

# **Coltivazioni erbacee**

**Volume 1**

## **COLLANA EDAGRICOLE UNIVERSITÀ & FORMAZIONE**

- Agricoltura sostenibile [a cura di Michele Pisante]  
Microbiologia enologica [a cura di Giovanna Suzzi e Rosanna Tofalo]  
Igiene degli alimenti [a cura di Maria Schirone e Pierina Visciano]  
L'acqua in agricoltura [a cura di Marcello Mastrorilli]  
Difesa sostenibile delle colture [a cura di Paola Battilani]  
Fertilizzazione sostenibile [a cura di Carlo Grignani]  
Agricoltura di precisione [a cura di Raffaele Casa]  
Malattie delle piante ornamentali  
[Angelo Garibaldi, Domenico Bertetti, Stefano Rapetti, M. Lodovica Gullino]  
Biotecnologie sostenibili  
[a cura di Massimo Galbiati, Alessandra Gentile, Stefano La Malfa, Chiara Tonelli]  
Oli e grassi [a cura di Giuliano Mosca]  
I biostimolanti in agricoltura [a cura di Antonio Ferrante]  
Gestione della qualità e conservazione dei prodotti ortofrutticoli  
[a cura di Giancarlo Colelli e Paolo Inglese]  
Arboricoltura speciale  
[a cura di Alessandra Gentile, Paolo Inglese, Massimo Tagliavini]  
Florovivaismo  
[a cura di Valentina Scariot, Stefania De Pascale, Antonio Ferrante, Daniela Romano]  
Coltivazioni erbacee I [a cura di Giuliano Mosca, Amedeo Reyneri]

## **Volumi in programmazione**

- Coltivazioni erbacee II  
[a cura di Giuliano Mosca e Amedeo Reyneri]  
Gestire le malerbe in agricoltura biologica  
[a cura di Giuseppe Zanin, Francesco Tei, Luigi Sartori, Andrea Peruzzi]  
Politica agraria e di sviluppo rurale [a cura di Angelo Frascarelli]  
Agrometeorologia e Agroclimatologia  
[a cura di Marco Bindi e Simone Orlandini]  
Meccanica e meccanizzazione in agricoltura  
[a cura di Fabrizio Mazzetto, Luigi Sartori, Marco Vieri]  
Micropropagazione [a cura di Maurizio Lambardi, Maurizio Micheli]

## **DIRETTORE SCIENTIFICO**

Michele Pisante

## **COMITATO SCIENTIFICO**

Paola Battilani, Marco Bindi, Raffaele Casa, Giancarlo Colelli,  
Stefania De Pascale, Antonio Ferrante, Angelo Frascarelli,  
Massimo Galbiati, Alessandra Gentile, Carlo Grignani,  
Maria Lodovica Gullino, Paolo Inglese, Stefano La Malfa,  
Marcello Mastrorilli, Fabrizio Mazzetto, Giuliano Mosca, Simone Orlandini,  
Andrea Peruzzi, Amedeo Reyneri, Daniela Romano,  
Luigi Sartori, Valentina Scariot, Giovanna Suzzi,  
Massimo Tagliavini, Rosanna Tofalo, Chiara Tonelli, Francesco Tei,  
Marco Vieri, Giuseppe Zanin

# **Coltivazioni erbacee**

## **Volume 1**

**Cereali e colture industriali**

**a cura di**

**Giuliano Mosca, Amedeo Reyneri**



1<sup>a</sup> edizione: aprile 2023



© Copyright 2023 by «Edagricole - Edizioni Agricole di New Business Media srl»  
via Eritrea 21 - 20157 Milano  
Redazione: Piazza G. Galilei, 6 - 40123 Bologna - e-mail: libri.edagricole@newbusinessmedia.it

Vendite: tel. 051/6575833; fax 051/6575999 - email: libri.edagricole@newbusinessmedia.it  
<http://www.edagricole.it>

5621

Proprietà letteraria riservata - printed in Italy

La riproduzione con qualsiasi processo di duplicazione delle pubblicazioni tutelate dal diritto d'autore è vietata e penalmente perseguibile (art. II della legge 22 aprile 1941, n. 633). Quest'opera è protetta ai sensi della legge sul diritto d'autore e delle Convenzioni internazionali per la protezione del diritto d'autore (Convenzione di Berna, Convenzione di Ginevra). Nessuna parte di questa pubblicazione può quindi essere riprodotta, memorizzata o trasmessa con qualsiasi mezzo e in qualsiasi forma (fotomeccanica, fotocopia, elettronica, ecc.) senza l'autorizzazione scritta dell'editore. In ogni caso di riproduzione abusiva si procederà d'ufficio a norma di legge.

Realizzazione grafica: Emmegi prepress, via F. Confalonieri, 36 – 20124 Milano  
Impianti e stampa: Casma Tipolito, via B. Provaglia, 3b/c/d, 40138 Bologna (BO)  
Finito di stampare nell'aprile 2023

ISBN 978-88-506-5621-9

# Prefazione

I demografi hanno più e più volte preannunciato che entro i prossimi 30-50 anni la popolazione del pianeta aumenterà di altri 2 e forse più miliardi di persone e al 2050 la popolazione globale sarà proiettata verso i 10-11 miliardi di persone. Da questo presupposto nascono due inderogabili interrogativi: la capacità del pianeta di sostenere questa tendenza e la disponibilità di risorse fondamentali per tutti, essendo consci del fatto che aumentare le produzioni primarie contenendo o meglio diminuendo l'impatto sull'ambiente non sarà facile con le attuali conoscenze e limitazioni normative. In tale contesto si è a lungo discusso del principio di precauzione e della sottrazione delle riserve alimentari globali e in parallelo, gli agronomi hanno più volte sottolineato che, oltre all'acqua, le superfici coltivabili stanno diventando un fattore nettamente limitante in vista della crescente esigenza di far fronte ad un forte incremento dei fabbisogni alimentari dal momento che le produzioni globali dovrebbero aumentare del 70-100% nella seconda metà di questo secolo.

Alla luce di questo scenario, la FAO (l'Agenzia delle Nazioni Unite per l'agricoltura e l'alimentazione) già da un decennio auspica e indirizza le proprie iniziative nella prospettiva di una "Intensificazione sostenibile". Questo è il vero obiettivo, **il problema dei problemi**, ovvero "produrre di più con meno", a cui tutti siamo chiamati a contribuire e possibilmente risolvere, attraverso l'aggiornamento delle competenze, obiettivo qualificante dei contenuti di questo libro.

Tuttavia, altre sfide si presentano sommandosi a quella descritta: l'accelerazione del cambiamento climatico con l'aumento della frequenza degli stress idrici e termici sulle coltivazioni; le tensioni geo-politiche che incidono non solo sul funzionamento dei sistemi agricoli, ma anche sui commerci e sugli approvvigionamenti dei prodotti alimentari di base.

A fronte di un enorme spreco di risorse e nel tentativo di fare chiarezza, relativamente a tutto questo, è indispensabile ricorrere al ben noto assunto che «il diritto al cibo» resterebbe una semplice affermazione ideologica se non lo si correlasse al "dovere di produrlo" (*food security*), con garanzie sanitarie (*food safety*) e alla necessità di rispondere all'esigenza di renderlo disponibile a costi accessibili (*food affordability*)!

Al problema del **quanto** produrre si affianca oggi il problema del **come** e **dove** produrre. A tale riguardo molti interrogativi si pongono in forma prioritaria. Tra i principali si ricordano:

- quali colture realizzare nelle diverse condizioni pedo-climatiche e nei differenti contesti socio-economici;
- quale sistema produttivo privilegiare, l'agricoltura biologica o convenzionale?
- quale valore rappresenta il luogo di produzione, il sistema logistico e dei trasporti?
- per quali motivi e quale spazio è possibile riservare alle colture diverse da quelle destinate a fini alimentari?

- in quale misura è possibile spingere le tecniche verso una maggiore sostenibilità anche per potenziare il ruolo multifunzionale dei sistemi agricoli?
- quali sono gli ambiti e le possibili soluzioni per incrementare l'efficienza delle tecniche colturali e più complessivamente dei sistemi di gestione?

Siamo quindi arrivati alla questione del “cosa e come produrre” che rappresenta il filo conduttore dei due nuovi libri di *Coltivazioni erbacee* impostati sulla base di una ordinata trattazione monografica delle principali specie coltivate nel nostro Paese per fini diversi e plurimi. Dalle alimentari e foraggere alle oleaginose e proteiche, dalle industriali alle aromatiche ed officinali, alle colture per finalità ambientali e paesaggistiche senza tralasciare le specie d'interesse per usi energetici e speciali, sono analizzati i diversi aspetti per una razionale gestione agronomica e corrispondente valorizzazione nelle filiere di trasformazione.

Consapevoli della rapida evoluzione delle conoscenze di ricerca e nonostante i libri di testo cambino in funzione delle tecnologie di comunicazione, studiare su testi cartacei risulta indispensabile per l'apprendimento anche con integrazioni *on line* validate dalla comunità scientifica.

Gli autori impegnati nei diversi capitoli di *Coltivazioni erbacee*, hanno inteso esporre “la storia di un prodotto agricolo”, partendo dal campo, sapendo che l'agricoltura italiana e della Unione Europea è evoluta e sana ed è ai primi posti nelle classifiche internazionali per la qualità tecnologica e la sicurezza delle proprie produzioni. In altre parole, il comune denominatore è stato quello di rendere consapevoli i lettori dell'evoluzione dell'agricoltura che ha riorientato la produzione, affiancando le classiche *commodities* a *specialty products* e questo allo scopo di rispondere all'evoluzione dei fabbisogni e delle domande espresse dalla società.

Il libro è destinato alla classe studentesca di livello universitario che frequenta in primis il corso di studio di “Coltivazioni erbacee” nell'ambito del percorso formativo di “Scienze e Tecnologie agrarie”, ma altrettanto utile per gli studenti che accedono ai corsi di “Scienze delle produzioni animali”, “Gastronomia e ristorazione”, “Tecnologie alimentari” dato che in esso si riportano molti dettagli agro-ambientali, di gestione delle coltivazioni e qualitativi del prodotto raccolto, sempre in termini di filiera sostenibile. Il tutto seguendo una logica di illustrazione degli *end uses* per ciascun prodotto e coprodotto. Anche il tecnico professionista del settore può essere stimolato ad acquistare questo libro allo scopo di rinverdire le sue conoscenze in fatto di coltivazioni erbacee.

Buona lettura.

**Giuliano Mosca**

**Michele Pisante**

**Amedeo Reyneri**

# Gli Autori

**Gaetano Amato**

Dipartimento di Scienze Agrarie, Alimentari e Forestali, Università degli Studi di Palermo

**Luciana G. Angelini**

Dipartimento di Scienze Agrarie, Alimentari e Agro-ambientali, Università di Pisa

**Umberto Anastasi**

Dipartimento di Agricoltura, Alimentazione e Ambiente, Università di Catania

**Marco Baldanzi**

Dipartimento di Scienze Agrarie, Alimentari e Agro-ambientali, Università di Pisa

**Lorenzo Barbanti**

Dipartimento di Scienze e Tecnologie Agro-Alimentari,  
*Alma Mater Studiorum* Università di Bologna

**Paolo Benincasa**

Dipartimento di Scienze Agrarie, Alimentari ed Ambientali,  
Università degli Studi di Perugia

**Enrico Biancardi**

Consiglio per la ricerca in agricoltura e l'analisi dell'economia agraria (CREA),  
Cerealicoltura e Colture Industriali

**Gherardo Biancofiore**

Consiglio Nazionale delle Ricerche - Istituto per la BioEconomia - IBE

**Massimo Blandino**

Dipartimento di Scienze Agrarie, Forestali e Alimentari, Università degli Studi  
di Torino

**Stefano Bocchi**

Dipartimento di Scienze e Politiche Ambientali, Università degli Studi di Milano

**Enrico Bonari**

Scuola Superiore Sant'Anna, Pisa

**Paolo Casini**

Dipartimento di Scienze e Tecnologie Agrarie, Alimentari, Ambientali e Forestali,  
Università degli Studi di Firenze

**Venera Copani**

Dipartimento di Agricoltura, Alimentazione e Ambiente, Università di Catania

**Salvatore L. Cosentino**

Dipartimento di Agricoltura, Alimentazione e Ambiente, Università di Catania

**Giuseppe De Mastro**

Dipartimento di Scienze agro-ambientali e territoriali,  
Università degli Studi di Bari Aldo Moro

**Laura Ercoli**

Scuola Superiore Sant'Anna, Pisa

**Aldo Ferrero**

Dipartimento di Scienze Agrarie, Forestali e Alimentari, Università degli Studi di Torino

**Zina Flagella**

Dipartimento di Scienze Agrarie, Alimenti, Risorse Naturali e Ingegneria,  
Università degli Studi di Foggia

**Giacinto Germinara**

Dipartimento di Scienze Agrarie, Alimenti, Risorse Naturali e Ingegneria,  
Università degli Studi di Foggia

**Dario Giambalvo**

Dipartimento di Scienze Agrarie, Alimentari e Forestali, Università degli Studi di Palermo

**Marcello Guiducci**

Dipartimento di Scienze Agrarie, Alimentari ed Ambientali, Università degli Studi di Perugia

**Salvatore La Bella**

Dipartimento di Scienze Agrarie, Alimentari e Forestali, Università degli Studi di Palermo

**Anna Lante**

Dipartimento di Agronomia, Animali, Alimenti, Risorse naturali e Ambiente, Università degli Studi di Padova

**Claudio Leto**

Dipartimento di Scienze Agrarie, Alimentari e Forestali, Università degli Studi di Palermo

**Marco Maccaferri**

Dipartimento di Scienze e Tecnologie Agro-Alimentari,  
*Alma Mater Studiorum* Università di Bologna

**Marco Mariotti**

Dipartimento di Scienze Veterinarie, Università di Pisa

**Marco Mazzoncini**

Dipartimento di Scienze Agrarie, Alimentari, Agro-ambientali, Università di Pisa

**Fabiano Miceli**

Dipartimento di Scienze Agro-Alimentari, Ambientali e Animali,  
Università degli Studi di Udine

**Giuliano Mosca**

Dipartimento di Agronomia, Animali, Alimenti, Risorse naturali e Ambiente,  
Università degli Studi di Padova



**Simone Orlandini**

Dipartimento di Scienze e Tecnologie Agrarie, Alimentari, Ambientali e Forestali,  
Università degli Studi di Firenze

**Cristina Patanè**

Consiglio Nazionale delle Ricerche - Istituto per la BioEconomia - IBE

**Michele Pisante**

Dipartimento di Bioscienze e tecnologie agro-alimentari e ambientali, Università degli  
Studi di Teramo

**Amedeo Reyneri**

Dipartimento di Scienze Agrarie, Forestali e Alimentari, Università degli Studi  
di Torino

**Danilo Scordia**

Dipartimento di Scienze Veterinarie, Università degli Studi di Messina

**Piergiorgio Stevanato**

Dipartimento di Agronomia, Animali, Alimenti, Risorse naturali e Ambiente,  
Università degli Studi di Padova

**Silvia Tavarini**

Dipartimento di Scienze Agrarie, Alimentari e Agro-ambientali, Università di Pisa

**Paolo Tessari**

Dipartimento di Medicina, Università degli Studi di Padova

**Giorgio Testa**

Dipartimento di Agricoltura, Alimentazione e Ambiente, Università di Catania

**Roberto Tuberosa**

Dipartimento di Scienze e Tecnologie Agro-Alimentari,  
*Alma Mater Studiorum* Università di Bologna

**Teofilo Vamerali**

Dipartimento di Agronomia, Animali, Alimenti, Risorse naturali e Ambiente,  
Università degli Studi di Padova

**Serena Varotto**

Dipartimento di Agronomia, Animali, Alimenti, Risorse naturali e Ambiente,  
Università degli Studi di Padova

**Giuseppe Zanin**

Dipartimento di Agronomia, Animali, Alimenti, Risorse naturali e Ambiente,  
Università degli Studi di Padova

# Indice generale

<i>Prefazione</i> .....	Pag.	V
<i>Gli Autori</i> .....	"	VII

## PARTE PRIMA - CEREALI

### SEZIONE PRIMA – CEREALI VERNINI

<b>1 FRUMENTI</b> .....	Pag.	7
<b>1.1 Inquadramento</b> .....	"	7
1.1.1 Origine, notizie storiche e diffusione .....	"	7
1.1.2 Classificazione, aspetti botanici e caratteri morfologici .....	"	8
1.1.2.1 Struttura della pianta .....	"	8
1.1.3 Ciclo biologico e colturale .....	"	12
1.1.3.1 Germinazione.....	"	13
1.1.3.2 Fase vegetativa .....	"	16
1.1.3.3 Fase riproduttiva .....	"	16
1.1.3.4 Maturazione.....	"	18
1.1.3.5 Componenti della produzione .....	"	19
1.1.4 Ecofisiologia ed esigenze ecologiche.....	"	22
1.1.4.1 Risposta alla temperatura.....	"	23
1.1.4.2 Radiazione e fotoperiodo .....	"	23
1.1.4.3 Esigenze idriche.....	"	24
1.1.4.4 Fattori edafici.....	"	24
1.1.5 Miglioramento genetico e varietà .....	"	25
1.1.5.1 Frumento tenero e frumento duro .....	"	25
1.1.5.2 Obiettivi di selezione .....	"	27
1.1.5.3 Tendenze del miglioramento .....	"	27
<b>1.2 Aspetti qualitativi e filiere</b> .....	"	29
1.2.1 Composizione e aspetti qualitativi.....	"	29
1.2.2 Qualità della granella e metodi di valutazione.....	"	31
1.2.2.1 Parametri molitori.....	"	31
1.2.2.2 Contaminanti .....	"	33
1.2.3 Prodotti della macinazione.....	"	35
1.2.3.1 Test per la caratterizzazione dell'amido.....	"	37
1.2.3.2 Test per la caratterizzazione delle proteine .....	"	37
1.2.3.3 Test per la caratterizzazione degli impasti .....	"	38
1.2.4 Classificazioni merceologiche e filiere.....	"	40
<b>1.3 Agrotecnica</b> .....	"	41
1.3.1 Avvicendamento.....	"	41

1.3.2	Scelta varietale .....	Pag.	42
1.3.3	Preparazione del terreno.....	"	44
1.3.4	Semina.....	"	51
1.3.5	Concimazione.....	"	54
1.3.5.1	Esigenze nutritive.....	"	55
1.3.5.2	Concimazione fosfo-potassica.....	"	55
1.3.5.3	Concimazione azotata.....	"	62
1.3.5.4	Impiego dei fertilizzanti organici.....	"	70
1.3.5.5	Gestione dei residui colturali e concimazione azotata.....	"	71
1.3.5.6	Concimazione del frumento biologico .....	"	71
1.3.5.7	Applicazioni avanzate.....	"	73
1.3.6	Irrigazione.....	"	75
1.3.7	Difesa dalle avversità biotiche.....	"	76
1.3.7.1	Controllo delle malerbe.....	"	76
1.3.7.2	Controllo delle malattie.....	"	82
1.3.7.3	Controllo di artropodi e parassiti.....	"	92
1.3.8	Raccolta e resa di prodotto.....	"	97
1.3.9	Itinerari agronomici .....	"	99
1.3.9.1	Itinerari agronomici a basso impatto ambientale.....	"	101
1.3.9.2	Itinerari agronomici di filiera .....	"	105
<b>1.4</b>	<b>Post raccolta e utilizzazione .....</b>	"	106
1.4.1	Operazioni di post raccolta e conservazione.....	"	106
1.4.1.1	Trasporto.....	"	106
1.4.1.2	Campionamento e analisi.....	"	106
1.4.1.3	Pulitura .....	"	109
1.4.1.4	Stoccaggio.....	"	110
1.4.2	Cenni sulle prime lavorazioni .....	"	111
1.4.2.1	Chicco intero .....	"	111
1.4.2.2	Chicco macinato.....	"	111
1.4.3	Frumento duro e trasformazione in paste alimentari .....	"	112
1.4.4	Frumento tenero e panificazione .....	"	112
<b>1.5</b>	<b>Sostenibilità e impatto ambientale .....</b>	"	114
1.5.1	Principali criticità ambientali.....	"	114
1.5.2	Impatto dei cambiamenti climatici.....	"	114
1.5.2.1	Cambiamenti climatici e produzione.....	"	114
1.5.2.2	Cambiamenti climatici e qualità.....	"	116
1.5.3	Indicatori agro-ambientali .....	"	117
1.5.4	Servizi ecosistemici.....	"	119
1.5.5	Integrazioni con elementi per la biodiversità .....	"	119
	<b>Bibliografia .....</b>	"	121
	<b>Sitografia .....</b>	"	121
<b>2</b>	<b>ORZO .....</b>	"	123
<b>2.1</b>	<b>Inquadramento .....</b>	"	123
2.1.1	Origine, notizie storiche e diffusione .....	"	123
2.1.2	Classificazione, aspetti botanici e caratteri morfologici .....	"	123
2.1.2.1	Struttura della pianta .....	"	124
2.1.3	Ciclo biologico e colturale .....	"	127
2.1.4	Ecofisiologia ed esigenze ecologiche.....	"	128
2.1.5	Miglioramento genetico e varietà .....	"	130
<b>2.2</b>	<b>Aspetti qualitativi e filiere .....</b>	"	132
<b>2.3</b>	<b>Agrotecnica.....</b>	"	133
2.3.1	Avvicendamento.....	"	133

2.3.2	Scelta varietale .....	Pag. 134
2.3.2.1	Orzo per impieghi zootecnici e mangimistici .....	" 134
2.3.2.2	Orzo da malteria .....	" 134
2.3.2.3	Orzo per impieghi alimentari diretti .....	" 135
2.3.3	Preparazione del terreno .....	" 136
2.3.4	Semina .....	" 137
2.3.5	Concimazione .....	" 137
2.3.5.1	Esigenze nutritive .....	" 137
2.3.5.2	Concimazione fosfo-potassica .....	" 138
2.3.5.3	Concimazione azotata .....	" 140
2.3.5.4	Applicazioni avanzate .....	" 142
2.3.6	Difesa dalle avversità biotiche .....	" 143
2.3.6.1	Controllo delle malerbe .....	" 143
2.3.6.2	Controllo di malattie, artropodi e parassiti .....	" 145
<b>2.4</b>	<b>Raccolta e resa di prodotto</b> .....	" 149
	<b>Bibliografia</b> .....	" 149
	<b>Sitografia</b> .....	" 149
 <b>SEZIONE SECONDA - CEREALI MINORI E PSEUDOCEREALI</b>		
<b>3</b>	<b>AVENA E SEGALE</b> .....	" 153
<b>3.1</b>	<b>Avena</b> .....	" 153
3.1.1	Inquadramento .....	" 153
3.1.1.1	Origine, notizie storiche e diffusione .....	" 153
3.1.1.2	Classificazione, aspetti botanici e caratteri morfologici .....	" 154
3.1.1.3	Ecofisiologia ed esigenze ecologiche .....	" 155
3.1.1.4	Miglioramento genetico e varietà .....	" 156
3.1.2	Aspetti qualitativi e filiere .....	" 158
3.1.3	Agrotecnica .....	" 160
3.1.3.1	Avvicendamento .....	" 160
3.1.3.2	Preparazione del terreno .....	" 160
3.1.3.3	Semina .....	" 161
3.1.3.4	Concimazione .....	" 162
3.1.3.5	Difesa dalle avversità biotiche .....	" 163
3.1.3.6	Itinerari agronomici .....	" 164
3.1.4	Raccolta e resa di prodotto .....	" 165
<b>3.2</b>	<b>Segale</b> .....	" 167
3.2.1	Inquadramento .....	" 167
3.2.1.1	Origine, notizie storiche e diffusione .....	" 167
3.2.1.2	Classificazione, aspetti botanici e caratteri morfologici .....	" 168
3.2.1.3	Ecofisiologia ed esigenze ecologiche .....	" 169
3.2.1.4	Miglioramento genetico e varietà .....	" 170
3.2.2	Aspetti qualitativi e filiere .....	" 171
3.2.3	Agrotecnica .....	" 172
3.2.3.1	Avvicendamento .....	" 172
3.2.3.2	Preparazione del terreno .....	" 172
3.2.3.3	Concimazione .....	" 172
3.2.3.4	Semina .....	" 173
3.2.3.5	Difesa dalle avversità biotiche .....	" 174
3.2.3.6	Itinerari agronomici .....	" 175
3.2.4	Raccolta e resa di prodotto .....	" 176
	<b>Bibliografia</b> .....	" 178

<b>4</b>	<b>GRANO SARACENO</b> .....	Pag. 179
<b>4.1</b>	<b>Inquadramento</b> .....	" 179
4.1.1	Origine, notizie storiche e diffusione .....	" 179
4.1.2	Classificazione, aspetti botanici e caratteri morfologici .....	" 179
4.1.3	Ecofisiologia ed esigenze ecologiche.....	" 180
4.1.4	Miglioramento genetico e varietà .....	" 181
<b>4.2</b>	<b>Aspetti qualitativi e filiere</b> .....	" 181
<b>4.3</b>	<b>Agrotecnica</b> .....	" 183
<b>4.4</b>	<b>Raccolta e resa di prodotto</b> .....	" 184
	<b>Bibliografia</b> .....	" 185
<b>5</b>	<b>QUINOA</b> .....	" 187
<b>5.1</b>	<b>Inquadramento</b> .....	" 187
5.1.1	Origine, notizie storiche e diffusione .....	" 187
5.1.2	Classificazione, aspetti botanici e caratteri morfologici .....	" 187
5.1.2.1	Struttura della pianta .....	" 187
5.1.3	Ecofisiologia ed esigenze ecologiche.....	" 189
5.1.4	Miglioramento genetico e varietà .....	" 189
<b>5.2</b>	<b>Aspetti qualitativi e filiere</b> .....	" 189
<b>5.3</b>	<b>Agrotecnica</b> .....	" 190
5.3.1	Avvicendamento.....	" 190
5.3.2	Preparazione del terreno.....	" 191
5.3.3	Semina.....	" 191
5.3.4	Concimazione .....	" 191
5.3.5	Irrigazione.....	" 191
5.3.6	Difesa dalle avversità biotiche.....	" 191
5.3.6.1	Controllo delle malattie.....	" 192
5.3.6.2	Controllo di artropodi e parassiti.....	" 192
<b>5.4</b>	<b>Raccolta e resa di prodotto</b> .....	" 192
	<b>Bibliografia</b> .....	" 194
	<b>Sitografia</b> .....	" 194

### SEZIONE TERZA – CEREALI ESTIVI

<b>6</b>	<b>MAIS</b> .....	" 197
<b>6.1</b>	<b>Inquadramento</b> .....	" 197
6.1.1	Origine, notizie storiche e diffusione .....	" 197
6.1.2	Classificazione, aspetti botanici e caratteri morfologici .....	" 198
6.1.2.1	Struttura della pianta .....	" 198
6.1.2.2	Ciclo biologico e colturale .....	" 201
6.1.3	Ecofisiologia ed esigenze ecologiche.....	" 203
6.1.3.1	Risposta alla temperatura.....	" 203
6.1.3.2	Radiazione e fotoperiodo .....	" 203
6.1.3.3	Esigenze idriche.....	" 204
6.1.3.4	Fattori edafici.....	" 205
6.1.4	Miglioramento genetico e varietà .....	" 205
<b>6.2</b>	<b>Aspetti qualitativi e filiere</b> .....	" 205
6.2.1	Composizione della cariosside.....	" 205
6.2.2	Classificazione commerciale.....	" 206
6.2.3	Usi zootecnici .....	" 207
6.2.4	Usi alimentari (macinazione a secco) .....	" 209
6.2.5	Usi industriali (macinazione a umido) .....	" 209
6.2.6	Usi energetici .....	" 211

<b>6.3 Agrotecnica</b> .....	Pag. 212
6.3.1 Avvicendamento.....	" 212
6.3.2 Scelta varietale .....	" 213
6.3.2.1 Classi di precocità.....	" 213
6.3.2.2 Caratteri qualitativi .....	" 215
6.3.2.3 Produttività.....	" 215
6.3.2.4 Caratteri di interesse agronomico aggiuntivi .....	" 220
6.3.3 Preparazione del terreno.....	" 221
6.3.4 Semina.....	" 223
6.3.4.1 Seminatrici di precisione.....	" 224
6.3.4.2 Epoca di semina.....	" 224
6.3.4.3 Profondità di semina .....	" 226
6.3.4.4. Densità di semina .....	" 226
6.3.4.5 Altri input agronomici associati alle operazioni di semina .....	" 228
6.3.5 Concimazione .....	" 229
6.3.5.1 Esigenze nutrizionali.....	" 229
6.3.5.2 Gestione della concimazione .....	" 231
6.3.5.3 Impiego di effluenti zootecnici o ammendanti .....	" 232
6.3.5.4 Concimazione fosfo-potassica.....	" 233
6.3.5.5 Concimazione azotata.....	" 234
6.3.6 Le lavorazioni di coltivazione nell'interfila .....	" 236
6.3.7 Irrigazione.....	" 237
6.3.7.1 Irrigazione su spianata e infiltrazione laterale .....	" 239
6.3.7.2 Irrigazione a pioggia con irrigatore auto-avvolgente.....	" 239
6.3.7.3 Irrigazione a pioggia con ali articolate .....	" 239
6.3.7.4 Microirrigazione con ali gocciolanti superficiali .....	" 239
6.3.7.5 Subirrigazione.....	" 240
6.3.8 Difesa dalle avversità biotiche .....	" 241
6.3.8.1 Controllo delle malerbe .....	" 241
6.3.8.2 Controllo delle malattie.....	" 247
6.3.8.3 Controllo di artropodi e parassiti.....	" 252
6.3.9 Raccolta e resa di prodotto .....	" 254
6.3.9.1 Rese produttive.....	" 255
<b>6.4 Post raccolta</b> .....	" 256
6.4.1 Operazioni di post raccolta.....	" 256
6.4.2 Essiccazione.....	" 258
6.4.3 Conservazione.....	" 259
<b>Bibliografia</b> .....	" 260
<b>7 RISO</b> .....	" 261
<b>7.1 Inquadramento</b> .....	" 261
7.1.1 Origine, notizie storiche e diffusione .....	" 261
7.1.2 Classificazione, aspetti botanici e caratteri morfologici .....	" 264
7.1.2.1 Struttura della pianta .....	" 264
7.1.2.2 Ciclo biologico e colturale .....	" 265
7.1.3 Ecofisiologia ed esigenze ecologiche.....	" 265
7.1.4 Miglioramento genetico e varietà .....	" 269
<b>7.2 Aspetti qualitativi e filiere</b> .....	" 270
7.2.1 Composizione e aspetti qualitativi.....	" 270
7.2.2 Classificazione merceologiche e filiere.....	" 273
7.2.3 Mercato e commercializzazione .....	" 275
<b>7.3 Agrotecnica</b> .....	" 276
7.3.1 Avvicendamento.....	" 276

7.3.2	Scelta varietale .....	Pag.	277
7.3.3	Preparazione del terreno.....	"	278
7.3.3.1	Interventi di preparazione alla semina .....	"	278
7.3.3.2	Realizzazione o ricostituzione degli argini .....	"	279
7.3.3.3	Pulizia dei fossi.....	"	279
7.3.3.4	Aratura .....	"	279
7.3.3.5	Livellamento delle camere .....	"	280
7.3.3.6	Erpicatura .....	"	280
7.3.3.7	Realizzazione dei solchi adacquatori .....	"	280
7.3.3.8	Intasamento del terreno.....	"	281
7.3.4	Tecniche e modalità di impianto della coltura .....	"	281
7.3.5	Concimazione .....	"	282
7.3.5.1	Programmi di concimazione .....	"	284
7.3.5.2	Concimazione fosfo-potassica.....	"	284
7.3.5.3	Concimazione azotata.....	"	284
7.3.6	Gestione dell'acqua.....	"	285
7.3.7	Difesa dalle avversità biotiche.....	"	287
7.3.7.1	Controllo delle malerbe .....	"	287
7.3.7.2	Controllo delle malattie.....	"	294
7.3.7.3	Controllo di artropodi e parassiti.....	"	295
7.3.8	Raccolta e resa di prodotto .....	"	296
7.3.9	Itinerari agronomici .....	"	296
<b>7.4</b>	<b>Post raccolta</b> .....	"	298
7.4.1	Operazioni di post raccolta e conservazione.....	"	298
7.4.1.1	Essiccazione .....	"	298
7.4.1.2	Stoccaggio e protezione del risone dai parassiti da magazzino..	"	298
7.4.2	Lavorazione industriale .....	"	298
<b>7.5</b>	<b>Sostenibilità e impatto ambientale</b> .....	"	300
7.5.1	Principali criticità ambientali.....	"	300
7.5.2	Indicatori agro-ambientali .....	"	301
7.5.3	Servizi ecosistemici.....	"	303
	<b>Bibliografia</b> .....	"	303
<b>8</b>	<b>SORGO DA GRANELLA</b> .....	"	305
<b>8.1</b>	<b>Inquadramento</b> .....	"	305
8.1.1	Origine, notizie storiche e diffusione .....	"	305
8.1.2	Classificazione, aspetti botanici e caratteri morfologici .....	"	306
8.1.2.1	Struttura della pianta .....	"	306
8.1.3	Ecofisiologia ed esigenze ecologiche.....	"	307
8.1.5	Miglioramento genetico e varietà .....	"	307
<b>8.2</b>	<b>Aspetti qualitativi e filiere</b> .....	"	309
<b>8.3</b>	<b>Agrotecnica</b> .....	"	309
8.3.1	Avvicendamento.....	"	309
8.3.2	Preparazione del terreno.....	"	310
8.3.3	Semina.....	"	310
8.3.4	Concimazione .....	"	311
8.3.5	Irrigazione.....	"	312
8.3.6	Difesa dalle avversità biotiche .....	"	312
8.3.6.1	Controllo delle malerbe .....	"	312
8.3.6.2	Controllo delle malattie.....	"	312
8.3.6.3	Controllo di artropodi e parassiti.....	"	313
8.3.7	Itinerari agronomici .....	"	313
8.3.7.1	Agricoltura biologica.....	"	313

8.3.7.2 Agricoltura integrata.....	Pag.	313
<b>8.4 Raccolta e resa di prodotto</b> .....	"	314
<b>Bibliografia</b> .....	"	315
 <b>PARTE SECONDA - COLTURE DA OLIO e PROTEINE</b>		
 <b>SEZIONE PRIMA - OLEAGINOSE</b>		
<b>9 COLZA</b> .....	"	323
<b>9.1 Inquadramento</b> .....	"	323
9.1.1 Origine, notizie storiche e diffusione.....	"	323
9.1.2 Classificazione, aspetti botanici e caratteri morfologici.....	"	324
9.1.2.1 Struttura della pianta.....	"	324
9.1.3 Ecofisiologia ed esigenze ecologiche.....	"	326
9.1.4 Miglioramento genetico e varietà.....	"	327
<b>9.2 Aspetti qualitativi e filiere</b> .....	"	330
<b>9.3 Agrotecnica</b> .....	"	332
9.3.1 Avvicendamento.....	"	333
9.3.2 Preparazione del terreno.....	"	333
9.3.3 Semina.....	"	333
9.3.4 Concimazione.....	"	334
9.3.4.1 Assorbimento dell'azoto in colza invernale da olio.....	"	335
9.3.5 Difesa dalle avversità biotiche.....	"	337
<b>9.4 Raccolta e resa di prodotto</b> .....	"	340
<b>Bibliografia</b> .....	"	342
<b>Sitografia</b> .....	"	342
 <b>10 CAVOLO D'ABISSINIA</b> .....	"	345
<b>10.1 Inquadramento</b> .....	"	345
10.1.1 Origine, notizie storiche e diffusione.....	"	345
10.1.2 Classificazione, aspetti botanici e caratteri morfologici.....	"	346
10.1.3 Ecofisiologia ed esigenze ecologiche.....	"	347
10.1.3.1 Clima.....	"	348
10.1.3.2 Suolo.....	"	348
10.1.3.3 Elementi nutritivi.....	"	348
10.1.4 Miglioramento genetico e varietà.....	"	348
<b>10.2 Aspetti qualitativi e filiere</b> .....	"	349
<b>10.3 Agrotecnica</b> .....	"	351
10.3.1 Avvicendamento.....	"	351
10.3.2 Preparazione del terreno.....	"	351
10.3.3 Semina.....	"	352
10.3.4 Concimazione.....	"	352
10.3.5 Difesa dalle avversità biotiche.....	"	352
10.3.5.1 Controllo delle malerbe.....	"	352
10.3.5.2 Controllo delle malattie e di artropodi e parassiti.....	"	352
<b>10.4 Raccolta e resa di prodotto</b> .....	"	353
<b>Bibliografia</b> .....	"	353
 <b>11 ARACHIDE</b> .....	"	355
<b>11.1 Inquadramento</b> .....	"	355
11.1.1 Origine, notizie storiche e diffusione.....	"	355
11.1.2 Classificazione, aspetti botanici e caratteri morfologici.....	"	355
11.1.2.1 Struttura della pianta.....	"	356



11.1.3 Ecofisiologia ed esigenze ecologiche .....	Pag. 357
11.1.4 Miglioramento genetico e varietà .....	" 358
<b>11.2 Aspetti qualitativi e filiere</b> .....	" 358
<b>11.3 Agrotecnica</b> .....	" 359
11.3.1 Avvicendamento .....	" 359
11.3.2 Preparazione del terreno.....	" 359
11.3.3 Semina .....	" 360
11.3.4 Concimazione.....	" 360
11.3.5 Irrigazione.....	" 361
11.3.6 Difesa dalle avversità biotiche.....	" 361
<b>11.4 Raccolta e resa del prodotto</b> .....	" 362
<b>Bibliografia</b> .....	" 362
<b>12 RICINO</b> .....	" 365
<b>12.1 Inquadramento</b> .....	" 365
12.1.1 Origine, notizie storiche e diffusione .....	" 365
12.1.2 Classificazione, aspetti botanici e caratteri morfologici .....	" 366
12.1.2.1 Struttura della pianta .....	" 367
12.1.2.2 Tipo di accrescimento .....	" 368
12.1.2.3 Fasi fenologiche .....	" 368
12.1.2.4 Prodotto/Seme.....	" 368
12.1.3 Ecofisiologia ed esigenze ecologiche .....	" 369
12.1.4 Miglioramento genetico e varietà .....	" 369
<b>12.2 Aspetti qualitativi e filiere</b> .....	" 370
<b>12.3 Agrotecnica</b> .....	" 372
12.3.1 Avvicendamento .....	" 372
12.3.2 Preparazione del terreno.....	" 373
12.3.3 Semina .....	" 373
12.3.4 Concimazione.....	" 373
12.3.5 Irrigazione.....	" 373
12.3.6 Difesa dalle avversità biotiche.....	" 373
12.3.6.1 Controllo delle malerbe .....	" 373
12.3.6.2 Controllo delle malattie.....	" 374
12.3.6.3 Controllo di artropodi e parassiti .....	" 374
12.3.7 Itinerari agronomici .....	" 374
<b>12.4 Raccolta e resa di prodotto</b> .....	" 375
<b>Bibliografia</b> .....	" 375
<b>Sitografia</b> .....	" 376
<b>13 GIRASOLE</b> .....	" 377
<b>13.1 Inquadramento</b> .....	" 377
13.1.1 Origine, notizie storiche e diffusione .....	" 377
13.1.2 Classificazione, aspetti botanici e caratteri morfologici .....	" 377
13.1.3 Ecofisiologia ed esigenze ecologiche .....	" 381
13.1.4 Miglioramento genetico e varietà .....	" 382
<b>13.2 Aspetti qualitativi e filiere</b> .....	" 383
<b>13.3 Agrotecnica</b> .....	" 384
13.3.1 Avvicendamento .....	" 384
13.3.2 Preparazione del terreno.....	" 385
13.3.3 Semina .....	" 386
13.3.3.1 Epoca e modalità di semina .....	" 386
13.3.3.2 Scelta della varietà.....	" 386

13.3.4	Concimazione.....	Pag. 387
13.3.4.1	Concimazione azotata .....	" 387
13.3.4.2	Concimazione fosfo-potassica.....	" 388
13.3.5	Irrigazione.....	" 388
13.3.6	Difesa dalle avversità biotiche.....	" 389
13.3.6.1	Controllo delle malerbe .....	" 389
13.3.6.2	Controllo delle malattie, di artropodi e parassiti.....	" 389
13.3.7	Itinerari agronomici .....	" 389
<b>13.4</b>	<b>Raccolta e resa di prodotto</b> .....	" 391
<b>Bibliografia</b>	.....	" 392
<b>14</b>	<b>OLEAGINOSE MINORI</b> .....	" 393
<b>14.1</b>	<b>Camelina</b> .....	" 393
14.1.1	Inquadramento .....	" 393
14.1.1.1	Classificazione, aspetti botanici e caratteri morfologici .....	" 393
14.1.1.2	Ecofisiologia ed esigenze ecologiche .....	" 394
14.1.1.3	Miglioramento genetico e varietà .....	" 396
14.1.2	Aspetti qualitativi e filiere .....	" 397
14.1.3	Agrotecnica .....	" 398
14.1.3.1	Avvicendamento.....	" 398
14.1.3.2	Preparazione del terreno.....	" 399
14.1.3.3	Semina .....	" 399
14.1.3.4	Concimazione.....	" 399
14.1.3.5	Irrigazione.....	" 400
14.1.3.6	Difesa dalle avversità biotiche.....	" 400
14.1.3.7	Itinerari agronomici a basso impatto ambientale .....	" 400
14.1.4	Raccolta e resa di prodotto .....	" 401
<b>14.2</b>	<b>Cartamo</b> .....	" 401
14.2.1	Inquadramento .....	" 401
14.2.1.1	Classificazione, aspetti botanici e caratteri morfologici .....	" 401
14.2.1.2	Ecofisiologia ed esigenze ecologiche .....	" 403
14.2.1.3	Miglioramento genetico e varietà .....	" 405
14.2.2	Aspetti qualitativi e filiere .....	" 405
14.2.3	Agrotecnica .....	" 406
14.2.3.1	Avvicendamento.....	" 406
14.2.3.2	Preparazione del terreno.....	" 406
14.2.3.3	Semina .....	" 407
14.2.3.4	Concimazione.....	" 407
14.2.3.5	Irrigazione.....	" 408
14.2.3.6	Difesa dalle avversità biotiche.....	" 408
14.2.3.7	Itinerari agronomici a basso impatto ambientale .....	" 409
14.2.4	Raccolta e resa di prodotto .....	" 409
<b>14.3</b>	<b>Lino</b> .....	" 410
14.3.1	Inquadramento .....	" 410
14.3.1.1	Classificazione, aspetti botanici e caratteri morfologici .....	" 410
14.3.1.2	Ecofisiologia ed esigenze ecologiche .....	" 411
14.3.1.3	Miglioramento genetico e varietà .....	" 414
14.3.2	Aspetti qualitativi e filiere .....	" 414
14.3.3	Agrotecnica .....	" 415
14.3.3.1	Avvicendamento.....	" 415
14.3.3.2	Preparazione del terreno.....	" 415
14.3.3.3	Semina .....	" 416
14.3.3.4	Concimazione.....	" 417

14.3.3.5 Irrigazione.....	Pag.	417
14.3.3.6 Difesa dalle avversità biotiche.....	"	417
14.3.3.7 Itinerari agronomici a basso impatto ambientale .....	"	418
14.3.4 Raccolta e resa di prodotto.....	"	419
<b>14.4 Sesamo</b> .....	"	419
14.4.1 Inquadramento .....	"	419
14.4.1.1 Origine, notizie storiche e diffusione .....	"	419
14.4.1.2 Classificazione, aspetti botanici e caratteri morfologici .....	"	420
14.4.1.3 Ecofisiologia ed esigenze ecologiche .....	"	421
14.4.1.4 Miglioramento genetico e varietà .....	"	422
14.4.2 Aspetti qualitativi e filiere .....	"	423
14.4.3 Agrotecnica .....	"	425
14.4.3.1 Avvicendamento.....	"	425
14.4.3.2 Preparazione del terreno.....	"	425
14.4.3.3 Semina .....	"	425
14.4.3.4 Concimazione.....	"	426
14.4.3.5 Irrigazione.....	"	426
14.4.3.6 Difesa dalle avversità biotiche.....	"	426
14.4.4 Raccolta e resa di prodotto.....	"	428
<b>14.5 Cotone da olio</b> .....	"	429
<b>Bibliografia</b> .....	"	430

## SEZIONE SECONDA – PROTEAGINOSE E PROTEOLEAGINOSE

<b>15 FAVA</b> .....	"	435
<b>15.1 Inquadramento</b> .....	"	435
15.1.1 Origine, notizie storiche e diffusione.....	"	435
15.1.2 Classificazione, aspetti botanici e caratteri morfologici .....	"	435
15.1.2.1 Struttura della pianta .....	"	436
15.1.3 Ecofisiologia ed esigenze ecologiche .....	"	439
15.1.3.1 Ciclo biologico .....	"	439
15.1.3.2 Esigenze rispetto al clima .....	"	440
15.1.3.3 Esigenze rispetto al terreno.....	"	441
15.1.4 Miglioramento genetico e varietà .....	"	441
<b>15.2 Aspetti qualitativi e filiere</b> .....	"	442
<b>15.3 Agrotecnica</b> .....	"	443
15.3.1 Avvicendamento .....	"	443
15.3.2 Preparazione del terreno.....	"	444
15.3.3 Semina .....	"	444
15.3.4 Consociazione.....	"	445
15.3.5 Concimazione.....	"	445
15.3.6 Irrigazione.....	"	446
15.3.7 Difesa dalle avversità biotiche.....	"	446
15.3.7.1 Controllo delle malerbe .....	"	446
15.3.7.2 Controllo delle malattie.....	"	447
15.3.7.3 Controllo di artropodi e parassiti .....	"	448
<b>15.4 Raccolta e resa di prodotto</b> .....	"	449
<b>Bibliografia</b> .....	"	450
<b>16 CECE E CICERCHIA</b> .....	"	451
<b>16.1 Cece</b> .....	"	451
16.1.1 Inquadramento .....	"	451

16.1.1.1 Origine, notizie storiche e diffusione .....	Pag. 451
16.1.1.2 Classificazione, aspetti botanici e caratteri morfologici .....	" 451
16.1.1.3 Ecofisiologia ed esigenze ecologiche .....	" 453
16.1.1.4 Miglioramento genetico e varietà .....	" 456
16.1.2 Aspetti qualitativi e filiere .....	" 457
16.1.3 Agrotecnica .....	" 458
16.1.3.1 Avvicendamento.....	" 458
16.1.3.2 Preparazione del terreno.....	" 459
16.1.3.3 Semina .....	" 460
16.1.3.4 Concimazione.....	" 461
16.1.3.5 Irrigazione.....	" 462
16.1.3.6 Difesa dalle avversità biotiche.....	" 462
16.1.4 Raccolta e resa di prodotto .....	" 464
<b>16.2 Cicerchia</b> .....	" 464
16.2.1 Inquadramento .....	" 464
16.2.1.1 Origine, notizie storiche e diffusione .....	" 464
16.2.1.2 Classificazione, aspetti botanici e caratteri morfologici .....	" 465
16.2.1.3 Ecofisiologia ed esigenze ecologiche .....	" 466
16.2.1.4 Miglioramento genetico e varietà .....	" 467
16.2.2 Aspetti qualitativi e filiere .....	" 467
16.2.3 Agrotecnica .....	" 468
16.2.3.1 Avvicendamento.....	" 468
16.2.3.2 Preparazione del terreno.....	" 468
16.2.3.3 Semina .....	" 469
16.2.3.4 Concimazione.....	" 469
16.2.3.5 Difesa dalle avversità biotiche.....	" 469
16.2.4 Raccolta e resa di prodotto .....	" 469
<b>Bibliografia</b> .....	" 470
<b>17 LENTICCHIA</b> .....	" 473
<b>17.1 Inquadramento</b> .....	" 473
17.1.1 Origine, notizie storiche e diffusione .....	" 473
17.1.2 Classificazione, aspetti botanici e caratteri morfologici .....	" 473
17.1.2.1 Struttura della pianta .....	" 474
17.1.3 Ecofisiologia ed esigenze ecologiche .....	" 476
17.1.3.1 Ciclo biologico e fenofasi.....	" 476
17.1.3.2. Esigenze climatiche .....	" 478
17.1.3.3 Esigenze rispetto al terreno.....	" 479
17.1.4 Miglioramento genetico e varietà .....	" 479
<b>17.2 Aspetti qualitativi e filiere</b> .....	" 480
<b>17.3 Agrotecnica</b> .....	" 481
17.3.1 Avvicendamento .....	" 481
17.3.2 Preparazione del terreno.....	" 481
17.3.3 Semina .....	" 482
17.3.4 Concimazione.....	" 482
17.3.5 Irrigazione.....	" 482
17.3.6 Difesa dalle avversità biotiche.....	" 483
17.3.6.1 Controllo delle malerbe .....	" 483
17.3.6.2 Controllo delle malattie.....	" 483
17.3.6.3 Controllo di artropodi e parassiti .....	" 483
<b>17.4 Raccolta e resa di prodotto</b> .....	" 483
<b>Bibliografia</b> .....	" 484
<b>Sitografia</b> .....	" 484

<b>18 FAGIOLO E PISELLO</b> .....	Pag. 485
<b>18.1 Fagiolo</b> .....	" 485
18.1.1 Inquadramento .....	" 485
18.1.1.1 Origine, notizie storiche e diffusione .....	" 485
18.1.1.2 Classificazione, aspetti botanici e caratteri morfologici .....	" 486
18.1.1.3 Ecofisiologia ed esigenze ecologiche .....	" 489
18.1.1.4 Miglioramento genetico e varietà .....	" 489
18.1.2 Aspetti qualitativi e filiere .....	" 490
18.1.3 Agrotecnica .....	" 492
18.1.3.1 Avvicendamento.....	" 492
18.1.3.2 Preparazione del terreno.....	" 492
18.1.3.3 Semina .....	" 492
18.1.3.4 Concimazione.....	" 493
18.1.3.5 Irrigazione.....	" 493
18.1.3.6 Difesa dalle avversità biotiche.....	" 494
18.1.4 Raccolta e resa di prodotto.....	" 495
<b>18.2 Pisello</b> .....	" 495
18.2.1 Inquadramento .....	" 495
18.2.1.1 Origine, notizie storiche e diffusione .....	" 495
18.2.1.2 Classificazione, aspetti botanici e caratteri morfologici .....	" 496
18.2.1.3 Struttura della pianta .....	" 496
18.2.1.4 Ecofisiologia ed esigenze ecologiche .....	" 498
18.2.1.5 Miglioramento genetico e varietà .....	" 499
18.2.2 Aspetti qualitativi e filiere .....	" 501
18.2.3 Agrotecnica .....	" 503
18.2.3.1 Avvicendamento.....	" 503
18.2.3.2 Preparazione del terreno.....	" 503
18.2.3.3 Semina .....	" 503
18.2.3.4 Concimazione.....	" 504
18.2.3.5 Irrigazione.....	" 504
18.2.3.6 Difesa dalle avversità biotiche.....	" 504
18.2.4 Raccolta e resa di prodotto.....	" 506
<b>Bibliografia</b> .....	" 506
<b>19 LUPINO</b> .....	" 507
<b>19.1 Inquadramento</b> .....	" 507
19.1.1 Origine, notizie storiche e diffusione .....	" 507
19.1.2 Classificazione, aspetti botanici e caratteri morfologici .....	" 508
19.1.2.1 Struttura della pianta .....	" 508
19.1.3 Ecofisiologia ed esigenze ecologiche .....	" 510
19.1.3.1 Ciclo biologico .....	" 510
19.1.3.2 Terreno .....	" 511
19.1.3.3 Esigenze nutrizionali .....	" 511
19.1.4 Miglioramento genetico e varietà .....	" 512
<b>19.2 Aspetti qualitativi e filiere</b> .....	" 512
<b>19.3 Agrotecnica</b> .....	" 513
19.3.1 Avvicendamento .....	" 513
19.3.2 Preparazione del terreno.....	" 513
19.3.3 Semina .....	" 513
19.3.4 Concimazione.....	" 514
19.3.5 Irrigazione.....	" 514
19.3.6 Difesa dalle avversità biotiche.....	" 514
19.3.6.1 Controllo delle malerbe.....	" 514

19.3.6.2	Controllo delle malattie.....	Pag. 514
19.3.6.3	Controllo di artropodi e parassiti .....	" 515
<b>19.4</b>	<b>Raccolta e resa di prodotto</b> .....	" 515
<b>Bibliografia</b>	.....	" 515
<b>20</b>	<b>SOIA</b> .....	" 517
<b>20.1</b>	<b>Inquadramento</b> .....	" 517
20.1.1	Origine notizie storiche e diffusione.....	" 517
20.1.2	Classificazione, aspetti botanici e caratteri morfologici .....	" 518
20.1.2.1	Sistema radicale .....	" 519
20.1.2.2	Tipo di accrescimento .....	" 519
20.1.2.3	Morfologia fogliare - fioritura e allegagione.....	" 519
20.1.2.4	Seme.....	" 522
20.1.2.5	Ciclo biologico e colturale .....	" 522
20.1.3	Ecofisiologia ed esigenze ecologiche .....	" 522
20.1.4	Miglioramento genetico e varietà .....	" 524
<b>20.2</b>	<b>Aspetti qualitativi e filiere</b> .....	" 525
<b>20.3</b>	<b>Agrotecnica</b> .....	" 528
20.3.1	Avvicendamento.....	" 528
20.3.2	Preparazione del terreno.....	" 528
20.3.3	Semina .....	" 529
20.3.4	Concimazione.....	" 531
20.3.5	Irrigazione.....	" 532
20.3.6	Difesa dalle avversità biotiche.....	" 532
20.3.6.1	Controllo delle malerbe .....	" 532
20.3.6.2	Controllo di malattie, artropodi e parassiti.....	" 535
<b>20.4</b>	<b>Raccolta e resa di prodotto</b> .....	" 536
<b>Bibliografia</b>	.....	" 538
 <b>PARTE TERZA – COLTURE SACCARIFERE</b>		
<b>21</b>	<b>COLTURE SACCARIFERE</b> .....	" 541
<b>21.1</b>	<b>Introduzione</b> .....	" 541
<b>21.2</b>	<b>Barbabietola da zucchero</b> .....	" 542
21.2.1	Inquadramento .....	" 542
21.2.1.1	Origine, notizie storiche e diffusione .....	" 542
21.2.1.2	Classificazione, aspetti botanici e caratteri morfologici .....	" 544
21.2.1.3	Ecofisiologia ed esigenze ecologiche .....	" 545
21.2.1.4	Miglioramento genetico e varietà .....	" 548
21.2.2	Aspetti qualitativi e filiere .....	" 549
21.2.3	Agrotecnica .....	" 550
21.2.3.1	Avvicendamento.....	" 550
21.2.3.2	Preparazione del terreno.....	" 550
21.2.3.3	Semina .....	" 551
21.2.3.4	Concimazione.....	" 552
21.2.3.5	Irrigazione.....	" 554
21.2.3.6	Difesa dalle avversità biotiche.....	" 555
21.2.3.7	Itinerari agronomici .....	" 559
21.2.4	Raccolta e resa di prodotto.....	" 560
21.2.4.1	Epoche di raccolta e resa.....	" 560
21.2.4.2	Modalità di raccolta.....	" 561
21.2.4.3	Sottoprodotti.....	" 563

<b>21.3 Canna da zucchero</b> .....	Pag. 565
21.3.1 Inquadramento .....	" 565
21.3.1.1 Origine, notizie storiche e diffusione .....	" 565
21.3.1.2 Ecofisiologia ed esigenze ecologiche .....	" 565
21.3.2 Agrotecnica .....	" 566
21.3.2.1 Preparazione del terreno.....	" 566
21.3.2.2 Impianto.....	" 566
21.3.2.3 Concimazione e irrigazione.....	" 567
21.3.2.4 Difesa dalle avversità biotiche.....	" 567
21.3.3 Raccolta e resa di prodotto.....	" 568
<b>21.4 Sorgo zuccherino</b> .....	" 569
21.4.1 Origine, diffusione, ecofisiologia ed esigenze ecologiche.....	" 569
21.4.2 Agrotecnica .....	" 570
21.4.3 Raccolta e resa di prodotto.....	" 571
<b>21.5 Topinambur</b> .....	" 572
21.5.1 Inquadramento .....	" 572
21.5.1.1 Origine, notizie storiche e diffusione .....	" 572
21.5.1.2 Ecofisiologia ed esigenze ecologiche .....	" 573
21.5.2 Agrotecnica .....	" 573
21.5.2.1 Avvicendamento, preparazione del terreno e impianto.....	" 573
21.5.2.2 Concimazione e irrigazione.....	" 574
21.5.2.3 Difesa dalle avversità biotiche.....	" 574
21.5.3 Raccolta e resa di prodotto.....	" 574
<b>Bibliografia</b> .....	" 575
<b>Appendice - Le infestanti del riso e il loro controllo in risaia</b> .....	" 577
<b>Referenze iconografiche</b> .....	" 581

# 2 Orzo

Amedeo Reyneri

## 2.1 INQUADRAMENTO

### 2.1.1 ORIGINE, NOTIZIE STORICHE E DIFFUSIONE

L'orzo è un cereale appartenente al genere *Hordeum* di cui sono conosciute allo stato spontaneo numerose specie non coltivate. Analogamente al genere *Triticum*, la specie coltivata, *Hordeum vulgare*, è stata domesticata dall'uomo nella regione della Mezzaluna fertile (Asia mediorientale) già nel corso del tardo Paleolitico (circa 11.000 anni fa).

Per la notevole rusticità e per la maggiore brevità del ciclo colturale, è stata spesso la prima coltura ad essere stata sistematicamente coltivata, probabilmente precedendo il frumento (crf. Cap. 1), quando le conoscenze hanno permesso il passaggio da un sostentamento alimentare basato sulla caccia e la raccolta con uno basato sull'agricoltura.

L'orzo compare quindi come il principale cereale coltivato nelle cronache delle prime grandi civiltà della Mesopotamia, dell'Anatolia, della Persia e dell'Antico Egitto. Con il frumento fu probabilmente introdotto nell'Europa meridionale circa 7-8.000 anni fa, per diffondersi successivamente nel resto dell'Europa settentrionale e orientale, così come, verso Oriente, dalle regioni del Medio Oriente e del Mediterraneo in Asia. Nelle Americhe e in Oceania, l'orzo è stato introdotto con la colonizzazione.

Grazie all'adattabilità e al notevole polimorfismo, l'orzo è il cereale con il più esteso areale di coltivazione spingendosi dal 65°N al 55°S arrivando ad altitudini di oltre 4000 m nelle valli dell'Himalaya e la sua importanza è rimasta elevata fino ai nostri giorni, risultando sostituita per rilevanza dalla coltura del frumento a causa della minore resa e soprattutto perché inadatto alle produzioni di lievitati come il pane. Tuttavia l'attenzione per questa coltura, essenziale per la produzione di cibi, mangimi e bevande è sempre stata notevole, risultando tra le prime a cui è stato applicato l'approccio scientifico alla selezione e al miglioramento genetico, con vantaggi rilevanti sulla produttività.

Attualmente nel mondo l'orzo è per diffusione la quarta coltura, estendendosi su circa 50 milioni di ettari con una resa in granella media di 3,0 t/ha e una produzione globale di circa 150 milioni di tonnellate (FAOSTAT, 2021). L'Unione Europea è il principale produttore con 53 milioni di tonnellate con rese pari a 4,7 t/ha. In Italia l'attuale superficie coltivata è pari a circa 250.000 ettari con una resa media di 4,0 t/ha e una produzione di circa 1 milione di tonnellate.

I suoi impieghi interessano tutti i settori principali da quello zootecnico (*feed*), alimentare (*food*) e delle bevande, a quello energetico.

### 2.1.2 CLASSIFICAZIONE, ASPETTI BOTANICI E CARATTERI MORFOLOGICI

*Hordeum vulgare* L. appartiene alle piante superiori e alla famiglia delle *Poaceae*, o Graminacee. Presenta ploidia (n) pari a 7, dando origine solo a specie diploidi (2n) con 14 cromosomi. Tutte le specie del genere *Hordeum* sono annuali del gruppo ecologico delle terofite cespitose.



### 2.1.2.1 STRUTTURA DELLA PIANTA

La radice è fascicolata con un approfondimento che al completo sviluppo, raggiunto alla fioritura, può superare 100 cm di profondità ma più frequentemente si arresta tra 50 e 70 cm. Dal seme vengono emesse per prime le radichette seminali che rimangono attive per un breve periodo per venire sostituite dalle radici secondarie o avventizie, emesse dal nodo basale, che costituiscono il sistema radicale definitivo della pianta.

La prima fogliolina è emessa dal seme a seguito della germinazione durante l'emergenza dal terreno, successivamente dal nodo basale sono emesse in successione un numero variabile di foglie, ciascuna costituita da due parti: la guaina che avvolge il culmo, e la lamina superiore libera. Come in tutte le graminacee, la lamina è allungata con nervature parallele. La lamina è di colore verde spesso con sfumature più chiare di quelle del frumento. Nel punto di inserimento della lamina nella guaina si individuano le strutture membranose della ligula in posizione assiale e delle auricole o orecchiette in posizione laterale. Nell'orzo le auricole sono un elemento distintivo rispetto agli altri cereali vernini, in quanto sono molto evidenti allungandosi in modo da abbracciare il culmo. Durante la fase vegetativa, così fino all'emergenza della spiga dalla foglia a bandiera, l'individuazione della coltura deve essere condotta osservando le sole strutture visibili della guaina e della lamina fogliari.

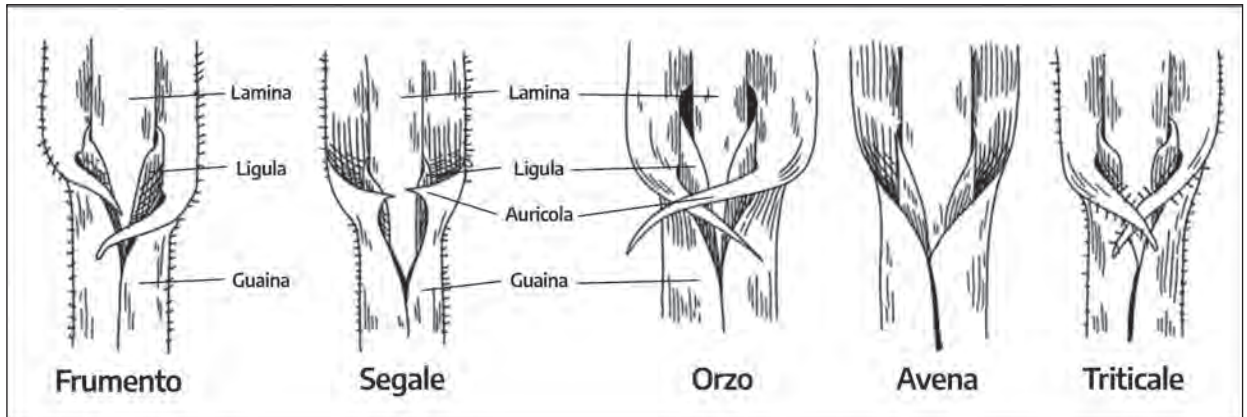
Il riconoscimento è quindi possibile osservando con attenzione il punto in cui la lamina si inserisce nella guaina dove si individuano 3 strutture membranose: quella centrale è detta ligula, avendo forma di lingua, e quelle laterali e simmetriche sono dette auricole o orecchiette (Fig. 2.2). Tali strutture si possono osservare solo quando la lamina è completamente fuoriuscita dalla guaina mentre non sono osservabili nell'ultima foglia ancora in emissione.

Altri aspetti più generali della pianta possono permettere di individuare la coltura: le lamine fogliari di colore verde chiaro e più larghe con portamento più prostrato nel caso dell'orzo, mentre nel frumento sono più scure, allungate e nel complesso con portamento più verticale. Tuttavia, questi ultimi aspetti sono fortemente influenzati dall'ambiente culturale e pertanto è più sicuro il riconoscimento attraverso l'esame della ligula e delle auricole.

Nella prima parte del ciclo culturale la pianta non presenta uno stelo, detto culmo, ma le guaine fogliari sovrapposte sostengono lo sviluppo verticale delle lamine formando lo pseudoculmo. Da uno pseudoculmo formato dalle prime foglie emesse se ne possono formare altri laterali (germogli) così da conferire alla piantina un habitus cespitoso e



**Fig. 2.1** | Piante di orzo allo stadio di accestimento con l'emissione di pseudoculmi (germogli).  
(Foto: M. Blandino)

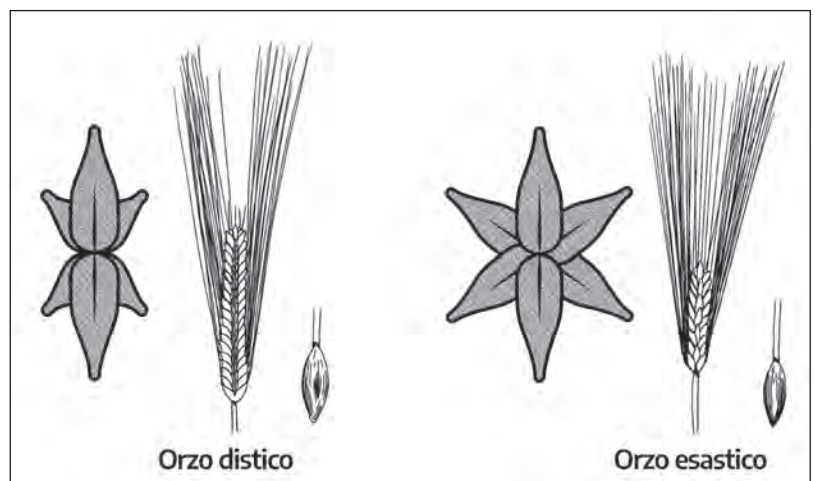


**Fig. 2.2** | Elementi per il riconoscimento dei cereali vernini durante la fase vegetativa.

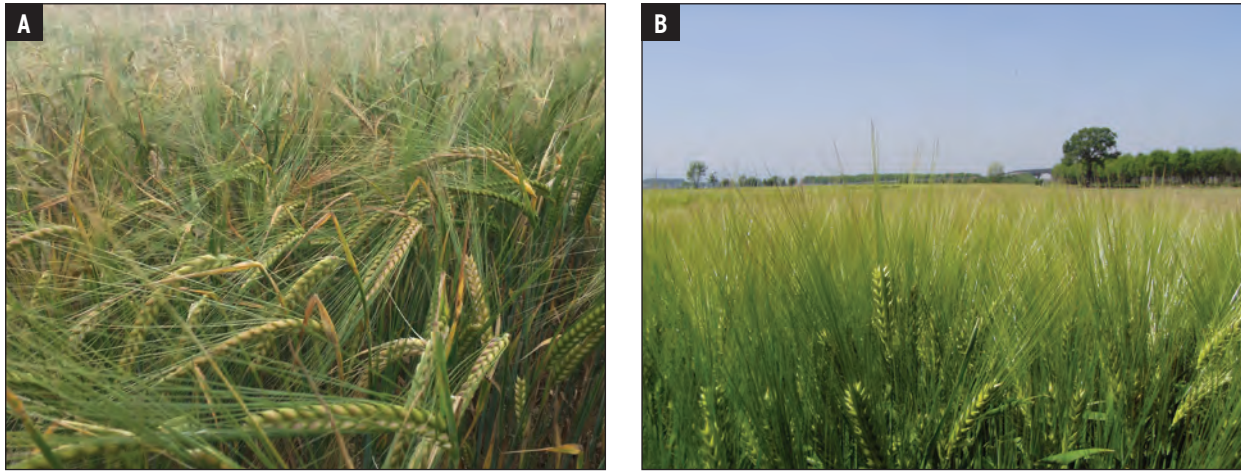
semiprostrato. Successivamente alla formazione dell'abbozzo florale, si forma il culmo cilindrico e senza midollo che presenta una serie di nodi e di internodi parzialmente avvolti dalle guaine fogliari. Alla fine della levata, il culmo è formato da 5 a 7 internodi terminando con la spiga. L'altezza del culmo a seconda di varietà, condizioni pedo-climatiche e agrotecnica è compresa tra 70 e 150 cm.

Il culmo dell'orzo presenta un contenuto di fibra inferiore a quello del frumento, pertanto nel corso della maturazione forti piogge e vento o eccessi di azoto possono favorire l'allettamento a cui questa coltura è particolarmente soggetta. L'allettamento comporta la piegatura dello stelo e la perdita del portamento verticale; ciò è sempre negativo perché determina una riduzione delle fotosintesi, un rallentamento della traslocazione degli assimilati nella granella e un aumento delle condizioni favorevoli allo sviluppo delle muffe. L'infiorescenza è una spiga composta da spighette uniflore inserite in numero di 3 lungo un asse centrale detto rachide. In alcuni genotipi tutti i 3 fiori sono fertili (forme esastiche) oppure solo quello centrale (forme distiche) (Fig. 2.3).

Il rachide è costituito da 10 a 30 nodi; di conseguenza una spiga è composta da 30 a 90 spighette. Ogni spighetta porta ai lati 2 glume sterili ridotte alla base del fiore; questo è invece protetto da 2 glumette che lo avvolgono: quella inferiore (lemma) porta una carena che termina in una lunga resta (o arista), mentre la glumetta superiore (palea) si



**Fig. 2.3** | Disposizione delle spighette fertili e morfologia della spiga.



**Fig. 2.4** | Coltura (A) di orzo distico e (B) di orzo polistico.

presenta priva di resta. Nelle comuni varietà lemma e palea aderiscono fortemente alla cariosside e non si disarticolano alla raccolta. La cariosside dell'orzo viene perciò definita vestita.

Il fiore presenta 2 lodicole: l'adroceo formato da 3 stami e un carpello portante all'apice 2 stimmi.

Il frutto è una cariosside, comunemente indicato come seme o chicco, avvolta strettamente dalle glumette. La cariosside ha forma ovoidale e colore variabile dal biancastro e rossastro con un solco ventrale nella faccia inferiore e l'embrione nella faccia superiore. La struttura della cariosside, analogamente a quella del frumento (crf. §1.1.2) è costituita da 4 parti principali: l'embrione, un tegumento esterno, detto pericarpo, una massa farinosa detto endosperma e un sottile strato di cellule detto aleurone. La lunghezza della cariosside varia tra 8 e 14 mm, mentre il diametro è compreso tra 2 e 4 mm. Il peso del seme è variabile e compreso tra 25 e 60 mg, risultando maggiore nelle forme distiche.

I cereali vernini presentano molti caratteri morfologici comuni e un ciclo culturale ampiamente sovrapposto, se non del tutto simile, è pertanto utile riassumere i principali elementi che consentono la distinzione morfologica dell'orzo dagli altri cereali vernini (Tab. 2.1).

**Tabella 2.1** | Elementi morfologici distintivi dell'orzo rispetto agli altri cereali vernini.

**Dall'apparato vegetativo**

Lamine fogliari di colore verde chiaro

Presenza di ligula sviluppata e di orecchiette glabre molto sviluppate e abbraccianti il culmo

Forte accestimento

**Dall'infiorescenza**

Spighe uniflore

Presenza di lunghe reste di dimensioni almeno pari a quella della spiga

**Dalla cariosside**

Glumette aderenti (cariosside vestita)

### 2.1.3 CICLO BIOLOGICO E COLTURALE

Il ciclo dell'orzo si presenta molto simile a quello del frumento suddividendosi nelle 4 fasi della germinazione, della fase vegetativa, della fase riproduttiva e della maturazione; ogni fase si suddivide poi in stadi fenologici distinti che corrispondono a quelli del frumento (cfr. Fig. 1.6).

Di seguito si pongono in luce le eventuali differenze tra l'orzo e il frumento tenero o duro lasciando il dettaglio alla trattazione relativa a quest'ultime colture.

La fase di germinazione dell'orzo segue un processo e richiede condizioni ambientali analoghe a quelle del frumento. Tuttavia il processo di germinazione avviene con una maggiore rapidità per una più rapida idrolisi delle riserve in amido della cariosside; pertanto nelle condizioni più frequenti l'emergenza si completa in 6-12 giorni.

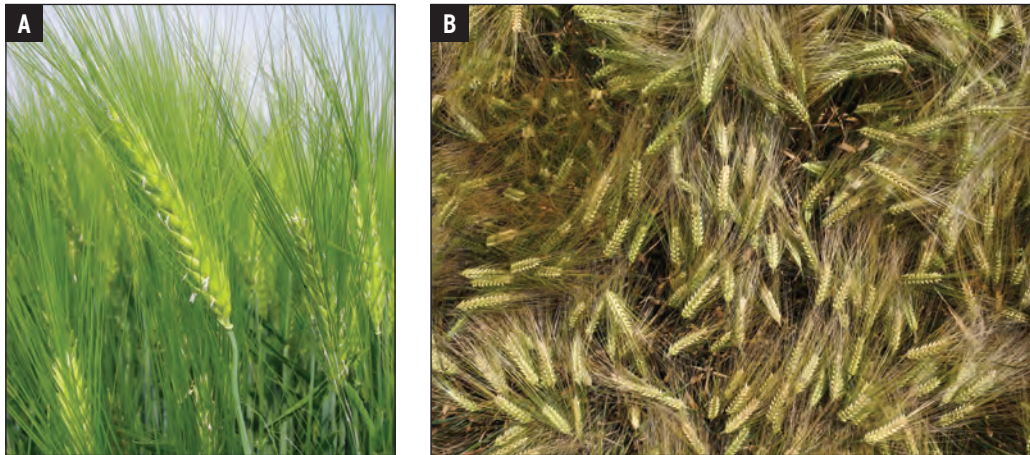
Nel corso della fase vegetativa l'emissione delle foglie e delle radici seminali e avventizie avviene più rapidamente rispetto al frumento in quanto presenta un fillocrone inferiore, ovvero richiede una somma termica minore per emettere una foglia. Analogamente, la prima differenziazione dal nodo basale degli pseudocolmi avviene in un intervallo minore se le condizioni colturali sono favorevoli; pertanto l'orzo presenta un indice di accestimento (numero di culmi di accestimento per pianta) superiore rispetto agli altri cereali vernini accentuandone l'habitus cespitoso. L'orzo è quindi una coltura con uno sviluppo vegetativo rapido e una spiccata capacità di riequilibrare la densità colturale e di recuperare le falanze della semina. Questa elevata rapidità vegetativa conferisce una elevata capacità di adattamento e recupero quando si presentano brevi periodi a favorevoli alla coltura.

La fase riproduttiva è stimolata dalla temperatura e dall'allungamento del fotoperiodo. Sono presenti sia genotipi non alternativi (orzi a semina autunnale), sia alternativi (orzi primaverili); nei primi è necessario il superamento di un periodo di fresco (vernalizzazione) per la differenziazione dell'abbozzo florale a livello del nodo basale (viraggio) che in genere avviene in corrispondenza dell'equinozio primaverile. Negli orzi alternativi la vernalizzazione non è necessaria. Successivamente al viraggio la pianta entra nello stadio di levata (allungamento dei culmi). La crescita in altezza del culmo avviene con una notevole rapidità; pertanto l'orzo arriva allo stadio di botticella e di foglia a bandiera (ultima foglia emessa) e poi di spigatura in anticipo rispetto agli altri cereali vernini.

Come per il genere *Triticum* l'emissione delle antere evidenzia lo stadio di fioritura; la fecondazione è prevalentemente cleistogama, quindi con un tasso di autofecondazione di oltre il 90%. La durata della fioritura può durare da 5 a 8 giorni ed è anticipata rispetto a quella del frumento tenero e duro di 5-14 giorni a seconda della varietà.



Fig. 2.5 | Coltura di orzo in semina autunnale allo stadio (A) di accestimento e (B) di inizio levata.



**Fig. 2.6** | Spighe di orzo polistico allo stadio di piena fioritura e di maturazione latteo-cerosa.



**Fig. 2.7** | Confronto tra la precocità dell'orzo, nell'immagine in maturazione cerosa avanzata rispetto al frumento ancora in maturazione lattea precoce.

La maturazione prevede l'accumulo degli elaborati nell'endosperma dopo alcuni giorni dalla fecondazione. Essa procede nelle 4 sottofasi dette di maturazione lattea, cerosa, fisiologica, agraria o di raccolta. L'evoluzione delle diverse sottofasi è anch'essa rapida: rispetto al frumento la maturazione latteo-cerosa è raggiunta con un anticipo di circa 2 settimane e così la maturazione agraria o di raccolta, sebbene la rapidità di perdita finale di umidità non si discosti da quella degli altri cereali vernini a causa della presenza delle glumette.

#### 2.1.4 ECOFISIOLOGIA ED ESIGENZE ECOLOGICHE

L'orzo è un cereale con sistema fotosintetico C3, con una buona resistenza alle basse temperature invernali e longigiorno relativamente al fotoperiodo: pertanto in ambienti temperati e mediterranei la semina è effettuata preferenzialmente in autunno o in inverno; la fioritura avviene a primavera inoltrata e la raccolta ad inizio estate. Nei paesi, o negli ambienti montani ad inverni molto rigidi e prolungati, la semina è necessariamente primaverile e la raccolta avviene tra fine estate ed inizio autunno. Nel caso delle semine autunnali si possono impiegare sia varietà alternative sia non alternative; tuttavia, queste ultime presentano una maggiore resistenza al freddo.

L'orzo risponde bene alle basse temperature ed è in grado di essere attivo anche con temperature diurne di poco superiori a 0 °C e con ottimo attorno a 18-20 °C; quest'ultimo nelle varietà più diffuse è leggermente inferiore a quello del frumento tenero, contribuendo ad una maggiore precocità. Pertanto, il ciclo colturale negli ambienti temperati e mediterranei risulta più breve di quello del frumento di circa 10-20 giorni. Nel complesso, per l'orzo in semina autunnale la somma termica<sup>1</sup> è pari a 1800:2000 °C, mentre per quello in semina primaverile la somma termica è pari a 1500:1700 °C. La resistenza al freddo è molto variabile dipendendo principalmente dalla genetica (varietà) e dallo stadio fenologico. La sensibilità al freddo è maggiore nel corso dei primi stadi successivi all'emergenza e soprattutto dalla spigatura alla fine della fioritura; in quest'ultima condizione si può riscontrare sterilità fiorale totale o parziale in presenza di gelo nelle ore notturne. Allo stadio compreso da 3 a 5 foglie si possono manifestare danni all'apparato fogliare con temperature minime inferiori a -6 / -8 °C, mentre la mortalità delle plantule si manifesta a partire da temperature comprese tra -12 e -16 °C per i genotipi non alternativi e tra -4 e -6 °C per quelli alternativi. Se confrontato con gli altri cereali vernini l'orzo presenta una resistenza al freddo intermedia tra il frumento tenero e il frumento duro; rispetto al primo l'orzo è più sensibile alle condizioni di freddo prolungato in condizioni di parziale asfissia per ristagni di umidità nel suolo.

Le alte temperature influenzano negativamente la produttività esponendo la pianta ad una riduzione dell'attività fotosintetica quando l'evapotraspirazione è elevata e per effetto di un accorciamento eccessivo della maturazione con la conseguente riduzione dell'accumulo degli elaborati della fotosintesi e delle riserve nella cariosside. Temperature diurne superiori a 28 - 30 °C tra la maturazione lattea e la cerosa sono da considerarsi sempre negative ai fini della produzione in quanto possono accentuare la "stretta", ovvero una interruzione del processo di accumulo degli elaborati nella cariosside. Pertanto, negli ambienti a rischio di elevate temperature in maturazione, si introducono varietà precoci così da completare anticipatamente il riempimento della cariosside per sfuggire così alla stretta.

La tolleranza alla carenza idrica è in genere discreta e superiore a quella del frumento tenero perché l'orzo presenta un apparato radicale tendenzialmente più approfondito e un ciclo colturale più breve, il che ne riduce l'esposizione agli stress termici estivi. Tuttavia, per ottenere elevate produzioni, sono necessari oltre 450 mm di acqua tra precipitazioni e riserve idriche per ciclo colturale, mentre sotto i 350 mm le rese produttive sono limitate. La sensibilità maggiore allo stress idrico si manifesta dalla spigatura alla maturazione lattea, ma in caso di stress idrico il calo produttivo è meno sensibile rispetto a quello del frumento tenero. L'impiego di varietà a maturazione precoce riduce i consumi idrici e i probabili stress durante la maturazione. Prolungati ristagni idrici sono sempre negativi in qualsiasi fase, ma in particolare durante la prima parte del ciclo colturale. Pertanto, la sistemazione idraulica nei suoli pesanti è di grande rilevanza per assicurare e stabilizzare le produzioni.

L'orzo ha una notevole capacità di adattamento a suoli con diversa reazione (pH) e granulometria potendo essere coltivato anche su suoli decisamente sciolti, limosi o argillosi. Tuttavia, la sensibilità al ristagno idrico limita la coltivazione nei suoli compatti che formano crosta superficiale e mal sistemati, mentre la discreta tolleranza allo stress idrico ne permette la coltivazione su suoli sabbiosi, superficiali, calcarei anche ricchi di scheletro. Le produzioni più elevate si riscontrano su suoli di medio impasto, profondi con reazioni (pH) comprese tra 6,0 e 8,0. Infine, la coltura presenta una elevata tolleranza ai suoli salini producendo adeguatamente fino ad una ECe di 8-10 mm hos/cm.

<sup>1</sup> Calcolata dall'emergenza alla maturazione fisiologica ponendo come cardinale minimo 0 °C.



**Fig. 2.8** | Coltivazione di orzo distico allo stadio di spigatura in una vallata alpina.

In sintesi, l'orzo tra i cereali vernini presenta una maggiore precocità e quindi un maggiore adattamento alle diverse condizioni ambientali conferendo a questa coltura il più ampio areale di diffusione e la capacità di spingersi anche in ambienti montani (Fig. 2.8). È comunque un cereale in grado di sfruttare le migliori condizioni agronomiche: in situazioni di terreni ben strutturati di medio impasto o sciolti e dotati di sufficienti riserve idriche la produzione può essere molto elevata, anche superiore a quella del frumento tenero.

### 2.1.5 MIGLIORAMENTO GENETICO E VARIETÀ

Il genere *Hordeum* presenta specie con corredo cromosomico diploide ( $2n = 2X = 14$ ) e una percentuale massima di allogamia inferiore al 2%; analogamente al genere *Triticum* si tratta di piante cleistogame la cui fecondazione avviene nel fiore, nelle prime fasi della fioritura. La domesticazione è avvenuta partendo dalla forma selvatica (*H. spontaneum*) già nel corso del Neolitico. Da allora la selezione genetica è avvenuta prima secondo forme empiriche e poi, a partire dall'inizio del XX secolo, adottando le conoscenze e i metodi del miglioramento genetico moderno.

In Italia le attività di miglioramento genetico hanno seguito un percorso parallelo a quello del frumento grazie soprattutto alla scuola di Nazareno Strampelli con la costituzione di varietà polistiche (Raineri, Maraini, Leonessa ecc.) ottenute per incrocio di popolazioni locali, aventi caratteri di maggiore precocità e resistenza agli stress idrici. Tuttavia, fino agli anni '70, in gran parte degli areali nazionali è prevalsa la coltivazione di popolazioni locali. Successivamente l'introduzione di varietà distiche e polistiche selezionate in Europa centrale, ha comportato un deciso rinnovamento della coltura con un rilevante incremento di produzioni spesso superiori a quelle del frumento tenero negli ambienti vocati del Nord Italia, dove nelle situazioni favorevoli si sono registrate rese anche maggiori a 10 t/ha.

L'orzo può essere considerato una pianta modello per il miglioramento genetico in virtù della sua natura diploide, della diversità fenotipica e della facilità di incrocio.

Le tecniche recenti di selezione dell'orzo sono analoghe a quelle applicate su frumento, basandosi innanzitutto su una variabilità genetica elevatissima (orzi distici/polistici, alternativi/non alternativi, vestiti/nudi, mutici/aristati...) a cui si può attingere da circa 500.000 accessioni conservate nelle banche del germoplasma. La capacità di adattamento di questa coltura alle diverse condizioni ambientali è permessa da questa ricca

diversità genetica ora caratterizzata sia a livello fenotipico sia a livello molecolare per identificare i caratteri da considerare nel miglioramento genetico.

La strategia basata sull'incrocio di linee selezionate è quella più diffusa, individuando i geni utili all'interno della collezione di germoplasma e incorporandoli in un genoma élite. Oggi si possono utilizzare tecniche di selezione assistita da marcatori (MAS: *Marker-Assisted Selection*) che associano all'esame del fenotipo l'analisi di marcatori molecolari per facilitare la selezione degli alleli favorevoli. A tale riguardo è stata di fondamentale importanza il sequenziamento del genoma (5.500 Mbp) completato nel 2012.

Pertanto, l'attività avanzata di selezione si può impostare su un disegno funzionale (ideotipo) sintetizzando i caratteri di interesse in un genotipo finale, ottenendo una varietà migliorata in tempi circa dimezzati rispetto al passato.

La possibilità nell'orzo di isolare linee con maschiosterilità citoplasmatica ha permesso di sfruttare l'eterosi, attraverso la messa a produzione di ibridi F1. Queste varietà ibride sono in commercio da oltre un decennio occupando una fetta crescente del mercato per l'elevata produttività accoppiata ad una minore sensibilità alle malattie fungine. Gli obiettivi attuali del miglioramento genetico per le tipologie dell'orzo comune ad uso zootecnico, alimentare e per la malteria sono riassunti in tabella 2.2

Tabella 2.2   Obiettivi del miglioramento genetico dell'orzo.		
Carattere e loci genetici oggetto di selezione molecolare	Orzo ad uso zootecnico	Orzo per malteria
<b>Architettura della pianta e ciclo culturale</b>		
Bassa taglia	**	***
Resistenza all'allettamento	***	**
Precocità	**	**
Architettura radice (angolo e profondità)	***	**
Dimensione e peso delle cariossidi	**	***
<b>Stress biotici e abiotici</b>		
Resistenza alle virosi	***	**
Resistenza all'elmintosporiosi	**	**
Resistenza a stress da basse temperature	***	**
Resistenza a stress idrico/calore	**	**
Efficienza d'uso dell'azoto nel suolo	**	*
<b>Aspetti qualitativi</b>		
Proteine di riserva nel seme	**	***
Sintesi e qualità dell'amido	*	***
Sintesi enzimi amilasici (maltodestrine)	*	***
Fattori salutistici (fibre solubili, antiossidanti ecc.)	**	*
Sintesi di $\beta$ -glucani	**	***
Rilevanza del carattere e relativo impegno nello sviluppo di saggi molecolari diagnostici. *** grande rilevanza ed impegno di ricerca internazionale; ** media rilevanza, soprattutto a livello locale, per applicazioni specifiche; * scarsa rilevanza, oppure ancora a livello sperimentale, ma grande interesse in prospettiva futura.		





**Fig. 2.9** | Coltivazione di orzo polistico: confronto tra una varietà ibrida (a sinistra) rispetto ad una varietà convenzionale.

## 2.2 ASPETTI QUALITATIVI E FILIERE

La granella di orzo può trovare impiego in ambito zootecnico, alimentare, industriale ed energetico in relazione al notevole contenuto energetico della cariosside (1400 kJ/100 g). La cariosside è costituita, mediamente in peso, per il 15% dalle glumette, da un 10% dal pericarpo, per l'72% dall'endosperma e per il 3% dall'embrione. La composizione della cariosside è variabile in relazione al genotipo e alle condizioni ambientali e di coltivazione, tuttavia tra le varietà polistiche e distiche si incontrano delle differenze costanti: la granella da varietà polistiche presenta minori dimensioni e peso ettolitrico a fronte di un tenore maggiore in fibra e proteina (Tab. 2.3). Viceversa la granella più grande dell'orzo distico ha un maggior contenuto in amido. Particolarmente elevato è il contenuto in fibra solubile tra cui i  $\beta$ -glucani (2,2-3,5%). Le differenti caratteristiche orientano così l'utilizzazione dell'orzo: i tipi polistici sono preferibili per l'impiego mangimistico, mentre quelli distici per impieghi nell'industria maltaria destinata alla produzione di birra e altre bevande fermentate (whisky). Per l'alimentazione umana, produzione di orzo perlato per zuppe e minestre e per la produzione di bevande (orzo solubile), sono invece da preferirsi grani nudi.

In Italia l'impiego nettamente prevalente è la destinazione all'alimentazione zootecnica che interessa circa l'85% della produzione nazionale (840.000 t). La produzione di malto per distillazione incontra un interesse crescente sebbene i volumi siano significativamente inferiori; le malterie industriali trasformano annualmente circa 80.000 tonnellate di orzo in circa 65.000 tonnellate di malto. L'orzo da malto è prevalentemente coltivato nell'Italia centromeridionale adottando varietà primaverili con semina tardo invernale. La produzione di orzo perlato, la cui lavorazione vede la rimozione (decorti-

<b>Tabella 2.3</b>   Caratteri e principali componenti della cariosside di orzo polistico e distico.		
	<b>Orzo polistico</b>	<b>Orzo distico</b>
Proteina (%)	10-14	9-11
Amido (%)	55-59	58-62
Fibra (%)	4-6	3-5
Peso (mg)	38-44	48-54
Peso ettolitrico (kg/hl)	60-68	68-72

catura) degli strati corticali più fibrosi, ha ripreso un forte interesse, ma al momento interessa ancora una quota ridotta della produzione nazionale. Per tale produzione sono da preferire gli orzi nudi (con cariosside svestita), ma a causa del livello produttivo molto ridotto sono utilizzati gli orzi distici vestiti.

La cariosside di orzo è particolarmente ricca di enzimi amilasici che trasformano l'amido in zuccheri semplici e destrine. Tale capacità è superiore a quella degli altri cereali conferendo all'orzo una superiore attitudine a liberare rapidamente energia nell'ambito delle razioni zootecniche e rapidità ed efficienza nella produzione del malto.

## 2.3 AGROTECNICA

### 2.3.1 AVVICENDAMENTO

Come il frumento l'orzo si presta ad essere inserito in ambienti differenti e in molti sistemi colturali. Le esigenze minori di disponibilità residue di azoto nel suolo e la forte sensibilità alle elevate disponibilità di questo elemento nel corso della maturazione, per il rischio di allettamento, lo rendono meno adatto a seguire una coltura sarchiata che impiega fertilizzanti organici e, in particolare, colture prative a base di leguminose quali il prato di erba medica. In questi casi è preferibile una successione con frumento tenero o duro. Pertanto l'orzo in successione a frumento, barbabietola, colza, girasole trova le condizioni più indicate. Tuttavia il suo interesse per le aziende ad indirizzo zootecnico e l'ampio adattamento lo collocano spesso in avvicendamento con il mais trinciato o da granella. La maggiore brevità del ciclo ne favorisce la diffusione negli avvicendamenti con le colture intercalari, quali soia, mais, sorgo e orticole estive di pieno campo o nei sistemi foraggeri per la zootecnia.

La monosuccessione è possibile anche per la bassa suscettibilità al complesso del "mal del piede" ma questa pratica è meno diffusa rispetto alla monosuccessione di frumento e comporta comunque una certa riduzione delle rese.

Nei sistemi agricoli in conduzione biologica l'avvicendamento è vincolante. In questo contesto l'orzo trova una collocazione importante per la forte adattabilità, per la brevità del ciclo che permette di far seguire o precedere colture di leguminose foraggere o da granella e per la maggiore capacità rispetto al frumento di produrre in condizioni di contenute disponibilità azotate.

In prospettiva, proprio le minori esigenze di fertilizzanti azotati e la forte capacità competitiva verso le erbe infestanti, rispetto agli altri cereali maggiori, lo collocano tra le colture



**Fig. 2.10** | Coltivazione dell'orzo in ambienti collinare con metodo biologico.

più indicate non solo per i sistemi colturali biologici, ma anche nei casi in cui gli apporti di fertilizzanti e di fitosanitari siano limitati dalle misure agro-climatico-ambientali della PAC.

### 2.3.2 SCELTA VARIETALE

L'orzo presenta una notevole variabilità genetica che ne consente una scelta mirata a seconda dell'ambiente e della destinazione d'uso.

Un primo elemento di scelta riguarda la destinazione. Si individuano a riguardo le varietà per impieghi zootecnici e mangimistici, varietà destinate alla malteria (orzo da malto) e varietà per impieghi alimentari diretti.

#### 2.3.2.1 ORZO PER IMPIEGHI ZOOTECNICI E MANGIMISTICI

Le varietà destinate ad uso zootecnico sono le più diffuse e sono varietà vestite prevalentemente alternative di tipo distico, adatte negli areali mediterranei alle semine autunnali e negli ambienti dell'Europa centrale alle semine primaverili per l'alta sensibilità al freddo. Il carattere più rilevante della coltura è quello produttivo della granella, se destinata alla produzione di mangimi, oppure foraggero, se coltivata come erbaio per la raccolta della pianta intera alla maturazione cerosa. A questa tipologia afferiscono varietà distiche e polistiche vestite sia non alternative, sia alternative e quindi adatte anche a semine primaverili. Orzi distici e polistici presentano caratteri di adattabilità ambientale, agronomici e qualitativi differenti che possono essere valorizzati in relazione alle condizioni di impiego (Tab. 2.4).

#### 2.3.2.2 ORZO DA MALTERIA

La produzione di malto è alla base della produzione di molte bevande fermentate, tra cui la principale è la birra. Per gli orzi da birra sono richieste particolari caratteristiche qualitative della granella al fine di produrre malto da destinare a produzioni di alta qualità e le varietà, ben distinte da quelle zootecniche, sono sottoposte ad attenta valutazione a livello industriale prima di essere collocate in catalogo.

**Tabella 2.4** | Caratteri agronomici distintivi prevalenti delle tipologie di orzo.

Carattere	Orzo polistico*	Orzo distico*	Orzo nudo*
Resistenza al freddo	maggiore	minore	molto bassa
Taglia	alta	intermedia	bassa
Accestimento	minore	maggiore	minore
Allettamento	maggiore	minore	minore
Ciclo di maturazione	medio precoce	medio tardivo	tardivo
Adattamento alla semina primaverile	minore	maggiore	minore
Produzione	maggiore		minore
Peso del seme	minore	maggiore	maggiore
Peso ettolitrico	basso	alto	
Contenuto proteico	maggiore	minore	
Contenuto in amido	minore	maggiore	

\* Caratteri prevalenti nella varietà in commercio.

A tale proposito si impiegano varietà di tipo distico a carattere alternativo, ovvero, adatte sia a semine in autunno sia in tardo inverno o inizio primavera (febbraio/marzo). Le principali caratteristiche qualitative rispetto all'impiego produttivo sono le seguenti:

- basso tenore proteico, soglia massima del 11,5%, valori ottimali 10-11%
- alta germinabilità
- alta attività enzimatica soprattutto delle  $\alpha$  e  $\beta$  amilasi
- alto peso specifico
- calibro maggiore di 2,5 mm per almeno il 90% delle cariossidi
- viscosità del mosto bassa
- basso contenuto in  $\beta$ -glucani
- HWE (*Hot Water Extract*) resa in sostanza estratta utile alla fermentazione; valori ottimali sopra 77%
- L°/kg s.s. resa in litri di mosto da 1 kg di malto in sostanza secca; valori ottimali sopra i 300 L°/kg s.s.

Negli ambienti dove è più diffusa la coltivazione dell'orzo da malteria, le varietà sono rigorosamente classificate e conservate separatamente per formare lotti omogenei. Gli agricoltori e le centrali cooperative che organizzano le semine e le raccolte sottoscrivono contratti con premialità definite in relazione ai parametri ottenuti con la coltivazione. I principali caratteri comuni ricercati nella scelta varietale riguardano la produttività, la taglia e la tenuta all'allettamento, la precocità, la resistenza agli attacchi fungini e alle virosi, la resistenza al freddo.

Riguardo la produzione le varietà polistiche presentano livelli in larga media leggermente superiori a quelle distiche, sebbene con il tempo e un'accurata selezione, tale differenza tenda ad attenuarsi. In ambienti soggetti a stress idrici e termici nel corso della maturazione le varietà precoci forniscono rese più stabili, mentre le più tardive sono indicate per condizioni di maggiore fertilità. La suscettibilità all'allettamento è un elemento rilevante nella scelta varietale in terreni freschi con maggiori dotazioni azotate: anche per questo carattere le varietà di recente costituzioni presentano un comportamento migliore. La precocità, valutata alla fioritura, vede un anticipo delle più precoci di circa 7 giorni rispetto alle tardive. Tale differenza si mantiene anche alla raccolta: nell'ottica di inserire una coltura intercalare questo carattere assume una rilevanza operativa ed economica significativa. La resistenza al virus del nanismo giallo (BYDV) è importante nelle varietà a semina autunnale più soggette all'infestazione da afidi vettori di tale virosi. In ambienti dove tale malattia si presenta regolarmente la minore suscettibilità di alcune varietà è da considerare con attenzione, come la resistenza all'oidio e all'elminotosporiosi che sono le due patologie fogliari più diffuse.

Recentemente sono entrate in commercio varietà ibride di orzo zootecnico. Queste presentano un superiore vigore vegetativo, una taglia leggermente maggiore, una durata del ciclo prossima alle varietà più tardive e una ridotta suscettibilità a virosi, oidio ed elminotosporiosi. Il livello produttivo è molto elevato e si esplica in modo più evidente in ambienti fertili, adottando tecniche colturali mirate e per certi versi differenti da quelle delle varietà convenzionali.

### 2.3.2.3 ORZO PER IMPIEGHI ALIMENTARI DIRETTI

Infine, è presente la terza tipologia, le varietà di orzo nudo, ovvero che si presentano alla raccolta prive di glumette. Sono varietà alternative a semina primaverile, di taglia bassa, con più ridotto vigore vegetativo e conseguentemente con livelli produttivi inferiori. Il loro impiego è prevalentemente quello per la produzione di granella intera di orzo perlato, ovvero da impiegare per la preparazione di zuppe, snack e gallette.



**Fig. 2.11** | Campo di orzo autunnale soggetto ad aratura appena seminato e rullato prima dell'emergenza.



**Fig. 2.12** | Campo di orzo autunnale in minima lavorazione allo stadio di accestimento.

### 2.3.3 PREPARAZIONE DEL TERRENO

Le lavorazioni per la preparazione del terreno e gli attrezzi impiegati per la semina dell'orzo sono gli stessi del frumento e degli altri cereali vernini ma per ottimizzare i risultati e sfruttare al meglio le caratteristiche di questa coltura, debbono essere considerati alcuni adattamenti nelle tecniche. L'elevata velocità di germinazione e di emergenza, associata a un maggiore accestimento, rende questa coltura più adattabile del frumento alla preparazione semplificata per la semina, riferibile alla minima lavorazione e alla semina diretta. Infatti, la coltura, in relazione al forte accestimento, ha una superiore capacità di recuperare eventuali irregolarità nella deposizione del seme a causa della maggiore zollosità dei terreni non arati e affinati adeguatamente. Nonostante ciò, la semina diretta si presta ad essere adottata solo con terreni permeabili e privi di ristagno idrico, per evitare perdite di piante durante l'inverno o in periodi più piovosi. Un ulteriore vantaggio dell'orzo, rispetto agli altri cereali vernini, è rappresentato dalla rapidità della crescita nei primi stadi che rende questa coltura più competitiva nei confronti delle malerbe e pertanto più tollerante alle elevate infestazioni proprie dei suoli soggetti a lavorazioni diverse dall'aratura, che non interrano efficacemente i semi delle infestanti.

Nei terreni più sciolti, meno adatti alla coltivazione del frumento per la sua maggiore sensibilità allo stress idrico, l'orzo si adatta bene; in queste condizioni caratterizzate da un più facile approfondimento radicale le lavorazioni semplificate trovano una più

agevole applicazione purché sia praticata la lotta alle infestanti per evitare eccessiva competizione per l'acqua durante la maturazione.

### 2.3.4 SEMINA

La semina segue le indicazioni generali degli altri cereali vernini, tuttavia, per valorizzare le potenzialità produttive dell'orzo, occorrono alcuni adeguamenti rispetto all'epoca di esecuzione, all'investimento colturale o densità di semina, alla profondità di deposizione del seme e alle modalità esecutive.

L'epoca di semina prevede una finestra utile piuttosto ampia: semine precoci a inizio ottobre sono possibili solo in ambienti poco o non soggetti alla virosi del nanismo giallo (BYDV), in relazione alla notevole suscettibilità della coltura. Nel caso si programmi una semina in tale periodo occorre scegliere una varietà con più spiccata resistenza a questa patologia. L'epoca di semina più indicata si sovrappone a quella del frumento nei diversi areali, risultando quindi compresa tra la seconda decade di ottobre e la prima decade di novembre nel nord e nelle aree interne dell'Italia centrale e, a partire da dicembre, nel Sud e nelle Isole. Adottando varietà alternative, la semina può essere effettuata fino alla prima decade di marzo con una penalizzazione produttiva progressivamente maggiore rispetto al ritardo.

La quantità di seme da impiegare per ottenere un adeguato investimento colturale e di spighe alla fioritura è fortemente dipendente dall'epoca di semina. Come nel frumento, nelle condizioni più favorevoli l'obiettivo finale è di disporre di 500-700 spighe fertili/m<sup>2</sup> alla fioritura e quindi alla raccolta, mentre in ambienti colturali più limitanti l'obiettivo finale è pari a 400-500 spighe/m<sup>2</sup>. L'orzo è in grado di accestire producendo in media 2-4 culmi fertili per germinello in semina autunnale, e 1 in semina primaverile: ciò comporta la collocazione di circa 250 a 300 o di 300-400 semi germinabili/m<sup>2</sup> rispettivamente per le 2 epoche di semina.

Considerando un peso del seme di 45-48 mg per le varietà polistiche e di 50-52 mg per le distiche, il quantitativo medio di semente è di 130:170 kg/ha in semina autunnale e di 150:200 kg/ha in semina primaverile. Nel caso dell'orzo ibrido, la forte capacità di accestimento e il costo della semente limitano le dosi di seme a 50:70 kg/ha, corrispondente a 120-150 semi/m<sup>2</sup>.

In condizioni di suolo fresco la profondità di semina si colloca a 2-3 cm mentre scende fino a 4-6 cm se il terreno è asciutto o molto soffice.

La modalità di semina è a file semplici distanziate (interfila) tra 8 e 16 cm, a file binate tra loro distanti 6:12 cm e tra le bine di 25:30 cm, o a bande così da simulare una semina a spaglio. In tutti i casi si impiegano seminatrici con distribuzione meccanica con un'ampia gamma di regolazioni. La presenza di lunghe reste resistenti può ostacolare la caduta regolare del seme pertanto la semente deve essere attentamente vagliata prima delle operazioni di semina.

### 2.3.5 CONCIMAZIONE

Per rispondere in modo adeguato alle esigenze nutrizionali della pianta è necessario conoscerne in primo luogo le esigenze nutritive e i meccanismi di assorbimento. Ciò consente di praticare una concimazione mirata e rispondere alle tre fondamentali domande: qual è la dose totale, con quale frazionamento deve essere distribuita, in quale forma è fornito l'elemento.

#### 2.3.5.1 ESIGENZE NUTRITIVE

Seppure la concentrazione nei tessuti dei macroelementi rimanga un carattere variabile, dipendendo dall'ambiente pedoclimatico, dalla genetica e dallo stadio fenologico, la

cinetica dell'assorbimento rappresenta tuttavia un'utile guida. L'andamento delle curve di assorbimento è analogo a quello riportato per il frumento (cfr. § 1.3.5), pertanto per tutti i macroelementi l'assorbimento è contenuto nella prima parte del ciclo dalla ridotta attività vegetativa a causa dalla fotosintesi limitata dalla LAI, dalla temperatura e dalla radiazione invernali. Con la ripresa primaverile il ritmo di assorbimento accelera risultando massimo tra la fine della levata e la spigatura. L'assorbimento si arresta quindi completamente alla maturazione latteo-cerosa con la senescenza dell'apparato radicale. Rispetto al frumento occorre però tenere presente due aspetti differenziali: l'orzo presenta una ripresa vegetativa primaverile, una levata e una fioritura anticipate di circa 2 settimane; la concentrazione di azoto nei tessuti e poi nella cariosside è inferiore a quella del frumento, tale per cui gli asporti di questo elemento sono complessivamente inferiori. Viceversa, la concentrazione di fosforo e potassio è prossima a quella del frumento, mentre l'orzo è meno sensibile a parziali disponibilità di microelementi e in particolare di zolfo.

### 2.3.5.2 CONCIMAZIONE FOSFO-POTASSICA

La tecnica di fertilizzazione fosfatica e potassica è differente rispetto a quella azotata perché sono diverse le dinamiche che regolano la loro disponibilità nel sistema suolo:pianta a causa dalla maggiore ritenzione degli ioni fosforo e potassio dal complesso argillo-umico. Pertanto, questi risultano meno mobili nel terreno e quindi poco soggetti a perdite per lisciviazione o per volatilizzazione e quindi meno dipendenti dallo stadio fenologico della coltura. Per tali motivi l'analisi chimica delle dotazioni di fosforo assimilabile e di potassio scambiabile nel suolo fornisce l'informazione essenziale per guidare la corretta fertilizzazione.

L'interpretazione della dotazione del suolo in potassio scambiabile è analoga a quella riconosciuta per il frumento: il valore soglia sotto il quale è potenzialmente avvertibile la carenza è < 80 ppm nei suoli sciolti, < 100 in quelli di medio impasto e < 120 in quelli argilloso-limosi.

La dotazione di fosforo assimilabile nel suolo è la frazione suscettibile di essere scambiata tra la fase liquida e quella solubile. Tale frazione dipende dalla natura del complesso argillo-umico e degli idrossidi di Fe e Al che presentano un'elevata capacità di assorbimento, riducendone la disponibilità nei suoli acidi. Anche per questo elemento la risposta alla carenza di fosforo si manifesta quando la dotazione del suolo è < a 20 ppm (metodo Olsen). La dose totale, ovvero la quantità di unità fertilizzante ( $P_2O_5$  o  $K_2O$ ), espressa in kg per ettaro, necessaria per rispondere alle esigenze dell'orzo nell'intero ciclo colturale può essere individuata mediante 2 approcci: il Metodo del Bilancio previsionale e il Metodo della dose standard. Il primo è basato sull'individuazione degli asporti previsti dalla coltura, calcolati moltiplicando la biomassa asportata per la concentrazione media degli elementi (Tab. 2.5). Come per tutti i cereali vernini gli asporti dipenderanno dal livello produttivo atteso e dall'eventuale asporto delle paglie o dalla loro restituzione con l'interramento. Tuttavia, nella pratica e in relazione alla dotazione di fosforo e potassio nel suolo, si possono seguire 3 strategie diverse: la concimazione di mantenimento nelle dosi adeguate a restituire il prelievo della coltura, la concimazione di arricchimento in dosi superiori al prelievo per il ripristino delle dotazioni del suolo in presenza di un rischio di carenze, la sospensione degli apporti con il graduale impiego delle riserve qualora la dotazione nel suolo sia elevata. La strategia di arricchimento è però limitata a pochi casi per la bassa efficienza degli apporti elevati che comportano una forte immobilizzazione di questi elementi.

Il secondo approccio, il Metodo della Dose standard<sup>2</sup> prende in considerazione un livello

<sup>2</sup> Il metodo è proposto per l'applicazione delle *Linee guida nazionali per la produzione integrata*. MI-PAAF, 2020.

**Tabella 2.5** | Orzo: asporti e unitari e calcolo della dose totale. Metodo del bilancio.

		Elemento asportato (kg/100 kg)		
		N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
Orzo granella uso foraggero	granella	1,8	0,8	0,6
	pianta intera	2,2	1,0	2,0
Orzo da malteria	granella	1,8	0,8	0,6
	pianta intera	2,2	1,0	2,0
Esempio di calcolo per orzo granella a uso foraggero				
		Asporto totale (kg/ha)		
Raccolta	Produzione prevista	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
Granella	5 t/ha	90	40	30
Granella e paglia (pianta intera)	8 t/ha	176	80	160

produttivo di riferimento (produzione standard): la dose totale, viene quindi variata in relazione alla dotazione nel terreno dell'elemento e del livello produttivo atteso rispetto a quella standard (Tab. 2.6).

Il frazionamento e la tecnica della distribuzione si basano sull'elevata ritenzione del fosforo e del potassio da parte del complesso argillo-umico e dalla conseguente riduzione della mobilità nel terreno. Impiegando gli ordinari concimi granulari minerali o organo-

**Tabella 2.6** | Calcolo della dose totale di fosforo e potassio: metodo della dose standard.

Elemento fertilizzante	Dotazione del terreno	Dose standard per produzioni tra 5-7 t/ha (kg/ha)	Decremento per produzioni < 5 t/ha (kg/ha)	Incremento per produzioni > 7 t/ha (kg/ha)
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	Normale	60	-15	+ 15
	Scarsa	80	-15	+ 15
	Elevata	0 <sup>1</sup>	-15	+ 15
K <sub>2</sub> O	Normale	120	- 20 (-60) <sup>(2)</sup>	+ 20
	Scarsa	150	- 20 (-60) <sup>(2)</sup>	+ 20
	Elevata	0 <sup>(1)</sup>	- 20 (-60) <sup>(2)</sup>	+ 20
Esempio di calcolo				
Asporto totale di granella e paglia kg/ha				
Dose standard				
Raccolta	Produzione prevista	per dotazione del terreno scarsa	Decremento	Dose corretta
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	4 t/ha	80	-15	65
K <sub>2</sub> O		150	-20	130

(1) per la produzione di semente sono ammesse dosi standard di 30 kg/ha; (2) in mancanza di asporto delle paglie.



minerali, è possibile eseguire una singola distribuzione alla preparazione del letto di semina come concimazione di fondo con l'affinamento del letto di semina. Nel caso della semina diretta la distribuzione avviene necessariamente sul terreno sodo. Eccezionalmente nei terreni più sciolti e meno dotati il concime potassico può essere distribuito in due momenti: il primo come concimazione di fondo e il secondo allo stadio di fine accestimento. I concimi minerali granulari fosfatici più impiegati sono il perfosfato minerale semplice, concentrato o triplo, oltre alle fosforiti naturali e alle scorie di defosforazione o scorie Thomas. Quelli potassici in forma granulare più impiegati sono il cloruro di potassio, il solfato di potassio e in forma organica il salino potassico. I due elementi fertilizzanti possono anche essere distribuiti in forma di concimi composti a titolo bilanciato, oppure a titolo differente miscelando assieme perfosfato e cloruro di potassio come soluzione più frequente. In alternativa si impiegano concimi organo-minerali granulari da diverse matrici che permettono l'apporto anche di un complesso di microelementi. Tuttavia il costo è sensibilmente superiore a parità di unità di fertilizzante apportato. La distribuzione meccanica del concime in forma granulare avviene prevalentemente con lo spandiconcime centrifugo dotato di uno o due piatti distributori.

La concimazione fosfo-potassica in forma liquida con assorbimento per via fogliare non è tecnicamente vantaggiosa ed economicamente sostenibile salvo per interventi di emergenza su una coltura in forte stress.

### 2.3.5.3 CONCIMAZIONE AZOTATA

Come per gli altri cereali, anche per l'orzo l'azoto è il macronutriente che più ne influenza la crescita, la produzione e la qualità ma, a differenza del frumento, l'orzo non ne tollera gli eccessi perché accentuano il rischio di forti allettamenti durante la maturazione.

L'azoto è un elemento soggetto a maggiori variazioni di disponibilità nel suolo rispetto ad altri, per la dinamica della mineralizzazione della sostanza organica, della mobilizzazione della frazione legata ai colloidali minerali, alle perdite in forma gassosa o per denitrificazione; tutto ciò influenza la concentrazione nella soluzione circolante delle forme solubili che possono essere assorbite dalle radici. A differenza di fosforo e potassio, quindi, la dotazione di azoto totale nel suolo non consente di valutarne la disponibilità e, di conseguenza, per guidare la concimazione azotata sono stati proposti diversi approcci sia di tipo diretto, basati su misurazioni di indici vegetazionali, sia di tipo indiretto, basati sulla cinetica degli asporti, sia combinati.

La dose totale è individuata applicando il metodo del bilancio previsionale, calcolando gli asporti ottenuti dalla produzione attesa moltiplicata per la concentrazione d'azoto nella cariosside o nella somma di cariosside e paglia nel caso della raccolta anche di quest'ultima (Tab. 2.7).

Ad esempio, per una produzione di 7 t/ha di granella e raccolta della paglia di orzo foraggero, l'asporto è pari a 154 kg/ha. Tale valore però non rappresenta correttamente la dose di N da apportare per l'intero ciclo colturale: infatti, occorre considerare la disponibilità residua all'uscita dall'inverno, il tasso di mineralizzazione dei residui colturali della precessione e della sostanza organica nel suolo, l'assorbimento dei residui pagliosi della coltura precedente, l'effetto di eventuali fertilizzazioni organiche, l'andamento delle precipitazioni. Il metodo della dose standard rappresenta un'accettabile approssimazione per correggere la dose totale considerando gli elementi agrotecnici e ambientali che influenzano le esigenze e le disponibilità.

Stabilita la dose totale occorre definirne il frazionamento e le modalità di distribuzione: a causa della complessa cinetica di assorbimento, di rilascio e della mobilità dell'azoto è infatti necessario un frazionamento degli apporti. Nel caso dell'orzo in semina autunnale e con concimi minerali a base di azoto in forma nitrica, ammoniacale o ureica, la dose totale di azoto è suddivisa in 2 frazioni (Fig. 2.13):

Tabella 2.7 | Calcolo della dose totale di azoto: metodo della dose standard.

Dose standard per produzioni tra 5,2-7,8 t/ha con asporto di paglia (kg/ha)	Decremento				
	per produzioni < 5,2 t/ha (kg/ha)	per elevata dotazione s.o. (kg/ha)	in successione a medicai e prati > 5 anni (kg/ha)	in successione a prati di leguminose o misti (kg/ha)	per letamazione alla precessione colturale (kg/ha)
125	-25	-15	-80	-40	-20
Dose standard per produzioni tra 5,2-7,8 t/ha con asporto di paglia (kg/ha)	Incremento <sup>(1)</sup>				
	Incremento per produzioni > 7,8 t/ha (kg/ha)	per scarsa dotazione s.o. (kg/ha)	per interrimento di paglie e stocchi in precessione (kg/ha)	per forte lisciviazione (kg/ha)	
125	+25	+15	+30	+15	
Esempio di calcolo					
Caso di studio: suolo a elevata s.o., dopo mais granella con interrimento di stocchi					
Produzione prevista	Dose standard	Decremento per s.o.	Incremento per interrimento stocchi	per produzione elevata	Dose corretta
6 t/ha	125	-15	+30	0	140
8 t/ha	125	-15	+30	+25	165

(1): massimo incremento consentito +40 kg/ha.

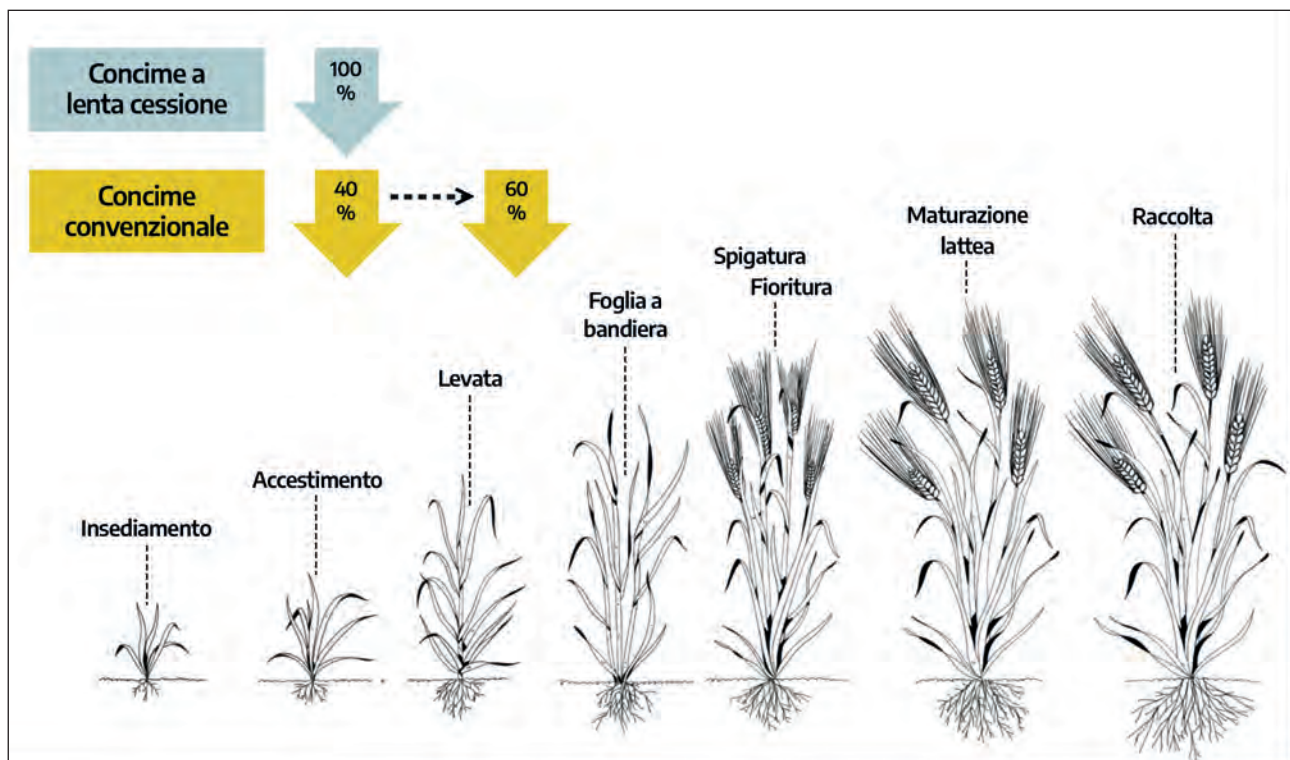
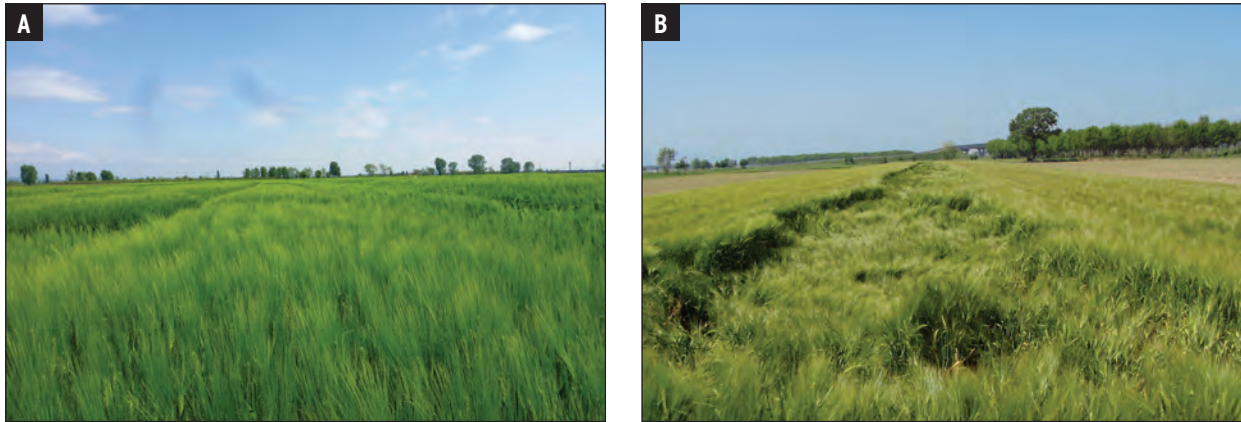


Fig. 2.13 | Schema del frazionamento della concimazione azotata su orzo in semina autunnale.



**Fig. 2.14** | Effetto della concimazione azotata: (A) coltura correttamente concimata, (B) con diffusi allettamenti causati da una eccessiva dose di azoto.

- la prima all'accestimento in corrispondenza dell'uscita dall'inverno apportando circa il 50% della dose totale
- la seconda al viraggio-inizio levata apportando il rimanente 50%.

Se vengono impiegati concimi azotati non a pronto effetto (o protetti) e organo-minerali la dose totale può invece essere distribuita in una sola frazione all'uscita dall'inverno, con la ripresa vegetativa. Questa semplificazione operativa non è però consigliabile con terreno e andamento meteorologico asciutti per non ritardare eccessivamente la disponibilità di questo elemento. Viceversa, nel caso di un elevato sviluppo vegetativo della coltura è opportuno ridurre o omettere la seconda distribuzione per evitare il rischio di allettamento a cui la coltura è molto sensibile durante la maturazione.

Analogamente al frumento, programmi di assistenza organizzata possono impiegare sistemi di supporto alle decisioni (DSS) basati sul telerilevamento di indici vegetazionali e andamento meteorologico per pilotare la seconda distribuzione di azoto alla levata.

Infine, nel caso delle semine tardo invernali-primaverili, la prima frazione è distribuita come concime di fondo assieme a quella fosfo-potassica.

La forma dell'elemento fornito è soprattutto dipendente dalla velocità con cui può diventare disponibile: pertanto i concimi minerali con N in forma nitrica, ammoniacale o nitrico-ammoniacale sono i più indicati alla ripresa vegetativa di fine inverno; viceversa per la seconda distribuzione l'urea può sostituire le altre forme minerali anche per il minor costo dell'unità fertilizzante.

Viceversa, concimi azotati non a pronto effetto o organo-minerali sono indicati per distribuzioni alla ripresa vegetativa nell'orzo in semina autunnale o di fondo nell'orzo in semina primaverile. In modo analogo, i fertilizzanti organici possono essere meglio valorizzati quando sono distribuiti con la concimazione di fondo sia nell'orzo in semina autunnale che primaverile: nel primo caso è possibile effettuare distribuzioni successive con concimi azotati minerali limitatamente alla ripresa vegetativa per contribuire alla nutrizione della coltura quando la mineralizzazione del fertilizzante organico sia rallentata. Abbondanti distribuzioni di letame o liquami sono però sconsigliate perché possono dare origine ad una eccessiva crescita della pianta aumentando i rischi di allettamento.

#### 2.3.5.4 APPLICAZIONI AVANZATE

Anche nel caso dell'orzo, la complessità della gestione della concimazione azotata e le conseguenze negative sulle rese in caso di eccessi o di limitazioni hanno indotto la messa

a punto di strategie di applicazione più efficienti ed accurate per dosare il secondo apporto azotato tra l'inizio e la fine della levata. I seguenti metodi sono applicabili per pilotare la concimazione azotata:

- la misurazione diretta nei tessuti del contenuto di azoto totale o della sola forma nitrica presente nei tessuti dell'ultima foglia emessa in stadi definiti nel corso della levata confrontata con quella di una piccola porzione del campo (parcella spia) concimata volutamente con alti apporti, segnala lo stato nutrizionale e la dose di azoto da somministrare;
- la misurazione indiretta della concentrazione di clorofilla in quanto questo pigmento è correlato con la concentrazione di azoto nei tessuti; si impiegano a tale proposito strumenti (SPAD, Hydro N-tester) che misurano la riflettanza della clorofilla. Anche in questo caso il secondo apporto azotato è dosato in relazione ad una situazione di riferimento (parcella spia);
- la misurazione indiretta con telerilevamento attraverso indici vegetazionali, adottando strumenti che rilevano la riflettanza nel rosso e nel vicino infrarosso della vegetazione. Gli indici vegetazionali più impiegati sono NDVI (*Normalized Difference Vegetation Index*) e NDRE (*Normalized Difference Red Edge Index*) e il rilevamento avviene con sensori prossimali portati 10-20 cm sopra la coltura oppure tramite mezzi aerei o satelliti. Il rilevamento degli indici vegetazionali puntuale sulle diverse porzioni del campo è anche alla base delle applicazioni di agricoltura di precisione; l'informazione raccolta a livello di campo o di sotto-unità può quindi guidare le attrezzature di distribuzione del concime variando in modo opportuno la dose. Tali applicazioni, dette a rateo variabile, possono quindi ottimizzare la seconda dose di concime azotato in relazione alle esigenze ma solo l'acquisizione ripetuta negli anni di tali informazioni, soprattutto se accoppiata con analisi del suolo, può permettere di tracciare mappe di prescrizione affidabili.

## 2.3.6 DIFESA DALLE AVVERSITÀ BIOTICHE

### 2.3.6.1 CONTROLLO DELLE MALERBE

Analogamente alle altre colture le piante infestanti o malerbe spontanee provocano perdite di produzione e danni qualitativi per la competizione esercitata nei confronti della luce, dell'acqua e dei nutrienti. L'orzo, per la maggiore precocità di sviluppo e il superiore accostamento, è in grado di competere con le infestanti più del frumento tenero e duro, tuttavia è necessaria l'adozione di mezzi indiretti o diretti di difesa per contenere i danni.



**Fig. 2.15** | Infestazione da fiordaliso (*Centaurea cyanus*) e veccia (*Vicia sativa*).

La vegetazione infestante è quella comune ai cereali autunno-vernini, molto variabile e costituita in generale da graminacee (infestanti a foglia stretta) e dicotiledoni (a foglia larga) (cfr. Tab. 1.18). Tale accentuata variabilità è dovuta all'ambiente e all'agrotecnica applicata al sistema colturale in cui l'orzo è inserito, oltre agli interventi di lotta adottati che possono favorire lo spostamento degli equilibri floristici a favore di specie resistenti ai principali diserbanti. Ciò implica che, come per altre pratiche quali la concimazione, il controllo delle infestanti deve essere effettuato adottando soluzioni di lotta preventiva o indiretta accoppiati a metodi di lotta diretta.

I metodi di lotta indiretta sono volti a limitare l'affermarsi di ingenti popolazioni di erbe infestanti specializzate e con ecologia prossima a quella dell'orzo, quindi più aggressive e, in taluni casi, resistenti ai principali erbicidi. Tra le pratiche agronomiche più efficaci nel controllo preventivo si ricorda l'avvicendamento dell'orzo con colture a ciclo estivo, le lavorazioni del terreno profonde e in particolare l'aratura per l'efficiente interrimento dei semi e dei propaguli (tuberi, stoloni, bulbi) delle infestanti, o superficiali se effettuate prima della maturazione dei semi delle infestanti per contenere nel tempo la popolazione dei semi nel terreno (banca semi) contribuendo a ridurre la loro germinazione e densità.

L'epoca e le modalità di semina possono anch'esse influenzare la presenza delle infestanti: la semina autunnale, soprattutto se precoce, favorisce la germinazione delle infestanti rispetto alle semine tardo-invernali e primaverili; così maggiori dosi di semente e l'impiego di interfila stretta possono contribuire a sostenere la competizione della pianta di orzo, mentre all'opposto gli stress nutrizionali o idrici, possono ridurre la capacità dell'orzo di competere con le infestanti.

I metodi di lotta diretta principali impiegano mezzi meccanici, fisici o chimici. Quelli meccanici possono consistono in una lavorazione superficiale in combinazione con la falsa semina, oppure con interventi di strigliatura quando la coltura è già in atto. In questo secondo caso la strigliatura deve essere ripetuta, meglio se con 2 o 3 interventi, distanziati di 15-20 giorni l'uno dall'altro, nel periodo compreso tra la fine dell'accostamento e l'inizio della levata e con malerbe nelle prime fasi di sviluppo. Tra i mezzi fisici quello più utilizzato è l'impiego dei residui colturali vegetali per la copertura del terreno con funzione di pacciamatura verde. In questo caso il germinello dell'orzo è più vigoroso di quello della maggior parte delle specie infestanti e riesce ad emergere attraverso lo strato dei residui al suolo. Nel caso, per favorire una più uniforme emergenza della coltura, si impiegano seminatrici in grado di aprire un solco e scostare a lato dello stesso i residui, accumulandoli nell'interfila. In ogni caso, operando in presenza di residui non interrati e con effetto pacciamante, è opportuno aumentare del 10-20% la dose di seme normalmente prevista. In produzione biologica i metodi meccanici e fisici sono gli unici adottabili e pertanto è opportuno adottare in modo combinato tecniche di pacciamatura verde e di strigliatura quando non viene eseguita l'aratura.

I metodi chimici, ovvero l'applicazione di diserbanti, sono il più diffuso metodo di lotta alle malerbe nell'agricoltura convenzionale. In relazione allo sviluppo della coltura, il diserbo può venire effettuato in tre diversi momenti: pre-semina, pre-emergenza e post-emergenza. Il diserbo in pre-semina è soprattutto necessario nel caso di semine dirette su terreno sodo; ciò per l'elevata presenza di infestanti anche in avanzato stadio di sviluppo e tali da ostacolare l'affermazione della coltura. Comunemente si impiegano diserbanti sistemici ad azione totale (Glifosate) e dotati di scarsa persistenza (non residuali), così da permettere dopo pochi giorni dal trattamento la semina dell'orzo. Alternativamente i trattamenti in pre-semina si praticano su terreno lavorato per l'applicazione della tecnica della falsa semina. I trattamenti di pre-emergenza si basano sull'impiego di prodotti ad azione residuale o antigermine. Questi trattamenti presentano un'elevata efficacia evitando l'azione competitiva delle infestanti già a partire dalle fasi iniziali della coltura. Sono attualmente disponibili prodotti a base delle sostanze attive clortoluron, diflufenican, pendimetalin, o loro miscele, in grado di controllare sia infestanti graminacee, quali *Alopecurus*



**Fig. 2.16** | Infestazione da avene selvatiche in orzo biologico allo stadio di maturazione cerosa.

*myosuroides*, *Bromus* spp., *Lolium* spp., *Phalaris* spp., *Poa* spp., sia dicotiledoni, quali *Papaver rhoeas*, *Veronica* spp., *Stellaria media*, *Viola arvensis*, *Capsella bursa-pastoris* e la maggior parte delle crucifere. Sebbene questa pratica non sia prevista nei disciplinari di agricoltura integrata per la persistenza di queste sostanze nell'ambiente e il rischio di contaminazione delle acque, il loro impiego in rotazione con i diserbanti applicati in post-emergenza è talvolta necessario per contenere le popolazioni di infestanti resistenti ai meccanismi d'azione di questi ultimi.

I trattamenti di post-emergenza sono i più diffusi per l'ampia disponibilità di diserbanti, per una più prolungata finestra utile di applicazione e per l'efficacia di controllo della maggior parte delle malerbe sia graminacee sia dicotiledoni. In questo caso l'applicazione può essere effettuata tra lo stadio di 2-3 foglie e il termine della levata con specifici prodotti ad azione fogliare. In genere si esegue un singolo trattamento applicando miscele di sostanze attive ad azione graminicida (fenoxaprop-p-etile, pinoxaden), ad azione dicotiledonica (tritosulfuron, 2,4-D, MCPA e dicamba) o ad azione combinata (tribenuron-metile, metsulfuron-metile, florasulam, bromoxinil, fluroxipir, clopiralid). Sebbene le sostanze attive siano numerose, fanno riferimento ad un numero limitato di meccanismi di azione e, in particolare, agli inibitori degli enzimi ACCasi (Acetil-coenzima A carbossilasi) e ALS (Acetolattato sintasi), alla base di erbicidi impiegati anche in molte altre colture in rotazione; l'applicazione ripetuta negli anni favorisce quindi l'insorgenza di fenomeni di resistenza. Pertanto la rotazione di diserbanti con meccanismi d'azione diversi, eventualmente anche con applicazioni in pre-emergenza, può contenere lo sviluppo di una flora infestante resistente.

Più in generale, nel caso dell'agricoltura convenzionale, per ridurre l'impatto del diserbo chimico è opportuna l'adozione di una strategia basata sulla lotta integrata, combinando i mezzi di lotta indiretta e diretta, accoppiando la lotta chimica con quella meccanica, sebbene quest'ultima sui cereali vernini risulti di limitata efficacia. Tale strategia risulta particolarmente importante nel caso delle lavorazioni conservative per la maggiore aggressività delle erbe infestanti. Tuttavia, l'orzo è tra i cereali vernini quello in grado di sostenere meglio la presenza delle malerbe, tanto che con l'adozione di piani opportuni di avvicendamento il diserbo chimico può essere anche omesso. Per tale motivo l'orzo è una coltura particolarmente adatta ad entrare nei sistemi colturali biologici.

### 2.3.6.2 CONTROLLO DI MALATTIE, ARTROPODI E PARASSITI

#### VIRUS

Le malattie indotte da virus e da funghi patogeni sono le più rilevanti per diffusione e impatto sulla coltura.



**Fig. 2.17** | Piante di orzo colpite dal virus del mosaico giallo (BaYMV).

In particolare le virosi del nanismo giallo dell'orzo (BYDV) e del mosaico giallo (BAYM) possono causare danni diffusi bloccando la crescita e lo sviluppo della pianta. In entrambi i casi la virosi si manifesta con ingiallimenti delle foglie allo stadio di accestimento seguiti da un arresto della crescita che impedisce la levata (sintomo di nanismo), inducendo infine la sterilità della pianta, sebbene il primo virus sia spesso significativamente più aggressivo.

I virus richiedono sempre vettori per la trasmissione: nel caso del BYDV la trasmissione avviene tramite afidi del genere *Sitobion* e *Rhopalosiphum*, mentre per BAYM il vettore è un protozoo terricolo (*Polymixa graminis*). Le infestazioni da afidi e l'attività del protozoo sono favorite da temperature elevate, pertanto le semine autunnali anticipate favoriscono la diffusione e la gravità degli attacchi e di conseguenza la severità delle virosi. Viceversa, le semine invernali e tardo primaverili sono assai meno esposte alle virosi e perciò queste malattie sono meno diffuse negli areali mediterranei.

Dove queste malattie sono più frequenti, la difesa è condotta con mezzi indiretti adottando varietà meno suscettibili ed epoche di semina opportunamente ritardate.

### MALATTIE FUNGINE

Le malattie fungine dell'orzo sono diverse e vengono catalogate in relazione ai principali organi della pianta che vengono attaccati (Tab. 2.8).

La malattia più frequente, che attacca l'apparato radicale e il colletto, è il complesso del mal del piede. Funghi del genere *Fusarium*, *Microdochium* e *Typhula* sono gli agenti di questi marciumi che si possono evidenziare in vari stadi della coltura, provocando la mortalità invernale della pianta, oppure determinando un precoce allettamento o un'anticipata senescenza prima della raccolta (premorienza). Gli attacchi sono favoriti dalle semine precoci, dal ristagno idrico prolungato, dall'impiego di semente infetta e con poco potere germinativo. L'applicazione in concia di una miscela di fungicidi è in grado di controllare adeguatamente tali malattie nella maggior parte delle situazioni. In agricoltura biologica la mancanza di trattamenti in concia richiede una maggiore attenzione alla sanità delle sementi e alla prevenzione agronomica con adeguati sistemazioni del terreno e avvicendamenti.

L'orzo manifesta diverse malattie a carico dell'apparato fogliare: le più rilevanti sono l'oidio, le ruggini, l'elmintosporiosi o maculatura bruna e la rincosporiosi.

L'oidio o mal bianco, causato da *Blumeria graminis* è una malattia frequente ma di gravità modesta per la diffusa presenza di varietà resistenti. Analoga resistenza genetica è diffusa nel caso delle ruggini, in particolare di quella gialla causata da *Puccinia striiformis* che attacca le lamine fogliari dalla levata alla maturazione.

Malattia	Agenti	Epoca di comparsa della malattia						
		Emergenza - 3 foglie	Accestimento	Levata	Botticella	Spigatura	Fioritura	Maturazione
<b>Malattie dell'apparato radicale e del colletto</b>								
<b>Mal del piede</b>	<i>Microdochium nivale</i> , <i>Bipolaris sorokiniana</i> , <i>Fusarium</i> spp.							
<b>Malattie fogliari</b>								
<b>Oidio</b>	<i>Blumeria graminis</i>							
<b>Rincosporiosi</b>	<i>Rhynchosporium secalis</i>							
<b>Ramulariosi</b>	<i>Ramularia collo-cygni</i>							
<b>Ruggine</b>	<i>Puccinia striiformis</i>							
<b>Elmintosporiosi</b>	<i>Pyrenophora teres</i>							

**Fig. 2.18** | Principali malattie fungine dell'orzo: organi attaccati ed epoca di comparsa.

Assai più aggressiva e diffusa negli areali dell'Italia settentrionale e centrale è l'elmintosporiosi dell'orzo (*Pyrenophora teres*) che causa lesioni allungate ed estese sulla lamina fogliare anche fino al completo disseccamento. Negli ambienti più fertili e freschi, dove si manifesta più frequentemente, la scelta di varietà più tolleranti è opportuna ma in condizioni ambientali favorevoli al fungo patogeno è talvolta necessario l'impiego di fungicidi. Poco frequente ma assai grave quando si presenta è la rincosporiosi dell'orzo (*Rhynchosporium secalis*). Provoca danni alle lamine che risultano invase da lenti circolari chiare



**Fig. 2.19** | Sintomi di fusariosi sulla spiga di orzo.



bordate più scure in grado di accrescersi velocemente su gran parte della lamina.

I fungicidi impiegati per il controllo delle malattie fogliari fanno riferimento ai gruppi chimici delle strobilurine e dei triazoli che sono spesso usati in miscela.

Pur con talune differenze dovute alle variabili ecologie dei funghi patogeni, le malattie fogliari sono diffuse dall'impiego di semente infetta, dalla presenza in superficie di residui colturali e da decorsi caldo-umidi dalla levata alla maturazione. La difesa integrata è quella più efficace prevedendo, oltre all'impiego di varietà più resistenti, avvicendamenti con colture diverse dai cereali, interrimento dei residui, concia del seme. Nel caso dell'agricoltura convenzionale, solo in ambienti soggetti a frequenti attacchi e in caso di primavere umide è opportuno ricorrere all'impiego di fungicidi.

Infine, l'orzo può presentare malattie specifiche a carico dell'infiorescenza e della cariosside. La più significativa è la fusariosi della spiga causata da funghi del genere *Fusarium*, i quali inducono ingiallimenti, aborti fiorali o la produzione di semi striminziti. Tuttavia, la sensibilità a questa malattia è in genere inferiore a quella che si riscontra su frumento tenero e duro, e così l'accumulo di micotossine (*Fusarium* tossine) a parità di condizione nell'orzo è meno grave.

### PARASSITI ANIMALI

Sono numerosi i parassiti animali, prevalentemente insetti che si nutrono dell'orzo, ma un ridotto numero può causare danni di significato economico in campo.

In genere gli insetti presentano una minore specificità e pertanto i principali sono comuni ai diversi cereali vernini e quindi a quelli che attaccano il frumento.

Gli afidi o pidocchi delle piante, del genere *Sitobium*, *Rhopalosiphum* e *Schizaphis*, per i loro attacchi diretti ma soprattutto come veicolo per i virus, possono causare un danno produttivo e qualitativo rilevante. In ambienti favorevoli con molta vegetazione spontanea e con semine autunnali precoci, le infestazioni si presentano già in autunno, veicolando i virus che si manifestano quindi già nel periodo invernale. Le infestazioni sono quindi maggiori in primavera e sono favorite da inverni miti e primavere fresche e umide. Le perdite produttive dovute al prelievo di linfa elaborata sono trascurabili, mentre quelle causate dalle virosi in talune circostanze possono superare anche il 30%.

La riduzione del danno da afidi è preventiva, operando semine in epoche non troppo precoci e successivamente riducendo gli stress nutrizionali, non conoscendosi forme di resistenza varietale. La lotta diretta era effettuata mediante la concia insetticida, ora non più consentita: oggi nei casi di forte infestazione si opera trattando con insetticidi ad ampio spettro tra l'inizio della spigatura e il termine della fioritura.



**Fig. 2.20** | Coltura di orzo alla maturazione agraria o di raccolta.

Tra gli insetti che danneggiano le lamine fogliari attraverso erosioni si ricorda la Lema (*Lema melanopus*), un coleottero che si presenta in primavera danneggiando le foglie superiori: le sue larve compiono erosioni longitudinali lungo le nervature; sono ricoperte di muco nero-verdastro il che le rende facilmente individuabili. I danni sono evidenti, ma è infrequente che superino il 5% della produzione. Non si conoscono metodi preventivi per il loro controllo, mentre nel caso di forti infestazioni è possibile trattare con insetticidi nella stessa finestra di impiego del controllo degli afidi.

Infine, si ricordano gli elateridi o ferretti (*Agriotes* spp.) le cui larve danneggiano le radici e il colletto. Il danno è a carico delle radici seminali ed è quindi più evidente nelle piante entro le prime 3 foglie; si manifestano disseccamenti diffusi. Negli ambienti dove i danni sono frequenti, la lotta preventiva si basa sull'evitare la successione con il prato avvicendato e con la patata nonché la semina diretta, mentre non si conoscono metodi diretti di lotta di significato applicativo.

## 2.4 RACCOLTA E RESA DI PRODOTTO

La mietitrebbiatura avviene quando la granella presenta un'umidità inferiore al 14%. Negli areali italiani la raccolta si concentra pertanto tra la prima decade di giugno e la terza decade di luglio con l'eccezione degli ambienti termomediterranei dove essa è anticipata a fine maggio. Talvolta la raccolta dell'orzo è volutamente anticipata per permettere un anticipo della semina della coltura intercalare; in questo caso la granella è soggetta ad una rapida essiccazione forzata.

Le perdite alla raccolta sono di solito contenute tra il 2 e il 4%, tuttavia a causa della propensione all'allettamento più frequente e grave e delle reste lunghe ed elastiche, queste sono in genere leggermente superiori a quelle degli altri cereali vernini potendo in alcune condizioni essere anche superiori al 15-20%.

Le mietitrebbiatrici impiegate sono le stesse del frumento e degli altri cereali vernini; richiedono però una regolazione diversa degli organi trebbianti. Le più recenti sono dotate di sensori per la rilevazione dei flussi e quindi della produzione nelle diverse parti del campo, quando accoppiati ai sistemi di geo-localizzazione (GPS). I dati così ottenuti sono alla base delle mappe di prescrizione per l'applicazione delle tecniche agronomiche a rateo variabile.

## BIBLIOGRAFIA

Ceccon P., Fagnano M., Grignani C., Monti M., S. Orlandini S. (a cura di) (2017) - *Agronomia*. EdiSES, Napoli, 593 pp.

Grignani C. (a cura di) (2016) - *Fertilizzazione sostenibile*. Edagricole, Bologna, 444 pp.

Baccarini G. e Villani A. (2009) - *Atlante della difettosità dei cereali*. Edagricole, Bologna, 142 pp.

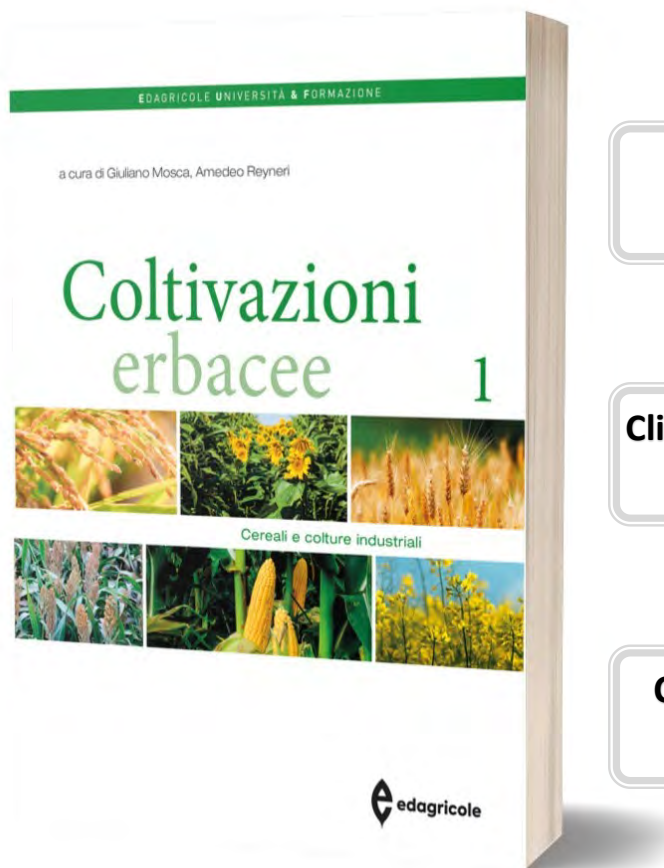
Lorenzetti F., Albertini E., Frusciante L., Rosellini D., Russi L., Tuberosa R., Veronesi F. (2018) - *Miglioramento genetico delle piante agrarie*. Edagricole, Bologna, 448 pp.

## SITOGRAFIA

Pasquini M. e Delogu G. (2006) - *Malattie dei cereali a paglia*. CREA – Regione Lombardia.

<https://www.crea.gov.it/documents/71015/0/Malattie+dei+cereali+a+paglia.pdf>

**COLTIVAZIONI ERBACEE 1**



**Clicca QUI per  
ACQUISTARE il libro ONLINE**

**Clicca QUI per scoprire tutti i LIBRI  
del catalogo EDAGRICOLE**

**Clicca QUI per avere maggiori  
INFORMAZIONI**