fondamentale per la tecnologia è rappresentata dal glutine, che costituisce circa l'80% del contenuto proteico della cariosside e le cui caratteristiche qualitative influenzano fortemente la qualità del prodotto finito. Questa proteina conferisce elasticità e tenacità all'impasto ed impedisce l'allontanamento dell'amido durante il processo di cottura della pasta o di panificazione. La determinazione del contenuto proteico si avvale della spettroscopia NIR (Near Infra Red) (fig. 39), tecnica che si sta

dimostrando valida e rapida per la caratterizzazione compositiva del frumento, utile sia in fase di accettazione che per il monitoraggio on-line di processi, permettendo di analizzare i campioni in modo non distruttivo e in tempi molto contenuti

**Fig 39.- Near Infra Red (NIR) per l'analisi dell'Umidità e Proteine dei cereali**

- **indice di caduta di Hagberg o Falling Number**: l'indice di caduta permette di determinare l'attività α-amilasica di una farina che, se eccessivamente elevata, provoca la degradazione rapida dell'amido, con ottenimento di pane di cattiva qualità. Indirettamente consente di evidenziare alcuni difetti del frumento, dovuti ad eccessiva umidità alla raccolta, durante il trasporto o lo stoccaggio, che provocano una pre-germinazione delle cariossidi e di conseguenza incremento della presenza di α-amilasi rendendo collosi gli impasti. I valori di indice oscillano da meno di 150 secondi (frumenti ad alta attività α amilasica, il cui utilizzo determina la produzione di pane con mollica collosa, scarso volume, crosta rossa), 250-300 secondi, condizioni normali, > 350 secondi, bassa attività α-amilasica, per cui il processo di lievitazione è rallentato e sarebbe da valutare la correzione, durante l'impasto, con malto.

Superata la fase di accettazione, il frumento viene inviato ad un trattamento di pre-pulitura molto grossolana, effettuata mediante aspirazione, per l'eliminazione delle impurità più leggere, e vagliatura, per l'eliminazione del pietrame di grosse dimensioni.
Durante la conservazione dei cereali stoccati, la qualità può essere compromessa da diversi fattori abiotici (temperatura e umidità) e biotici (parassiti) che, se non debitamente monitorati, possono negativamente alterare le proprietà intrinseche ed estrinseche delle materie prime.
Le tecniche di conservazione prevedono azioni preventive, e sono impostate sul monitoraggio e condizionamento della temperatura, monitoraggio della presenza degli insetti (lepidotteri o coleotteri), ed eventuale utilizzo di prodotti disinfestanti (es, fosfina, deltamentrina, piretrine) al raggiungimento della soglia di intervento.
Sono previsti trattamenti disinfestanti anche in agricoltura biologica, con l'eventuale l'impiego della $CO_2$, prodotti a base di piretro, caolino o azadiractina.

## 4.6. La Macinazione del frumento

Il frumento rappresenta la materia prima che alimenta le successive fasi macinazione, che permette l'ottenimento degli sfarinati, e la fase di trasformazione, con l'ottenimento dei derivati della filiera del frumento duro (pasta) e del frumento tenero (pane e prodotti da forno).

La macinazione, ancora oggi evoca antiche tradizioni, che sfruttavano l'azione dell'acqua, del vento e della forza animale per garantire l'azione di sfregamento che determina la riduzione della granulometria delle cariossidi di frumento e la contemporanea differenziazione delle parti corticali, che vanno a costituire la crusca, dalle parti interne, ricche in amido.

Allo stato attuale, il processo è completamente meccanizzato, e viene suddiviso in quattro fasi:

- pre-pulitura ed immagazzinamento del grano;
- prima e seconda pulitura e condizionamento;
- macinazione vera e propria;
- immagazzinamento, confezionamento degli sfarinati in sacchi o in carico alla rinfusa.

Durante tali fasi, notevole è l'attività di controllo della materia prima e dei suoi derivati della filiera cerealicola. Particolare attenzione viene rivolta a due momenti: una inerente la fase di ricevimento e stoccaggio della materia prima (frumento tenero e duro), ed una inerente la fase successiva di macinazione, con le determinazioni qualitative sui semilavorati da destinare all'industria panificatoria e pastificatoria oppure da confezionare per la vendita al dettaglio.

Il diagramma di flusso di un molino (fig.42) inizia con il ricevimento del grano che, dopo il controllo del peso e l'ispezione della partita, viene sottoposta a campionamento, fase molto importante perché questo deve rappresentare l'intera massa (lotto).

### *4.6.1 Prima e seconda pulitura e condizionamento*

Il grano stoccato prima di essere sottoposto al processo di macinazione deve subire un processo di pulitura. Durante tale fase si succedono più passaggi che consentono l'allontanamento dei materiali estranei di natura minerale e vegetale e la calibrazione della granella (fig. 41).

L'operazione di pulitura sfrutta diversi principi fisici per cui prevede una fase di aspirazione per eliminare le impurità più leggere (pagliuzze), utilizzando strumenti quali tarare, svecciatoi per eliminare i semi di forma diversa da quelli da selezionare, spietratori per le pietre, i vagli calibratori per eliminare le cariossidi spezzate e striminzite, la spazzolatura per pulire la superficie del chicco, ed alcuni passaggi tra separatori magnetici per eliminare eventuali parti ferrose. La pulitura è molto importante per evitare sapori sgradevoli e sostanze nocive ed ottenere sfarinati omogenei.

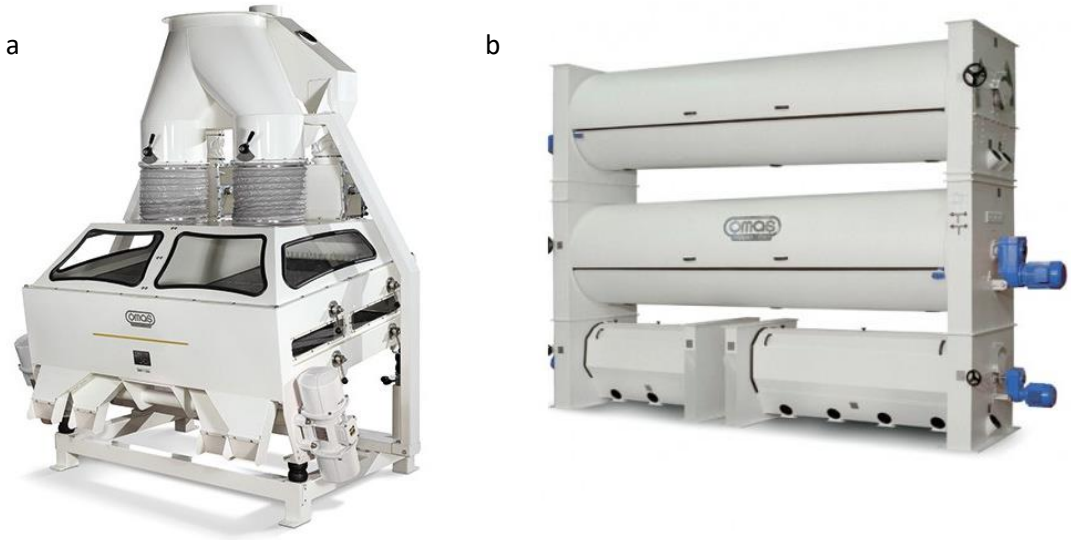
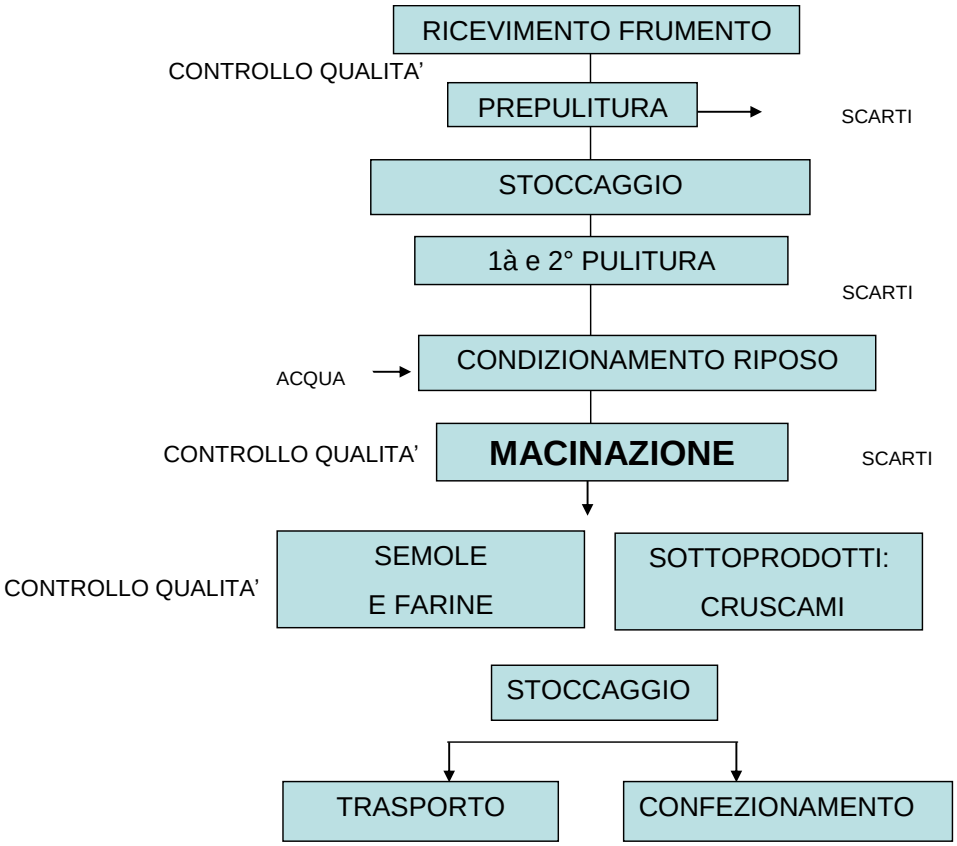



**Fig. 41 – Sistemi di pulitura in un impianto molitorio: spietratore (a) e svecciatoio (b) (www.omasindustries.com)**

È un processo molto curato nei molini moderni, al fine di ottenere grano da destinare alla macinazione il più possibile omogeneo. Attualmente ci si avvale anche di tecnologie più sofisticate es. le selezionatrici ottiche per separare i semi bianconati nel frumento duro.
La successiva fase di condizionamento con la bagnatura è necessaria per ammorbidire il tegumento, al fine di facilitare il distacco delle parti esterne dall'endosperma interno, evitando che la cariosside, troppo fragile quando asciutta, tenda a frantumarsi in scaglie durante la macinazione, fornendo prodotti poco raffinati.
Allo stesso tempo, l'endosperma raggiunge un grado di umidità più adatto per i passaggi ai laminatoi. Con la bagnatura il chicco di grano raggiunge una umidità del 16-17%, con un tempo di riposo di 12-48 ore, in relazione alle caratteristiche di friabilità della mandorla. In tale processo utili indicazioni sono fornite dall'hardness della cariosside.

**Fig. 42 – Schema dettagliato dei vari passaggi della filiera nell'industria molitoria**




### *4.6.2 La Macinazione*

Il frumento condizionato subisce il processo di macinazione vera e propria è costituita essenzialmente dalle fasi, essenzialmente costituito dalle fasi di rottura e rimacina, seguite da fasi di vagliatura.
Scopo principale della macinazione è di rompere le cariossidi, per opera dei laminatoi, costituiti da cilindri rigati aventi il compito di aprire la cariosside, distaccare il più possibile l'endosperma dalla parte corticale e lasciare la parte corticale sotto forma di scaglie larghe, piatte dalle quali, in un secondo tempo, vengono ulteriormente separati i frammenti di endosperma ancora aderenti. La rimacina invece ha la funzione di ridurre le particelle scagliose provenienti dalle rotture (graniti) in sfarinati attraverso il passaggio su cilindri lisci e successive setacciature (vagliatura) (figura 29).

**Figura 42 - Tre tipici profili di laminatoi: rottura (a sinistra), e rimacina (destra)**

L'operazione viene eseguita con gradualità, per evitare l'eccessiva frantumazione della crusca, difficile da separare. Pertanto, ogni operazione di rottura è seguita da un'operazione di separazione per setacciamento, utilizzando il "Plansichter", apparecchiatura costituita da una serie di setacci, posti uno sull'altro, ad oscillazione libera, sistemati in cassoni. Altre strumentazioni aventi funzione di separazione, sono

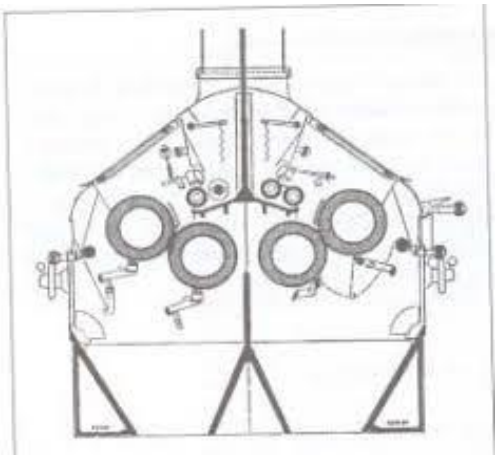


**Fig. 43 – Batteria di laminatoi**

rappresentate dalle semolatrici, aventi funzione di suddividere le particelle di diversa dimensione e peso specifico.
Dopo le diverse serie di operazioni della macinazione si ottengono sfarinati, costituiti prevalentemente dell'endosperma con una resa tra il 75 e l'80%. Per legge i vari tipi di

**Fig. 44 – plansichter e semolatrici (www.semoleriesacco.it)**

farina sono classificati in base al "tasso di abburattamento" termine utilizzato per indicare la quantità di farina o semola in kg, ottenuto dalla macinazione di 100 kg di frumento.
In teoria, poiché l'endosperma rappresenta circa l'85% del peso della cariosside, la resa alla macinazione potrebbe essere più alta rispetto alla norma, ma diversi fattori portano a valori più bassi. È da tener presente, inoltre, che più alta è la resa alla macinazione,

maggiore è la presenza di frazioni più esterne dell'endosperma, per cui si hanno sfarinati a diverso indice di purezza. Il residuo della macinazione costituisce la crusca, che per successivi passaggi danno frazioni più sottili, denominati "cruschello, tritello o farinetta" Il termine "cruscami è adoperato per i sottoprodotti derivanti dalla macinazione, di largo impiego nell'alimentazione del bestiame.

### *4.6.3. Le analisi sugli sfarinati*

L'attività di controllo qualità è una fase molto importante in un molino, ed è finalizzata alla valutazione delle caratteristiche tecnologiche degli sfarinati prodotti, per meglio rispondere alle esigenze degli utilizzatori (panifici o pastifici).

L'analisi reologica studia l'origine, la natura, le caratteristiche di deformazione dei corpi sotto l'azione di forze esterne e, quindi, permette di esprimere un giudizio di sintesi sulla qualità degli sfarinati, in modo da correggere le miscele di grani per rispondere alle richieste di mercato. Nel complesso, le principali determinazioni sugli sfarinati sono:

- **umidità:** Per la determinazione nelle industrie viene fatto uso anche di termobilance. Il contenuto di umidità e un riferimento di legge
- contenuto in ceneri: la quantità di sali minerali degli sfarinati è in funzione del tasso di abburattamento. Esse sono costituite da circa il 50% di P2O5 ed il 35% di K2O, oltre ad ortofosfati ed ossalati. In genere il contenuto in ceneri classifica il prodotto in base alle classi di sfarinato duro o tenero, secondo i riferimenti legislativi;
- **contenuto proteico:** È un indice della forza della farina, nonché esprime indirettamente la quantità di glutine, cioè della frazione di proteine insolubili in acqua, circa l'80% delle proteine totali. È spesso correlato ad un buon apporto di concime azotato;
- **contenuto e qualità del glutine**: è il principale e caratterizzante componente proteico del frumento duro e tenero. Per la determinazione quantitativa si sfrutta la caratteristica dell'insolubilità in acqua di tale proteina, per cui si impasta lo sfarinato di frumento con una soluzione di cloruro di sodio al 2%, effettuando un lavaggio (attualmente il sistema è automatizzato), in modo tale da separare la parte amidacea da quella proteica insolubile in acqua (gliadine e glutenine).

  Ai fini della utilizzazione nella produzione di pane e pasta, di fondamentale importanza è la qualità del glutine, fattore determinante sulla formazione dell'impasto e delle caratteristiche organolettiche dei prodotti finiti.

  **L'indice di glutine** è il rapporto tra il glutine più elastico e quello meno elastico e si determina sottoponendo una pallottola di glutine umido a una forza centrifuga andando a valutare la quantità di glutine che passa attraverso un setto perforato Il glutograph è uno strumento che misura la resistenza opposta dal glutine estratto dagli sfarinati ad una sollecitazione costante esercitata da un organo di torsione. I punteggi in una scala tarata da 0 a 100 esprimono giudizi di debole (0-25), sufficiente (26-45), medio (46-65), buono (66-85), ottimo (>85). Altra determinazione sulla qualità del glutine è rappresentato dall'indice di Berliner, con determinazione dei parametri Q0 e Q30 che danno indicazioni sulle caratteristiche qualitative e sull'attività proteolitica;

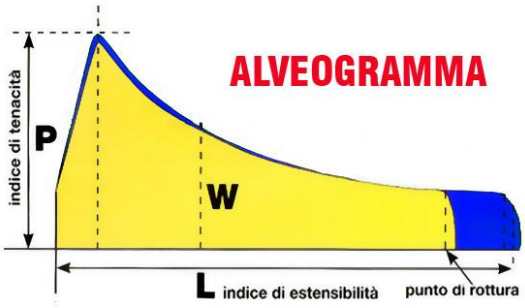



**Figura 45. Alveogramma di Chopin**

- **Alveografo di Chopin**: L'alveografo di Chopin è uno strumento che valuta la risposta di un impasto di farina con soluzione salina al 2,5%, da cui vengono poi estratti dischi di diametro e spessore costante, che sottoposti, dopo una fase di riposo, ad uno sforzo di rigonfiamento, forniscono i seguenti (fig 45):
  - tenacità dell'impasto (P) alla deformazione,
  - la elasticità, che misura l'allungamento massimo raggiunto al punto di rottura dell'impasto (L), espresso in mm. Il rapporto P/L ci indica l'elasticità dell'impasto ed oscilla tra 0,3-1,0. Un rapporto P/L basso indica un impasto morbido ed estensibile, pane soffice. Un rapporto P/L alto (>0,7) indica un impasto tenace
  - W indica l'area sottesa al tracciato, indica la resistenza opposta dall'impasto alla deformazione

  In base ai valori di W è possibile effettuare delle classificazioni sulle caratteristiche di forza della farina (figura 46). La conoscenza di questi tre parametri ci consente di avere indicazioni sulle caratteristiche di panificazione, e le caratteristiche di equilibrio della farina.

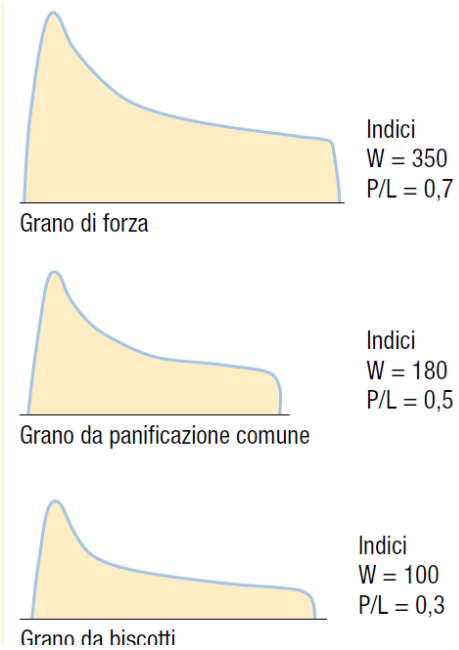



**Figura 46. Tipologie diverse di alveogrammi**

- indici farinografici (Farinografo di Brabender). Valuta la capacità dell'impasto di mantenere nel tempo la consistenza ottimale. Si determina con il Farinografo di Brabender, che misura e rappresenta graficamente le variazioni di consistenza di un impasto durante la fase di impastamento con l'aggiunta di acqua.

  Con il farinografo si determinano le seguenti caratteristiche:
  - assorbimento in acqua (%) corrispondente alla quantità di acqua assorbita dalla farina per fornire all'impasto una consistenza corrispondente a 500 U.B.

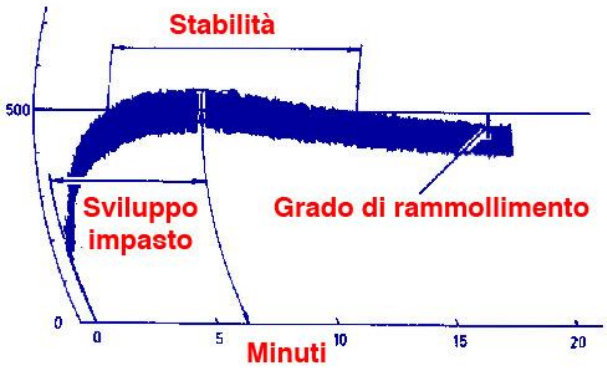



Figura 47 – Farinogramma di Barbender

- il tempo di sviluppo B (minuti) corrispondete al tempo necessario per raggiungere il picco di massimo sforzo
- La stabilità CD (minuti), corrispondente all'intersezione in ascesa e discesa con la linea rossa delle 500 U.B (figura 47).

- indice di giallo (sfarinati di frumento duro). Il colore giallo del pane di frumento duro o della pasta, molto apprezzato dai consumatori, è determinato principalmente dal contenuto di carotenoidi della semola.
  L'indice di giallo viene determinato con colorimetro a riflessione tristimolo, con lettura del campo di colore in tre parametri (L, a, b), dei quali viene preso in considerazione il solo valore b. Valori di b > 24 indicano uno sfarinato di buona qualità, tra 21 e 24 medio, <21 basso;

**test di panificazione**:

- Consente di rappresentare nel modo più completo la qualità panificatoria di una farina. Il metodo maggiormente adottato a livello internazionale (AACC 10-10B) sono prevalentemente impostate sulla valutazione del volume e l'altezza di piccoli pani a cassetta, che consentono di valutare il volume e l'altezza di piccoli pani a cassetta ottenuti a partire da 100 g di farina (fig. 48).

Figura 48. Prova di panificazione

- **test di pastificazione**: viene effettuato sulla pasta di semola di grano duro Durante la cottura vengono rilevati collosità, nervo ed ammassamento, perdita di sostanze nell'acqua di cottura, resistenza alla cottura.

Complessivamente è possibile, in base alle caratteristiche qualitative complessiva rilevate sui frumenti ed i loro derivati, è possibile trarre un giudizio qualitativo sulla destinazione d'uso dei frumenti (fig 49)).

**Fig 49. Classificazione del frumento tenero in base ai principali caratteri qualitativi**

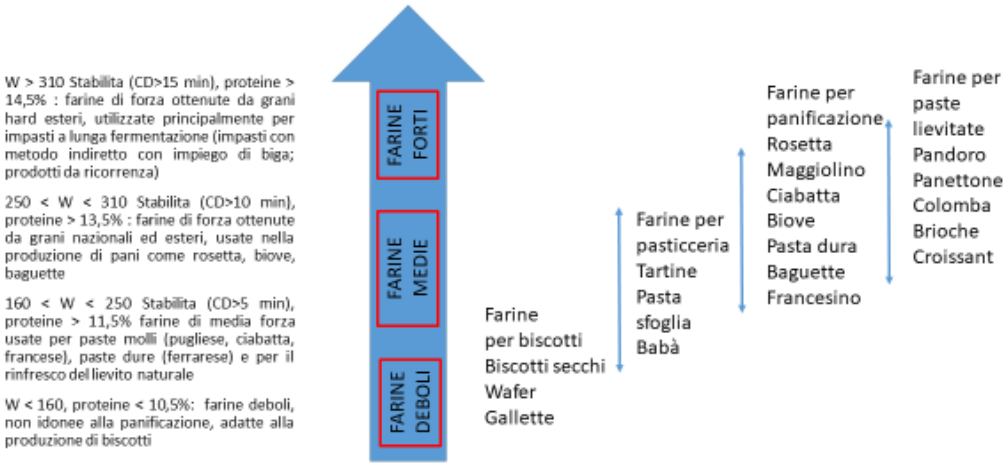



**Tabella 12. Classificazione del frumento duro in base ai principali caratteri qualitativi**

| Classificazione tecnologica e tipo di utilizzazione del frumento duro | Tenore proteico (N x 5,7) % s.s. | Qualità del glutine (giudizio complessivo) | Indice di giallo (b Minolta) |
|---|---|---|---|
| Frumenti duri ad alto valore di pastificazione | > 14,0 | Ottimo | > 24 |
| Frumenti duri a buon valore di pastificazione | > 13,0 | Da medio a sufficiente | >21 |
| Frumenti duri a basso valore di pastificazione | < 12,0 | sufficente | <21 |
| Frumenti duri per paste all'uovo | < 14,5 | * | > 24 |

Il controllo della qualità nella filiera cerealicola è diventata un procedimento molto rigoroso nella filiera produttiva dell'industria alimentare, le cui esigenze sono determinate non solo dalla politica di innovazione tecnologica in un settore molto competitivo nell'offerta dei prodotti, sempre più confacenti alla domanda di mercato, ma anche nel rispetto delle norme di sicurezza nell'igiene degli alimenti e nel mantenimento dei requisiti salutistici.

### *4.6.4 I limiti legislativi degli sfarinati di frumento duro e tenero*

Secondo la legge n.187 del 2001 è denominato "farina di grano tenero", il prodotto della macinazione e successivo abburattamento del grano tenero, pulito dalle sostanze estranee, con la seguente classifica (tabella 9):

**Tabella 13 . – Limiti legislativi qualitative degli sfarinati del frumento tenero**

| Tipo e Denominazione | Umidità max % | g su 100 g di sostanza secca | | |
|---|---|---|---|---|
| | | Ceneri | | Prot. min. |
| | | min | max | (N x 5,70) |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Farina di grano tenero tipo 00 | 14,5 | - | 0,55 | 9,0 |
| Farina di grano tenero tipo 0 | 14,5 | - | 0,65 | 11,0 |
| Farina di grano tenero tipo 1 | 14,5 | - | 0,80 | 12,0 |
| Farina di grano tenero tipo 2 | 14,5 | - | 0,95 | 12,0 |
| Farina integrale di grano tenero | 14,5 | 1,30 | 1,70 | 12,0 |

È denominata farina integrale di grano tenero, il prodotto ottenuto direttamente dalla macinazione del grano tenero, libero dalle sostanze estranee e dalle impurità. Dalla macinazione del grano duro si ottiene uno sfarinato con granuli più grossi e spigoli vivi denominato "semola di grano duro". Il prodotto della ulteriore macinazione ed abburattamento prende il nome di "semolato" (tabella 8).

**Tabella 14 – Limiti legislativi degli sfarinati di frumento duro**

| Tipo e Denominazione | Umidità max % | g su 100 g di sostanza secca | | |
|---|---|---|---|---|
| | | Ceneri | | Prot. min. |
| | | min | max | (N x 5,70) |
| Semola* | 14,5 | - | 0,90 | 10,5 |
| Semolato | 14,5 | 0,90 | 1,35 | 11,5 |
| Semola integrale di grano duro | 14,5 | 1,40 | 1,80 | 11,5 |
| Farina di grano duro | 14,5 | 1,36 | 1,70 | 11,5 |

*** Valore granulometrico alla prova di setacciatura: passaggio staccio con maglie di millimetri 0,180 di luce, massimo 25 per cento**

È denominata "semola integrale di grano duro" il prodotto granulato a spigolo vivo, ottenuto direttamente dalla macinazione del grano duro, liberato delle sostanze esterne e delle impurità.

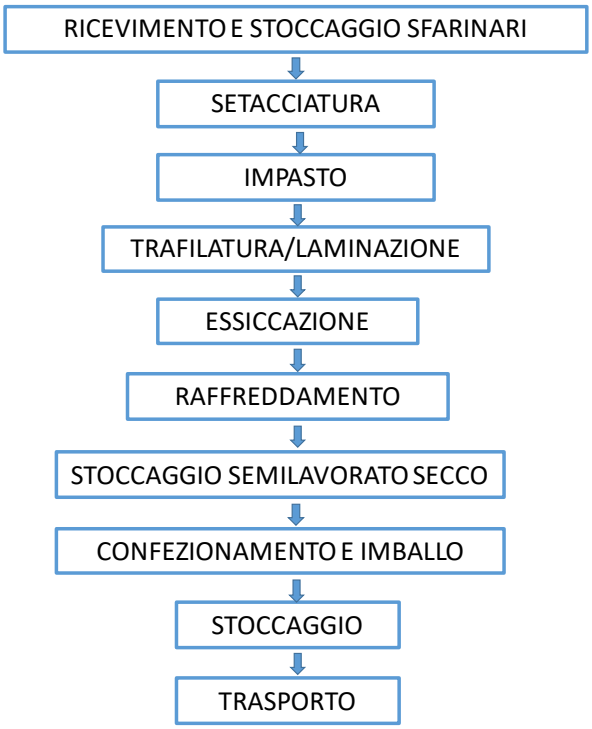
- È denominata "farina di grano duro" il prodotto non granulare ottenuto dalla macinazione e successivo abburattamento del grano duro.
- Dalle caratteristiche dei prodotti della macinazione si evidenzia che il tenore in ceneri di una semola o farina è considerato un indice di purezza. Il contenuto proteico è un parametro qualitativo molto importante, perché collegato al contenuto in glutine, uno dei principali componenti degli sfarinati per le diverse destinazioni d'uso.

## 4.7. La pastificazione

### *4.7.1 Il processo di pastificazione*

Il processo di pastificazione comprende una prima fase di formazione dell'impasto, da cui vengono ottenuti i diversi tipi di pasta, a cui seguono l'essiccamento ed il confezionamento (figura 50).

**Figura 50. Processo di produzione della pasta**




Dall'impianto di alimentazione la semola giunge nelle macchine impastatrici-gramolatrici (fig 51), viene mescolato con acqua fino al raggiungimento del 40% di umidità, con conseguente idratazione dei suoi componenti di base, proteine e amido, formando il reticolo glutinico, nelle cui maglie restano inglobati i granuli di amido; l'impasto continua ad essere lavorato (gramolatura) fino al conseguimento di una idonea consistenza e plasticità a pressione atmosferica o, più recentemente, sotto vuoto. La tecnica del sottovuoto evita l'inglobamento dell'aria durante la lavorazione, causa di difetti della pasta.

**Fig. 51 - Impastatrici**

Con la successiva trafilatura, l'impasto è costretto a passare attraverso stampi (trafile – fig 52), per ottenere la forma voluta; coltelli, che si muovono ad intervalli regolari all'uscita della trafila, tagliano la pasta nella lunghezza voluta. All'uscita della trafila, la pasta è assoggettata a ventilazione, per evitare che i vari segmenti aderiscano tra loro. L'aria deve essere poi filtrata, perché sia esente da polveri o altre impurità. Le trafile

tradizionali sono “in bronzo” e danno una pasta più ruvida e meno omogenea e di colore meno brillante, con migliore adesione dei sughi e condimenti; le trafile più recenti sono in materiale plastico sintetico, “teflon”, da cui si ottengono paste ben levigate, omogenee, di colore più brillante. Negli impianti moderni questa prima fase si realizza in un unico apparecchio detto “estrusore”.

**Fig. 52. Trafile**

All’uscita della trafila, la pasta contiene circa il 30-32% di umidità, ma per essere conservabile a lunga scadenza, per legge l’umidità massima è fissata al 12,5%.
L’essiccamento è un fase molto delicata della filiera produttiva, specialmente per le paste lunghe, e deve avvenire con una certa regolarità, se troppo rapida potrebbero verificarsi fessurazioni del prodotto, se troppo lenta fenomeni di imbrunimento ed ammuffimento (fig 53).
Attualmente, si praticano delle metodologie di essiccazione, a bassa e ad alta temperature.
Il ciclo a bassa temperatura, intorno ai 40°C ed attualmente intorno a 55-60°C; quello ad alta temperatura raggiunge temperature superiori ad 80°C, con tempi molto ridotti di lavorazione. Il prodotto ottenuto con le alte temperature risulta migliore per tenuta alla cottura, indipendentemente dalla qualità della semola di partenza, con migliore garanzia in ordine all’igiene e riduzione della carica batterica. Le alte temperature provocano una notevole trasformazione delle proprietà chimico fisiche degli impasti, perché le proteine del glutine subiscono una coagulazione con irrigidimento del reticolo proteico, che impedisce ai granuli di amido di rigonfiarsi e di fuoriuscire durante la cottura della pasta. Pur tuttavia, la denaturazione delle proteine determina una lieve perdita del valore nutrizionale, compensato dal fatto che il piatto di pasta si avvale di condimenti di un certo valore nutritivo.

**Fig. 53. Impianti di essicazione della pasta**

Il processo industriale è stato fortemente competitivo con il tradizionale e diffuso sistema artigianale in tutto il meridione che, tuttavia ancora resiste con i prodotti tipici di nicchia, avendo una più efficiente organizzazione e soprattutto con la riduzione dei costi di produzione. L'industria ha il merito di offrire, a prezzi accessibili, una serie di prodotti che sempre più si affermano sui mercati internazionali.

### *4.7.2 I limiti legislativi della pasta*

Gli ingredienti della pasta sono la semola o i semolati di grano duro, come previsto dalla legge 580/67 e successive modifiche, da cui il prodotto ottenuto dalla trafilazione, laminazione e conseguente essiccamento di impasti preparati esclusivamente con semola e semolati di grano duro ed acqua. Con il DM 119/96 è consentito l'impiego di cloruro di sodio fino ad un massimo del 4% del prodotto secco. Le paste alimentari si suddividono in secche, fresche e speciali di vari formati e misure.
La pasta con l'impiego di uova deve essere prodotta con semola con l'aggiunta di almeno 4 uova intere sgusciate di gallina, per un peso complessivo non inferiore e 200 g per ogni kg di semola e posta in commercio con la denominazione di "pasta all'uovo".
Le paste secche devono presentare per legge la composizione, ai sensi del D.M. 187 2001, riportate in tab 15:

| Tipo e denominazione | Umidità massima % | Ceneri min. (%) | Ceneri max. (%) | Proteine min. (%) (azoto x 5,70) | Acidità massima in gradi |
|---|---|---|---|---|---|
| Pasta di semola di grano duro | 12,50 | - | 0,90 | 10,50 | 4 |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Pasta di semolato di grano duro | 12,50 | 0,90 | 1,35 | 11,50 | 5 |
| Pasta di semola integrale di grano duro | 12,50 | 1,40 | 1,80 | 11,50 | 6 |
| Pasta all'uovo | 12,5 | 0,85 | 1,10 | 12,50 | 5 |

**Tab 15 – Classificazione della pasta ai sensi del DM 187 2001**

In Italia, la pasta è prodotta solo con semola di grano duro, in altri Paesi membri della Comunità europea può contenere anche frumento tenero, da riportare in etichetta della confezione.

## 4.8 La Panificazione

### *4.8.1 Definizioni di legge*

Il pane, secondo la definizione di legge, è il prodotto ottenuto dalla cottura totale o parziale di una parte convenientemente lievitata, preparata con sfarinati di grano, acqua e lievito, con o senza aggiunta di sale comune.
Infatti, la L 580 del 1967 cita cosi:
“Art.14.
1. È denominato "pane" il prodotto ottenuto dalla cottura totale o parziale di una pasta convenientemente lievitata, preparata con sfarinati di grano, acqua e lievito, con o senza aggiunta di sale comune (cloruro di sodio).
2. Il prodotto di cui al comma 1 ottenuto da una cottura parziale, se destinato al consumatore finale deve essere contenuto in imballaggi singolarmente preconfezionati recanti in etichetta le indicazioni previste dalle disposizioni vigenti e, in modo evidente, la denominazione "pane" completata dalla menzione "parzialmente cotto" o altra equivalente, nonché l'avvertenza che il prodotto deve essere consumato previa ulteriore cottura e l'indicazione delle relative modalità della stessa.
3. Nel caso di prodotto surgelato, oltre a quanto previsto dal comma 2, l'etichetta dovrà riportare le indicazioni previste dalla normativa vigente in materia di prodotti alimentari surgelati, nonché la menzione "surgelato".
4. Il pane ottenuto mediante completamento di cottura di pane parzialmente cotto, surgelato o non, deve essere distribuito e messo in vendita, previo confezionamento ed etichettature riportanti le indicazioni previste dalla normativa vigente in materia di prodotti alimentari, in comparti separati dal pane fresco e con le necessarie indicazioni per informare il consumatore sulla natura del prodotto.
5. Per il prodotto non destinato al consumatore finale si applicano le norme stabilite dall'art. 17 del D.Lgs. 27 gennaio 1992, n. 109 (2/d).
Ulteriori dettagli vengono forniti con
Con queste sostanze di base, si ha il “pane comune”; in presenza di altri ingredienti (latte, burro, strutto, semi aromatici, ecc.) si parla di “pani speciali”, per i quali è obbligo l’indicazione degli ingredienti aggiunti in ordine decrescente di quantità presente, riferito al peso. La grande tradizione italiana culinaria evidenzia in ogni regione tipi di pane diversi. Molti hanno avuto il riconoscimento con il marchio DOP o IGP. Sulla base della farina di partenza si hanno pane di tipo 00, 0, di semola di grano duro, pane integrale, pane condito, pane con farine miscelate.
Prodotti alternativi al pane sono il “grissino” a forma di bastoncino, ottenuto dalla cottura di una pasta lievitata, preparata con farina di grano tenero 00 e 0, acqua e lievito, con o senza sale. Sono anche prodotti “grissini speciali” con gli stessi ingredienti del pane speciale. Gli stessi componenti sono impiegati nella produzione dei crackers, nei quali la pasta viene sottoposta a laminazione e sfogliatura, con la formazione di due fogli d’impasto che vengono sovrapposti e pressati. Richiedono più tempo di lievitazione (25-30 ore).

Sebbene esista una notevole diversità tra i vari tipi di pane reperibili in commercio, il pane è il risultato di trasformazioni fisico-chimiche-biologiche riconducibile alle fasi essenziali costituite da:

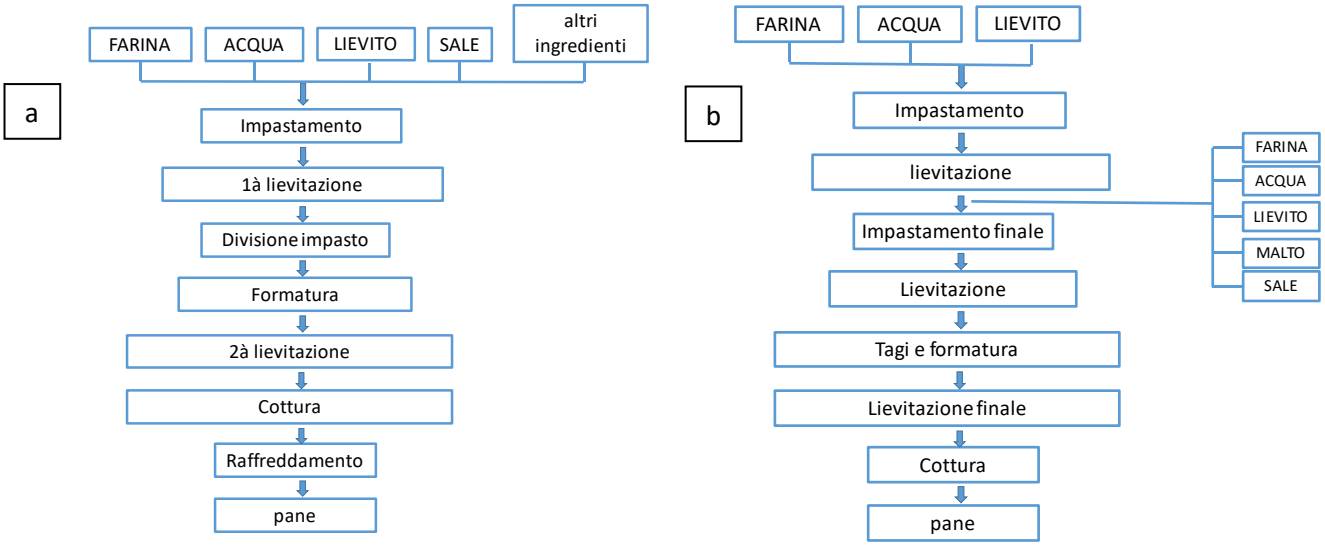
- preparazione dell'impasto,
- lievitazione,
- formatura,
- cottura,
- raffreddamento
- confezionamento.

### *4.8.2 Tipi di panificazione*

La panificazione (processo di produzione del pane) può essere di due tipi (fig 54):

- diretta: se tutti gli ingredienti vengono mescolati in un'unica fase: tradizionale, (Chorleywood Bread Process (CBP), A.D.D. (Activated dough Development), Pasta di riporto
- indiretta se si prepara inizialmente un pre-impasto formato da lievito, farina e acqua chiamato biga: successivamente, dopo una prima lievitazione, vengono aggiunti gli altri ingredienti necessari (con biga, Poolish, Do Maker, Amflow)

**Fig 54 – sistemi di panificazione**




### *4.8.3 Tipi di panificazione*

L'impastamento rappresenta la prima fase di lavorazione del pane, in cui gli ingredienti di base (farina/semola, acqua, lievito, sale) vengono accuratamente mescolati.
L'impasto si ottiene mescolando nell'impastatrice farina setacciata ed acqua in quantità variabile dal 40-65% del peso della farina con l'aggiunta del lievito.
Lievito: Gli agenti della lievitazione sono di tre tipi: lievito chimico, lievito di birra, lievito naturale e pasta acida. Al primo appartengono il bicarbonato di sodio, bicarbonato di ammonio e le polveri lievitate adoperate per la crusca, focacce, biscotti, pane in cassetta e prodotti dolciari.

Il lievito di birra, ottenuto dalla fermentazione della melassa, è composto dal fungo Saccharonyces cerevisiae, noto come lievito compresso e venduto in piccoli pani, di colore bianco o grigio ed odore leggermente acido ed aromatico.
La pasta madre è un metodo di fermentazione alternativo al lievito di birra, qualitativamente migliore, è costituito da un pezzo di pasta del pane lasciato a fermentare e conservato per qualche giorno, da utilizzare le volte successive. Il lievito naturale è composto da batteri lattici, acetici e lieviti, oltre 300 specie diverse. La composizione più eterogenea favorisce la produzione di gradevoli sostanza aromatiche, migliora la conservazione, abbassa l'indice glicemico, evita l'uso di condimenti in quantità eccessiva (i sapori e i profumi sprigionati sono molto intensi da non richiedere sostanze supplementari). Inoltre, il pane a pasta acida, contiene all'interno una viva colonia di batteri lattici che arricchiscono la flora batterica e migliorano le difese immunitarie, in particolare se il pane è molto grande (non raggiunge temperature elevate al centro, le quali uccidono i lieviti e batteri).
Lievitazione
Durante la lavorazione, la farina perde le sue caratteristiche di granulosità, assumendo l'aspetto di un impasto liscio ed omogeneo. In questa fase si ha la formazione di un prodotto viscoelastico, la formazione di nuove strutture ed, allo stesso tempo, l'incorporazione di aria nell'impasto con la formazione di mini-alveoli. Il tempo necessario per avere una omogenea distribuzione dell'acqua nell'impasto dipende dalla granulometria, dalla forza della farina, dal tipo di impastamento, dall'eventuale presenza di altri ingredienti.
La fermentazione per effetto degli agenti lievitanti avviene in momenti diversi, in base al tipo di panificazione, ed avviene anche in momenti diversi: in fase di impastamento, in fase di formatura, in fase di infornamento. I gas che si formano nel corso della fermentazione provocano l'aumento del volume per effetto delle caratteristiche visco-elastiche del glutine che, avendo una struttura a maglie, riesce a trattenerli nell'impasto. Durante la fermentazione si ha la formazione di composti secondari, piu numerosi nel caso di panificazione indiretta, che contribuiscono al gusto ed aroma del pane. L'impasto lievitato viene suddiviso nelle forme e pezzature volute.
Molto importante è la qualità dell'acqua nella lavorazione dell'impasto e sulle caratteristiche organolettiche del pane. L'impiego di acque dolci provoca la formazione di impasti molli e collosi, mentre l'impiego di acque molto dure porta alla formazione di impasti rigidi. Il pH ottimale dell'acqua per l'impasto è tra 5 e 6. Un'acqua alcalina ha una influenza negativa sull'attività dei lieviti e degli enzimi e peggiora la qualità del glutine. Inoltre, la presenza di elementi minerali nell'acqua possono alterare le caratteristiche organolettiche.
Il sale nell'impasto è aggiunto in una dose media del 2% sulla farina, svolge diverse funzioni nel migliorare le caratteristiche organolettiche e la qualità del glutine rendendo più compatto l'impasto e meno appiccicoso. La quantità di cloruro di sodio può variare in base alle caratteristiche delle farine ed ai sistemi di lavorazione. Per esempio, in Toscana è consuetudine non mettere il sale.
I L'aggiunta di grassi, olio, burro, strutto, può migliorare la panificazione sia in fase di impastamento e lievitazione, sia durante la cottura. Si ottiene una maggiore estensibilità

dell'impasto ed una alveatura più regolare. Il prodotto finito si presenta più soffice, omogeneo e conservabile più a lungo e con una crosta di migliore aspetto.
Il processo di panificazione si completa con la cottura in forno a temperatura tra i 120 e 200°C per un tempo variabile, a seconda delle dimensioni del pane. Generalmente, si utilizzano forni a riscaldamento indiretto, dove la sorgente di calore è situata al di fuori della camera del forno, umidificato al fine di evitare la rottura della pellicola superficiale e, quindi, della crosta. Più rari, ormai, sono i forni a legna, presenti in piccoli paesi, che richiedono anche perizia da parte dei fornai.
Con la cottura il pane aumenta di volume fino a quando le proteine del glutine non vengono denaturate per effetto del calore. La formazione della crosta si ha a 100°C per evaporazione superficiale, a 120-140°C la crosta si colora, a 150-170°C si caramellizza con la produzione degli aromi. Dopo la cottura, i pani vanno conservati in luogo asciutto e ventilato affinchè continui l'evaporazione, evitando screpolature o rottura della crosta.

## 5. LE PRINCIPALI NORME DI RIFERIMENTO NEL SETTORE CEREALICOLO

La legislazione di riferimento delle produzioni cerealicole si è ampliata col tempo a tutte le colture e a tutti gli attori della filiera. Quando parliamo di cereali i soggetti coinvolti non sono solamente le industrie di trasformazione che producono gli alimenti che consumiamo o le aziende di stoccaggio (Consorzi, Cooperative, stoccatori privati o impianti portuali), ma a tutti gli effetti anche gli imprenditori agricoli e quindi la produzione primaria.

Di seguito si riporta un elenco della normativa vigente

- Decreto "Fondo grano duro" DM 16 NOVEMBRE 2017 n 4259 recante criteri e le modalità di ripartizione delle risorse del fondo di cui all'art. 23-bis del decreto legge 24 giugno 2016, n. 113, convertito con modificazioni, dalla legge 7 agosto 2016, n. 160.

- Il Decreto ministeriale 9 agosto 2016 del ministero della Salute: revoca di autorizzazioni all'immissione in commercio e modifica delle condizioni d'impiego di prodotti fitosanitari contenenti la sostanza attiva glifosate in attuazione del regolamento di esecuzione (UE) 2016/1313 della Commissione del 1°agosto 2016.

- Decreto Ministeriale 15 aprile 2015: Modifica al decreto 17 ottobre 2013 inerente la disciplina e la procedura applicativa per la comunicazione delle giacenze di cereali e soia detenuti dagli operatori della filiera

- Decreto Del Presidente Della Repubblica 5 marzo 2013, n. 41 - Regolamento recante modifiche al DPR 9 febbraio 2001, n. 187, concernente la revisione della normativa sulla produzione e commercializzazione di sfarinati e paste alimentari

- Decreto Ministeriale 17 dicembre 2013: Disposizioni applicative dell'articolo 12 del decreto del Presidente della Repubblica 9 febbraio 2001, n. 187, concernente la revisione della normativa sulla produzione e commercializzazione di sfarinati e paste alimentari

- Decreto interministeriale n.7535 del 23/12/2013: Il Decreto interministeriale n.7535 del 23/12/2013, concernente le disposizioni applicative di cui all' articolo 12 del DPR 9 febbraio 2001 n. 187, riporta le istruzioni per la rilevazione delle produzioni di sfarinati o paste difformi destinate alla spedizione verso i Paesi dell'Unione europea e/o verso i Paesi contraenti l'accordo sullo spazio economico europeo e/o all'esportazione verso i Paesi extra UE

- Regolamento 252/12/CE della Commissione del 21 marzo 2012 : Stabilisce i metodi di campionamento e di analisi per il controllo ufficiale dei livelli di diossine, PCB diossina-simili e PCB non diossina-simili in alcuni prodotti

alimentari e abroga il Regolamento 1883/06/CE della Commissione del 19 dicembre 2006

- Raccomandazione della Commissione del 15 marzo 2012: Relativa al controllo della presenza di alcaloidi della Claviceps spp. in alimenti e mangimi

- Decisione della Commissione del 22 dicembre 2011: Autorizza l'immissione in commercio di prodotti contenenti, costituiti da o ottenuti a partire da granturco geneticamente modificato Bt11xMIR604xGA21 (SYN-BTØ11-1xSYN-IR6Ø4-5xMON-ØØØ21-9) a norma del Regolamento 1829/2003/CE del Parlamento europeo e del Consiglio del 22 settembre 2003

- Regolamento di esecuzione 844/11/UE della Commissione del 23 agosto 2011:Regolamento che approva i controlli pre-esportazione del Canada sul frumento e la farina di frumento riguardo alla presenza di ocratossina A

- Decisione della Commissione del 17 giugno 2011: Modifica la Decisione 2006/197/CE della Commissione del 3 marzo 2006 per quanto riguarda il rinnovo dell'autorizzazione all'immissione in commercio di mangimi esistenti, prodotti a partire da granturco geneticamente modificato della linea 1507 (DAS-Ø15Ø7-1), in virtù del Regolamento 1829/03/CE del Parlamento europeo e del Consiglio del 22 settembre 2003

- Regolamento di esecuzione 433/11/UE della Commissione del 4 maggio 2011: Modifica l'allegato I del Regolamento 669/09/CE della Commissione del 24 luglio 2009 recante modalità di applicazione del Regolamento 882/04/CE del Parlamento europeo e del Consiglio del 29 aprile 2004 relativo al livello accresciuto di controlli ufficiali sulle importazioni di alcuni mangimi e alimenti di origine non animale

- LEGGE 3 febbraio 2011, n. 4 Disposizioni in materia di etichettatura e di qualita' dei prodotti alimentari. (GU n. 41 del 19-2-2011

- Regolamento 1099/10/UE della Commissione del 26 novembre 2010: Modifica l'allegato I del Regolamento 669/09/CE della Commissione del 24 luglio 2009 recante modalità di applicazione del Regolamento 882/04/CE del Parlamento europeo e del Consiglio del 29 aprile 2004 relativo al livello accresciuto di controlli ufficiali sulle importazioni di alcuni mangimi e alimenti di origine non animale

- Regolamento 165/10/UE della Commissione del 26 febbraio 2010: Modifica per quanto riguarda le aflatossine, del Regolamento 1881/06/CE della Commissione del 19 dicembre 2006 che definisce i tenori massimi di alcuni contaminanti nei prodotti alimentari

- Regolamento 1152/09/CE della Commissione del 27 novembre 2009: Stabilisce condizioni particolari per l'importazione di determinati prodotti alimentari da alcuni paesi terzi a causa del rischio di contaminazione da aflatossine e che abroga la Decisione 2006/504/CE della Commissione del 12 luglio 2006
- Regolamento 1126/07 della Commissione del 28 settembre 2007: Modifica il Regolamento 1881/06/CE della Commissione del 19 dicembre 2006 che definisce i tenori massimi di alcuni contaminanti nei prodotti alimentari per quanto riguarda le Fusarium-tossine nel granoturco e nei prodotti a base di granoturco
- REGOLAMENTO (CE) N. 834/2007 DEL CONSIGLIO, del 28 giugno 2007, relativo alla produzione biologica e all'etichettatura dei prodotti biologici e che abroga il regolamento, (CEE) n. 2092/91
- Decreto del 22 novembre 2007, emanato dal Ministro delle politiche agricole alimentari e forestali di concerto con i Ministri dell'economia e delle finanze e dello sviluppo economico, ha stabilito le "Condizioni di accesso ai finanziamenti agevolati, applicate ai contratti di filiera e di distretto" (di seguito, "D.M. 22.11.2007")
- Rettifica del Regolamento 1924/06/CE del Parlamento europeo e del Consiglio del 20 dicembre 2006: Relativo alle indicazioni nutrizionali e sulla salute fornite sui prodotti alimentari
- Regolamento 1881/06/CE della Commissione del 19 dicembre 2006: Definisce i tenori massimi di alcuni contaminanti nei prodotti alimentari
- Raccomandazione della Commissione 2006/583/CE del 17 agosto 2006: Relativa alla prevenzione e alla riduzione delle Fusarium-tossine in cereali e prodotti derivati
- Regolamento 401/06/CE della Commissione del 23 febbraio 2006: Relativo ai metodi di campionamento e di analisi per il controllo ufficiale dei tenori di micotossine nei prodotti alimentari
- Regolamento 183/05/CE del Parlamento Europeo e del Consiglio del 12 gennaio 2005: Stabilisce requisiti per l'igiene dei mangimi
- Regolamento 852/04/CE del Parlamento Europeo e del Consiglio del 29 aprile 2004: Recante norme sull'igiene dei prodotti alimentari
- Regolamento 882/04/CE del Parlamento Europeo e del Consiglio Europeo del 29 aprile 2004: Relativo ai controlli ufficiali intesi a verificare la conformità alla normativa in materia di mangimi e di alimenti e alle norme sulla salute e sul benessere degli animali
- Regolamento 1829/03/CE del Parlamento Europeo e del Consiglio del 22 settembre 2003: Relativo agli alimenti e ai mangimi geneticamente modificati
- Regolamento 178/02/CE del Parlamento Europeo e del Consiglio del 28 gennaio 2002: Stabilisce i principi e i requisiti generali della legislazione alimentare, istituisce l'Autorità europea per la sicurezza alimentare e fissa procedure nel campo della sicurezza alimentare
- Decreto legislativo del 27 gennaio 1992, n. 109: Attuazione delle Direttive 89/395/CEE del Consiglio del 14 giugno 1989 e 89/396/CEE del Consiglio del 14

giugno 1989 concernenti l'etichettatura, la presentazione e la pubblicità dei prodotti alimentari

- Decreto del Presidente della Repubblica 9 febbraio 2001, n. 187, "Regolamento per la revisione della normativa sulla produzione e commercializzazione di sfarinati e paste alimentari, a norma dell'articolo 50 della legge 22 febbraio 1994, n. 146"
- Legge 4 luglio 1967, n. 580:Disciplina per la lavorazione e commercio dei cereali, degli sfarinati, del pane e delle paste alimentari
- Legge 15 febbraio 1963, n. 281: Disciplina della preparazione e del commercio dei mangimi
- DPR 30 novembre 1998 n. 502 sulla revisione normativa relativa alla lavorazione e commercio del pane.
- Regolamento (CE) n. 852/2004 del Parlamento Europeo e del Consiglio del 29 aprile 2004 sull'igiene dei prodotti alimentari.
- D.L. 01/10/2018: Regolamento Ministeriale pane fresco.

# 6. LA REALTA' CEREALICOLA PUGLIESE

## 6.1 La coltivazione

| Territorio | Barletta-Andria-Trani | Lecce | Brindisi | Taranto | Bari | Foggia | Puglia | | Barletta-Andria-Trani | Lecce | Brindisi | Taranto | Bari | Foggia | Puglia |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | superficie totale - ettari (2017) | | | | | | | | produzione totale - tonn (2017) | | | | | | |
| frumento tenero | 2.400 | | 1.650 | 2.000 | 5.500 | 4.000 | 15.550 | | 4.500 | 0 | 2.900 | 5.000 | 10.800 | 12.000 | 35.200 |
| frumento duro | 18.300 | 20.000 | 18.500 | 10.000 | 36.500 | 240.000 | 343.300 | | 37.500 | 32.000 | 60.000 | 24.000 | 69.500 | 720.000 | 943.000 |
| segale | | | | | | | | | | | | | | | |
| orzo | 1.750 | 3.150 | 1.650 | 2.000 | 7.000 | 6.000 | 21.550 | | 4.100 | 4.725 | 4.620 | 5.000 | 14.000 | 16.800 | 49.245 |
| avena | 900 | 2.850 | 1.800 | 2.000 | 7.500 | 9.000 | 24.050 | | 1.850 | 4.275 | 4.300 | 4.000 | 15.000 | 22.500 | 51.925 |
| mais | | 55 | 90 | | | 700 | 845 | | | | | | | | 0 |
| riso | | | | | | | | | | | | | | | |
| sorgo | | | | | | 100 | 100 | | | | | | | | 0 |
| altri cereali | 160 | | | 20 | 6.000 | | 6.180 | | 360 | 0 | 0 | 40 | 11.500 | 0 | 11.900 |

**Tab 16 – superfici e produzione di cereali in Puglia (Fonte Istat)**

La Puglia rappresenta una delle regioni cerealicole di maggiore importanza a livello nazionale, con una superficie investita di 411.000 ettari, con 63000 aziende agricole, 3300 nel settore industriale, 2367 nel settore terziario (Territorio spa). Trainante è la produzione di frumento duro, condensabile nei seguenti dati:

- La produzione pugliese di frumento duro (943 mila tonn) rappresenta, sempre nel 2017, il 22.2% della produzione nazionale, prima in Italia
- il potenziale produttivo dei 10 stabilimenti che producono pasta alimentare secca in Puglia (14.326 q. li nelle 24 ore), rappresenta poco meno del 10% del potenziale produttivo nazionale, collocando la Puglia al 3° posto tra le regioni italiane dopo Emilia Romagna e Campania.

La realtà regionale è incentrata sul grano duro, trova la sua area di maggiore concentrazione nei territori delle province di Foggia e Bari poste lungo la fascia Bradanica-Capitanata, ove complessivamente vengono coltivati 276 mila dei 343 mila ettari totali. Sono inoltre presenti:

- 42 aziende di stoccaggio grano/sementifici (il 31% del totale regionale) con 252 addetti (il 34% del totale regionale);
- 37 imprese di molitura cereali con 374 addetti (il 73% del totale regionale);
- 88 imprese che producono paste alimentari con 719 addetti (il 48% del totale regionale).

Il numero complessivo degli addetti che operano nella filiera viene stimato in circa 12 mila unità lavorative, di cui 8.000 unità equivalenti a tempo pieno in agricoltura, 2.500 addetti nell'industria e 1.500 nelle attività terziarie.

## 6.2 La geografia della filiera

La distribuzione delle attività di filiera sul territorio regionale è stata analizzata con riferimento agli ultimi dati comunali disponibili. Dalle rappresentazioni cartografiche risultano situazioni marcatamente differenziate in riferimento alle varie fasi della filiera. Infatti, per quanto riguarda la fase agricola, è possibile osservare una forte concentrazione delle superfici coltivate a grano duro nell'area Murgiana e nella Capitanata dove, nella gran parte dei comuni, le aziende che coltivano grano duro superano le 600 unità e la superficie coltivata supera i 10.000 ha. I comuni di Altamura, Gravina in Puglia, Ascoli Satriano, Cerignola, Foggia, Lucera, San Severo rappresentano

quelli di maggior importanza per numero di unità impegnate a concentrazione delle aziende agricole.
Per quanto riguarda le fasi della trasformazione industriale, mentre per l'industria molitoria, gli impianti e gli addetti si concentrano anch'essi nella fascia murgiana e nella Capitanata con particolare riferimento ai comuni di Altamura, Corato, Cerignola e Foggia, tutti con più di cinque impianti e con un numero di addetti maggiore di 35. Orbitano in queste aree gruppi molitori quali: gruppo Casillo, Molino De Sortis, Molino Mininni, semolerie Sacco, Semolificio Loiudice Srl, Moderne Semolerie Italiane Spa, Industria Agroalimentare De Vita Srl, Molino Bongermino s.r.l., Industria Molitoria Mininni Srl, Divella spa, Industria Agroalimentare De Vita Srl.
Relativamente le imprese della panetteria e della pasticceria fresca si presentano in modo diffuso nel territorio regionale.
Per le loro caratteristiche produttive ed il prevalente orientamento delle produzioni verso i mercati locali, la diffusione delle imprese, corrisponde, in modo proporzionale, alle dimensioni demografiche dei comuni.
Il comparto in Puglia è caratterizzato dalla presenza di un numero elevato d'aziende a carattere artigianale, anche di dimensioni piccole, molte delle quali offrono prodotti di pasta fresca e commercializzano nel territorio dove ha sede l'azienda. Si tratta, in genere di piccole unità produttive, a gestione familiare che prevedono il banco vendita e il laboratorio di lavorazione annesso. A queste realtà di tipo "artigianale", si contrappone la presenza di un numero discreto di pastifici di dimensioni medie e grandi che realizzano delle produzioni specializzate su scala industriale. Una parte significativa delle aziende con una forte tradizione e presenti sul mercato da lungo tempo, si caratterizza per un'organizzazione strutturata a filiera e svolge anche attività molitoria, con macinazione di farine e semole utilizzabili, successivamente per la produzione di pasta secca o fresca.
Generalmente, le aziende più strutturate, che hanno acquisito una maggiore capacità organizzativa, adottano tecnologie di lavorazione della pasta alimentare più avanzate, di tipo industriale. Molte di esse sono dotate di moderni impianti di essiccazione, completamente automatizzati, capaci di produrre notevoli quantità di pasta ogni ora.
Nella maggior parte delle imprese caratterizzate da una produzione industriale, anche le fasi di confezionamento, imballaggio e stoccaggio del prodotto in magazzino sono caratterizzate dall'adozione di tecnologie innovative. Le unità produttive specializzate nel settore della pasta alimentare (fresca e secca) sono numericamente tante, qualitativamente di buon livello e con un'offerta produttiva diversificata ed ampia. Molte delle aziende specializzate in Puglia sono di piccole dimensioni per cui risulta difficile operare una selezione ottimale in termini di identificazione delle aziende leader, maggiormente propense all'export. In ogni caso, si segnalano alcune delle imprese più rappresentative del settore, che operano da anni sul mercato, con una tradizione consolidata: Divella, Pastificio Tamma, Pastificio Attilio Mastromauro Granoro srl, Pastificio Riscossa srl.

## 6.3 Le produzioni tipiche

La Puglia si presenta ricca in prodotti tipici derivanti dai cereali, con diversi pani e paste distribuite lungo tutto il territorio.

Come la maggior parte delle Regioni meridionali, diffuso è l'utilizzo della semola per la preparazione dei pani tipici.

Tipico in Puglia è l'uso di altri cereali per la panificazione, quale ad esempio l'orzo, tradizione antichissima che secondo alcune tradizione derivi dai fenici, che permette la produzione delle tipiche frise salentine.

Nel panorama dei prodotti tipici pugliesi, ricompresi nei Prodotti agroalimentari Tradizionali, nei prodotti DOP, nell'Atlante Agroalimentare Regionale, nei presidi slow food.

Di seguito un elenco dei prodotti caratteristici.

**Tab 17 – Elenco dei prodotti agroalimentari Tradizionali della Puglia a base di cereali**

| | | |
|---|---|---|
| Africani | | mandorla riccia di francavilla fontana, cunfietti rizzi, mennuli rizze |
| biscotto di ceglie messapico | | mandorlaccio |
| bocca di dama | | mandorle atterrate |
| buccunottu gallipolino | | mostaccioli |
| Calzoncelli | | mustazzueli 'nnasprati, mustazzòli 'nnasparati, mustazzùeli 'nnasprati, scagliòzzi, castagnole |
| calzone di ischitella | | orecchiette |
| Cartellate | | ostie ripiene |
| Cavatelli | | pane di ascoli satriano |
| dita d'apostoli, oi a nuvola, oi a nnèula, oi a nèmula, oi ncannulati | | pane di grano duro |
| dolcetto della sposa, dolcetto bianco | | pane di laterza |
| dolci di pasta di mandorle (pasta reale) | | pane di monte sant'angelo, pane di monte sant'angelo "li panett" |
| farrata di manfredonia, a farréte | | pasta di grano bruciato |
| focaccia a libro | | pasticciotto |
| friselle di orzo e di grano | | pettole |
| fruttone, barchiglia | | pizza di grano d'india |
| Fusilli | | pizza sfoglia e scannatedda |
| grano dei morti | | pizzelle |
| Intorchiate | | pucce, uliate, pane di semola, pane di orzo |
| Lagane | | ravioli con ricotta |

| | | |
|---|---|---|
| lasagne arrotolate | | rustico leccese |
| Maccaruni | | scaldatelli |
| | | scarcelle |
| | | semola battuta |
| | | taralli |
| | | taralli neri con vincotto |
| | | troccoli |

## 6.4 Le Paste tipiche pugliesi

*Calzoncelli*

Detti anche agnolotti baresi, calzoncieddi o cazune, questi fagottini ripieni sono famosi soprattutto nella versione dolce, particolarmente diffusa durante le feste di Natale, con una farcia a base di castagne, miele, buccia d'arancia e cacao. In realtà, si tratta di una tipologia di raviolo nata dapprima come specialità salata e poi reinterpretata dalle massaie pugliesi nella variante dolce. In origine, i ravioli venivano consumati durante le feste oppure nelle occasioni speciali, come le visite da parte di parenti lontani: in questo caso, venivano fritti nell'olio o nello strutto e poi serviti freddi agli ospiti, come antipasto o merenda. L'impasto è a base di semola e acqua (talvolta con aggiunta di uova) e viene farcito con un composto di ricotta e uova, oppure con carne macinata. Possono essere anche lessati e conditi poi con sughi della tradizione, solitamente ragù di carne.

*Cavatelli*

Nati in Molise, i cavatelli sono stati esportati in Puglia in tempi antichi, tanto da diventare parte del patrimonio gastronomico della regione. È una pasta di semola di grano duro e acqua dalla caratteristica forma allungata che, secondo una teoria, fu inventata sotto il regno di Federico II, anche per soddisfare le esigenze gastronomiche del re. Sono fatti a mano "incavando" – come si dice in dialetto locale – la pasta (talvolta arricchita con patate lesse) con la pressione dell'indice e del medio. In Puglia, vengono preparati con verdure come broccoli o funghi cardoncelli, oppure al sugo.

*Cecatelli*

Semola di grano duro, acqua, sale: sono questi gli ingredienti alla base dei cecatelli, pasta condivisa anche con la Campania, ma nata probabilmente a Lucera, dove viene consumata con rucola e pomodoro, e spesso preparata con farine integrali oppure di orzo o altri cereali. Il nome deriva dal tardo latino caecula, ovvero "anguilla di aspetto filiforme e trasparente", e sta a indicare la forma allungata della pasta che ricorda, appunto, un'anguilla. Un formato che è stato un po' dimenticato nel tempo, ultimamente riportato in auge dai cuochi del territorio più dediti alle tradizioni locali.

.

*Orecchiette*

Formato pugliese per antonomasia, le orecchiette sono tipiche della zona di Bari e risalgono al periodo fra il XII e il XIII secolo. Ogni pezzetto di impasto viene trascinato sulla spianatoia con lo sferre oppure con la punta del dito, fino a ottenere la tipica forma tonda concava, perfetta per accogliere i sughi più ricchi. Ogni provincia, poi, ha i suoi nomi e le sue ricette tipiche: cicateli nel foggiano, chagghiubbi o fenescecchie nel barese, stacchiodde nel leccese. Secondo una delle teorie più accreditate, questa tipologia di pasta trae ispirazione da un prodotto della Francia del Sud, dove venivano preparate con farina di grano duro e vendute secche, ideali per essere conservate a lungo dai marinai durante i loro viaggi. Un tempo, il condimento tradizionale era il ragù di castrato, ma oggi sono le cime di rapa a farla da padrone, anche se esistono anche altre versioni, come quella con il soffritto di acciughe tipica di Conversano. A Taranto, Massafra e Manduria esistono poi le chiancaredde (o recchietedde), delle orecchiette larghe 4 cm e leggermente più piatte di quelle tradizionali, che vengono consumate con cavolo e pancetta oppure sughi di carne. Il nome fa riferimento alle chianche, le pietre per la pavimentazione delle strade e dei giardini dei paesini pugliesi, dalla superficie ruvida proprio come quella della pasta. Nel foggiano, invece, ci sono le pestazzulle (chiamate anche pizzarelle), tirate a mano con forza in modo che il bordo non si sollevi: un'orecchietta meno incavata e più piatta.

*Strascinati*

Non è facile tracciare le origini degli strascinati, termine con cui si intendono diversi tipi di pasta, tutti accomunati dalla pratica di "strascinare" con il dito l'impasto, per ottenere dei pezzi allungati e appiattiti. Una specialità condivisa fra Campania, Basilicata, Calabria e Puglia (dove vengono spesso preparati con grano arso), e che cambia nome a seconda della preparazione. Cavatello se schiacciato con un solo dito, cecatello con due e via dicendo. Possono essere più o meno ampi, con bordi più o meno sollevati, tirati a mano o con strumenti particolari. In Puglia si usa il coltello sferre, col quale si preparano le cuppetiedde (a forma di coppetta), i minchialeddi, tipici di Gallipoli, Parabita, Lecce, Castro e Alezio, i cavatelli lunghi e stretti, e poi quelli salentini, simili ma fatti di farina di grano e orzo.

*Tria*

Fra le più antiche ricette salentine, al centro di un rituale affascinante chiamato "Le Tavole di San Giuseppe", in cui le famiglie benestanti dei vari paesi allestiscono banchetti per i meno abbienti della comunità, spicca la minestra ciceri e tria. Una specialità a base di ceci lessati e pasta tria, conosciuta anche come Massa di San Giuseppe, proprio per il legame con la festa del 19 marzo, un piatto composto da pasta di semola di grano, acqua e frizzuli, ovvero pasta fritta in olio extravergine di oliva. Ma cos'è, esattamente, la tria? Uno dei formati più antichi, già descritto dall'arabo Al-Idrisi nel 1154: "In Sicilia vi è un paese chiamato Trabia, luogo incantevole dotato di acque perenni e di mulini, in questo paese si fabbrica un cibo di farina a forma di fili in quantità tali da rifornire oltre i paesi

della Calabria, quelli dei territori musulmani e cristiani". Nonostante l'associazione con l'isola, la tria in realtà è, in Puglia, l'antica denominazione generica della pasta, come spiega Mastro Barnaba nel "De naturis et proprietatibus alimentorum" del 1338. Citata molto nei trattati arabo-andalusi (prima con il termine arabo fidaws, e poi con il castigliano fideos), la tria viene preparata a partire da una sfoglia sottile, dalla quale si ricavano paste di vari formati e misure a seconda dell'aria di produzione, solitamente molto simili a delle tagliatelle larghe e spesse.

*Troccoli*

Già descritti nelle opere di Bartolomeo Scappi, i troccoli sono un formato presente anche nella Sabina reatina, a Chieti e in Basilicata. In Puglia, si trovano soprattutto nella zona di Foggia, originariamente preparati con il ferro da maccaroni. Oggi, questa pasta simile a quella alla chitarra abruzzese, viene realizzata con uno strumento in legno chiamato torcolo o troccolo. Sugo ideale per questo formato, il ragù del macellaio, un insieme di carni che un tempo il macellaio era solito preparare con gli avanzi del giorno, fra cui erano sempre presenti agnello e maiale.

## 6.5 Pani tipici pugliesi

Riguardo il pane, la Puglia è ricca di varietà di pani tipici, ottenuti fondamentalmente dall'impasto della semola rimacinata di frumento duro, con aggiunta di acqua e lievito madre. La produzione di pane tipico pugliese alimenta una corrente esportativa. Emblematico è il Pane di Altamura DOP, prodotto il cui mercato alimenta una interessante corrente esportativa. Di seguito i pani tipici pugliesi di maggior interesse

*Il pane di Altamura DOP*

Tipico pane di Puglia è quello di Altamura, che oggi vanta il marchio DOP, primo prodotto europeo nel suo genere ad aver ricevuto questo riconoscimento.
L'impasto, che subisce una lievitazione naturale e una cottura a legna, viene preparato con farine di diverse varietà di grano duro:
Appulo, Arcangelo, Duilio, Simeto, rigorosamente prodotte nella regione.

*La puccia salentina.*
Basta andare nel profondo sud per avere un tipo di pane completamente diverso. Siamo nel Salento ed è qui che regna la famosa puccia, un altro tipo di pane dalla forma rotonda e schiacciata del diametro di circa 20-30 centimetri e dalla consistenza più morbida rispetto al pane di Altamura.

*La treccia barese.*

Diffuso, soprattutto nella zona del nord barese, è il cosiddetto pane a treccia. Un gustosissimo e fragrante tipo di pane, caratterizzato da una crosta croccante scura e da una mollica soffice e profumata. In questa zona della Puglia, tutti i forni ne vendono pezzature che vanno dai 250 grammi, i cosiddetti "quartini", fino ai 2 kg.

*Il pane di S. Antonio*

A Molfetta lo chiamano "pane a cuiccio", mentre nelle altre città a nord di Bari viene chiamato il pane di S. Antonio. Si tratta di un pane dalla forma nodosa arrotolata su se stessa, con una crosta chiara e liscia. Il suo richiamo al santo è dovuto al fatto che, nel giorno della festa del santo martire, piccole forme di questo pane vengono benedette durante la messa e regalate dai nonni ai nipotini.

*Il pane di Laterza*

Tipico di Laterza, nel tarantino, è questo pane di sola semola rimacinata, dalla crosta profumata, croccante e spessa almeno 4 mm, tendente al marrone scuro, con una mollica giallo paglierino alta e soffice. Il pane di Laterza veniva preparato con lievito madre, sale, acqua, e una lievitazione lenta, cotto a temperature elevate (300 o 400 °), esclusivamente in forni a legna, pre-riscaldati con legna aromatica: legno di bosco, ulivo o buccia di mandorle, a seconda della stagione.

*Il pane di Monte Sant'Angelo*

Siamo nella parte nord della regione, dove si prepara questo pane fragrante, dalla crosta croccante e priva di rughe e la mollica bianca, una delizia soffice per il palato e dal sapore delicato.

Legato alla tradizione pastorale di questo piccolo centro della provincia di Foggia, veniva prodotto in grandi forme di 5-6 chili e un diametro di 60-70 centimetri. La sua preparazione cominciava il giorno precedente con la preparazione del lievito naturale. Il suo impasto, composto da farina, grano tenero, lievito, acqua e sale, veniva – e viene tutt'ora – fatto lievitare, modellato e lasciato riposare, per poi essere cotto in forno a legna, a 200° per due ore, con lo stesso metodo tradizionale di una volta.

*Il pane di Santeramo*

Il Pane di Santeramo in Colle è un pane di semola rimacinata costituita da una miscela di grani duri. La sua è una tipica una forma attorcigliata con una crosta dorata e croccante che abbraccia una mollica bianca e soffice.

Anche questo pane pugliese viene cotto in forno a legna, preriscaldato con legna di quercia o buccia di mandorla.

Nell’ambito dell’elenco dei Prodotti agroalimentari Tradizionali, vengo riportati diversi derivati dei cereali, di seguito riportati:

# LA FILIERA DELLE LEGUMINOSE DA GRANELLA

## 1. INTRODUZIONE

### 1.1. Definizione e importanza della filiera

Con il termine leguminose da granella vengono incluse un gran numero di generi e specie vegetali di notevole importanza alimentare, in quanto capaci di fornire granella avente un buon contenuto in proteine (dal 20 al 40 %, a seconda dalla specie), tanto da essere denominate piante "proteaginose".

Vengono annoverate fra le leguminose alcune specie con un buon contenuto in grassi, definite proteo-oleaginose (es. soia). La caratteristica dell'elevato contenuto proteico ha determinato la diffusione di tali colture quali importanti fonti proteiche per le diete delle popolazioni, tanto da essere definite "la carne dei poveri".

Le leguminose da granella, escludendo la soia, legume più coltivato al mondo ma considerato una proteoleaginosa, sono presenti in tutto il mondo, dove occupano una superficie di 63 milioni di ettari, in crescita nell'ultimo decennio, con una produzione di circa 65 milioni di t, in aumento sempre nell'ultimo decennio per effetto del miglioramento della resa, pari a 0,8-1 t $ha^{-1}$.

Le leguminose risultano particolarmente estese in Asia, con il 53% della superficie mondiale, dove si concentrano le coltivazioni di ceci, fagioli e lenticchie.

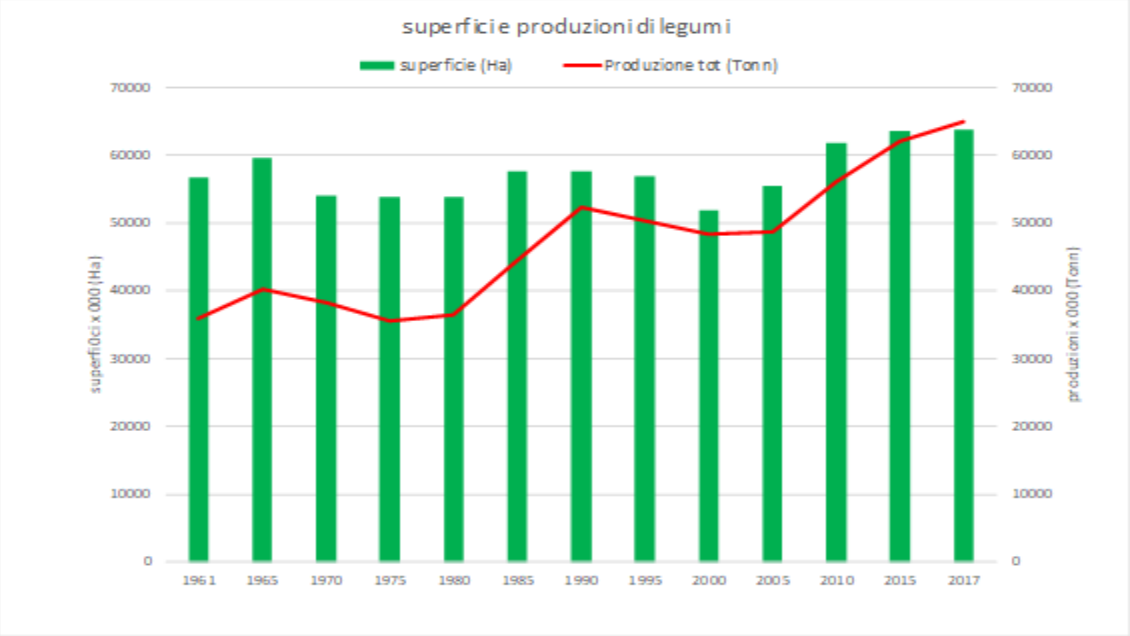
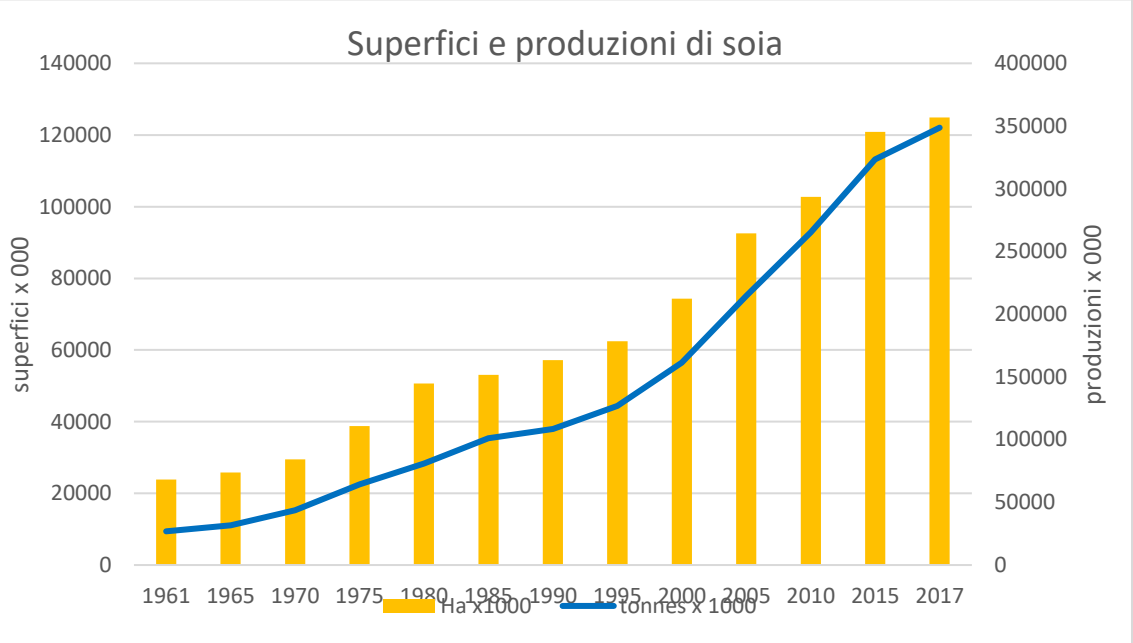



**Fig. 1 – Superfici e produzioni di legumi nel mondo (fonte FAO)**

Come citato sopra, da considerare coltura importantissima la soia, coltura crescita fortemente negli ultimi 40 anni raggiungendo una superficie investita di quasi 130 milioni di ettari, con produzioni di più di 250 milioni di tonnellate

**Fig. 2 – Superfici e produzioni di soia nel mondo dal 1960 ad oggi**



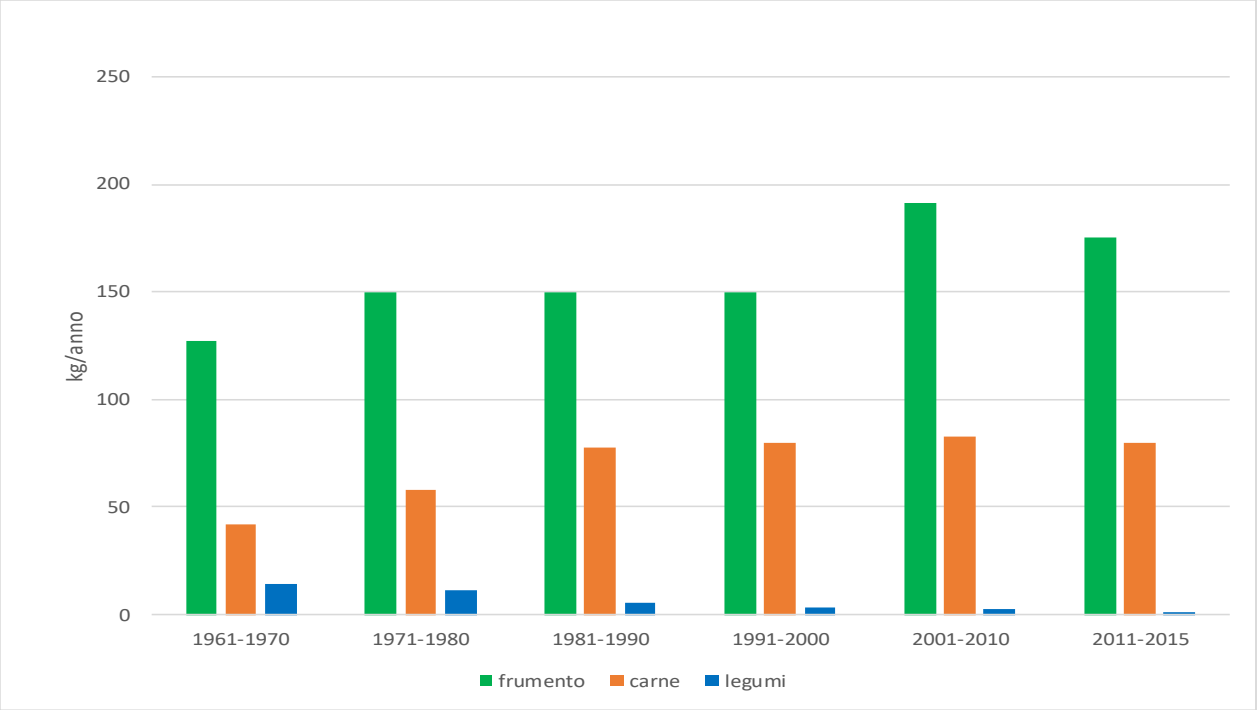

Circa il 40 % della produzione mondiale di legumi è realizzata in 5 Paesi: India, Canada, Myanmar, Brasile e Cina. Tra questi, l'India è in assoluto il più grande produttore con 17 milioni di tonnellate destinate prevalentemente al consumo interno. Il Canada, è il secondo produttore (6 milioni Di Tonn.) ed è il primo esportatore mondiale; Myanmar è un grande produttore ed esportatore; Brasile e Cina producono quasi esclusivamente per il mercato interno. Alle spalle dei 5 Paesi ve ne sono altri 9 (UE, USA, Australia , Russia, Etiopia, Messico, Tanzania, Turchia e Pakistan) la cui produzione è compresa tra 1,0 e 2,5 mil/Tonn., anche tra questi è prevalente l'autoapprovvigionamento ad eccezione di Australia, USA e UE che sono forti esportatori.

| Specie | Produzioni (Milioni di Tonn) | Superfici (milioni di ha) | Zone di produzione |
|---|---|---|---|
| Fagioli | 30,43 | 34,50 | Il 40% della produzione è realizzata in India, Brasile, Myanmar e USA |
| Cece | 17,22 | 17,85 | Il 70% della produzione è realizzata in India |
| Piselli | 13,54 | 7,88 | Il 50% della produzione è realizzata in Canada, Cina, Russia, Australia e USA |
| Lenticchia | 6,38 | 6,12 | Il 77 % della produzione è realizzata in Canada, India, Australia e Turchia |
| Fava | 4,93 | 2,51 | |
| Altri | 4,35 | 5,65 | |

**Tab 1 Produzione e superfici delle principali leguminose**

Nel mondo occidentale, all'inizio del secolo scorso, le guerre e la povertà diedero un notevole impulso alla produzione e al consumo alimentare soprattutto di legumi da granella, in quanto rappresentavano la fonte più accessibile (se non l'unica) di proteine; a partire dal dopoguerra, con l'avvento del benessere economico, il consumo di legumi si è drasticamente ridotto a beneficio di un consumo di alimenti a base di proteine di origine animale.
Ciò ha determinato anche una drastica inversione di tendenza degli equilibri colturali: meno terre destinate alla coltivazione dei legumi, aumento delle colture foraggere per il bestiame, incremento produttivo delle specie di leguminose adatte all'uso zootecnico a discapito delle varietà ad uso umano.
Ad oggi nei paesi industrializzati, i legumi rappresentano il 20-25% della dieta, in quelli in via di sviluppo il 75%.
Simile è stato quanto riscontrato in Italia, ove la coltivazione delle leguminose da granella ha un'antica tradizione nell'agricoltura italiana: coltivazioni quali cece, la lenticchia, la cicerchia e la fava, entravano nei sistemi colturali agricoli meridionali, occupando circa 1 milione di ettari. Con il miglioramento del tenore di vita, con maggior consumo di carne, passato da 42 a 80 kg per persona, una consistente contrazione nel consumo pro-capite, passato da 14,1 kg degli anni 60 a 1,5 del 2015, la modifica della politica comunitaria, orientata al sostegno alla monocoltura granaria, hanno determinato un considerevole riduzione nella coltivazione delle leguminose, passato a poco più di 100 mila ettari.

**Fig. 3 – Evoluzione dei consumi di frumento, carne e legumi nell'ultimo cinquantennio**




La riduzione del consumo di legumi è da addebitarsi ad altri motivi quali:

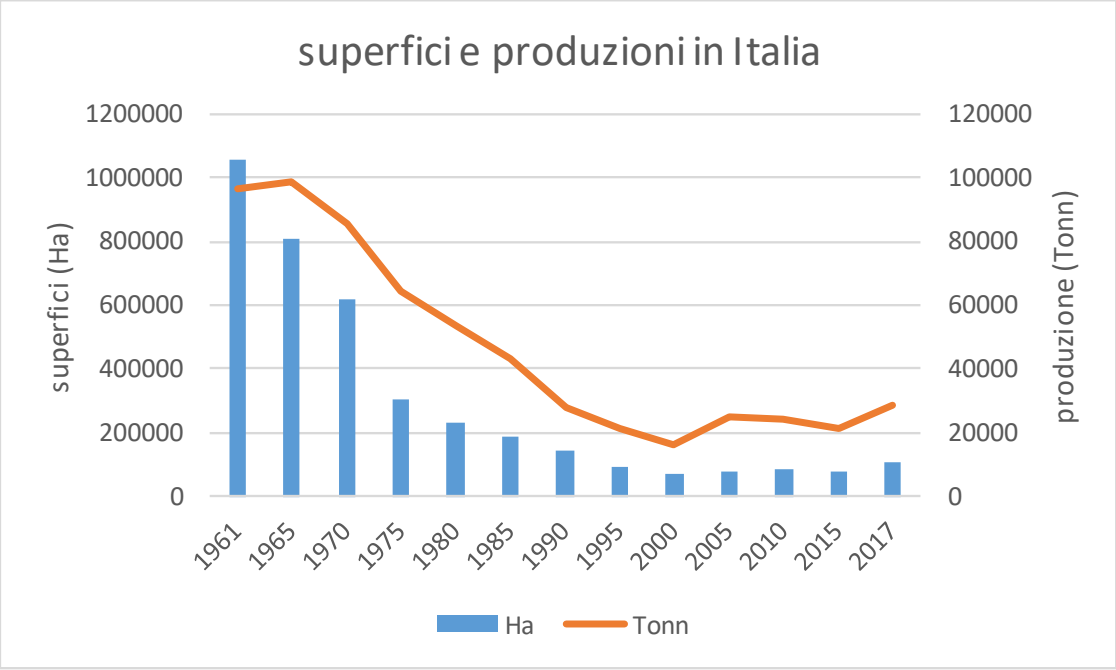
- più basso valore biologico delle proteine limitato dal basso contenuto di aminoacidi solforati, quali cistina e metionina

- presenza di sostanze tossiche e antimetaboliche che richiedono trattamenti preliminari al consumo diretto quali cottura, tostatura e ammollo;

- fastidiosa flatulenza intestinale

Dal punto di vista agronomico, la mancanza di nuove varietà più produttive, idonee alla meccanizzazione e più definite sotto il profilo della qualità della granella, hanno determinato una forte contrazione delle produzioni.

**Fig. 4 – Evoluzione di superfici e produzione a legumi dal 61 ad oggi**




Un trend positivo, in netta controtendenza, viene invece presentato dai legumi trasformati dall'industria in surgelati o appertizzati, comprendenti principalmente fagiolo borlotto e pisello; questo segmento produttivo alimenta una corrente di esportazione che cresce negli anni e si attesta, attualmente, su oltre 200 milioni di euro. Tale filiera produttiva, tutta italiana, è stata favorita da significative innovazione nel comparto varietale, con il rilascio di cultivar a maturazione contemporanea, granella con gli standard richiesti dalle industrie di surgelazione, raccolta in soluzione unica con cantieri di macchine già disponibili.

| Specie | superficie (ha) | Resa (kg/ha) | Produzione tot (Tonn) |
|---|---|---|---|
| Fagioli secchi | 6001 | 1862 | 11176 |
| Fagioli, freschi | 18618 | 8317 | 154851 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| Fave e favette | 51135 | 1814 | 92767 |
| Ceci | 20025 | 1675 | 33541 |
| Lenticchie | 4981 | 735 | 3663 |
| Lupini | 3337 | 1415 | 4721 |
| Piselli secchi | 17046 | 2847 | 48528 |
| Piselli freschi | 15232 | 5639 | 85897 |
| Altri legumi | 1141 | 3758 | 4289 |

**Tab. 2 – Superfici e produzioni di legumi in Italia (fonte FAO, 2017)**

La modifica della politica comunitaria, più attenta agli aspetti agronomico-ambientali, e misure atte ad incentivare la coltivazione delle leguminose, (es aiuti accoppiati, greeneng, EFA) previste anche in alcune misure del Programma di Sviluppo Rurale (es. Biologico, semina su sodo) hanno favorito un incremento di tendenza nella coltivazione delle leguminose, passate da una superficie complessiva di meno di 100 mila ettari all'inizio del 2000 a oltre 105 mila del 2017.

## 2 LE LEGUMINOSE: ASPETTI BIOLOGICI E FISIOLOGICI

Per quando riguarda l'inquadramento tassonomico le seguenti leguminose (cece, lenticchia, cicerchia e fava) vengono classificate come segue:

- Classe: Dicodiledoni
- Ordine: Fabales
- Famiglia: Leguminosae
- Sottofamiglia: Papilionaceae
- Genere: Cicer Specie: Cicer arietinum L. (cece) Genere: Lens Specie: Lens culinaris Medik (lenticchia) Genere: Lathyrus Specie: Lathyrus sativus L. (cicerchia) Genere: Vicia Specie: faba L. (fava)

Le leguminose da granella costituiscono un gruppo di colture abbastanza omogeneo per le caratteristiche botaniche, agronomiche e nutrizionali (Foti, 1982). In riferimento alla modalità di germinazione, le leguminose vengono suddivise in due gruppi: a germinazione epigea (i cotiledoni, durante la germinazione, fuoriescono dal suolo e costituiscono la prima coppia di foglioline visibili dopo l'emergenza.) e a germinazione ipogea (i cotiledoni non fuoriescono dal suolo durante la germinazione, per cui le prime foglioline che si osservano dopo l'emergenza sono foglie vere).

Le principali caratteristiche botaniche comuni sono le seguenti: apparato radicale solitamente fittonante; fusto variabile nella forma, dimensione e colore a seconda dalle specie; foglie composte paripennate o imparipennate, con fogliolina apicale generalmente modificata in cirro o viticcio quando paripennate; fiore zigomorfo, di tipo pentamero, con corolla costituita da un petalo che prevale sugli altri (vessillo o

stendardo), due petali uguali ai suoi lati (le ali) mentre in basso, saldati insieme, ci sono altri due petali che formano la carena; il calice è gamosepalo con apice a 5 denti. Il fiore è bisessuato, con l'androceo costituito da dieci stami (9 uniti per i filamenti + 1 libero) mentre il gineceo consta di un solo carpello e può contenere da 1 a 10 ovuli.

**Fig. 5 – aspetti morfologici delle radici, foglie e fiori dei legumi**

**Fig. 6 – Baccelli e semi tipici delle leguminose (fava)**

Il frutto è il legume o baccello (da cui la denominazione di questo gruppo di piante) che può avere forme e dimensioni molto diverse ed è costituito da due valve saldate e nel cui interno si trovano, aderenti, i semi. Le diverse specie possono presentare frutti indeiscenti o deiscenti. I semi variano moltissimo per forma, dimensione e colore.

Tutte le leguminose sono dicotiledoni: infatti, nel seme l'albume manca e l'embrione è costituito da due cotiledoni che rappresentano il sito in cui si accumulano tutte le sostanze di riserva. Tutte le leguminose hanno la capacità di stabilire un rapporto di simbiosi con microrganismi batterici azoto-fissatori che si insediano, attraverso la formazione di noduli, sulle radici delle specie leguminose affini. Grazie a questa simbiosi di tipo mutualistico i batteri procurano azoto alle piante, fissandolo dall'atmosfera e ricevendo, in cambio, gli zuccheri fotosintetizzati necessari ai loro processi vitali. Il processo attraverso il quale i batteri appartenenti alla famiglia delle Rizhobiaceae penetrano all'interno delle radici delle leguminose e provocano la formazione dei noduli radicali, entro cui fissano l'azoto atmosferico, è chiamato "nodulazione" (Bazzicalupo et al. 2001). E' per questo motivo che le piante leguminose non richiedono concimazioni azotate.

**Fig. 7 – Noduli radicali**

## 3. LE PRINCIPALI LEGUMINOSE COLTIVATE

### 3.1 Cece (Cicer arietinum L.)

È una pianta erbacea annuale che sviluppa un apparato radicale di tipo fittonante, piuttosto profondo, con ramificazioni laterali fin dalla base; lo stelo presenta prevalentemente portamento eretto, anche se alcune varietà possono avere portamento semi-eretto (poche ramificazioni laterali) e semiprostrato (abbondanti ramificazioni laterali).

**Fig. 8 – pianta e semi di ceci**

Questa leguminosa raggiunge altezze variabili, secondo la varietà, da 20-45 cm fino a 80-100 cm, ma che raramente supera i 0,50-0,60 m. Gli steli, diritti o flessuosi, presentano sezione circolare che qualche volta si ramifica dalla base. Tutta la pianta si presenta

densamente pubescente: infatti, ad eccezione della corolla, tutti gli organi risultano costituiti da peli ghiandolari.

Le foglie sono composte, imparipennate, in genere costituite da 11-17 foglioline inserite sul rachide grazie ad un piccolo picciolo; il numero più basso di foglioline si trova nelle foglie più basse. Le foglioline sono lunghe 50-60 mm, si presentano oblungo ovate od ellittiche, a margine denticolato spesso irregolarmente, con pagina inferiore costoluta e pubescente. La disposizione lungo lo stelo segue una fillotassi alterna. Il fiore è tipicamente papilionaceo, generalmente di colore bianco e portato da racemi ascellari formati da 1, raramente 2 fiori; in cece normalmente sono frequenti i racemi con un solo fiore. Il frutto è un legume (20-30 mm di lunghezza), con baccello acuminato, rigonfio, dalla forma romboide ellissoide e pubescente; dei 2-4 ovuli, soltanto 1-2 si sviluppano in seme. Questi ultimi si presentano ovati, lisci o rugosi, globulari o rostrati ("a testa d'ariete"), con dimensione e colore variabili in funzione del genotipo (peso dei 1000 semi compreso tra 100 e 600 g, con colore che va dal nero, marrone, arancio, giallo e fino al bianco e verde).

**Fig. 9 – diverse tipologie di seme di cece**

Il cece è caratterizzato da accrescimento indeterminato e la fioritura prosegue anche dopo l'allegagione ed il primo sviluppo dei baccelli. Esistono due tipologie fondamentali in cui vengono distinte le varietà di cece:

- macrosperma o Kabuli (o garbanzo): taglia elevata, portamento tendenzialmente eretto, fiore bianco, seme grande (>300 mg), tondeggiante, generalmente di color crema;
- microsperma o Desi (o bengal gram): taglia inferiore al primo, portamento semiprostrato, fiori pigmentati, seme piccolo (170-300 mg), angoloso, di diversi colori. In Italia sono coltivati esclusivamente i ceci del tipo Kabuli mentre sono poco conosciuti i ceci del tipo Desi

Il ciclo biologico del cece può durare da 4 a 6 mesi a seconda dell'epoca di semina, che nei nostri areali va da gennaio a marzo, al fine di ridurre l'incidenza degli attacchi di "rabbia" (Ascochyta rabiei)

Si interrano i semi a 3-4 cm di profondità in file distanti 40 cm, sulla fila si lasciano 3-5 cm tra le piante. Nelle zone mediterranee di solito fiorisce in primavera. L'accrescimento del cece può essere diviso in quattro fasi fenologiche principali: germinazione ed emergenza, accrescimento delle piantine, fioritura ed allegagione, maturazione (Casini, 1994).

La raccolta dei ceci si realizza in agosto, allorché la pianta risulta completamente secca. Sistemi di coltivazioni su piccole superfici prevedono l'estirpazione della pianta, loro essiccazione e successiva sgranatura dei baccelli.

Su grandi superfici si interviene in un solo momento con la mietitrebbia. In media un ettaro di coltura produce da 10 a 30 qli $ha^{-1}$

## 3.2 Lenticchia (Lens culinaris Medik)

La lenticchia è una delle piante più anticamente coltivate dall'uomo. Ha ciclo annuale con stelo ramificato, da cui l'aspetto cespuglioso, pubescente e più o meno pigmentato, soprattutto alla base, a portamento eretto o semi-prostrato; la pianta è alta da 15 a 75 cm. L'apparato radicale è fittonante, di modesto sviluppo, con radici 8 sottili, fibrose, più o meno superficiali, con moderato potere penetrante. Sulle radici si sviluppano piccoli tubercoli dalla forma allungata. Le foglie sono composte, alterne, paripennate, lunghe 40-50 mm con 8-18 foglioline ovali, munite di cirri terminali; le foglie più basse sono mucronate, quelle più alte hanno un viticcio semplice o, raramente, ramificato. I fiori sono piccoli, prevalentemente bianchi, con leggere venature di colore blu-violetto sullo stendardo; sono riuniti in infiorescenze costituite da piccoli racemi ascellari (1-4 fiori). La fecondazione è di norma autogama. Il legume è generalmente appiattito, corto e largo, glabro, rostrato, contenente 1-2 semi tondi, anch'essi piatti (tipicamente lenticolari), compresi tra 2 e 9 mm di diametro e di colore variabile dal verdognolo al

rosso mattone, al bruno scuro, al nero. Le lenticchie coltivate sono state suddivise da Balurina in due sottospecie:

- ssp. macrosperma: presenta baccelli grandi, piatti (lunghezza 15-20 mm, larghezza 7-8 mm), semi grossi (6-9 mm di diametro) e appiattiti, fiori grandi (lunghezza 7-8 mm), bianchi uniformi o con venature blu, più raramente bluchiaro, riuniti in grappoli di 2-3 fiori; i denti del calice sono più lunghi della corolla; l'altezza della pianta varia da 25 a 75 cm.

- ssp. Microsperma: presenta baccelli piccoli (lunghezza 6-15 mm, larghezza 3,5-7 mm),

**Fig. 10 – Pianta di lenticchia a diversi stadi diverse tipologie di seme di cece**

semi piccoli o di media dimensione (3-6 mm di diametro), fiori piccoli (lunghezza 5-7 mm) di colore violetto, blu, blu chiaro, bianco o rosa, riuniti in grappoli di 1-4 fiori. L' altezza delle piante varia da 15 a 35 cm.

**Fig. 11 – Tipologie diverse di lenticchia**

La lenticchia è una pianta annuale con un ciclo biologico di durata variabile da 3-4 mesi a 5-6 in rapporto all'epoca di semina (rispettivamente primaverile o autunnale).
L'epoca di semina più opportuna varia da dicembre a marzo, in relazione alla tipologia di terreno e grado di infestazione dello stesso.

Dove non c'è rischio di ritorni di freddo le semine anticipate sono preferibili per sfuggire alla siccità. Il seme va posto ad una profondità di 3/5 cm a seconda della grandezza. Generalmente vengono effettuate semine più profonde per limitare i danni di uccelli e altri predatori. La variabilità delle condizioni di coltivazione non permettono indicazioni standard per l'investimento che orientativamente può essere calcolato in almeno 300 semi germinabili a $m^2$. Questa quantità corrisponde a circa 60-80 $kgha^{-1}$ di seme piccolo e a 120 -150 kg $ha^{-1}$ di seme grande.

**Fig. 12 – semina delle lenticchie**

La semina comunemente effettuata prevede l'uso di una seminatrice da grano a 24 cm che però non consente alcun intervento di sarchiatura. Consigliabile la semina a righe con file sufficientemente distanti per garantire almeno una sarchiatura meccanica, altrimenti il controllo delle malerbe risulterà un fattore limitante.

### 3.3 Cicerchia (Lathyrus sativus L.)

La cicerchia è una pianta originaria dell'Europa meridionale e del Medio Oriente. È una leguminosa di limitata importanza e limitata diffusione. La coltivazione è limitata a poche decine di ettari per la produzione della granella, utilizzata per l'alimentazione umana e per la preparazione di piatti tipici locali. La diffusione di questo legume, abbastanza rustico e facile da coltivare, trova il limite nelle proprietà antinutrizionali dovuti all'elevato contenuto di una neurotossina denominata acido 3-(N-oxalyl)-L-2,3-diaminopropionico (ODAP) che, se assunta per tempi lunghi ed in dosi elevate, può generare una malattia denominata "latirismo" e che si manifesta con paralisi degli arti inferiori.

**Fig. 12 – Piante di cicerchie a diversi stadi**

La cicerchia è una pianta erbacea annuale, abbastanza ramificata alla base, a portamento sub-eretto o semiprostrato, con altezza compresa tra 30 cm e 70 cm.
Le radici presentano numerosi tubercoli radicali cilindrici riuniti in grappoli. Le foglie sono alterne, con picciolo fortemente alato e formate da una o due paia di foglioline opposte e con cirri semplici o ramificati. Le foglioline sono sessili, ascellari, portati da un lungo e sottile pedicello; la corolla può assumere colorazioni (o screziature di colore) diverse: bianco, rosato, rosso, azzurro. Gli stami sono allogama ed il baccello è oblungo (30-50 mm di lunghezza), glabro, brevemente rostrato, con margine superiore provvisto di 2 ali, di forma appiattita ma rigonfio in corrispondenza dei semi, portati in numero di 2-5; i semi sono cuneiformi, angolosi (4-7 mm di diametro) e con colorazione che varia dal biancastro, al marrone, al grigiastro, al giallo-crema. Il peso dei 1000 semi è variabile dai 200 ai 400 g.
La cicerchia è una pianta molto rustica, a semina solitamente autunnale; il ciclo biologico si aggira intorno ai 6 mesi. La germinazione è ipogea e la fioritura e la maturazione sono scalari. La cicerchia svolge un ruolo importante come prodotto di nicchia nell'agricoltura marginale degli ambienti meridionali, grazie alla sua forte adattabilità a sfavorevoli condizioni ambientali. Diverse sperimentazioni hanno dimostrato la capacità di questa specie di leguminosa a raggiungere buone produzioni nelle aree interne del sud Italia (De Falco e Landi, 2005).

**Fig. 13 – Semi di cicerchie**

Le modalità di semina rispecchiano quelle delle altre leguminose, adottando distanze fra le file di 35-40 cm per favorire le sarchiature. In alcuni casi, per favorire la raccolta meccanica, si effettuano consociazioni con alcune graminacee (es. avena) per favorire il portamento eretto della coltura.

### 3.4 Fava (Vicia faba L.)

La fava è una pianta a ciclo annuale, presenta una radice fittonante con numerose ramificazioni laterali, più abbondanti nella porzione più superficiale, le più piccole delle quali sono ricche di noduli lobati. Lo stelo principale è eretto, cavo, a sezione

quadrangolare, con spigoli rilevati. In genere sono presenti anche steli secondari, che partono dalla base in numero variabile a seconda della varietà, delle condizioni pedoclimatiche, e della tecnica colturale. L'accrescimento della pianta è indeterminato raggiungendo, a maturazione, i 100 cm anche se, in condizioni molto favorevoli, può superare i 150 cm. Le foglie sono alterne, paripennate, con 3-6 foglioline di forma ellittica od ovale più o meno mucronate, generalmente glabre, di colore verde-glauco-cenerognolo; I fiori sono riuniti in racemi ascellari portanti in media 4-6 fiori;
Il baccello è allungato, cilindrico e appiattito, rigonfio sopra i semi, a forma di cuneo alla base e di lunghezza variabile; racchiude solitamente 2-5 semi. I semi si presentano variabili nella forma, dimensione e colore, per cui è possibile riscontrare semi di forma rotondeggiante o appiattita, di colore marrone scuro o chiaro, di colore verde, rossastro, beige o nero.
L' ilo è strettamente allungato e disposto sul lato corto mentre i cotiledoni presentano una colorazione gialla. La dimensione dei semi consente di distinguere i diversi tipi botanici:

- minor (peso di 1000 semi inferiore ai 700 g),
- equina (peso di 1000 semi compreso tra 700 e 1000 g),
- major (peso di 1000 semi superiore a 1000 g).

Il ciclo biologico della fava ha una durata molto variabile che va dai 3 agli 8 mesi, a seconda dell'epoca di semina e delle condizioni ambientali. La germinazione raggiunge l'optimum a 20°C; essa avviene con il rigonfiamento del seme e la fuoriuscita della radichetta verso la quale vengono mobilitate le riserve; tale germinazione è ipogea, poiché i cotiledoni rimangono sotto terra e solo la piumetta emerge dal terreno.

**Fig. 14 – da sinistra a destra: V. faba maior, V. faba maior, V. faba equina, V. faba minor**

Nelle prime fasi del ciclo, l'apparato radicale si sviluppa più velocemente della parte aerea. La fioritura ha una durata di 20-40 giorni in rapporto al genotipo, alla tecnica colturale e all'ambiente. La fava è una specie in grado sia di auto fecondarsi che allogama, cioè è in grado di essere impollinata da altre piante. Questo aspetto è importante per indirizzare la scelta varietale, con preferenza, nelle semine precoci, di varietà a fecondazione autogama.
La fava è una pianta microterma, cioè ha limitate esigenze di temperatura per germinare e fiorire; essa rifugge da forti calori e dalla siccità ma ha una limitata resistenza al freddo. Le condizioni più favorevoli al buon esito della coltura sono le piogge ben distribuite durante il ciclo colturale; essa predilige inverni miti con lievi escursioni termiche e temperature non molto rigide, soprattutto nella fase di fioritura – allegazione. Il limite vitale per la pianta si aggira intorno ai -6 °C, anche se alcune varietà di favino resistono fino ai – 15 °C. Molto dannose sono le gelate tardive e gli abbassamenti di temperatura dopo la fioritura, che causano una notevole cascola di fiori e baccelli. La fava richiede terreni fertili, cresce bene nei terreni a grana media o medio – argillosa. La coltura trova le condizioni ottimali nei terreni profondi, ben strutturati, con elevata capacità di ritenzione idrica ed in grado di consentire l'approfondimento dell'apparato radicale. Le esigenze idriche sono modeste fino al momento della fioritura; sono notevoli invece all' allegagione e all' ingrossamento dei baccelli, in cui è richiesta una sufficiente umidità del terreno.

## 4 CARATTERISTICHE NUTRIZIONALI DEI LEGUMI

I legumi sono importanti per l'alimentazione umana soprattutto perché sono tra i vegetali più ricchi di proteine (le proteine sono alla base del metabolismo cellulare di ogni organismo vivente e sono costituite da una serie di amminoacidi), con un contenuto medio doppio rispetto ai cereali, tre volte il riso e più delle stesse carni ma di qualità inferiore; secondo i nutrizionisti sono prodotti vegetali che possono rappresentare una valida alternativa a carne, pesce, uova e latte.

Consumati insieme ai cereali, l'organismo umano riceve un apporto proteico corretto con un introito di amminoacidi essenziali quasi completo, fatta eccezione gli amminoacidi solforati. Le proteine presenti nei semi appartengono essenzialmente a due classi: globuline (80%) ed albumine (20%).

Fra le caratteristiche di interesse, i legumi hanno un bassissimo contenuto di grassi insaturi (2-4%). Interessante è la presenza di lecitina, composto chimico costituito da una miscela di fosfolipidi, con caratteristiche positive quale importante antagonista naturale del colesterolo.

| Legumi | Acqua | Proteine | lipidi | Amido | Zuccheri | Fibra insolubile | Fibra solubile | Energia (kcal) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Ceci secchi, crudi | 10,3 | 20,9 | 6,3 | 39,3 | 3,7 | 12,45 | 1,13 | 316 |
| Ceci secchi, cotti | 63,6 | 7 | 2,4 | 16 | 1,3 | 5,29 | 0,47 | 120 |
| Ceci secchi, in scatola | 68 | 6,7 | 2,3 | 11,7 | 1 | 5,30 | 0,40 | 100 |
| Fagioli borlotti freschi, crudi | 60,8 | 10,2 | 0,8 | 19,5 | 1,2 | 3,93 | 0,91 | 133 |
| Fagioli borlotti freschi, cotti | 78,9 | 5,7 | 0,5 | 9,7 | 0,5 | 3,62 | 0,60 | 69 |
| Fagioli borlotti secchi, crudi | 10,3 | 20,2 | 2 | 40,2 | 3,5 | 15,71 | 1,54 | 278 |
| Fagioli borlotti secchi, cotti | 70,2 | 6,9 | 0,4 | 14 | 1 | 6,28 | 0,61 | 93 |
| Fagioli borlotti secchi, in scatola | 71,9 | 6,7 | 0,5 | 13,5 | 1 | 4,58 | 0,90 | 91 |
| Fagioli cannellini secchi, crudi | 10 | 23,4 | 1,6 | 38,7 | 2,9 | 15,25 | 2,30 | 279 |
| Fagioli cannellini secchi, cotti | 69,3 | 8 | 0,4 | 13 | 0,6 | 6,76 | 1,02 | 91 |
| Fagioli cannellini secchi, in scatola | 76,7 | 6 | 0,6 | 11,1 | 0,3 | 3,71 | 1,13 | 76 |
| Fave fresche | 83,9 | 5,2 | 0,4 | 2,1 | 2,2 | 4,45 | 0,52 | 41 |
| Fave secche, crude | 10,2 | 21,3 | 3 | 43,9 | 4,5 | 20 | 1,10 | 310 |
| Lenticchie secche, crude | 11,2 | 22,7 | 1 | 44,8 | 1,8 | 12,91 | 0,92 | 291 |
| Lenticchie secche, cotte | 69,7 | 6,9 | 0,4 | 13,5 | 0,7 | 7,74 | 0,53 | 92 |
| Lenticchie secche, in scatola | 75,1 | 5 | 0,5 | 13,4 | 0,7 | 3,79 | 0,36 | 82 |
| Piselli freschi, crudi | 79,4 | 5,5 | 0,6 | 4,0 | 2,3 | 5,80 | 0,45 | 53 |
| Piselli secchi, crudi | 13 | 21,7 | 2 | 41,2 | 2,9 | 14,45 | 1,25 | 286 |
| Piselli in scatola | 77,9 | 5,3 | 0,6 | 6,5 | 3,9 | 4,60 | 0,52 | 68 |

**Tab. 3 – Contenuto in nutrienti e valore energetico dei legumi crudi e trasformati**

La composizione dei legumi risulta alquanto completa per un'elevata quantità di amido che costituisce una buona fonte energetica. Inoltre è presente una discreta quantità di fibre alimentari sia insolubili, capaci di regolare le funzioni intestinali, che solubili, in

grado di controllare il livello di glucosio nel sangue. Inoltre, le quantità di vitamine (gruppo B), di ferro, di calcio e di potassio sono tra le più alte tra tutti gli altri vegetali.
I carboidrati complessi dei legumi, hanno interessanti effetti sulla salute per una serie di aspetti:

- un basso indice glicemico (uno dei più bassi tra gli alimenti ricchi in carboidrati) che significa un basso livello di glucosio nel sangue dopo un pasto
- un effetto protettivo verso il cancro del colon per l'effetto positivo dei derivati della fermentazione dei carboidrati dei legumi
- il controllo del transito intestinale degli alimenti con conseguente controllo dell'obesità
- effetto positivo sul abbassamento del colesterolo nel sangue

| Alimento | Indice glicemico | | Alimento | Indice glicemico |
|---|---|---|---|---|
| **Zuccheri semplici** | | | **Legumi secchi** | |
| glucosio | 100 | | Fagioli | 30 ± 6 |
| fruttosio | | | Fagioli in scatola | 40 ± 3 |
| maltosio | 105 ± 12 | | Fagiolini dall'occhio | 43 ± 12 |
| saccarosio | 59 ± 10 | | Ceci | 34 ± 2 |
| **Cereali** | | | Ceci in scatola | 43 ± 1 |
| Pane bianco | 69 ± 5 | | Soia | 15 ± 5 |
| Pane integrale | 72 ± 6 | | Piselli | 47 ± 3 |
| Riso bianco | 72 ± 9 | | Lenticchie | 29 ± 3 |
| Riso scuro | 66 ± 5 | | Lenticchie in scatola | 54 ± 3 |
| spaghetti | 50 ± 8 | | **Frutta** | |
| Spaghetti integrali | 42 ± 4 | | Mele | 39 ± 3 |
| All bran | 51 ± 5 | | Banane | 62 ± 9 |
| Cornflakes | 80 ± 6 | | Arance | 40 ± 3 |
| **Vegetali** | | | **Prodotti lattiero caseari** | |
| Fave fresche | 79 ± 16 | | Latte scremato | 32 ± 5 |
| Piselli surgelati | 51 ± 6 | | Latte intero | 34 ± 6 |
| Carote | 92 ± 20 | | Ice cream | 36 ± 8 |
| Patate bollite | 58 ± 2 | | Yogurt | 36 ± 4 |
| Patate novelle | 70 ± 8 | | | |
| Patate fritte | 78 ± 5 | | | |

**Tab. 4 – Valori di indice glicemico dei diversi alimenti, crudi e sottoposti a cottura**

Il consumo dei legumi trova dei limiti per la presenza di composti con alcune funzioni anti-nutrizionali; tra queste citiamo in primis quella antitriptica ed atiamilasica; durante la digestione dei legumi è infatti possibile osservare una riduzione significativa dell'efficacia digestiva verso le proteine (fino al 40% per inibizione della tripsina e della chimotripsina) e di quella verso gli amidi (inibizione delle amilasi)

Gli elementi anti-nutrizionali possono essere inattivati attraverso un accurato trattamento termico, pertanto la cottura determina un miglioramento delle proprietà nutrizionali dei legumi.
Nei semi delle leguminose sono anche presenti alcune molecole chelanti che ostacolano l'assorbimento dei minerali, riducendone la loro biodisponibilità
Ulteriori problemi possono riguardare il consumo specifico di fave e piselli da parte dei soggetti affetti da favismo. Essa è dovuta alla presenza nei cotiledoni di questi legumi di due glucosidi, la vicina e la covicina, che nei soggetti affetti da favismo registra un deficit di un enzima implicato nella via biogenetica dei pentoso-fosfati, la glucosio-6-fosfato deidrogenasi (G6PD): la carenza dell'enzima comporta gravi conseguenze a livello degli eritrociti (globuli rossi), poiché il G6DP risulta essenziale per il corretto funzionamento e la sopravvivenza degli stessi.
Il contenuto proteico dei legumi si riferisce allo stato secco; con la cottura si reidratano triplicando il loro peso. Pertanto, i valori nutrizionali si diluiscono di conseguenza.

## 5 LE LEGUMINOSE IN PUGLIA

La coltivazione delle leguminose in Puglia è estesa su una superficie di 13.447 ettari, con una produzione di 310mila tonnellate fra prodotto fresco e secco.

La coltivazione di leguminose e concentrata per più di 9 mila ettari nelle province di Bari e Foggia, ove molto diffuso è l'utilizzo delle leguminose, in particolar modo la fava, negli avvicendamenti con cereali. Ridotte invece sono le superfici presenti nelle province di Taranto e Lecce.

| Territorio | Barletta-Andria-Trani | Lecce | Brindisi | Taranto | Bari | Foggia | Puglia | | Barletta-Andria-Trani | Lecce | Brindisi | Taranto | Bari | Foggia | Puglia |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | superficie totale - ettari (2017) | | | | | | | | produzione totale - tonn (2017) | | | | | | |
| pisello in serra | | | | | | | | | | | | | | | |
| pisello in piena aria | 235 | 85 | 150 | 10 | 720 | 100 | 1.300 | | 35.000 | 4.300 | 3.000 | 800 | 12.900 | 3.500 | 59.500 |
| pisello proteico | 120 | | 30 | 60 | 280 | | 490 | | 2.500 | | 600 | 900 | 4.000 | | 8.000 |
| pisello da granella | 160 | 35 | 120 | | 260 | 100 | 675 | | 2.000 | 475 | 1.800 | | 2.450 | 2.000 | 8.725 |
| fagiolo e fagiolino in | 50 | 95 | 250 | 20 | 320 | 200 | 935 | | 4.150 | 11.875 | 22.000 | 1.600 | 18.500 | 13.000 | 71.125 |
| fagiolo | 30 | 35 | 75 | | 130 | 100 | 370 | | 352 | 495 | 1.200 | | 2.800 | 2.000 | 6.847 |
| fava da granella | 1.200 | 55 | 340 | 300 | 1.550 | 3.000 | 6.445 | | 14.500 | 1.925 | 6.000 | 3.900 | 15.000 | 60.000 | 101.325 |
| fava fresca in piena a | 50 | 60 | 340 | 10 | 380 | 90 | 930 | | 3.700 | 2.700 | 8.500 | 1.200 | 3.850 | 3.600 | 23.550 |
| lenticchia | 80 | 12 | | | 350 | 40 | 482 | | 900 | 170 | | | 2.800 | 720 | 4.590 |
| cece | 60 | 30 | 200 | 30 | 600 | 900 | 1.820 | | 700 | 450 | 2.500 | 450 | 4.850 | 18.000 | 26.950 |
| **Totale** | **1.985** | **407** | **1.505** | **430** | **4.590** | **4.530** | **13.447** | | **63.802** | **22.390** | **45.600** | **8.850** | **67.150** | **102.820** | **310.612** |

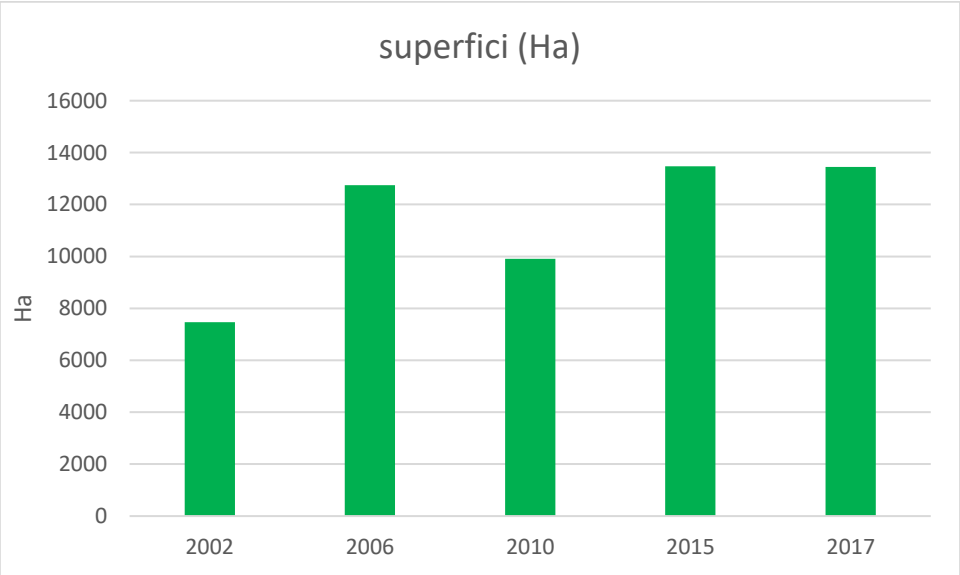
**Tab. 5 – Superfici e produzioni di legumi in Puglia e nelle province**

Prendendo in considerazione le singole leguminose, la fava (include anche favino e favetta) risulta essere quella prevalente, coprendo quasi il 50% del totale delle leguminose, mentre il cece e il pisello fresco presentano superfici significative e pari rispettivamente a 1820 e 1300 ettari.

Negli ultimi anni un certo sviluppo nella coltivazione delle leguminose è stato registrato, con incremento delle superfici, aspetto dovuto a diversi aspetti:

- necessità di trovare alternative negli avvicendamenti con frumento
- domanda di proteine vegetali nelle diete umane, meno propense al consumo di carne
- valorizzazione di leguminose tipiche

**Fig. 14 – da sinistra a destra: V. faba maior, V. faba maior, V. faba equina, V. faba minor**



Diverse infatti sono le iniziative finalizzate alla valorizzazione delle leguminose locali.
Ad esempio la fava di Carpino, legume diventato presidio Slow Food, il cece di Cassano, anche esso Presidio Slow Food e legume per la quale e in corso una Denominazione Comunale. Alcuni Legumi fanno parte delle leguminose oggetto di salvaguardia, per il quale sono attivi programmi di salvaguardia, con la creazione di “agricoltori custodi”. Essi sono:
- Lenticchia di Altamura, Lenticchia nera di Soleto, Cicerchia Bianca della Murgia, Cicerchia Screziata della Murgia, Cece di Nardò, Cece nero rugoso della Murgia, Cece nero liscio di Cassano, Fava di Zollino, Fava di Carpino, Pisello nano di Zollino, Pisello riccio di Sannicola, Fagiolo bianco dei Monti Dauni
Alcuni di questi legumi fanno parte dei Prodotti Agroalimentari Tradizionali, riportati di seguito.

| |
|---|
| Cece di Nardò |
| Cece nero |
| cicerchia, fasul a gheng, cicercola, cece nero, ingrassamanzo, dente di vecchia, pisello quadrato |
| Fagiolino dall'occhio |
| Fagiolo dei Monti Dauni meridionali, fasùl |
| Farinella |
| Fava di Zollino, cuccìa |
| Fave fresche |
| Fave fresche cotte in pignatta |
| Lenticchia di Altamura, lenticchia gialla di Altamura, gigante di Altamura |
| Pisello nano di Zollino |
| Pisello riccio di Sannicola |
| Pisello secco di vitigliano, "piseddhru quarantinu o piseddhru cucìulu" |
| Vicia faba major ecotipo "fava di carpino" |

**Tab. 6 – Elenco dei legumi inseriti nei Prodotti agroalimentari tradizionali**

# BIBLIOGRAFIA E SITOGRAFIA CONSULTATA


- A.A.V.V. 2008. Osservatorio Della Filiera Cerealicola Siciliana. Quarto Rapporto La Filiera Del Grano Duro In Sicilia. Consorzio Gian Pietro Ballatore Per La Ricerca Su Specifici Settori Della Filiera Cerealicola
- A.A.V.V. 2010. Ricerca sulle Innovazioni Trasferibili alle PMI delle Filiere: Cerealicola, Lattiero Casearia e Uva da Tavola del Sistema Agroalimentare Pugliese. Modelli di trasferibilità basati sulla differenziazione della qualità dei prodotti primari, intermedi e finali. Prodotto P2 Rapporto sui fabbisogni di innovazioni delle P.M.I. nella filiera cerealicola. A cura di Territorio SPA
- A.A.V.V. 2017 ATLANTE DEI PRODOTTI TIPICI AGROALIMENTARI DI PUGLIA. Regione Puglia
- A.A.V.V. 2017. Diciassettesima revisione dell'elenco dei prodotti agroalimentari tradizionali (S.O. n. 176 del 29 luglio 2017). Ministero delle politiche agricole alimentari e forestali
- AA.VV. 2001. Leguminose e Agricoltura Sostenibile, a cura di Ranalli P. Edizioni Calderini-Edagricole, pp. 412-413
- AA.VV. 2003 Programma di Sviluppo del Mezzogiorno: Ricerca e Innovazione Tecnologica Delibere CIPE 17/2003 punto 1.1 e 83/2003. PROM: Progetto di Ricerca per potenziare la competitività di Orticole in aree Meridionali Leguminose Minori (Cece, Lenticchia, Cicerchia, Fava). A cura di Massimo Zaccardelli
- AA.VV. 2013. Politiche di sviluppo rurale 2014 -2020. strumenti di analisi: analisi del fabbisogno di innovazione dei principali settori produttivi agricoli. Ed INEA
- AA.VV. 2014. Piano di Settore Cerealicolo. Ministero delle Politiche Agricole Alimentari e Forestali
- AA.VV. 2014. Dal grano al Pane. Adda editore
- ACCORDO DI PROGRAMMA MUR-CNR "Sviluppo delle esportazioni di prodotti agroalimentari nel Mezzogiorno" Analisi economico strutturale delle diverse filiere agroalimentari nel mezzogiorno. Quaderno ISSM n. 130-C Napoli, 2008
- BALDONI R., GIARDINI L. Coltivazioni erbacee: Cereali e proteaginose. Ed. Patron, Bologna
- Bollettino Ufficiale della Regione Puglia - n. 42 del 6-4-2017 - Disciplinare di Produzione Integrata Regione Puglia – Anno 2017
- Chisci G. e Tallarico R., 1994. Leguminose da granella. Arsia Toscana.
- De Falco E., Amato M., Landi G., De Franchi A.S., Basso F., 2000. Valutazione di sistemi colturali sostenibili nella collina lucana. Rivista di Agronomia, 34, 3, 337-344. De Falco E., 2001. Una nuova stagione per le leguminose. Campania Agricoltura, agosto-settembre: 31-34.

- Il grano: volumi Coltura & Cultura. https://www.colturaecultura.it/
- INEA. 2014. Il comparto sementiero. A cura di Mafalda Monda.
- Manuale di corretta prassi per la produzione integrata della cicerchia. htp://www.parco3a.org/pdf/Manuali MCPP_ cicerchia.pf
- Ministero delle Politiche Agricole Alimentari e Forestali. 2012. Piano di settore per la filiera del riso
- QUADERNO COLTURE ERBACEE, Centro di Ricerca e Sperimentazione in Agricoltura "Basile Caramia" di Locorotondo (Ba). ISBN 9788896578094
- Stringi L. e Gianbalvo D., 2001. Potenzialità produttiva del cece in differenti condizioni ambientali. Agricoltura e Ricerca, 155: 95-104.
- http://nicedie.it/
- http://www.apsovsementi.com/
- http://www.deagostinigeografia.it/wing/confmondo/confronti.jsp
- http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC
- http://www.ismeamercati.it/
- http://www.istat.it
- http://www.sisonweb.com/it/
- https://www.lg-italia.it/

# APPUNTI

# APPUNTI

# APPUNTI

# APPUNTI

# APPUNTI

FONDAZIONE ITS
ISTITUTO TECNICO SUPERIORE
Area "Nuove Tecnologie per il Made in Italy
Sistema Alimentare - Settore Produzioni Agroalimentari"

IL MANUALE È STATO REALIZZATO NELL'AMBITO DEI PROGETTI FORMATIVI ITS:

P.O. PUGLIA 2014 – 2020 ASSE X - Avviso Pubblico n. 6/FSE/2017
Realizzazione di percorsi formativi di Istruzione Tecnica Superiore (ITS)
finalizzati al conseguimento del diploma di Tecnico Superiore,
DGR n. 1417 del 05/09/2017 (BURP n. 107/2017)