

**Progetto per la Valorizzazione delle Produzioni Agroalimentari Umbre.**

**MANUALE DI CORRETTA PRASSI PER LA  
PRODUZIONE INTEGRATA DEL FINOCCHIO**

**3A - PARCO TECNOLOGICO AGROALIMENTARE DELL'UMBRIA**

PANTALLA DI TODI, 16.III.2001

# INDICE

1. DIFFUSIONE E IMPORTANZA DELLA COLTURA (Prof. F. Tei).....	Pag. 1
2. TECNICA COLTURALE (Prof. F. Tei)	
2.1. Caratteri botanici.....	Pag. 2
2.2. Composizione chimica e caratteristiche nutritive del finocchio.....	Pag. 3
2.3. Esigenze pedo-climatiche.....	Pag. 3
2.4. Avvicendamento.....	Pag. 3
2.5. Scelta varietale.....	Pag. 4
2.6. Preparazione del terreno .....	Pag. 5
2.7. Impianto .....	Pag. 6
2.7.1. Modalità.....	Pag. 6
2.7.2. Sesto d'impianto e densità .....	Pag. 7
2.8. Esigenze nutritive e concimazione.....	Pag. 7
2.8.1. Fosforo.....	Pag. 8
2.8.2. Potassio.....	Pag. 9
2.8.3. Azoto .....	Pag. 10
2.9. Esigenze idriche e irrigazione.....	Pag. 12
2.9.1. Valutazioni dei fabbisogni idrici e irrigui .....	Pag. 12
2.9.2. Efficienza di irrigazione .....	Pag. 13
2.9.3. Caratteristiche idrologiche del terreno .....	Pag. 14
2.9.4. Elementi tecnici dell'irrigazione .....	Pag. 15
2.9.4.1. Volume d'adacquamento.....	Pag. 15
2.9.4.2. Turno d'adacquamento .....	Pag. 16
2.10 Lavorazioni consecutive .....	Pag. 16
3. RACCOLTA E CONSERVAZIONE (Prof. F. Tei)	
3.1. Raccolta.....	Pag. 17
3.2. Post-raccolta .....	Pag. 17
3.3. Conservazione .....	Pag. 20
4. DIFESA FITOSANITARIA (ARUSIA)	
4.1. Premessa.....	Pag. 21
4.2. Schede di difesa.....	Pag. 22
4.3. Schede di diserbo.....	Pag. 23
4.4. Difesa biologica.....	Pag. 24
4.4.1. Schede di difesa biologica.....	Pag. 27

## **FINOCCHIO**

*Foeniculum vulgare* Mill. var. *azoricum* (Mill.) Thell.

Famiglia botanica: *Umbelliferae* (sin. *Apiaceae*)

### **1. DIFFUSIONE E IMPORTANZA DELLA COLTURA**

Il finocchio è una coltura tipica del bacino del Mediterraneo.

L'Italia con circa 22'000 ha coltivati ed una produzione di circa 480'000 t è il maggiore produttore europeo (92% circa della produzione continentale), seguito a grande distanza da Spagna (circa 15'000 t), Francia (circa 8000 t), Olanda (5'000 t) e Germania (circa 2'000 t).

Il nostro paese esporta oltre 30'000 t di finocchi soprattutto verso Francia (circa 12'000 t), Germania (8'500 t), Svizzera (5'500 t), Belgio e Lussemburgo (1'400 t), Regno Unito (1'200 t) e Olanda (1'000 t) per un valore totale di oltre 50 miliardi di lire.

Le quantità importate sono trascurabili (6-7 t) e provengono soprattutto dalla Francia.

Le produzioni italiane si localizzano prevalentemente in Puglia (26% circa della superficie totale), Campania (15%), Calabria (13%), Abruzzo (10%), Sicilia (9%) e Lazio (8%).

In Umbria si stima siano coltivati solo pochi ettari.

Il finocchio tradizionalmente era una coltura di pieno campo a semina estiva e produzione autunno-invernale. La mancanza di cultivar precoci e tolleranti la salita a seme imponeva semine non troppo anticipate nelle aree più vocate dal punto di vista pedoclimatico.

Le produzioni precoci di ottobre-dicembre provenivano da Marche (provincia di Macerata), Maremma toscana (Grosseto) e laziale (Viterbo), seguite da quelle invernali di Campania (Salerno e Napoli), Puglia (Foggia, Bari e Taranto) e Sicilia (Messina e Catania) e da quella tardive (fino a metà aprile) provenienti di nuovo da Marche, Lazio e Campania. Negli anni '70, nella pianura padana (Mantova e Veneto) si sviluppava la coltura primaverile-estiva e infine, negli anni '80, grazie alla selezione di cultivar molto precoci e tolleranti il caldo e la salita a seme, era possibile iniziare le raccolte a settembre.

Attualmente le produzioni italiane riescono, pertanto, a soddisfare le esigenze dei nostri mercati quasi per l'intero arco dell'anno: in giugno-luglio abbiamo le produzioni di tipi precoci (selezioni del ceppo Mantovano a grumolo semi-appiattito) provenienti dall'Italia settentrionale, in agosto-settembre le produzioni più precoci di finocchio a grumolo tondo del Nord e dell'altopiano del Fucino in Abruzzo, in ottobre quelle di Marche, Emilia-Romagna e Veneto, da novembre a marzo quelle tipiche delle regioni meridionali (Campania, Puglia, Calabria; Sicilia e Lazio), per poi finire in aprile con le produzioni tardive laziali, campane e marchigiane.

Le trascurabili coltivazioni umbre sono a impianto estivo e raccolta autunno-invernale.

## 2. TECNICA COLTURALE

### 2.1. Caratteri botanici

La classificazione botanica della specie è materia ancora controversa e non vi è ancora accordo tra gli studiosi.

Alcuni autori italiani indicano che alla specie *Foeniculum vulgare* Mill. appartengono tre varietà botaniche:

var. *azoricum* (Mill.): finocchio da grumolo;

var. *dulce* (Mill.): finocchio da seme;

var. *vulgare* (Mill.) Alef.: finocchio selvatico.

Tipo biologico: il finocchio da grumolo è generalmente pianta erbacea biologicamente biennale, ma annuale in coltura.

Apparato radicale: fittonante, ramificato; le radici, pur potendo esplorare il terreno fino ad una profondità di 0.4-0.5 m, non hanno una grande capacità di penetrazione nel terreno e si sviluppano bene solo in quelli tendenzialmente sciolti.

Foglie: pennatosette, divise in lacinie filiformi nella parte apicale, formate da un grosso picciolo e da una guaine amplessicaule. Le guaine ingrossate, ispessite, strettamente embricate e avvolgenti il breve caule formano la parte edule e commerciale, detta grumolo (o falso bulbo).

Il grumolo può essere largo fino a 15 cm e pesare, secondo le varietà e lo stadio di raccolta, da 250 a 600 g. Esso rappresenta il 40-45 % del peso totale della pianta (le radici il 10 % ed il resto delle foglie il restante 45-50 %).

Nelle varietà “estive”, le foglie che formano il grumolo sono poco numerose (4-6), il lembo è relativamente poco suddiviso e le guaine, lunghe e strette, formano un grumolo allungato e appiattito.

Nelle varietà “autunnali”, il grumolo è costituito da un maggiore numero di foglie (circa 8-10), il lembo è molto ramificato e può raggiungere un grande sviluppo; le guaine sono corte e larghe ed il grumolo è tendenzialmente globoso.

Il colore del grumolo va dal verde pallido al bianco avorio, secondo la varietà e le condizioni di coltura (protezione del grumolo con la rincalzatura dall'azione ingiallente dei raggi solari). Le cultivar odierne permettono l'ottenimento senza alcun intervento di grumoli bianco-nivei.

Le gemme ascellari di ogni foglia rimangono generalmente allo stato embrionale ma, se a causa di stress pedoclimatici è interrotta la dominanza apicale della gemma centrale, si ha lo sviluppo e l'inizio di “bulbificazione” delle gemme delle foglie più allungate (quelle basali, più esterne) con conseguente deformazione del grumolo principale e allargamento delle guaine.

Infiorescenza: il passaggio dalla fase vegetativa a quella riproduttiva è regolato dal fotoperiodo (specie longidiurna), la cui soglia critica è variabile secondo la cultivar. Lo scapo florale, eretto, ramificato, cavo, solcato, alto 0.8-1 m, porta un centinaio di ombrelle composte costituite da 30-80 fiori, secondo il loro ordine e rango. I fiori sono ermafroditi, piccoli, pentameri, con petali gialli, con 5 stami, ovario infero, biloculare. La specie presenta una spiccata proterandria e fecondazione incrociata (allogama). L'impollinazione è prevalentemente entomofila. L'ombrella terminale appare per prima, seguita da quelle secondarie, terziarie e così via. La fioritura, e di conseguenza la maturazione dei semi è, pertanto, molto scalare. La fioritura si ha generalmente in giugno-agosto e la maturazione dei semi in settembre.

Frutto: è un diachenio (schizocarpo), glabro, oblungo, ovale o ellittico. Il singolo achenio (“seme”) ha forma oblunga, colore giallo-bruno, con una faccia appiattita ed una faccia convessa caratterizzata, come in altre ombrellifere, da cinque costole. Questa conformazione ostacola la semina con seminatrici di precisione, perciò si consiglia l'uso di seme confettato. L'achenio è provvisto di numerosi canali secretori che contengono sostanze aromatiche (il principio attivo

principale è il trans-anetolo) dall'odore caratteristico. Un achenio è lungo circa 6 - 8 mm, largo 2-3 mm, pesa 3-5 mg (1 g contiene 150-250 semi); un litro pesa circa 500 g. La facoltà germinativa si mantiene per circa 4 anni.

## 2.2. Composizione chimica e caratteristiche nutritive del finocchio

Il finocchio è molto ricco in acqua (circa 93 %) e con basso valore energetico (10-15 cal / 100 g di parte edule). Nella dieta apporta soprattutto fibra (0.5-0.7 % del peso fresco) ma ha anche un buon contenuto in vitamina A e C.

## 2.3. Esigenze pedo-climatiche

Il finocchio è una specie che preferisce climi miti. Le esigenze termiche sono riportate in tabella 1. La germinazione è una fase molto delicata e difficile: in terreni freddi (semine precoci in campo) è

**Tabella 1.** Esigenze termiche del finocchio

Fase e tipo di temperatura	°C
Germinazione	
minima	10
ottimale	20 - 22
Crescita	
minima letale	- 2
base	4 - 5
ottimale	15 - 20

molto lunga (fino a 20 giorni), ma anche a temperature ottimali richiede circa 8-10 giorni. La crescita vegetativa, favorita da temperature comprese tra 15 e 20°C, è inizialmente molto lenta, tanto che la pianta richiede circa un mese e mezzo per installarsi. La formazione del grumolo è indotta oltre che dalle basse temperature da condizioni di giorno corto. Il finocchio ha una moderata resistenza al freddo: temperature di pochi gradi sotto lo zero ( -2 / - 3 °C) distruggono completamente la pianta;

in fase di raccolta sono sufficienti alcuni giorni con temperature di 0 °C per provocare sul grumolo lesioni longitudinali e necrosi che deprezzano o annullano completamente la produzione commerciale.

La fioritura è favorita da giorni lunghi senza un effetto preliminare marcato delle basse temperature (vernalizzazione non obbligatoria). La soglia del fotoperiodo varia in funzione della varietà, ma temperature elevate e stress idrici favoriscono la salita a seme.

La disponibilità idrica è un fattore produttivo fondamentale; per questo, durante il periodo primaverile-estivo, l'intervento irriguo risulta indispensabile. Maggiori informazioni sulle esigenze idriche ed irrigue sono fornite più avanti.

Per ottenere grumoli di buona qualità, il finocchio preferisce terreni sciolti o di medio-impasto, profondi, freschi, fertili, ricchi di sostanza organica, senza ristagni idrici, con pH tra 5.5 e 6.8. Dovrebbero essere evitati i terreni molto argillosi, non strutturati ed asfittici. Più il terreno diventa sabbioso più aumenta il rapporto peso delle foglie/grumolo. La pianta è poco sensibile al calcare ed è tollerante a carenze di boro e magnesio. Il finocchio è molto sensibile alla salinità: fino ad una conducibilità elettrica dell'estratto di saturazione del terreno (ECe) di 1.4 mS/cm non risente effetti negativi, con ECe = 2.1 mS/cm si ha una riduzione della produzione del 10%, con ECe = 3.1 mS/cm si stima una riduzione della produzione del 25%, con ECe = 4.7 mS/cm del 50% e con ECe = 8.1 mS/cm la produzione è totalmente compromessa.

## 2.4. Avvicendamento

Il finocchio è generalmente avvicendato con altre colture orticole (pisello, fava, patata, insalate...) o con i cereali autunno vernini (frumento tenero e duro, orzo).

Nei nostri ambienti di coltivazione può occupare il posto di una coltura intercalare tra il frumento ed un rinnovo primaverile (mais, bietola, pomodoro da industria, peperone...).

Non deve succedere a se stesso o ad altre ombrellifere e non deve ritornare sullo stesso terreno prima di 2-3 anni.

E' infine sconsigliabile far seguire il finocchio a pomodoro e cetriolo.

## 2.5. Scelta varietale

La scelta della cultivar è uno dei punti cruciali per la buona riuscita della coltura dovendo soddisfare sia le esigenze di coltivazione sia quelle di mercato.

Una buona cultivar di finocchio deve avere le seguenti caratteristiche:

- grumolo compatto, perfettamente bianco, poco fibroso o spugnoso, tondeggiante, con pochi ricacci ascellari; guaine croccanti, tenere, dolci, leggermente aromatiche;
- foglie a portamento eretto, che permette densità d'impianto elevate, colore verde intenso che contrasta nettamente con il bianco del grumolo;
- radice fittonante regolare ed allungata (è correlata positivamente con un grumolo di buona forma e dimensioni);
- ciclo vegetativo ben definito per organizzare razionalmente impianti e raccolte;
- maturazione quanto più contemporanea possibile premessa indispensabile per la raccolta meccanica;
- uniformità morfo-biologica;
- tolleranza alla pre-fioritura;
- resistenza al freddo;
- tolleranza all'imbrunimento post-raccolta.

In commercio sono disponibili *popolazioni locali*, *varietà* (ottenute per selezione genealogica) e *ibridi F<sub>1</sub>*.

Le popolazioni locali, che prendono il nome o l'aggettivo delle località di provenienza (es.: di Mantova, Marchigiano, di Sarno, Romanesco...), sono frutto di libera impollinazione e di selezione massale e presentano una bassa uniformità morfo-biologica che causa consistenti quote di scarto (anche 40-50 % del prodotto raccolto).

Le varietà sono ottenute in isolamento, con impollinazione controllata e mediante metodiche di selezione genealogica abbinata a programmi di incrocio e reincrocio. Le varietà in commercio presentano una buona uniformità morfo-biologica e apprezzabili caratteristiche quanti-qualitative.

Gli ibridi F<sub>1</sub>, di recente selezione e introduzione, presentano in assoluto una maggiore potenzialità produttiva sia dal punto di vista quantitativo che qualitativo e una migliore uniformità morfo-biologica ma, ovviamente, presentano dei costi più elevati (indicativamente, un seme di un ibrido costa circa 9 volte quello di una varietà: circa 2 vs. 18 lire/seme).

Le varietà coltivate presentano una diversa esigenza di durata del giorno critica per la bulbificazione, di durata del giorno critica per l'induzione fiorale e di tolleranza al freddo che ne determinano la migliore epoca di impianto in funzione delle diverse aree di climatiche e di coltivazione.

Schematicamente possiamo distinguere tre gruppi principali di varietà: tardive, semi-precoci e precoci:

*Varietà tardive*: possiedono valori abbastanza bassi di lunghezza del giorno critica per la formazione del grumolo, per questo possono essere coltivati solo in condizioni di giorni decrescenti (semina estiva in luglio-agosto e raccolta autunno-invernale da dicembre a marzo). Il ciclo è, pertanto, lungo (150-180 giorni dalla semina) e permette l'ottenimento di grumoli globosi di grandi dimensioni (600 – 900 g) e di alte produzioni areiche. Sono soggette a rischio di danni da gelo e a sviluppo dei germogli ascellari che ne vincola la coltivazione soprattutto nelle aree meridionali.

*Varietà semi-precoci*: la loro lunghezza del giorno critica è abbastanza elevata per la bulbificazione ma abbastanza bassa per l'induzione fiorale, così da permettere semine più precoci (da fine giugno-inizio luglio). La loro crescita è abbastanza rapida (in funzione dell'andamento meteorologico) ed il

ciclo di circa 110-130 giorni, con raccolte da settembre a novembre. La loro selezione ha permesso una maggiore diffusione della coltivazione nelle aree settentrionali con l'ottenimento di buoni livelli produttivi sia dal punto vista quantitativo che qualitativo (grumoli tondeggianti, pesanti, compatti).

*Varietà precoci:* sono varietà selezionate da popolazioni del Nord Italia (ceppo Mantovano) o svizzere appartenenti al tipo precedente. Presentano un'elevata resistenza alla salita a seme (grazie ad una lunga durata del giorno critica per la fioritura) che ne permette l'impianto precoce in primavera (da febbraio a maggio) lasciando il tempo sufficiente per formare il grumolo (giorno sufficientemente corto) prima di esser esposte alle condizioni di induzione florale. La raccolta avviene da maggio a luglio-agosto al Nord e nelle aree interne del Centro. Il ciclo è corto (80-90 giorni) e di conseguenza i grumoli sono medio-piccoli (300-500 g) e le produzioni areiche piuttosto basse anche a densità d'impianto elevate. I grumoli di queste varietà sono tendenzialmente appiattiti e oblungi.

Esistono anche varietà e ibridi precoci (ciclo 80-90 giorni) a semina estiva (fine giugno-luglio al Nord e zone interne del Centro; metà luglio-metà agosto al Sud e zone litoranee del Centro) per produzioni autunnali precoci (settembre-ottobre). Queste varietà e ibridi sono però frutto di miglioramento a partire da vecchie varietà tardive.

#### *Varietà consigliate*

La lista delle cultivar (tab. 2) è ovviamente indicativa, non esaustiva e, dato il rinnovo del panorama varietale, provvisoria.

Tenendo in considerazione anche l'esistenza di un'interazione tra cultivar ed ambiente pedoclimatico è sempre bene fare riferimento a risultati sperimentali e/o aziendali ottenuti in condizioni simili a quelle di coltivazione.

**Tabella 2.** Varietà di finocchio consigliate

<b>Impianto</b>	<b>Ciclo (giorni dalla semina)*</b>	<b>Varietà</b>
marzo-maggio	80-100	Athos, Rudy F <sub>1</sub> , Rondo F <sub>1</sub> , Amigo F <sub>1</sub> ,
fine giugno- fine luglio	80-90	Tusco, Conero, Romy, Orion F <sub>1</sub> , Carmo F <sub>1</sub> , Chiarino, Helvia,
	110-130	Romanesco sel. Marino, Wadenromen sel. Vulci, Montebianco, Latina

\*A partire dal trapianto il ciclo si accorcia di 20-30 giorni

## **2.6. Preparazione del terreno**

Tradizionalmente, la preparazione dei terreni di medio-impasto o tendenzialmente argillosi prevede un'aratura alla profondità di circa 0.40 m; durante questa lavorazione principale può essere interrato il letame, se disponibile. La zollosità grossolana lasciata dall'aratura è ridotta con successive erpicature via via più leggere al fine di non rovinare lo strato strutturato superficiale. Il tempo a disposizione per eseguire i lavori complementari e la loro tempestività dipendono ovviamente dall'epoca d'impianto e dalla precessione.

L'affinamento accurato del terreno è particolarmente importante se la coltura è seminata direttamente in campo (la norma) mentre se si opta per il trapianto (impianti primaverili precoci o estivi tardivi) una leggera zollosità può risultare ininfluente.

Se il terreno, ultimate le operazioni di affinamento del letto di semina, fosse troppo soffice in superficie, sarebbe preferibile operare una rullatura per compattarlo leggermente così da permettere la corretta regolazione della profondità alla quale è deposto il seme; tale operazione va eseguita con cautela nei terreni che tendono a formare una crosta superficiale, dove vanno adoperati rulli scanalati e mai lisci.

Al fine di realizzare consistenti contrazioni dei tempi di preparazione del terreno insieme con apprezzabili risparmi di combustibile (tab. 3), si può sostituire l'aratura profonda con una lavorazione a due strati. Questa tecnica consiste in una discissura a 0.35-0.40 m eseguita con ripper

o chisel, seguita da un'aratura superficiale a 0.25-0.30 m oppure si può realizzare in un unico passaggio con aratro-ripuntatore che lavora alle stesse profondità sopra indicate.

Quando non dobbiamo interrare i concimi organici e vogliamo restringere al massimo i tempi (tab. 3) è possibile eseguire un'estirpatura a circa 0.25-0.35 m, seguita da erpicature per affinare la non eccessiva zollosità che è stata creata. Tale procedura può essere seguita ogni volta che abbiamo come precessione una coltura che lascia pochi residui facilmente gestibili.

**Tabella 3.** Tipi di lavorazione, capacità di lavoro e consumo di carburante (dati indicativi per terreni argillosi)

Tipo di lavorazione	Profondità di lavoro (m)	Capacità lavorativa		Consumo combustibile	
		ha h <sup>-1</sup>	%	kg ha <sup>-1</sup>	%
Aratura profonda	0.40	0.27	100	79	100
Discissura + aratura superficiale	0.40 - 0.25	0.31	115	69	87
Aratura-ripuntatura	0.25 + 0.25	0.33	122	-	-
Estirpatura	0.30	1.59	588	13	16

A differenza di quanto descritto per i terreni tendenzialmente argillosi, i terreni limosi, che non possiedono una struttura stabile, e quelli ricchi di sabbia fina, che come i precedenti hanno la tendenza a compattarsi facilmente, devono essere lavorati a ridosso dell'impianto. Questo vale anche per i terreni ricchi di sabbia grossa che, pur non essendo soggetti a compattamento, possono essere facilmente lavorabili all'ultimo momento riducendo, così, anche i troppo intensi processi di mineralizzazione della sostanza organica interrata.

## 2.7. Impianto

### 2.7.1. Modalità

La tecnica usuale di impianto del finocchio è la semina diretta. Il trapianto di piantine con pane di terra è eseguito solo per impianti primaverili molto precoci, che, a causa delle basse temperature, hanno emergenze troppo irregolari e scalari, e per quelli molto ritardati.

La *semina diretta* permette la creazione di un apparato radicale fittonante che si sviluppa in profondità rendendo le piantine meno suscettibili a condizioni pedo-climatiche avverse.

Come già precedentemente sottolineato, la semina diretta esige una perfetta preparazione del terreno e spesso una leggera rullatura sia prima sia dopo la deposizione del seme; quest'ultimo, a causa della sua forma allungata, appuntita e ricurva, provoca qualche difficoltà nell'utilizzo delle seminatrici di precisione, pertanto si preferisce impiegare seme confettato (2 - 6 kg ha<sup>-1</sup>).

Nei nostri ambienti in pieno campo la semina si effettua dalla fine di giugno a tutto luglio con varietà precoci e semi-precoci per ottenere produzioni autunnali (settembre-novembre). Dopo la semina, al fine di favorire la germinazione e l'emergenza, è necessario effettuare una o più irrigazioni per aspersione con bassa intensità di pioggia e ridotti volumi di adacquamento (10-15 mm).

Quando le piantine sono alte circa 8-10 cm è necessario eseguire tempestivamente il *dirado* per realizzare la densità desiderata. Un dirado tardivo o una densità eccessiva provocano fenomeni di competizione tra le piante, con diminuzione della pezzatura dei grumoli e con aumento della percentuale di grumoli appiattiti.

Per il *trapianto* si utilizzano le piantine provenienti da contenitori alveolati da 160-209 fori. Il trapianto di piantine invecchiate o non adeguatamente irrigate dopo la messa a dimora causa un arresto vegetativo che predispone la pianta alla salita a seme.

Per impianti estivi molto ritardati si impiegano piantine con 4-6 foglie, per impianti primaverili molto precoci plantule con 2 foglie sviluppate.

Prima del trapianto può essere conveniente immergere il contenitore alveolato in acqua per imbibire opportunamente il substrato torboso e favorire così un perfetto attecchimento delle piantine in pieno campo. Il trapianto è eseguito con trapiantatrici a file.

### 2.7.2. Sesto d'impianto e densità

Le colture precoci estivo-autunnali sono seminate a file distanti 0.4-0.5 m e la densità, dopo dirado, è di 8-10 piante m<sup>-2</sup>.

Le produzioni tardive a ciclo più lungo (praticate al Sud e nelle zone litoranee del Centro) presentano sviluppo, pezzature dei grumoli e produzioni areiche maggiori: esse sono seminate a file larghe 0.6-0.8 m per favorire la rincalzatura e adottano densità di 6-7 piante m<sup>-2</sup>.

Le colture primaverili precoci, che presentano uno sviluppo minore, sono generalmente trapiantate a file distanti 0.3-0.4 m e alla densità di 13-15 piante m<sup>-2</sup>.

## 2.8. Esigenze nutritive e concimazione

Scopo della concimazione è mettere a disposizione della coltura, durante tutto il ciclo biologico, i principali elementi nutritivi in quantità e nelle forme più adeguate alla pianta e nel rispetto delle esigenze qualitative del prodotto e dell'ambiente.

Secondo quanto riportato nella tabella 4, per una produzione attesa di 45 t ha<sup>-1</sup> di grumoli una coltura preleva circa 270 kg ha<sup>-1</sup> di N, 90 kg ha<sup>-1</sup> di P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e 420 kg ha<sup>-1</sup> di K<sub>2</sub>O.

**Tabella 4.** Prelevamenti indicativi in elementi nutritivi del finocchio (kg di elemento nutritivo per t di prodotto)

Elemento	kg t <sup>-1</sup> grumoli
Azoto (N)	6.0
Fosforo (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	1.9
Potassio (K <sub>2</sub> O)	9.0
Calcio (CaO)	2.5
Sodio (Na)	1.7
Magnesio (MgO)	0.3
Ferro (Fe)	0.05

Fonte: Orso eTallarico (1984, modificato)

Gli elementi nutritivi sono assorbiti in maniera pressoché proporzionale con la crescita della pianta: nelle cultivar a raccolta autunnale, la pianta, nei primi 30-40 giorni dopo la semina, produce poca massa fogliare, poi inizia una fase di rapida crescita lineare con la produzione di un'ingente quantità di materiale vegetale. Alla raccolta i grumoli costituiscono il 50 % circa della massa verde aerea prodotta ed il 40 % della sostanza secca corrispondente.

La conoscenza delle caratteristiche fisico-chimiche del terreno risulta indispensabile per stabilire un adeguato programma di concimazione e verificare la necessità di effettuare o no una *concimazione di arricchimento*. Mentre l'analisi fisico-meccanica può essere effettuata *una tantum*, quella chimica dovrebbe essere ripetuta ogni 3-4 anni.

Inserendo la concimazione della ombrellifera nel bilancio di fertilizzazione della rotazione, si deve tenere conto che circa il 65 % dell'azoto, il 45 % del fosforo ed il 50 % del potassio prelevati dalla parte aerea della coltura tornano al terreno con i residui (foglie). Pertanto, facendo riferimento ai fabbisogni calcolati per una produzione attesa di 45 t ha<sup>-1</sup>, i quantitativi di elementi fertilizzanti effettivamente asportati dal terreno con i grumoli sono circa 100 kg ha<sup>-1</sup> di N, 50 kg ha<sup>-1</sup> di P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e 210 kg ha<sup>-1</sup> di K<sub>2</sub>O.

Di seguito sarà analizzata più in dettaglio la concimazione relativa ai tre macroelementi seguendo un ordine cronologico di applicazione: prima il fosforo ed il potassio, con la concimazione di fondo, e dopo l'azoto, in prossimità dell'impianto e/o in copertura.

Si ricorda che il finocchio preferisce terreni con alto contenuto di sostanza organica: per questo la *concimazione organica* (50-70 t ha<sup>-1</sup> di letame maturo), se disponibile, è consigliata.

#### 2.8.1. Fosforo

La dose da somministrare deve essere determinata in funzione della dotazione del terreno in fosforo assimilabile; per una sua valutazione può essere di aiuto la tabella 5.

**Tabella 5.** Valutazione (1) del fosforo assimilabile del terreno (metodo Olsen) e indicazioni per la concimazione

Espressione della dotazione		Valutazione agronomica (livello)
Fosforo (P) (ppm)	Anidride fosforica (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ) (ppm)	
0-6	0-15	Molto basso
7-12	16-30	Basso
13-20	31-45	Medio
21-30	46-70	Alto
-	>70	Molto alto

**Indicazioni per la concimazione**

*Livello molto basso*  
La risposta al fosforo è certa per tutte le colture. E' consigliata una *concimazione di arricchimento*, con dosi variabili da 2 a 2,5 volte gli asporti della coltura. Le concimazioni di arricchimento debbono proseguire fino a quando non si raggiunge il livello di sufficienza per tutte le colture della rotazione.

*Livello basso*  
La risposta al fosforo è probabile per tutte le colture. La concimazione consigliata è quella di arricchimento; le dosi da apportare variano da 1,5 a 2 volte gli asporti della coltura.

*Livello medio*  
La risposta al fosforo è meno probabile. E' consigliata una *concimazione di mantenimento*: debbono essere reintegrati gli asporti della coltura con eventuali maggiorazioni (fino a 1,5 volte gli asporti) per tenere conto della frazione di fosforo assimilabile che, quasi in tutti i terreni, va incontro a retrogradazione per la presenza di calcare o per pH <5,5.

*Livello alto*  
La risposta al fosforo non è in genere probabile; tuttavia è suggerito un moderato apporto di fosforo per le colture esigenti per questo elemento. Le dosi da apportare variano da 0,5 a 1 volta gli asporti della coltura.

*Livello molto alto*  
La risposta al fosforo è assai improbabile, pertanto si consiglia di non fertilizzare.

(1) I valori inferiori dell'intervallo si riferiscono a terreni sabbiosi, quelli più alti a suoli argillosi; per terreni di medio impasto si assumono valori intermedi.

La dotazione di fosforo assimilabile del terreno può ritenersi normale quando soddisfa le esigenze di tutte le colture della rotazione, a cominciare da quelle più esigenti.

Considerando la scarsa mobilità di questo elemento, è bene interrare tutta la dose prevista con la lavorazione principale per portarlo nello strato di terreno interessato dalla massa delle radici.

Si consiglia l'applicazione di una *concimazione starter* per favorire lo sviluppo dell'apparato radicale, la crescita iniziale della coltura e l'accorciamento del ciclo. Tale concimazione è generalmente effettuata con fosfato ammonico o perfosfato triplo, alla dose di circa 50 kg ha<sup>-1</sup> di P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, opportunamente localizzata al di sotto della piantina al momento del trapianto.

Il concime fosfatico generalmente utilizzato nei nostri terreni, che hanno reazione neutro-alcalina, è il perfosfato triplo (titolo 48%) che ha il minore costo dell'unità fertilizzante e che evita un innalzamento eccessivo del pH al quale il finocchio è molto sensibile.

### 2.8.2. Potassio

Le necessità del finocchio per questo elemento sono elevate. Le dosi da apportare debbono essere calcolate, come per il fosforo, tenendo conto della dotazione del terreno in potassio scambiabile e

della valutazione agronomica che l'analisi chimica dà di tale dotazione, in rapporto alle esigenze delle colture, secondo quanto indicato nella tabella 6.

**Tabella 6.** Valutazione (1) del potassio scambiabile del terreno (metodo internazionale) e indicazioni per la concimazione

Espressione della dotazione			Valutazione agronomica (livello)
Ossido di potassio K <sub>2</sub> O (ppm)	Potassio (K) (ppm)	Potassio (K) (%CSC)	
0-60	0-50	-	Molto basso
61-120	51-100	<2% CSC	Basso
121-180	101-150	2-5% CSC	Medio
181-240	151-200	>5% CSC	Alto
>240	>200	-	Molto alto
Indicazioni per la concimazione			
<i>Livello molto basso</i> La risposta al potassio è certa per tutte le colture. E' consigliata la <i>concimazione di arricchimento</i> con dosi da 1,1 a 1,5 volte gli asporti della coltura.			
<i>Livello basso</i> La risposta al potassio è probabile per molte colture. E' consigliata la <i>concimazione di arricchimento</i> con dosi da 0,8 a 1,1 volte gli asporti della coltura.			
<i>Livello medio</i> La risposta al potassio è, in genere, poco probabile; lo è di più per le colture esigenti. E' consigliata la <i>concimazione di mantenimento</i> con dosi da 0,5 a 0,8 volte gli asporti della coltura.			
<i>Livello alto</i> La risposta al potassio non è, in genere, probabile: è consigliabile non concimare. Il potassio potrebbe essere necessario per colture esigenti e capaci di elevate produzioni; le dosi non dovrebbero superare 0,5 volte gli asporti della coltura.			
<i>Livello molto alto</i> La risposta al potassio è assai improbabile; si consiglia di non fertilizzare.			

(1) I valori inferiori dell'intervallo si riferiscono a terreni sabbiosi, quelli più alti a suoli argillosi; per terreni di medio impasto si assumono valori intermedi.

Considerando la scarsa mobilità di questo elemento, si può interrare tutta la dose prevista con la lavorazione principale per portarlo nello strato di terreno interessato dalla massa delle radici. Il concime potassico generalmente utilizzato nei nostri terreni è il solfato di potassio (titolo 50%). Nei terreni più sciolti sarebbe vantaggioso frazionare la concimazione potassica apportandone una parte (2/3) in copertura come nitrato di potassio o di calcio.

### 2.8.3. Azoto

L'azoto è l'elemento nutritivo che maggiormente influisce sulla produzione del finocchio. L'uso dei fertilizzanti azotati, però, a differenza di quanto avviene con quelli fosfatici e potassici, richiede particolari attenzioni, soprattutto nello stabilire la dose ottimale da somministrare, poiché gli errori, sia in difetto sia in eccesso, si pagano in termini di perdite di quantità e/o di qualità della produzione.

Inoltre la notevole mobilità nel terreno di certe forme di azoto rende necessarie alcune precauzioni per la salvaguardia dell'ambiente (inquinamento delle falde acquifere da parte dell'azoto nitrico).

La forma nitrica, infine, può accumularsi nei tessuti vegetali, comprese le parti eduli, causando rischi per la salute dei consumatori. I nitrati, infatti, una volta ingeriti, possono essere trasformati in nitriti che, a loro volta, possono combinarsi con le ammine libere e formare nitrosammine, composti

cancerogeni. Il finocchio ha un'accentuata tendenza ad accumulare nitrati nelle guaine fogliari che costituiscono il grumolo per cui la concimazione azotata non deve superare le effettive necessità.

Nonostante i numerosi studi sul bilancio azotato in agricoltura, bisogna precisare che non risulta facile individuare un metodo sufficientemente semplice e preciso per stabilire le dosi di azoto da distribuire ad una coltura.

Il fabbisogno di concimazione azotata può essere calcolato per differenza tra il quantitativo prelevato dalla coltura durante il ciclo colturale e il quantitativo di azoto minerale disponibile nel terreno a inizio ciclo, più quello che si rende disponibile, nel corso della primavera e dell'estate, per mineralizzazione dell'humus e dei residui colturali incorporati nel terreno. Inoltre, occorre considerare che non tutto l'azoto distribuito con la concimazione è assorbito dalla pianta, in quanto in funzione del tipo di terreno, dell'andamento climatico, della formulazione utilizzata (ad esempio concimi a lento effetto) e della modalità di distribuzione (a tutto campo, a bande, fertirrigazione) l'efficienza di assorbimento della concimazione azotata può variare anche largamente, per cui la dose tecnica apportata deve essere opportunamente aumentata.

Da quanto detto consegue che:

$$\text{Concimazione azotata} = (N \text{ prelevato} - N \text{ disponibile}) / \text{Efficienza concimazione}$$

E' stato affermato che, per una produzione attesa di circa 45 t ha<sup>-1</sup>, la coltura deve poter disporre di circa 270 kg di azoto. Nelle condizioni ordinarie riscontrabili nella nostra regione, la precessione colturale più frequente è il frumento che notoriamente lascia ridotti quantitativi di azoto residuo nel terreno e, inoltre, il contenuto di sostanza organica dei nostri terreni è relativamente scarso (1.0-1.3%). In queste condizioni si può quindi ragionevolmente stimare che la coltura trovi disponibili nel terreno circa 50-70 kg ha<sup>-1</sup> di azoto per cui i rimanenti 200-220 kg ha<sup>-1</sup> dovrebbero essere apportati con le concimazioni. Se si considera che, da sperimentazioni effettuate, l'efficienza di assorbimento della concimazione azotata con distribuzioni a tutto campo è, a queste dosi, di circa il 75 %, occorrerà aumentare la dose tecnica fino ad apportare circa 260 - 290 kg ha<sup>-1</sup> di azoto.

Ovviamente, la dose da apportare cambia se cambiano i termini del bilancio azotato:

- le cultivar tardive hanno crescita, produzioni e fabbisogni più elevati;
- i residui colturali della precessione possono contenere quantitativi variabili di azoto (a titolo di esempio e indicativamente: lattuga 0-30 kg ha<sup>-1</sup>, fava e pisello 70-80 kg ha<sup>-1</sup>) che potrebbero in parte rendersi disponibili a inizio ciclo;
- se si effettua una concimazione organica si può stimare un apporto di azoto direttamente utilizzabile dal finocchio di circa 1.2 kg di azoto per tonnellata di letame bovino maturo tal quale, incorporato nel terreno (50-60 t ha<sup>-1</sup> x 1.2 kg t<sup>-1</sup> = 60-70 kg ha<sup>-1</sup> di azoto);
- se la distribuzione del concime azotato è localizzata in bande lungo la fila o con fertirrigazione l'efficienza di assorbimento aumenta.

Al fine di seguire i ritmi di assorbimento della coltura e ridurre i rischi di lisciviazione, la dose prevista di azoto deve essere frazionata in 2 volte: metà subito dopo l'emergenza (prima di un'irrigazione) e metà all'inizio della formazione del grumolo (dopo circa 60 dall'emergenza).

In colture a ciclo molto lungo, facilmente soggette a piogge dilavanti e ad arresti di crescita dovuti a basse temperature, potrebbe essere vantaggioso frazionare la dose totale di concimazione in tre volte di cui l'ultima dopo circa 30-45 giorni dall'inizio della formazione del grumolo, ma non troppo in prossimità della raccolta per evitare l'accumulo di nitrati.

Riguardo il tipo di concime azotato da impiegare, le sperimentazioni condotte in Italia non hanno mai evidenziato differenze sostanziali tra concimi nitrici, ureici ed ammoniacali. Pertanto, si consiglia l'uso di urea che ha il minor costo dell'unità fertilizzante. Solo in caso di concimazioni tardive è preferibile impiegare fertilizzanti ammoniacali (solfato ammonico) o nitroammonicali (nitrato ammonico) allo scopo di ridurre il rischio di accumulo di nitrati nel grumolo.

## 2.9. Esigenze idriche e irrigazione

Il soddisfacimento dei fabbisogni idrici della coltura è un fattore essenziale sia sotto l'aspetto quantitativo sia qualitativo delle produzioni.

La carenza idrica infatti comporta una minore crescita del grumolo e favorisce la salita a seme della pianta; un eccesso idrico costituisce uno spreco di acqua, provoca il dilavamento degli elementi nutritivi e fenomeni di asfissia radicale.

### 2.9.1. Valutazioni dei fabbisogni idrici e irrigui

Per valutare i fabbisogni idrici di una coltura bisogna calcolare o stimare l'evapotraspirazione potenziale di riferimento [ETP<sub>0</sub> = acqua evaporata dal terreno e traspirata da una coltura graminacea (*Festuca arundinacea*) fitta, che lo ricopre omogeneamente, completamente, in ottime condizioni sanitarie e di disponibilità idriche, di notevole estensione].

E' intuitivo come l'evapotraspirazione sia un processo dinamico che dipende dalla insolazione, dalla temperatura, dalla umidità dell'aria, dalla ventosità e che l'ETP<sub>0</sub>, in altri termini, rappresenti la richiesta di acqua da parte dell'atmosfera ad un sistema pianta-terreno, teorico, di riferimento.

Esistono diversi sistemi per misurare o stimare l'ETP<sub>0</sub>, più o meno precisi e/o complessi, ma il sistema più facile e diffuso è partire dall'acqua evaporata da un evaporimetro di classe A (vasca con caratteristiche standard da installare in un sito rappresentativo di un dato comprensorio omogeneo) di cui sono dotate quasi tutte le stazioni agro-meteorologiche diffuse nel nostro territorio regionale.

L'evaporato (EV espresso in mm) deve essere moltiplicato per un apposito *coefficiente di vasca* (K<sub>v</sub>) per riportare l'evaporazione da pelo libero di acqua alla evapotraspirazione potenziale di riferimento. Questa è ovviamente più bassa, in media di circa il 20% per cui il K<sub>v</sub> è intorno a 0.8. Ne deriva che:

$$ETP_0 = EV \times 0.8$$

Se in un dato giorno è stato registrato, per esempio, un evaporato di 5 mm si sarà avuta una ETP<sub>0</sub> di 4 mm (= 5 mm x 0.8).

Una coltura qualunque durante il ciclo colturale non sempre ricopre il terreno in maniera completa e non sempre l'apparato fogliare è uniformemente sviluppato o sviluppato quanto quello della coltura di riferimento descritta nella definizione di ETP<sub>0</sub>; in altri termini l'*evapotraspirazione potenziale massima di una coltura* (ETP<sub>c</sub>) può essere significativamente diversa dalla ETP<sub>0</sub> in funzione principalmente delle caratteristiche dell'apparato fogliare e della stadio di sviluppo. E' per questo che sono stati elaborati dei *coefficienti colturali* (K<sub>c</sub>) che variano da coltura a coltura in funzione dello stadio di sviluppo (fenofasi) e che, moltiplicati per l'ETP<sub>0</sub>, danno l'evapotraspirazione potenziale massima della coltura:

$$ETP_c = ETP_0 \times K_c$$

I coefficienti colturali indicativi di una coltura di finocchio sono quelli riportati in tabella 7.

**Tabella 7.** Coefficienti colturali (K<sub>c</sub>) del finocchio a ciclo medio

codice	Fase fenologica	Durata (giorni)	K <sub>c</sub>
1	Semina – ricoprimento del terreno del 10%	30	0.6
2	Ricoprimento 10% - inizio formazione grumolo	40	crescente da 0.6 a 1.0
3	Crescita del grumolo	40	1.0
4	Fase finale	10	decrescente da 1.0 a 0.9
	Totale ciclo	120	

Conoscendo, per i periodi su indicati, l'evapotraspirazione potenziale di riferimento è possibile calcolare l'evapotraspirazione potenziale della coltura e per semplice somma quella di tutto il ciclo colturale che rappresenta il fabbisogno idrico della coltura stessa.

Ovviamente il fabbisogno idrico della coltura difficilmente è uguale al fabbisogno irriguo, cioè all'acqua che bisogna distribuire con l'irrigazione per soddisfare il fabbisogno idrico. Questo perché esistono degli *apporti naturali* di acqua (riserva idrica utile del terreno, piogge, risalita capillare da falda), perché il sistema di irrigazione ha sempre delle inefficienze e perché, a volte, è necessario distribuire più acqua di quella necessaria alla coltura.

*Apporti naturali.* Nel calcolo del fabbisogno irriguo si considerano per ogni periodo:

- piogge affidabili : quelle che hanno la probabilità di almeno l'80% di verificarsi;
- piogge utili: non tutte le piogge sono utili, in quanto almeno una parte può essere perduta per ruscellamento, percolazione profonda o evaporazione. Nei nostri climi le piogge affidabili sono spesso tutte utili ( $\geq 10$  mm nelle 24 ore) in quanto la stagione irrigua inizia generalmente verso la fine della stagione di ricarica delle riserve idriche del terreno (terreno umido ma non saturo, piogge particolarmente intense);
- apporti di falda: il contributo della falda è determinato dalla profondità della falda, dalle proprietà capillari del terreno, dal contenuto di acqua nella zona esplorata dalle radici. Generalmente, questa componente è ignorata, a meno che la falda sia molto superficiale;
- acqua accumulata nel terreno: le piogge invernali e la neve possono portare grandi quantità di acqua nel terreno che sono in parte disponibili all'inizio della stagione di crescita. Per il finocchio a impianto estivo non ci sono normalmente riserve idriche disponibili nel terreno .

E' ovvio che per il calcolo del fabbisogno idrico e irriguo i valori di  $ETP_0$ , di piogge affidabili, di piogge utili e della riserva idrica del terreno vanno opportunamente presi da dati poliennali (serie storiche). Da quanto detto consegue che:

$$Fabbisogno\ irriguo\ netto = Fabbisogno\ idrico - Apporti\ naturali$$

### 2.9.2. Efficienza di irrigazione

In funzione del sistema irriguo, non tutta l'acqua distribuita va ad interessare il volume esplorato dall'apparato radicale della coltura: in altri termini i sistemi irrigui hanno un'efficienza differente (tab. 8); per esempio con il sistema a pioggia il 20-25% circa dell'acqua distribuita non va a buon fine per cui il fabbisogno irriguo netto deve essere opportunamente aumentato.

**Tabella 8.** Efficienza dei sistemi irrigui

Sistema irriguo	Efficienza
Infiltrazione laterale da solchi	0.5 – 0.6
Aspersione (a pioggia)	0.75 – 0.8
Localizzata (a goccia)	0.9 – 0.95

L'irrigazione è generalmente eseguita con sistema per infiltrazione laterale da solchi o per aspersione.

Il sistema per aspersione è il metodo più adeguato per ottenere una regolare ed uniforme emergenza delle piantine nella semina diretta.

Un esempio di calcolo del fabbisogno idrico per una coltura di finocchio seminata alla fine di luglio in Italia Centrale e irrigata con sistema per aspersione è riportato in tabella 9.

**Tabella 9.** Calcolo esemplificativo del fabbisogno idrico di una coltura di finocchio con semina il 20 luglio, emergenza il 1 agosto, ciclo di 102 giorni (dall'emergenza) e irrigata con sistema per aspersione

Mese	agosto			settembre			ottobre			novembre	totale
Fase (1)	1	1	2	2	2	3	3	3	3	4	
Durata (giorni) (2)	10	10	11	10	10	10	10	10	11	10	<b>102</b>
Coefficiente colturale (3)	0.6	0.6	0.65	0.75	0.85	1	1	1	1	0.95	
ETP0 (mm al giorno) (4)	6.8	6.4	5.5	4.8	4	3.3	2.7	2.1	1.6	1	
ETPc (mm al giorno) (5 = 3 x 4)	4.1	3.8	3.6	3.6	3.4	3.3	2.7	2.1	1.6	0.95	
ETPc (mm/decade) (6 = 5 x 2)	40.8	38.4	39.3	36	34	33	27	21	17.6	9.5	<b>297</b>
Piogge affidabili (mm/decade) (7)	12	13	22	24	35	34	31	22	43	37	
Piogge utili (mm/decade) (8)	12	13	22	24	35	34	31	22	43	37	
Fabb. irriguo netto (mm/decade) (9 = 6 - 8)	28.8	25.4	17.3	12	0	0	0	0	0	0	<b>84</b>
Efficienza di irrigazione (10)	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	
Fabb. irriguo di campo (mm/decade) (9 / 10)	36	32	22	15	0	0	0	0	0	0	<b>104</b>

(1) vedi tabella 7

Prendendo in esame il bilancio illustrato in tabella 9 vanno le seguenti considerazioni:

- 1) subito dopo la semina è sempre bene eseguire almeno due leggere irrigazioni a pioggia (10-15 mm) per facilitare la regolare germinazione ed emergenza delle piantine;
- 2) nelle prime fasi del ciclo una moderata deficienza di acqua favorisce lo sviluppo dell'apparato radicale;
- 3) il fabbisogno idrico è di circa 300 mm (= 3'000 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup>) mentre il fabbisogno irriguo netto è solo di circa 85 mm (= 850 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup>); l'irrigazione, infatti, serve a soddisfare le esigenze idriche fino alla metà di settembre, dopodiché le precipitazioni autunnali assicurano un'adeguata disponibilità di acqua nel terreno;
- 4) il fabbisogno irriguo di campo, adottando un sistema per aspersione, è di circa 100 mm (= 1'000 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup>). Se si fosse irrigata la coltura per infiltrazione laterali da solchi, sistema irriguo che ha un'efficienza di circa il 60 % (= 0.6), il fabbisogno irriguo di campo sarebbe stato di circa 140 mm (= 84 mm / 0.6); a questi volumi vanno aggiunti circa 30 mm delle irrigazioni ausiliari post-semine;
- 5) in caso di colture a ciclo primaverile-estivo, i fabbisogni idrici ed irrigui sono maggiori di quelli indicati in tabella 9 (indicativamente 2500 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup>).

Calcoli di questo tipo ci danno una stima affidabile dei consumi di acqua della coltura durante tutto il ciclo e permettono di individuare i periodi di punta.

Tale bilancio può essere eseguito anche su base giornaliera in una coltura in atto disponendo dei valori di evapotraspirazione potenziale, degli apporti naturali (precipitazioni) e seguendo lo sviluppo della coltura.

Questi dati, insieme a quelli relativi alle caratteristiche idrologiche del terreno ci permettono di calcolare i principali elementi tecnici dell'irrigazione.

### 2.9.3. Caratteristiche idrologiche del terreno

Le due più importanti caratteristiche idrologiche dei terreni sono la capacità di campo ed il punto di appassimento.

La *capacità di campo* è il contenuto massimo di acqua che può contenere il terreno senza che siano occupati gli spazi preposti alla circolazione dell'aria (macroporosità). Quando questi spazi sono occupati dall'acqua il terreno si dice saturo e perciò asfittico ed invivibile per la pianta.

Il *punto di appassimento* è invece il contenuto di acqua del terreno al di sotto del quale la pianta non riesce più ad assorbire acqua e quindi appassisce.

La quantità di acqua compresa tra la capacità di campo ed il punto di appassimento è detta *acqua disponibile*.

Queste caratteristiche idrologiche dipendono fortemente dalla tessitura del terreno (tab. 10): più un terreno è argilloso e più elevata è la sua capacità di ritenzione idrica o, in altri termini, maggiore è l'acqua disponibile che riesce ad immagazzinare nello strato esplorato dalle radici della coltura.

**Tabella 10.** Capacità di campo, punto di appassimento e acqua disponibile (acqua % in volume) di terreni a diversa tessitura.

Tessitura	Capacità di campo % in volume	Punto di appassimento % in volume	Acqua disponibile % in volume
Sabbioso	2.6	1.8	0.8
Sabbio-limosa	6.9	4.2	2.7
Limo-sabbiosa	9.2	5.2	4.0
Limosa	12.7	6.3	6.4
Limo-argillosa	18.4	6.3	8.4
Medio impasto	24.4	14.3	10.1
Argillosa	45.9	26.0	19.9

L'esatta determinazione delle costanti idrologiche esige un'analisi di laboratorio dei campioni di terreno di ogni singolo appezzamento o di aree omogenee dal punto di vista pedologico.

Dire che un terreno di medio impasto alla capacità di campo ha circa il 10 % di acqua disponibile in volume significa dire che su uno strato di 1 metro un ettaro contiene  $1000 \text{ m}^3$  di acqua ( $10'000 \text{ m}^2 \times 1 \text{ m} \times 0.10 = 1'000 \text{ m}^3 = 100 \text{ mm}$ ).

#### 2.9.4. Elementi tecnici dell'irrigazione

##### 2.9.4.1. Volume d'adacquamento

E' la quantità di acqua (espressa in  $\text{m}^3 \text{ ha}^{-1}$  o in mm) che deve essere distribuita ad ogni intervento irriguo per riportare il terreno alla capacità di campo.

Le colture, in realtà, devono essere irrigate prima che consumino tutta l'acqua disponibile, cioè prima che arrivino al punto di appassimento con compromissione della piena potenzialità produttiva. In funzione della coltura e delle sue caratteristiche esiste perciò un *limite critico d'intervento* che è intermedio tra la capacità di campo ed il punto di appassimento. Tale limite determina la frazione percentuale dell'acqua disponibile, cioè l'*acqua facilmente utilizzabile* dalla coltura, che una volta consumata deve essere apportata con il volume d'adacquamento.

Nel finocchio l'acqua facilmente utilizzabile è mediamente il 30% dell'acqua disponibile, in quanto la pianta ha un apparato radicale superficiale, con una bassa capacità di estrazione dell'acqua dal terreno e parti vegetative che richiedono di esser mantenute sempre in uno stato di turgore ottimale per ottenere alte produzioni quanti-qualitative.

Per calcolare l'acqua disponibile e quella facilmente utilizzabile dalla coltura in un dato terreno occorre anche tenere conto dello strato di terreno che l'*apparato radicale* riesce ad esplorare. Nel finocchio la profondità considerata è di 0.40 m.

Per il calcolo del volume d'adacquamento occorre tenere conto anche dell'*efficienza d'irrigazione*, perché più bassa è l'efficienza e più acqua occorre distribuire per riportare il terreno alla capacità di campo al netto delle perdite.

Da quanto su esposto, la formula del *volume d'adacquamento (V)* per il finocchio è la seguente:

$$V (\text{m}^3 \text{ ha}^{-1}) = [(\text{acqua disponibile \%} / 100) \times 0.3 \times 10'000 \text{ m}^2 \times 0.4 \text{ m}] / \text{efficienza d'irrigazione}$$

#### *Esempio*

Se un terreno di medio impasto con buon contenuto di sostanza organica ha acqua utile pari al 15 % in volume (= 0.15) ed il finocchio ha una profondità dell'apparato radicale di 0.4 m ed un limite critico d'intervento pari al 30% dell'acqua utile (= 0.3) ed il sistema irriguo adottato è un sistema per aspersione (efficienza 80 % = 0.8), il volume d'adacquamento sarà:

$$V = (0.15 \times 0.3 \times 10'000 \text{ m}^2 \times 0.4 \text{ m}) / 0.8 = 225 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1} = 22.5 \text{ mm}.$$

#### *2.9.4.2. Turno d'adacquamento*

Definisce l'intervallo in giorni tra un'irrigazione e la successiva. E' individuato quando tutta l'acqua facilmente utilizzabile dalla coltura è stata consumata per evapotraspirazione. Occorre tenere un bilancio idrico dove in entrata c'è l'acqua riportata con l'irrigazione, al netto dell'efficienza del sistema irriguo, e quella caduta con le piogge utili ed in uscita i consumi evapotraspirativi giornalieri della coltura. Si irriga quando il "bilancio a scalare" è prossimo a zero.

#### *Esempio*

Considerando una coltura di finocchio in un terreno di medio impasto, come quello indicato nell'esempio precedente, il volume di adacquamento indicativo sarebbe di circa  $225 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$  (= 22.5 mm); supponendo di essere alla metà di agosto con un consumo medio giornaliero di acqua di 4 mm (*evapotraspirazione potenziale massima di una coltura*,  $ETP_c$ , tab. 9) e in assenza di piogge, il turno di adacquamento sarebbe di circa 5 giorni (22.5 / 4 mm).

## **2.10. Lavorazioni consecutive**

Le *sarchiature meccaniche* possono essere effettuate durante le prime fasi del ciclo, prima che il fogliame "chiuda" l'interfila, per i seguenti scopi:

- controllare le infestanti, sia nel caso in cui i trattamenti erbicidi di pre-semina non siano stati applicati sia nel caso in cui non siano stati perfettamente efficaci;
- mantenere un buon arieggiamento dei terreni che tendono a formare crosta superficiale.

La *rincalzatura* può essere eseguita per diversi scopi:

- eseguire l'irrigazione per infiltrazione laterale da solchi;
- proteggere i grumoli dalle gelate, particolarmente nelle colture tardive;
- ottenere grumoli perfettamente bianchi proteggendoli dall'azione inverdente dei raggi solari.

La rincalzatura è eseguita generalmente in due passaggi: il primo subito dopo il dirado ed il secondo quando i grumoli hanno raggiunto la metà della loro taglia definitiva.

## 3. RACCOLTA E CONSERVAZIONE

### 3.1. Raccolta

In generale si cerca di raccogliere il più tardi possibile al fine di guadagnare sul peso del grumolo, ma è bene evitare lo sviluppo dei ricacci ascellari che causano un deprezzamento del prodotto, un aumento della fibrosità e un peggioramento del sapore.

La raccolta può essere eseguita completamente a mano, con l'ausilio di macchine agevolatrici o con raccogliatrici integrali.

#### *Raccolta a mano*

Permette di sfruttare al massimo la potenzialità produttiva della coltura in quanto è possibile raccogliere scolarmente i grumoli di volta in volta maturi, ma assorbe una grande quantità di manodopera. Le piante sono estirpate dal terreno e pre-normalizzate direttamente in campo tagliando le radici e le foglie: i piccioli sono tagliati obliquamente lasciandone non più di 10 cm.

#### *Raccolta agevolata*

Il taglio delle radici può essere eseguito con un vomere collegato all'attacco a tre punti per poi procedere manualmente alla sommaria pulizia ed al carico dentro i *bins*. La capacità operativa è di circa 4'000 grumoli/ora e l'impiego di manodopera di circa 200 ore-uomo.

Il cantiere può essere completato da un carro con nastro trasportatore laterale per il convogliamento dei grumoli nei *bins*. In questo caso la capacità operativa sale circa 6'000 grumoli/ora e l'impiego specifico di manodopera a circa 110 ore-operaio.

Un razionale cantiere di raccolta agevolata è costituito generalmente da circa 8 persone.

#### *Raccolta meccanica*

Le macchine per la raccolta integrale sono generalmente di tipo semiportato, è sono costituite dalle seguenti parti principali:

- spartitori anteriori che convogliano la pianta verso l'organo di taglio;
- dispositivo di taglio delle radici con coltello a lama fissa inclinata di 45° rispetto alla direzione di avanzamento;
- convogliatore-elevatore a cinghie trapezoidali che afferra e trasporta i finocchi per il fogliame;
- due seghe circolari controrotanti che tagliano le foglie;
- piattaforma di cernita (su cui operano generalmente due operai);
- nastro trasportatore per lo scarico in rimorchio.

La capacità operativa è di circa 14'000 grumoli/ora e l'impiego di manodopera di circa 30 ore-uomo.

Le produzioni oscillano da 20 a 50 t ha<sup>-1</sup>, secondo le zone di produzione, le epoche d'impianto e la lunghezza del ciclo.

### 3.2. Post-raccolta

Il prodotto raccolto è sottoposto ad un processo di lavorazione che consiste generalmente nelle seguenti fasi:

- rifinitura, pulitura esterna dei grumoli mediante una fresa;
- taglio delle foglie (all'altezza commercialmente predeterminata) mediante una sega circolare;
- lavaggio in acqua;
- selezione;

- incassetamento manuale (in casse da 6 o 10 kg);
- immersione rapida in una soluzione di acido citrico, che avendo proprietà antiossidanti previene il processo di imbrunimento del taglio basale e delle guaine esterne.

La commercializzazione del finocchio è stata regolamentata dal D.M. 25 agosto 1972 (G.U. n. 230 del 4 settembre 1972) come riportato di seguito.

#### 1) - DEFINIZIONE DEI PRODOTTI

La norma si applica all'esportazione dei finocchi dolci allo stato fresco delle varietà coltivate del *Foeniculum vulgare* Mill.

#### 2)- CARATTERISTICHE QUALITATIVE

##### A) Generalità

La norma ha lo scopo di definire le caratteristiche di qualità che i finocchi devono presentare all'atto della spedizione, dopo condizionamento ed imballaggio.

##### B) Caratteristiche minime

I grumoli devono essere:

- interi, con l'eccezione delle radici e delle foglie che devono essere asportate;
- sani;
- puliti;
- privi di umidità esterna anormale, cioè sufficientemente sgrondati dopo eventuale lavaggio;
- privi di odore e/o sapore estranei;
- ben sviluppati;
- di aspetto fresco;
- consistenti;
- non prefioriti, privi di germogli visibili all'esterno;
- esenti da danni provocati dal gelo.

Le radici devono essere asportate con taglio netto alla base del grumolo.

La lunghezza delle coste fogliari della parte centrale non deve superare i 10 cm.

Lo stato del prodotto deve essere tale da consentire il trasporto e le operazioni connesse e da permettere l'arrivo in condizioni soddisfacenti al luogo di destinazione.

##### C) Classificazione

I finocchi sono classificati in due categorie di qualità, di seguito specificate:

##### a) Categoria I

I finocchi classificati in questa categoria devono essere di buona qualità, esenti da difetti, di forma regolare a seconda del tipo o della varietà, con guaine esterne serrate, carnose, tenere e bianche. Tuttavia sono ammesse lievi lesioni cicatrizzate e lievi ammaccature, tali però da non pregiudicare l'aspetto generale e la presentazione del prodotto.

##### b) Categoria II

Questa categoria comprende i finocchi che non possono essere inclusi nella categoria I, ma che corrispondono alle caratteristiche minime sopra definite.

Sono ammessi difetti di forma e, limitatamente alle guaine esterne, ammaccature, lesioni cicatrizzate della lunghezza massima di 3 cm e zone verde localizzate nella parte apicale ed interessanti non più di 1/3 della superficie del grumolo.

### 3) – DISPOSIZIONI CONCERNENTI LA CALIBRAZIONE

La calibrazione dei finocchi è determinata dal diametro massimo della sezione normale all'asse del grumolo.

Il diametro minimo è di 60 mm.

La differenza tra il diametro del grumolo più piccolo e quello più grande nello stesso imballaggio non può superare i 25 mm.

### 4) – DISPOSIZIONI CONCERNENTI LE TOLLERANZE

Per i prodotti non rispondenti alle caratteristiche della categoria di appartenenza sono ammesse tolleranze di qualità e di calibro riferite al contenuto di ogni imballaggio.

#### a) *Tolleranze di qualità*

- *Categoria I* : in ogni imballaggio è tollerato un massimo del 10% espresso in numero o in peso di finocchi non rispondenti alle caratteristiche della categoria; ma conformi a quelle della categoria II.
- *Categoria II* : in ogni imballaggio è tollerato un massimo del 10% espresso in numero o in peso di finocchi non rispondenti alle caratteristiche minime con esclusione di finocchi affetti da marcio o con ammaccature o lesioni non cicatrizzate.

#### b) *Tolleranze di calibro*

Il 10% in numero o in peso di grumoli di calibro superiore o inferiore a quello indicato all'esterno dell'imballaggio.

### 5) - PRESENTAZIONE ED OMOGENEITÀ

#### A) *Presentazione*

I finocchi devono essere impaccati in maniera da evitare qualsiasi danneggiamento al prodotto.

Le carte, o altro materiale usato eventualmente all'interno dell'imballaggio, devono essere nuovi e non nocivi per l'alimentazione umana.

Le eventuali diciture devono figurare sulla parte esterna in modo da non essere a contatto con il prodotto.

I finocchi devono essere impaccati a strati ordinati.

L'imballaggio non deve contenere corpi estranei.

#### B) *Omogeneità*

Il contenuto di ogni imballaggio deve essere omogeneo e deve contenere prodotto delle stesse categorie di qualità, varietà o tipo, calibro ed essere sufficientemente uniforme.

Lo strato superiore del prodotto in ogni imballaggio deve rappresentare il contenuto dell'intero imballaggio.

### 6) – DISPOSIZIONI CONCERNENTI LE INDICAZIONI ESTERNE

All'esterno di ogni imballaggio devono essere apposte, in caratteri leggibili ed indelebili, le indicazioni seguenti:

#### A) Identificazione

Imballatore e/o speditore (nome e indirizzo o simbolo di identificazione)

#### B) Natura del prodotto

“Finocchi” se il prodotto non è visibile dall'esterno. Tipo o varietà (facoltativo).

#### C) Origine del prodotto

Paese di origine ed eventualmente della zona di produzione o denominazione nazionale, regionale o locale.

D) Caratteristiche commerciali

- Categoria di qualità;
- Calibro (espresso dai diametri minimo e massimo)

E) Marchio ufficiale di controllo.

### **3.3. Conservazione**

Il finocchio ha un'intensa attività respiratoria e tende a imbrunire abbastanza rapidamente.

Dopo la raccolta, oltre che il trattamento con acido citrico precedentemente indicato, è consigliata la pre-refrigerazione in acqua a 4° o in aria a 0°C.

Se i tempi di commercializzazione sono brevi, prima della vendita il finocchio può essere conservato per 1-2 settimane in locali refrigerati a 5-10°C, con media umidità e leggera ventilazione.

Una più lunga conservazione (1-2 mesi) si ottiene generalmente in cella frigorifera a 0°C e umidità relativa del 90-95 % in contenitori ricoperti con film plastico (polietilene, PE) trasparente perforato.

La conservazione in atmosfera di azoto non si è rivelata idonea, mentre possono essere adottate concentrazioni di CO<sub>2</sub> fino al 5-10 %.

## 4. DIFESA FITOSANITARIA

### 4.1. Premessa

Le schede per la protezione delle colture contenute nel Manuale di Corretta Prassi Produttiva forniscono indicazioni per l'ottimizzazione dell'impiego dei prodotti fitosanitari in agricoltura.

Nella scelta dei principi attivi e dei limiti posti al loro uso, si è fatto riferimento alle "Linee guida 1998 messe a punto dal Comitato Tecnico Scientifico per il Reg. 2078/92 Mis.A1 istituito dal Ministero delle Politiche Agricole e Forestali", cercando di coniugare l'efficacia dell'intervento con la protezione dell'agroecosistema, della salute dei consumatori e degli operatori, dai rischi derivanti dall'uso indiscriminato dei prodotti fitosanitari.

Il Manuale di Corretta Prassi Produttiva si ispira ai criteri della difesa integrata, per cui risulta importante mettere in atto tutti gli accorgimenti che consentano di ridurre gli attacchi dei parassiti nell'ambito del concetto del triangolo della malattia (ospite-parassita-ambiente).

***Occorre inoltre ricordare che le seguenti schede andranno aggiornate annualmente poiché fotografano la situazione esistente al 22.11.2000, data di approvazione del Disciplinare di Produzione Integrata per il finocchio.*** Riteniamo di dover fornire ulteriori indicazioni ed auspici di carattere generale che completano il quadro dell'approccio "integrato" alla difesa delle colture nella nostra Regione.

E' indispensabile in tal senso:

1. Effettuare il monitoraggio, laddove possibile, di certi patogeni, ad esempio mediante l'ausilio di captaspore per rilevare il volo delle ascospore di *Venturia inaequalis*. Utilizzare diverse tipologie di trappole per il monitoraggio dei fitofagi e, dove possibile, per la cattura massale (es. *Cossus cossus* e *Zeuzera pirina*). Estendere la rete fenologica ed epidemiologica già presente sul territorio regionale per alcune colture (vite e olivo) a tutte le colture oggetto di disciplinari. Le reti di monitoraggio e campionamento permetteranno per certe avversità la stesura e la divulgazione di bollettini fitosanitari.
2. Utilizzare la rete agrometeorologica regionale costituita da oltre 60 stazioni meteorologiche elettroniche diffuse sul territorio per effettuare il monitoraggio climatico ed accertare così le condizioni predisponenti le infezioni. I dati raccolti opportunamente elaborati permetteranno la redazione di bollettini fitosanitari per le diverse colture. La presenza di una rete agrometeorologica, fenologica ed epidemiologica consentirà la validazione di modelli previsionali attualmente a disposizione sia per malattie causate da fitofagi che da funghi.
3. Razionalizzare l'uso dei prodotti fitosanitari: risulta sempre più importante la qualità e l'efficienza della loro distribuzione; i volumi di acqua dovranno essere ottimizzati in relazione al tipo di irroratrice presente in azienda, alla fase fenologica (maggiore o minore espansione della superficie vegetativa) ed al parassita da combattere. E' auspicabile la creazione di un servizio regionale di taratura delle macchine irroratrici a cui le aziende potranno ricorrere per effettuare controlli periodici dell'efficienza delle irroratrici.

Il controllo delle principali avversità delle colture regionali, in un'ottica di difesa integrata, non potrà prescindere dall'adozione di misure preventive, quali mezzi agronomici (riduzione delle concimazioni, riduzione dei ristagni di umidità, adozione di opportune rotazioni colturali, impiego di semente sana, etc.) e mezzi genetici.

Laddove possibile, si potranno privilegiare strategie che implicano l'adozione di tecniche di lotta biologica.

## 4.2. Schede di difesa

<b>AVVERSITÀ</b>	<b>CRITERI DI INTERVENTO</b>	<b>P.A. E AUSILIARI</b>	<b>NOTE E LIMITAZIONI D'USO</b>
<b>CRITTOGAME</b>			
<b>Peronospora</b> ( <i>Phytophthora syringae</i> ) ( <i>Plasmopara nivea</i> )	Comparsa sintomi	Prodotti rameici	
<b>Cercosporiosi</b> ( <i>Cercospora foeniculi.</i> )	Comparsa sintomi	Prodotti rameici	
<b>Sclerotinia</b> ( <i>Sclerotinia</i> spp.)		Dicloran (1)	Al massimo un intervento all'anno
<b>Oidio</b> ( <i>Erysiphe umbelliferarum</i> )	Interventi chimici alla comparsa dei sintomi	Zolfo	
<b>BATTERIOSI</b>			
( <i>Erwinia carotovora</i> subsp. <i>carotovora</i> )		Prodotti rameici	
<b>FITOFAGI</b>			
<b>Afidi</b> ( <i>Dysaphis</i> spp.)	Soglia: presenza generalizzata	Lambda-cialotrina (1)  Piretrine naturali  Azadiractina	(1) Al massimo un intervento all'anno
<b>Nottue</b> ( <i>Agrotis</i> spp.) ( <i>Mamestra brassicae</i> )		Metiocarb (1)  <i>Bacillus thuringiensis</i>	(1) Impiegabile soltanto come esche pronte all'uso.

### 4.3. Schede di diserbo

<i>Epoca</i>	<i>Principio attivo</i>	<i>% p.a. nel f.c.</i>	<i>Dose l o kg/ha di f.c.</i>
Pre-semina e pre-trapianto	Glifosate	30.4	1.5 – 3.0
	Glufosinate ammonio	11.33	4 – 7
Pre-emergenza	Prometrina	48.5	2
	Trifluralin	44.5	0.9 – 1.5
	Linuron	37.6	0.5 – 1
Pre e post trapianto	Prometrina	48.5	2
Pre-emergenza	Oxadiazon	25.5	1.5
Pre-trapianto	Pendimetalin	31.7	2 – 3
	Linuron	37.6	0.5 – 1
Post-trapianto	Pendimetalin	31.7	2
Post-emergenza	Fluazifop-p-butile	13.3	1 – 1.5
	Linuron	37.6	0.5 – 1.0
	Setossidim	20	1 – 1.5
	Fenoxaprop-p-etile	6.6	1 – 1.5

#### 4.4. Difesa biologica

La capacità che l'agricoltura biologica ha di far fronte alle avversità di ordine fitosanitario, non risiede tanto nel possedere rimedi infallibili per i singoli problemi, quanto nel fornire al sistema la possibilità di autoequilibrarsi sfruttando le sue capacità omeostatiche. La predisposizione di condizioni di miglior rispetto degli equilibri naturali del terreno, seguite nelle pratiche di coltivazione dell'agricoltura biologica, costituisce la fase preliminare e preventiva nella difesa delle colture dagli agenti nocivi sia di natura biotica che abiotica. Infatti coltivare un ecotipo locale, più adatto per selezione ad affrontare le condizioni di vita determinate dal suolo e dal clima, seguire la metodologia dell'apporto di sostanza organica nella fertilizzazione e le altre tecniche colturali, contribuisce a costituire una prima serie di condizioni che tendono naturalmente a rendere la pianta coltivata meno suscettibile alle infezioni e ai danni degli agenti nocivi.

Il materiale di propagazione deve essere necessariamente sano, cioè privo di agenti patogeni e di insetti. Sarà pertanto opportuno impiegare materiale certificato (sempre proveniente da agricoltura biologica).

In certi casi è possibile ridurre la popolazione di malattie e di insetti fitofagi distruggendo tempestivamente residui colturali nei quali questi svernano.

Le sistemazioni idrauliche, evitando ristagni idrici, riducono l'incidenza di diverse fitopatie e lo sviluppo di alcuni insetti terricoli sia diminuendone la virulenza sia aumentando il vigore e, quindi la resistenza delle piante coltivate.

Una concimazione completa ed equilibrata è come regola generale favorevole in quanto piante ben nutrite e vigorose resistono meglio e con minor danno alle aggressioni. L'eccesso di azoto, che può aumentare la suscettibilità delle colture alle avversità crittogamiche o l'appetibilità per certi fitofagi (es. afidi) è un caso ricorrente nell'agricoltura convenzionale, mentre è altamente improbabile che si realizzi nell'agricoltura biologica, dove non si fa uso di concimi azotati di sintesi.

Anche la correzione del pH può essere un mezzo importante per favorire le specie coltivate, in quanto molti funghi terricoli sono favoriti da una reazione del terreno tendenzialmente acida.

Nel caso di necessità determinate da eventi capaci di compromettere il risultato economico del raccolto, è possibile comunque intervenire con alcuni strumenti di difesa diretta.

L'impiego di essenze vegetali e di insetticidi di origine vegetale (azadiractina, rotenone, piretro quassine ecc.), offre buoni risultati contro i parassiti animali e, parallelamente, l'uso di zolfo e di sali di rame, impiegati da sempre con successo nel controllo delle crittogame, consente in molti casi di ostacolare anche lo sviluppo di diversi insetti.

E' opportuno, in questo ambito, porre l'accento sulle difficoltà che incontra l'operatore agricolo nel reperire informazioni sulla conformità alle normative cogenti nell'agricoltura biologica dei preparati con attività insetticida e anticrittogamica. Per essere impiegato su una determinata coltura infatti, il prodotto deve essere contemplato fra quelli indicati nell'allegato 2 del regolamento CEE 2092/91 e sue successive integrazioni ma deve essere anche autorizzato all'impiego in agricoltura da parte del Ministero della Sanità. La situazione è in continua evoluzione in quanto nuove richieste di autorizzazione vengono inoltrate al Ministero per ottenere la registrazione nel nostro paese di prodotti ammessi dal regolamento comunitario, mentre di converso alcuni prodotti contemplati nella prima stesura del regolamento sono stati eliminati nelle successive modifiche oppure ne è stato ridotto l'impiego a particolari colture (es. azadiractina ammessa solo su piante madri o colture portaseme e piante ornamentali). Allo stato attuale tra gli insetticidi di origine vegetale ammessi dal Reg. CEE il Piretro naturale (solo se estratto da *Chrysanthemum cinerariaefolium*) e il rotenone (estratto da *Derris* spp., *Lonchocarpus* spp. e *Therphrosia* spp.) sono anche registrati per l'utilizzo in agricoltura in Italia. Per quanto riguarda invece gli insetticidi microbiologici esistono diversi prodotti registrati a base di *Bacillus thuringiensis*, e nematodi entomopatogeni. L'utilizzo di questi preparati è conforme a quanto prescritto dal regolamento CEE in quanto l'unica causa di esclusione è rappresentata dalla eventuale manipolazione genetica degli organismi costituenti il bioinsetticida.

Sul piano tecnico è necessario, tuttavia, adottare un impiego oculato anche degli insetticidi di origine naturale che, seppur presentino ampie garanzie di pronta degradabilità ambientale, sono sempre di scarsa selettività (piretro, rotenone) nei confronti dell'entomofauna utile. E' quindi auspicabile anche nell'agricoltura biologica il superamento della lotta a calendario e l'adozione di criteri di intervento in qualche modo analoghi a quelli in uso nella lotta integrata. La lotta integrata infatti, è fondata sull'accertamento della reale presenza dei parassiti, sulla conoscenza delle condizioni microclimatiche predisponenti l'insorgenza delle avversità, sulla conoscenza delle soglie di tolleranza, sulla scelta dei fitofarmaci a più basso impatto ecologico e con la massima salvaguardia degli insetti ausiliari, sull'uso, infine, dei mezzi di lotta biologica. E' utile ricordare che le soglie d'intervento riportate nelle schede per alcuni patogeni e fitofagi, hanno carattere indicativo in quanto in agricoltura biologica non esistono riferimenti trasferibili alla generalità delle aziende e per questo motivo vanno adattate alle singole realtà (aziende in conversione, agroecosistemi più o meno semplificati, diversa tollerabilità per alcune tipologie di danno, etc.)

Le tecniche di lotta biologica che sfruttano gli antagonismi naturali, sono uno strumento di importanza fondamentale per controllare le popolazioni dei fitofagi e degli agenti di malattia. In particolare, il controllo biologico classico, attuato non su scala aziendale ma comprensoriale, riveste un particolare interesse nel fronteggiare parassiti di origine esotica, andando a ricostituire le associazioni (i sistemi tritrofici) con i loro nemici naturali. L'attività necessaria alla sua realizzazione è demandata agli istituti di ricerca, che cooperano in tal senso con gli analoghi organismi internazionali. In altri casi è invece possibile far ricorso agli ausiliari allevati in biofabbriche e oggi, specialmente nelle colture protette dove da tempo si sono manifestati fenomeni di resistenza agli insetticidi di sintesi, è possibile affidare la difesa fitosanitaria integralmente alla loro attività. Anche la lotta microbiologica è divenuta una realtà operativa come nel caso del *Bacillus thuringiensis* bioinsetticida batterico impiegato con successo contro diversi lepidotteri. I nematodi entomopatogeni, considerati anch'essi agenti di controllo microbiologico, rappresentano dei validi strumenti di lotta agli insetti che svolgono almeno una parte del loro ciclo nel terreno. Essi, inoltre, possono essere efficacemente utilizzati per il controllo degli insetti xilofagi (*Cossus cossus*, *Zeuzera pyrina*, *Synanthedon myopaeformis*, etc.).

Per quanto attiene alla lotta biologica contro le crittogame, pur se non ancora sviluppata a livello di quella contro i parassiti animali, bisogna dire che essa mostra interessanti prospettive da sviluppare nell'immediato futuro.

Un altro efficace strumento di contenimento dei problemi fitosanitari è rappresentato dall'utilizzo di varietà resistenti. In molti casi il miglioramento genetico ha raggiunto ottimi risultati nella ricerca della resistenza a diverse crittogame, mentre per gli insetti i risultati positivi sono ancora piuttosto limitati.

Sul piano applicativo, l'orticoltura pone talvolta gravi problemi fitosanitari, in particolare nella coltura intensiva praticata in zone specializzate e con un numero ridotto di specie.

In questo comparto, in maniera ancor più marcata delle altre colture biologiche, la prevenzione rappresenta l'arma principale per il controllo delle avversità e per raggiungere di conseguenza un adeguato livello produttivo sotto il punto di vista qualitativo e quantitativo.

Per quanto concerne la coltura in pieno campo, attualmente l'impossibilità di controllare in maniera diretta alcuni agenti di danno (elateridi, nematodi fitopatogeni, rizzottoniosi, cercosporiosi, sclerotinia septoriosi, verticillosi, fusariosi, etc.) rende necessaria l'adozione di lunghe rotazioni, insieme alla scelta di varietà resistenti o di ecotipi locali da tempo adattati alle condizioni microclimatiche proprie del territorio. Buone prospettive sono offerte anche dal controllo microbiologico delle fitopatie e degli insetti dannosi.

Dal punto di vista dei mezzi fisici di controllo, la messa a punto di macchine che rendano più economica ed affidabile la tecnica della solarizzazione in pieno campo renderà più efficace il controllo dei nematodi fitopatogeni e delle fitopatie i cui agenti si conservano nel terreno.

Una volta esplorate le esigenze di mercato e quelle più spiccatamente agronomiche (rispetto del fabbisogno in sostanza organica della coltura, conservazione della fertilità aziendale), la scelta della coltura da praticare e dell'appezzamento su cui impiantarla, dipende dai seguenti fattori:

- L'appezzamento prescelto non deve avere ospitato una coltura infestata dal fitofago chiave o dalla malattia principale per la coltura da impiantare, da un numero di anni pari alla durata della capacità di sopravvivenza della malattia o del fitofago in mancanza di ospiti (es. Nematodi 5-10 anni, batteri del genere *Erwinia* 7-8 anni).
- L'appezzamento prescelto deve essere distante da colture simili, potenziali fonti di infezione/infestazione, nonché da campi che abbiano ospitato una coltura infestata, da magazzini e da discariche di residui delle colture.

La distanza dalle potenziali fonti di contaminazione di cui sopra, può essere comunque sensibilmente ridotta adottando colture barriera o frangivento che, qualora siano costituiti da siepi, rappresentano anche una considerevole riserva di antagonisti naturali.

#### 4.4.1. Schede di difesa biologica

AVVERSITÀ	CRITERI INTERVENTO	P.A. E AUSILIARI	NOTE E LIMITAZIONI D'USO
<b>CRITTOGAME</b>			
<b>Peronospora</b> ( <i>Phytophthora syringae</i> ) ( <i>Plasmopara nivea</i> )	Comparsa sintomi	Prodotti rameici	Interventi agronomici : rotazioni colturali
<b>Oidio</b> ( <i>Erysiphe umbelliferarum</i> )	Comparsa sintomi	Zolfo	
<b>Cercosporiosi</b> ( <i>Cercospora foeniculi</i> )	Comparsa sintomi	Prodotti rameici	Interventi agronomici: - eliminazione residui colturali infetti - rotazioni colturali - impiego semente sana
<b>Sclerotinia</b> ( <i>Sclerotinia spp.</i> )			Interventi agronomici: - rotazioni colturali - evitare ristagni idrici - densità di impianto non elevate
<b>BATTERIOSI</b>			
( <i>Erwinia carotovora subsp. carotovora</i> )		Prodotti rameici	Interventi agronomici: - avvicendamenti con colture poco suscettibili (cereali, ecc...) - evitare ristagni di umidità - riduzione lesioni alle piante di origine diversa (fitofagi etc...)
<b>FITOFAGI</b>			
<b>Afidi</b> ( <i>Dysaphis spp.</i> )	Soglia: presenza generalizzata	Piretrine naturali Azadiractina	
<b>Nottue</b> ( <i>Agrotis spp</i> ) ( <i>Mamestra brassicae</i> )		Bacillus thuringiensis	.