

Gruppo di lavoro
MARINA BUFACCHI - 3A PTA
ADELMO LUCACCIONI - ARUSIA
ALFONSO MOTTA - CIA
MARCELLO MARCELLI - COLDIRETTI
CRISTIANO CASAGRANDE - CONFAGRICOLTURA

Autore dei capitoli relativi alla tecnica agronomica:

Dr. WALTER FAEDI -Istituto Sperimentale di Frutticoltura
Sez. Forlì

Autore delle schede di difesa fitosanitaria:

Dr. GIOVANNI NATALINI - ARUSIA

Autore delle schede di difesa biologica:

Dr. ROBERTO BRUNI - B.T. s.r.l.

Hanno inoltre collaborato

MARCELLO SERAFINI, SALVATORE SPERANZA, IVANA STELLA, CLAUDIA SANTINELLI, ALFREDO MONACELLI, GIUSEPPE NATALE
EMILIANO LASAGNA, GIAMPAOLO TODINI, RENZO APPOLLONI, PIERANGELO CRIPPA, STEFANO TORRICELLI,
GIUSEPPE GORETTI, SAURO ROSSI, GIULIO CIUCCI.

INDICE

1. TECNICA COLTURALE (Dr. W. Faedi)	
1.1. Le esigenze pedoclimatiche	Pag. 1
1.2. La rotazione	Pag. 1
1.3. Sovesci con piante biocide	Pag. 2
1.4. La coltura protetta	Pag. 3
1.5. Preparazione e lavorazione del terreno	Pag. 4
1.6. La scelta varietale	Pag. 5
1.7. Materiale di propagazione	Pag. 6
1.8. Tipo di pianta	Pag. 6
1.9. La fertilizzazione	Pag. 7
1.9.1. Concimazione azotata	Pag. 9
1.9.2. Concimazione potassica e fosfatica	Pag. 10
1.10. Cure colturali	Pag. 11
1.11. L'irrigazione	Pag. 11
2. RACCOLTA E CONSERVAZIONE (Dr. W. Faedi)	
2.1. Indici per la raccolta	Pag. 13
2.2. L'adozione della pre-refrigerazione	Pag. 14
3. DIFESA FITOSANITARIA	
3.1. Premessa (ARUSIA)	Pag. 15
3.2. Schede di difesa (ARUSIA)	Pag. 16
3.3. Schede di diserbo (ARUSIA)	Pag. 17
3.4. Difesa biologica (B.T. s.r.l.)	Pag. 18
3.4.1. Schede di difesa biologica (B.T. s.r.l.)	Pag. 21

1. TECNICA COLTURALE

1.1. Le esigenze pedoclimatiche

La fragola ha una notevole adattabilità ai diversi ambienti pedoclimatici. In Italia è coltivata in aree tra loro molto diverse, dal livello del mare, isole comprese, fino ad altitudini superiori ai 1000 m. Si possono distinguere due aree (Nord e Sud) differenti in termini di durata ed entità del freddo autunnale ed invernale, parametri climatici in grado di influenzare notevolmente la differenziazione delle gemme e quindi il comportamento vegeto-produttivo delle piante.

Le cultivar unifere adatte alle aree meridionali, quando sono coltivate al Nord presentano in genere un numero limitato di infiorescenze con asse primario molto lungo, piccioli fogliari lunghi e produzione di stoloni durante il periodo di raccolta. Al contrario, una varietà adatta al Nord, se coltivata al Sud, presenta un habitus vegetativo compatto, infiorescenze con asse primario breve o assente e assi secondari lunghi.

Affinché le gemme possano uscire dalla fase di quiescenza, è indispensabile che venga soddisfatto il “fabbisogno in freddo” delle piante, tramite esposizione delle gemme stesse a temperature inferiori a +7°C per almeno 700-1000 ore nel caso di cultivar adatte agli ambienti centro-settentrionali. Tale esigenza si riduce notevolmente per le cultivar adatte al Sud. Il soddisfacimento del fabbisogno in freddo condiziona l'epoca di fioritura delle varietà: quanto prima è soddisfatto, tanto più precoce è la fioritura. Durante la fioritura, gli sbalzi termici sono spesso causa di scarsa impollinazione o aborto di numerosi pistilli, con conseguente deformazione dei frutti.

La conoscenza dei principali parametri pedoclimatici influenza la scelta della tecnica di coltivazione e della varietà.

La fragola predilige i terreni di medio impasto, ma si adatta bene anche ai terreni argillosi, purché dotati di un buon drenaggio, in grado di evitare dannosi ristagni idrici, principale causa di asfissia radicale e di attacchi fungini all'apparato radicale.

In genere si prediligono terreni con pH compreso tra 5,5 e 7,0, con un contenuto in calcare attivo non superiore al 5 - 6% e concentrazione salina inferiore ai 2 mS/cm. Tuttavia alcune varietà consentono ottimi risultati anche in terreni con pH più elevato (circa 8).

1.2. La rotazione

La coltura della fragola risente negativamente del ristoppio (reimpianto del fragoletto sullo stesso terreno), in quanto spesso si hanno gravi problemi fitosanitari che determinano stentato sviluppo o addirittura la morte delle piante.

La rotazione delle colture, in un sistema agricolo a produzione integrata, generalmente migliora la struttura del suolo, ne mantiene la fertilità chimica e biologica e riduce la presenza dei patogeni nel terreno e quindi il fenomeno della stanchezza.

E' importante un'accurata scelta delle colture in rotazione: la coltivazione della fragola in successione con una solanacea (patata, pomodoro ecc.) è sconsigliabile per i patogeni che questa può trasmettere (*Verticillium*, *Rhizoctonia*, ecc.). Al contrario, sono consigliate colture miglioratrici sia della struttura che della fertilità del terreno, come pisello e fagiolino. Un'adeguata rotazione dovrebbe prevedere il ritorno della fragola dopo almeno due anni di altre colture. Un esempio di possibile avvicendamento colturale è bietola-ortive-frumento-fragola, oppure piante ortive-leguminose da granella o da sovescio-fragola. Consigliabile appare la realizzazione di colture intercalari da sovescio, per apportare sostanza organica e migliorare l'attività microbiologica del terreno. Le essenze consigliate per il sovescio sono diverse ma, la scelta dovrebbe ricadere su specie vegetali che producono molta massa verde, come veccia e orzo. La veccia fornisce un apporto di azoto e migliora le caratteristiche fisiche del terreno, mentre l'orzo permette di apportare notevoli quantità di sostanza organica.

Per ridurre i tempi di rotazione è utile apportare notevoli quantitativi di sostanza organica, la cui presenza, migliora le caratteristiche fisiche e chimiche dei suoli, crea le condizioni per un arricchimento della componente microbica “utile” e contribuisce a contenere i microrganismi patogeni dell'apparato radicale.

Generalmente i terreni coltivati a fragola hanno un ridotto contenuto di sostanza organica, depauperata anche dalle frequenti fumigazioni con bromuro di metile. L'elevata spesa iniziale per l'apporto di elevate quantità di sostanza organica può essere ridotta utilizzando ammendanti di costo non elevato come i compost. Il beneficio complessivo che si arreca alla fertilità fisica, chimica e biologica del suolo va considerato nel tempo: infatti, l'apporto di sostanza organica consente di recuperare un buon livello di umificazione con effetto di soppressione e contenimento dei patogeni e parassiti al di sotto della soglia di virulenza, grazie alla formazione di polimeri (acidi umici e fulvici) capaci di equilibrare il suolo dal punto di vista chimico, fisico e biologico. Una corretta gestione dei suoli dovrebbe quindi mantenere elevato il processo umificativo soprattutto dei residui colturali della coltura precedente, che in caso di monocoltura, va incontro a decomposizioni prolungate e non umificanti. Ciò determina la liberazione di metaboliti allelopatici tossici, responsabili della riduzione dell'assorbimento radicale, con conseguente rischio di collassi in concomitanza della raccolta. Prove condotte per un biennio nel cesenate hanno dimostrato che elevati apporti di sostanza organica stabilizzata e di pronta umificazione sono un'alternativa importante alla fumigazione con bromuro di metile per la coltura della fragola.

La fragola è sempre più coltivata in piccole aziende ad alto livello di specializzazione e quindi tende a ritornare sullo stesso terreno ad anni alterni, se non in monosuccessione. Ciò impone il ricorso a fumigazioni del suolo con bromuro di metile. La messa al bando di questo temibile gas tossico, prevista per il 2005, fa considerare sempre più attentamente tutte quelle pratiche agronomiche che riducono il fenomeno della stanchezza dei suoli, come la rotazione colturale.

La necessità di sostituire il bromuro di metile (BM) ha portato a una rivalutazione di vecchi fumiganti (metam-sodio, dazomet, 1,3-dicloropropene ecc.) che, pur mai abbandonati, rivestono un ruolo secondario, a causa di problemi legati al loro utilizzo e i modesti risultati rispetto al BM.

Un'altra tecnica interessante è la solarizzazione, che sfrutta l'energia solare (mediante la copertura del terreno con un film plastico trasparente per almeno 30 giorni durante i mesi di maggiore irraggiamento solare) per far raggiungere al terreno temperature (50-55°C a 5 cm di profondità e 40-42°C a 20-25 cm) letali per molti parassiti vegetali e animali e per gli organi di propagazione delle erbe infestanti. Il suo impiego è però limitato alle aree meridionali: al nord la coltura va posta in atto durante i mesi di luglio e agosto, periodo migliore per l'applicazione di questa tecnica.

1.3. Sovesci con piante biocide

Nell'ottica di un'agricoltura sostenibile o comunque maggiormente rispettosa dell'ambiente, un'alternativa all'uso di prodotti di sintesi è fornita dalla chimica verde, con l'uso di molecole naturali biologicamente attive. E' noto, infatti, che nel mondo vegetale esistono numerosi sistemi di difesa, di natura meccanica o chimica. Fra questi ultimi, il sistema glucosinolati-mirosinasi, tipico della famiglia delle *Brassicaceae*, delle *Capparidaceae* e di altre 10 famiglie minori delle Dicotiledoni, ha mostrato interessanti caratteristiche biologiche. I glucosinolati (GL) sono una vasta classe di glucosidi che in presenza di acqua e dell'enzima endogeno mirosinasi (MIR), sono rapidamente idrolizzati con formazione di β -D-glucosio, ione idrogeno-solfato e una serie di prodotti di idrolisi (isotiocianati, nitrili o tiocianati) variabili in funzione delle condizioni di reazione. Tali composti sono caratterizzati da un'elevata attività biologica nei confronti di batteri, funghi, nematodi, insetti e come inibitori di germinazione.

Enzima (MIR) e substrato (GL) nella cellula sana sono compartimentati e entrano in contatto solo in seguito a lesioni cellulari causate da fattori abiotici e/o biotici. I prodotti di idrolisi liberati svolgono un'azione di difesa, da vari agenti patogeni. Il loro impiego come molecole fumiganti è stato proposto come una delle possibili alternative a fumiganti sintetici, come Dazomet, 1-3D e BM.

Le caratteristiche chimico fisiche dei prodotti di idrolisi, la loro attività biologica e l'elevato contenuto di GL e MIR negli organi delle *Brassicaceae*, hanno suggerito la possibilità di ammendare il terreno con sovescio di queste piante "biocide" per il controllo di alcuni patogeni del terreno.

A tal proposito, nell'ambito di un Progetto finanziato dalla Regione Emilia-Romagna, sono state realizzate presso l'Istituto Sperimentale per le Colture Industriali di Bologna le prime prove di campo con sovesci di piante biocide per verificare il controllo dei patogeni responsabili della stanchezza del terreno nei fragoleti del cesenate.

Sono state valutate numerose specie appartenenti alla famiglia delle *Brassicaceae*. *Brassica juncea* (sel. ISCI20) e *Iberis amara* (sel. ISCI3) hanno mostrato i migliori risultati, presentando un'elevata adattabilità alle condizioni pedoclimatiche della Pianura Padana sia in semina primaverile che autunnale, anche se con diversi risultati produttivi. Entrambe hanno un elevato contenuto in GL, principalmente sinigrina per *B. juncea* e glucoiberina per *I. amara*, due GL con una elevata attività fungitossica *in vitro*. La produzione di GL di queste piante ad alto potenziale biocida è interessante, pur con differenze in funzione dell'epoca di semina. La semina autunnale, infatti, ha mostrato una produzione di GL nettamente superiore rispetto alla semina primaverile, principalmente a causa della maggiore produzione di biomassa.

La coltivazione delle piante è prevista in una rotazione biennale fragola-sovescio, in sostituzione della monosuccessione di fragola con fumigazione estiva. Ciò lascia, soprattutto con semine autunnali, un tempo sufficiente tra sovescio e impianto del fragoletto affinché si esplichi l'azione biofumigante.

I primi risultati sperimentali sull'effetto dei sovesci di piante biocide sulla coltivazione della fragola, anche se sono da considerare del tutto preliminari, lasciano ipotizzare interessanti prospettive per alcune specie selezionate presso l'ISCI di Bologna per l'alto contenuto qualitativo in GL. L'effetto del sovescio di piante biocide è apparso valido per la successiva coltivazione di fragola, pur non raggiungendo i risultati ottenuti con la fumigazione con BM.

Esiste inoltre la possibilità di incrementare l'effetto biocida attraverso interventi fisici, biologici ed agronomici, in particolare:

- 1) Ottimizzazione delle tecniche di coltivazione delle piante biocide (per es. studio della migliore epoca di semina per ottenere la più alta produzione di biomassa e di GL).
- 2) Limitazione delle perdite di prodotti di idrolisi (PI) nell'atmosfera (tramite opportune tecniche di interrimento delle piante biocide e copertura del terreno sovesciato con film plastici impermeabili, simili a quelli normalmente utilizzati nei terreni appena bromurati).
- 3) Associazione dei sovesci di piante biocide con la solarizzazione del terreno (soprattutto negli ambienti meridionali).
- 4) Utilizzazione di funghi antagonisti in associazione con sovescio di piante biocide. A questo riguardo, l'ISCI di Bologna ha selezionato alcuni ceppi di *Trichoderma harzianum* caratterizzati da un'elevata tolleranza ai PI e antagonisti di *Rhizoctonia* e *Pythium*.

1.4. La coltura protetta

La protezione della coltura è realizzata con tunnel di diverse tipologie (singoli o multipli), coperti con film plastici allo scopo di anticipare il risveglio vegetativo delle piante dopo il riposo invernale. La coltura protetta consente anche una maggior protezione di fiori e frutti dalle avversità ambientali (gelate tardive, pioggia), riducendo notevolmente la quota di prodotto di scarto (frutti deformati o colpiti da marciumi) rispetto alle colture di pieno campo.

Nel periodo che va dalla piantagione fino al riposo vegetativo invernale la coltura non viene in genere protetta. Solo gli impianti eseguiti con piante di elevate dimensioni (Extra, A+, WB, TP), finalizzati ad una prima produzione autunnale, vengono protetti già a partire da fine settembre.

Oltre alla tecnica tradizionale, che prevede la copertura del tunnel nel mese di gennaio, si sta diffondendo sempre più una protezione messa in opera quando le piante iniziano a fiorire, con

strutture più semplificate, dotate di archi semplici o multipli, senza porte e spondine laterali e coperte con film plastico. Questa tecnica ha solo l'obiettivo di proteggere le piante dalle piogge primaverili ed evitare l'insorgenza di marciumi dei frutti durante la raccolta; la precocità di maturazione risulta leggermente anticipata (circa 5 giorni) rispetto al pieno campo.

Le strutture di sostegno sono in genere di due tipologie: tunnel singoli e multipli. I tunnel singoli, tipici dell'areale cesenate, sono strutture realizzate con archi di ferro lunghi fino a 100 m e larghi da 4,5 a 5,5 m, per la protezione di 4 o 5 file binate, alti al colmo poco più di 2 m. Sono dotati di spondine laterali fisse, alte fino a circa 40 cm da terra. Il film plastico di copertura è apribile ai lati del tunnel, tramite un dispositivo di avvolgimento manuale, da 40 cm fino a circa 1,5 m da terra. Questo sistema di apertura laterale consente un arieggiamento ottimale delle piante, necessario per la regolazione della temperatura e dell'umidità interna al tunnel. Una corretta gestione delle aperture laterali prevede diversi interventi durante la giornata, soprattutto nel periodo dalla fioritura alla maturazione dei frutti. Un buon arieggiamento fin dalle primissime ore del mattino consente un ricambio d'aria che riduce l'umidità accumulata durante la notte e consente una rapida asciugatura delle piante a vantaggio del contenimento dei marciumi dei frutti. Soprattutto durante la fioritura, la temperatura non deve mai superare i 25-27°C e l'umidità scendere sotto il 50%, per consentire una perfetta fecondazione dei fiori e limitare al massimo le malformazioni dei frutti allegati.

I tunnel singoli risultano vantaggiosi rispetto ai tunnel multipli in caso di nevicata, ma hanno un basso effetto serra per la limitata massa d'aria contenuta all'interno e l'elevata superficie esposta.

I tunnel multipli, diffusi negli ambienti meridionali e veronesi, sono costituiti da strutture contigue, unite da pali centrali sui quali sono inseriti gli archi. La lunghezza non supera i 30-40 m per favorire l'arieggiamento del tunnel, effettuato solo per innalzamento del film plastico, creando una fessura lungo la congiunzione dei tunnel. Questo sistema di areazione consente un minor controllo delle temperature interne che, in alcuni casi, possono anche superare i 35°C con grave stress per la pianta. Questo tipo di struttura è adottato per la copertura di grandi superfici, in quanto consente un certo risparmio di film plastico. Grazie all'elevato volume di aria contenuto, l'effetto serra è massimo e consente un notevole anticipo di maturazione dei frutti (oltre 1 mese rispetto al pieno campo).

Esistono film in polietilene (PE), polivinilcloruro (PVC) e polietilene addizionato con etilvinilacetato (EVA). I materiali più trasparenti (PVC, EVA, MultiEVA) consentono un maggiore anticipo di maturazione dei frutti grazie all'alto effetto serra. Inoltre limitano l'umidità relativa all'interno del tunnel grazie alla maggiore permeabilità al vapore acqueo. La loro elevata trasparenza determina, però, pericolosi innalzamenti della temperatura rendendo quindi necessari tempestive aperture dei tunnel. I film di Polietilene (PE) presentano un minore effetto serra e stanno perdendo interesse in quasi tutte le aree di coltivazione.

1.5. Preparazione e lavorazione del terreno

La fragola richiede un terreno preparato in tempo e in modo accurato in base alle caratteristiche chimico-fisiche.

Nei suoli tendenzialmente sabbiosi e di medio impasto, si esegue un'aratura alla profondità di circa 40 cm quando il terreno è in tempera. Nei terreni più compatti è preferibile far precedere all'aratura una ripuntatura a 50 - 60 cm di profondità.

L'aratura è seguita da una lavorazione superficiale (erpicoltura/fresatura); in questa fase sono distribuiti i concimi organici e chimici. Il terreno va perfettamente livellato per evitare pericolosi ristagni d'acqua e provvisto di un'efficiente rete di fossi di scolo o di drenaggio.

La sistemazione del terreno in prode viene eseguita con l'ausilio di macchine operatrici che contemporaneamente pongono in opera il film plastico di polietilene nero (spessore: 0,05-0,07 mm) per la loro copertura. Le prode devono essere ben baulate e alte circa 25-30 cm, al fine di assicurare condizioni ottimali per lo sviluppo dell'apparato radicale. La pacciamatura plastica impedisce lo sviluppo delle erbe infestanti, riduce i marciumi dei frutti e ne garantisce una maggiore pulizia in quanto non vengono a contatto con il terreno. Il film plastico nero favorisce inoltre il riscaldamento

del suolo (con anticipo di maturazione dei frutti) e riduce l'evapotraspirazione, consentendo quindi di ridurre gli apporti irrigui. La pacciamatura presenta fori in fila binata per la messa a dimora delle piante distanti 30-35 cm fra loro e di 25-35 cm lungo la fila, secondo il vigore vegetativo delle varietà e la fertilità del terreno. L'asse di distanza fra i centri delle prode è di circa 120 cm; la larghezza del sentiero di passaggio fra due prode è di 50-60 cm. Con queste distanze, la densità di piantagione varia da 42 a 55000 piante per ettaro.

1.6. Scelta varietale

Per le aree colturali dell'Umbria, mancano, a differenza di altre regioni, dati sperimentali di campo finalizzati ad individuare le varietà più adatte. Pur con queste limitazioni, si propone uno standard varietale adottato nel 2000 anche in altre aree, come quelle romagnole e marchigiane, per la coltura protetta (piante frigoconservate).

MISS: è la cultivar più precoce. Alla precocità unisce grossa pezzatura e bellezza dei frutti, caratteristiche esaltate più in coltura protetta che in pieno campo. Il frutto è dolce, di colore rosso brillante e attraente, anche dopo conservazione. Per migliorare lo scarso accestimento delle piante è consigliabile anticipare la piantagione, soprattutto nei terreni meno fertili a fine luglio. La raccolta è molto agevole per la facilità di distacco dei frutti. La pianta è suscettibile ad alternariosi e a *Phytophthora cactorum*.

MARMOLADA: varietà molto produttiva soprattutto in coltura protetta. Frutto di elevata pezzatura, consistente, di bell'aspetto e caratteristiche gustative medio-scarse. La pianta, di dimensioni piuttosto limitate, è consigliata soprattutto in coltura protetta dove i frutti sono meno soggetti ai marciumi. L'anticipo di maturazione dovuto alla protezione evita l'inscurimento del colore dei frutti, che si verifica nei periodi più caldi. La raccolta dei frutti è poco agevole a causa del distacco difficile. Si consiglia di ritardare la piantagione nella prima decade d'agosto per raggiungere un miglior equilibrio vegeto-produttivo delle piante.

DON: è l'unica cultivar rifiorente neutrodiurna (carattere "DN", ma con bassa capacità di rifiorire). Si distingue per l'elevata e costante produttività, pari o superiore alle migliori cultivar unifere. Ha frutti allungati, di media pezzatura, apprezzati sul piano commerciale, caratteristiche esaltate più in coltura protetta che in pieno campo, dove i frutti assumono colorazioni piuttosto intense. L'epoca di piantagione è simile a quella consigliata per Marmolada. La pianta ha mostrato una notevole suscettibilità ad alternariosi e scarsa suscettibilità ad oidio.

ONDA: rappresenta una valida alternativa a Marmolada, da cui deriva. La pianta è molto produttiva, vigorosa, di accestimento limitato. L'epoca di fioritura è tardiva, mentre l'epoca di raccolta è intermedia simile a Marmolada. I frutti sono di forma conica regolare e di grossa pezzatura uniforme fino a fine raccolta. La superficie è resistente, asciutta, di colore rosso intenso e brillante anche in presenza degli innalzamenti termici che spesso si verificano durante la raccolta in pieno campo. Questo aspetto unito alla elevata consistenza rende i frutti di Onda di grande interesse commerciale. La pianta si adatta anche a terreni non fumigati, mostrando una notevole tolleranza alle principali malattie dell'apparato radicale (*Rhizoctonia* spp., *Phytophthora cactorum* e *Verticillium* spp.) e ad *Alternaria alternata* e a *Colletotrichum acutatum* (antracnosi), ma è suscettibile a *Xanthomonas fragariae*. Si consiglia di non ritardare la piantagione oltre il 25 luglio.

PATTY: cultivar di recente diffusione. La pianta è molto vigorosa, di accestimento medio-elevato e elevata produttività. Frutto di forma conico-rotondeggiante, di grossa pezzatura che tende a diminuire nella parte finale della raccolta, consistente, di medie buone caratteristiche gustative. Ha fornito un buon comportamento produttivo in gran parte degli ambienti colturali settentrionali,

anche se si è rivelata più interessante nelle colture autunnali veronesi per produzioni di qualità autunnali e primaverili. Ha un comportamento interessante anche nelle colture protette cesenati. Nei terreni meno fertili o non fumigati il vigore è più contenuto e la pianta ha buoni livelli produttivi, maggiore precocità di maturazione e limitata suscettibilità ai marciumi. Il comportamento in coltura biologica è stato molto positivo, il facile distacco del calice dai frutti consente una rapida raccolta (per “mungitura”) di frutti depicciolati biologici molto richiesti dal mercato anche per usi industriali. Ha fornito buoni risultati anche con piante fresche “cime radicate” piantate nella prima decade d'agosto. Gli aspetti meno positivi di questa varietà sono: la difficoltà di distacco dei frutti nelle fasi della raccolta; la necessità di fare raccolte ravvicinate al fine di evitare inscurimenti eccessivi del colore dei frutti; la limitata consistenza dei frutti; la suscettibilità delle foglie a *Xanthomonas fragariae*.

MAYA: cultivar a maturazione medio-precocce (epoca Miss), adatta agli ambienti fragolicoli centro-settentrionali. E' caratterizzata da elevata produttività unita a notevole tolleranza ai patogeni dell'apparato radicale. I frutti hanno forma conico-allungata, colore rosso vivo, brillante ed uniforme, pezzatura elevata e di buone caratteristiche gustative. La superficie del frutto è non molto resistente. Maya da risultati molto interessanti anche in terreni non fumigati e con piante fresche “cime radicate”. La raccolta è agevole grazie al facile distacco dei frutti. La pianta è tollerante ad antracnosi, e poco suscettibile a oidio.

1.7. Materiale di propagazione

La moderna fragolicoltura richiede materiale di propagazione garantito dal punto di vista genetico e sanitario. Per questo si consiglia l'impiego di piante “certificate” prodotte in vivai soggetti ad una serie di controlli genetici e sanitari da parte degli organi responsabili della Certificazione Nazionale (Istituto Sperimentale per la Frutticoltura - Sez. di Forlì – MIPAF; Servizi Fitosanitari Regionali; CIVI Italia). Il materiale certificato si distingue da quello standard, per un cartellino apposto nella confezione di vendita che ne garantisce l'origine.

1.8. Tipo di pianta

La fragolicoltura italiana si è sviluppata con piante “frigoconservate”, recentemente affiancate da piante “fresche o vegetanti”.

- *Le piante frigoconservate* sono prodotte in vivai situati in terreni sabbiosi, livellati e ben drenati. Le piantine sono estirpate meccanicamente nei mesi invernali, in piena dormienza, immediatamente ripulite dal fogliame, selezionate sulla base di caratteristiche biometriche e qualitative e classificate in “extra” (diametro al colletto > 10 mm, 400-500 piante/confezione), “A” (8-10 mm, 700 piante/confezione) e “AA” (7-8 mm, 1000 piante/confezione).

Le piante, confezionate in sacchi di polietilene trasparente contenuti in casse di legno, sono trattate con fungicida per evitare l'insorgenza di marciumi e conservate a temperatura costante (-1 : -2°C).

In alcune aree (per es. nel cesenate) si è diffuso il commercio, di piante “grezze o sfuse”, appena estirpate dai vivai. Le operazioni di pulizia, selezione e frigoconservazione spettano in questo caso al produttore che si assume la cura del materiale dal momento dell'acquisto, mentre a suo vantaggio, vi è il minor prezzo della pianta (-50%). Le piante sfuse hanno sensibilmente ridotto l'autoproduzione di piantine nei sentieri di passaggio fra le bine dei fragoleti, non controllate dal punto di vista sanitario e ottenute a scapito della pianta madre, con perdite sensibili di prodotto in primavera.

In questi ultimi anni si sono diffusi nuovi tipi di piante frigoconservate che si differenziano dal tipo standard per le maggiori dimensioni al colletto.

- *Le piante A+* si ottengono da appositi vivai nei quali le catene stolonifere sono distribuite uniformemente sul terreno tramite diversi interventi manuali. A partire dal mese di luglio, si effettua

l'asportazione delle piante madri e delle piante più giovani non radicate (utilizzate in seguito per fare piante cime radicate in vasetto). Queste operazioni tendono a favorire l'ingrossamento delle piantine, in quanto riducono la densità del vivaio. Le piante A+ vengono frigoconservate mantenendo una rosetta di foglie giovani e sono impiegate soprattutto negli impianti (in suolo o fuori suolo) per produzioni programmate di fine estate-autunno subito dopo la piantagione.

- *Le Piante WB* (Waiting Bed) sono piante di maggiori dimensioni rispetto alle A+, "ingrossate" in appositi vivai denominati "letti di attesa" (waiting bed), nei quali sono messe a dimora (ripicchettate) nella seconda metà di giugno piante frigoconservate o fresche. Anche le piante WB vengono frigoconservate con le foglie giovani e usate precocemente negli impianti in suolo o fuori suolo per produzioni programmate in estate.

- *Le piante TP* (Tray Plant) sono ingrossate in particolari contenitori di polistirolo (tray) da 15 fori contenenti un substrato costituito principalmente da torba bionda fibrosa. Le piante TP si originano da stoloni non radicati prelevati da vivai o da piante madri coltivate fuori suolo. Le giovani piante (cime), provviste di abbozzi radicali, sono fatte rapidamente radicare su torba in appositi contenitori di polistirolo (40-60 fori), posti in ambienti protetti e provvisti di un sistema d'irrigazione nebulizzante, e successivamente trapiantate nei *tray*. Lo sviluppo vegetativo è favorito da opportune fertirrigazioni più o meno simili a quelle usate per la coltura fuori suolo. Nel periodo invernale le piante, in pieno riposo vegetativo, sono tolte dai contenitori di polistirolo e con tutto il substrato e le foglie più giovani, poste in frigoconservazione in confezioni di circa 50-100 piante per cassa. Le piante TP utilizzate per le colture programmate in suolo e fuori suolo, sono piuttosto costose, per i diversi interventi manuali richiesti e l'elevata incidenza del costo di frigoconservazione. In genere si hanno risultati più interessanti rispetto alle piante A+ e WB soprattutto nelle piantagioni più tardive.

- *Le piante "fresche o vegetanti"* sono ottenute in vivai predisposti su terreni limoso-sabbiosi molto fertili. Le piante, estirpate a radice nuda e con apparato fogliare integro, sono rapidamente trasportate e mantenute costantemente umide fino alla piantagione. Le piante fresche sono messe a dimora circa un mese dopo quelle frigoconservate. Il loro impiego è limitato alle varietà più resistenti (Onda, Patty) ai patogeni che colpiscono l'apparato radicale e caratterizzate da frutti di grossa pezzatura.

- *Le piante fresche "cime radicate"* attualmente molto diffuse in Italia, si ottengono dalle parti terminali delle catene stolonifere provviste di abbozzi radicali ("cime") prelevate dai vivai e messe a radicare su substrato di torba in appositi contenitori di polistirolo in ambiente ombreggiato e provvisto di sistemi di nebulizzazione. In queste condizioni si ha una rapida radicazione: in 20-25 giorni, le piante sono pronte per essere trapiantate in campo. L'attecchimento è pressoché totale in quanto le piante sono poste a dimora con il substrato di radicazione. L'epoca di piantagione consigliata è simile a quella delle piante fresche.

1.9. La fertilizzazione

Una corretta tecnica di nutrizione della fragola è indispensabile non solo per mantenere nel terreno un adeguato livello di fertilità, ma anche per evitare squilibri nutrizionali alla pianta e per limitare l'impatto ambientale che tale pratica, se mal gestita, può determinare.

Al fine di definire le quantità di fertilizzanti da somministrare è indispensabile la conoscenza delle caratteristiche e dello stato nutrizionale del terreno attraverso la sua analisi.

I valori analitici ottenuti vanno poi messi a confronto con quelli di "riferimento", variabili in funzione del tipo di terreno (tab. 1).

Tab. 1 - Livelli di dotazione del terreno in funzione del contenuto in P₂O₅, K₂O, e Sostanza Organica (dal Disciplinare di produzione integrata, Regione Emilia-Romagna-CRPV, 1997)

Dotazione	Tipo terreno	P ₂ O ₅ (ppm)	K ₂ O (ppm)	S.O. (%)
Bassa	Sabbioso	<25	<102	<0,8
	Medio impasto	<30	<120	<1,5
	Argilloso	<35	<144	<1,5
Normale	Sabbioso	25 - 30	102 - 144	0,8 - 1,3
	Medio impasto	30 - 35	120 - 180	1,5 - 2,0
	Argilloso	35 - 40	144 - 216	1,5 - 2,0
Elevata	Sabbioso	>30	>144	>1,3
	Medio impasto	>35	>180	>2,0
	Argilloso	>40	>216	>2,0

Per formulare un piano di concimazione è necessario considerare le asportazioni dei principali elementi nutritivi da parte della coltura (tab. 2) e i periodi di maggior fabbisogno di nutrienti in modo da somministrare gli elementi nutritivi nei tempi ottimali. Le fasi più importanti sono relative ai periodi della differenziazione delle gemme (autunno), della fioritura e maturazione dei frutti. Ad esempio, il numero di fiori per infiorescenza e per pianta dipende essenzialmente dal livello nutritivo che la pianta ha durante il periodo autunnale che precede la differenziazione delle gemme.

Tab. 2 - Asportazione di N, P e K da un fragoleto (dal Disciplinare di produzione integrata, Regione Emilia-Romagna-CRPV, 1997).

Elemento	Asportazione (kg /t di prodotto)
N	3,5
P ₂ O ₅	2,5
K ₂ O	6,5

Spesso i terreni presentano una scarsa dotazione di sostanza organica a causa non solo della difficoltà di reperimento del letame, ma anche per l'elevata intensità di coltivazione che comporta un notevole "sfruttamento" del terreno e, quindi, un forte consumo della matrice organica.

Le funzioni positive della sostanza organica sono molteplici: aumenta la disponibilità di elementi minerali per la pianta e migliora la struttura del terreno. La distribuzione di ammendanti organici è quindi considerata una pratica che favorisce il miglioramento della fertilità "globale" del terreno. Per tale motivo è buona norma, prima della lavorazione del terreno, eseguire una buona letamazione o apportare prodotti ammendanti di elevata qualità con un rapporto C/N superiore a 15. Nel caso si utilizzino ammendanti di origine zootecnica (es. letame e liquami) si consiglia di definirne le quantità in funzione della dotazione del terreno in S.O. (tab. 3) tenendo presenti, ovviamente, i vincoli relativi alle norme igienico-sanitarie vigenti.

Tab. 3 - Apporti di ammendanti organici in funzione della dotazione del terreno in sostanza organica (dal Disciplinare di produzione integrata, Regione Emilia-Romagna-CRPV, 1997)

Dotazione terreno in S.O.	Apporti consigliati
Bassa	50-60 t/ha
Normale	40-50 t/ha
Elevata	20-30 t/ha

1.9.1. Concimazione azotata

L'azoto (N) è l'elemento che influisce maggiormente sull'attività vegetativa e produttiva delle piante. Buone produzioni, sia quantitative che qualitative, sono infatti ottenute da piante che per tutto il ciclo colturale dispongono di adeguate quantità di questo elemento. Un'elevata disponibilità d'azoto è richiesta nel periodo successivo alla piantagione, fase nella quale lo sviluppo vegetativo delle piante è decisivo per un buon accostamento, presupposto basilare per avere un elevato numero di gemme a fiore.

Alla ripresa vegetativa primaverile è necessario intervenire con apporti azotati equilibrati e più limitati, poiché un'eccessiva disponibilità di questo elemento può influire negativamente sulle caratteristiche dei frutti (sapore, consistenza, grado zuccherino, acidità, maggiore suscettibilità ai marciumi).

Al fine di individuare correttamente le quantità di N da distribuire va considerata l'asportazione operata dalla coltura (circa 3,5 kg per ogni tonnellata di frutti prodotti). Alcuni studi agronomici condotti nel comprensorio cesenate hanno evidenziato che non è conveniente apportare quantità di N superiori ai valori riportati in tabella 4.

Tab. 4 - Concimazione azotata per la fragola (dal Disciplinare di produzione integrata, Regione Emilia-Romagna-CRPV, 1997)

Elemento	Apporti di sostanza organica	Apporti massimi ammessi (kg/ha)	Epoca di distribuzione
N	In assenza di apporti di S.O.	150	Frazionato: - pre-trapianto; - fertirrigazione estivo-autunnale;
N	Con apporti di S.O.	120	-fertirrigazione primaverile Frazionato: - pre-trapianto; -fertirrigazione estivo-autunnale; -fertirrigazione primaverile.

1.9.2. Concimazione fosfatica e potassica

Il *fosforo* (P) agisce sul comportamento produttivo e sulla resistenza delle piante agli stress termici (in particolare alle basse temperature) ed il suo assorbimento (2,5 kg di P₂O₅ per tonnellata di frutti) è favorito dalla presenza di micorrize nelle radici della pianta. È opportuno precisare che se il terreno presenta una buona dotazione di fosforo non è necessario somministrare ulteriori apporti.

Il *potassio* (K) è l'elemento maggiormente asportato dalla fragola ed esplica un'azione positiva non solo sull'entità della produzione, ma anche sulle caratteristiche organolettiche dei frutti. Un'adeguata disponibilità di K oltre che indurre un anticipo di maturazione, aumenta il contenuto in zuccheri solubili, acidità totale e sostanza secca del frutto.

In tab. 5 sono riportate le indicazioni sulla concimazione fosfo-potassica del Disciplinare di produzione integrata della Regione Emilia-Romagna, riportando i limiti massimi entro i quali vanno individuate le quantità più opportune da somministrare in funzione della dotazione del terreno.

Tab. 5 - Apporti massimi ammessi per la concimazione fosfo-potassica della fragola (dal Disciplinare di produzione integrata, Regione Emilia-Romagna-CRPV, 1997)

Dotazione del terreno	Elemento fertilizzante	Apporti massimi ammessi (kg/ha)	Epoca di distribuzione
Bassa	P ₂ O ₅	150	Frazionato: - pre-trapianto; -fertirrigazione estivo-autunnale; -fertirrigazione primaverile.
	K ₂ O	300	
Normale	P ₂ O ₅	120	Frazionato: - pre-trapianto; -fertirrigazione estivo-autunnale; -fertirrigazione primaverile.
	K ₂ O	280	
Elevata	P ₂ O ₅	50	Frazionato: - pre-trapianto; -fertirrigazione estivo-autunnale; -fertirrigazione primaverile.
	K ₂ O	100	

Nota:

In assenza di analisi non è ammesso superare gli apporti massimi previsti per la dotazione elevata del terreno: 50 kg/ha di P₂O₅ e 100 kg/ha di K₂O.

La concimazione di copertura può essere effettuata con interventi di fertirrigazioni (tramite manichette), in grado di somministrare gli elementi nutritivi in tempi rapidi e, quindi, di sopperire efficacemente ad eventuali carenze nutrizionali. Vanno attentamente valutati la vigoria della varietà, il tipo di pianta (fresca o frigo-conservata), la fertilità del terreno e le quantità di fertilizzanti già apportate con la concimazione di pre-trapianto (di fondo).

Uno dei microelementi più importanti per la fragola è il *ferro*, elemento che sembra agire positivamente anche sul processo di differenziazione a fiore delle gemme. Nel caso di fragoletti con limitata attività vegetativa, si consiglia di apportare chelato di ferro con interventi fertirrigui 30-40 giorni dopo la piantagione e alla ripresa vegetativa primaverile.

1.10. Cure colturali

La pianta frigoconservata emette, subito dopo la piantagione, alcune infiorescenze (da gemme differenziate in vivaio), che nei fragoleti tradizionali è necessario asportare al più presto per favorire la formazione di nuove radici e lo sviluppo vegetativo della pianta.

Nel periodo autunnale le piante emettono stoloni che, anche in questo caso, è opportuno asportare con diversi interventi manuali in quanto influenzano negativamente la produttività e l'accestimento. Solo in caso di impianti eseguiti troppo precocemente, gli stoloni possono essere mantenuti per più tempo e quindi eliminati con un minor numero di interventi al fine di ridurre la carica di gemme a fiore delle piante.

L'asportazione manuale delle foglie alla ripresa vegetativa primaverile è un'operazione indispensabile per ridurre eventuali focolai di infezioni fungine e forme svernanti di insetti ed acari presenti nel fogliame. Viene asportato tutto il fogliame ad eccezione di quello più verde, fotosinteticamente più attivo. Il materiale asportato, va accuratamente portato fuori dal fragoletto e bruciato.

1.11. L'irrigazione

La determinazione dei giusti fabbisogni irrigui e la messa a punto di una corretta tecnica irrigua sono il presupposto per l'ottenimento di buoni risultati produttivi nei fragoleti.

La sensibilità della coltura a stress idrici è assai elevata durante tutto il ciclo colturale, in conseguenza della scarsa profondità ed efficienza dell'apparato radicale che limita l'assorbimento dell'acqua dal suolo. In ambiente protetto, inoltre, in cui non si hanno gli apporti di acqua dovuta alla pioggia si rende indispensabile il ricorso continuo all'irrigazione.

Diverse prove sperimentali condotte in passato hanno evidenziato gli incrementi produttivi ottenibili con l'irrigazione sia per il maggior numero di frutti per pianta che per la loro pezzatura più elevata.

Irrigazioni eccessive determinano, però, un netto peggioramento delle qualità organolettiche dei frutti. In genere, i produttori apportano volumi irrigui troppo elevati basati su turni piuttosto lunghi che non tengono conto della superficialità dell'apparato radicale e dell'elevata portata del tipo di impianto irriguo (a manichetta forata, posta sotto la pacciamatura).

In tab. 6 è riportato uno schema di corretta tecnica irrigua (valido per la coltura protetta cesenate) con i volumi irrigui necessari alla fragola nelle varie fasi fenologiche. A fine tabella viene riportato un esempio per calcolare i volumi irrigui.

Tab. 6 - Schema di irrigazione della fragola nelle diverse fasi fenologiche (dal Disciplinare di produzione integrata, Regione Emilia-Romagna-CRPV, 1997)

Volumi di irrigazione (litri per metro lineare di manichetta)					
Fase	Periodo	Volume	Irrigazione per settimane	Volume	Irrigazione per settimane
1	Fino a 7 gg. dopo il risveglio vegetativo	0	0	0	0
2	Fino ai primi fiori	2,4	1	3,0	1
3	Fino ai primi frutti bianchi	3,1	1	4,1	1
4	Fino alla 1° raccolta	3,6	2	4,5	2
5	Durante la raccolta in aprile	3,7	2	4,8	2
6	Durante la raccolta in maggio	6,4	2	7,0	2

Esempio:

tunnel di m 70 di lunghezza, n° 4 prode pacciamate, m 280 di manichetta. Fase 3 (4l/m). $280 \times 4 = 1120$ l. di irrigazione 1 volta alla settimana (più l'eventuale volume di riempimento linea).

In tabella 7 si riportano i volumi di adacquamento massimi consigliati per ciascuna irrigazione in funzione della tessitura del terreno.

Tab. 7 - Volumi massimi di adacquamento in funzione del tipo di terreno (dal Disciplinare di produzione integrata, Regione Emilia-Romagna-CRPV, 1997)

Tipo di terreno	Volumi di adacquamento
terreno sciolto	300 m ³ /ha (30 mm)
terreno franco	400 m ³ /ha (40 mm)
terreno argilloso	500 m ³ /ha (50 mm)

2. RACCOLTA E CONSERVAZIONE

La fragola è un frutto la cui alta deperibilità ne limita la conservazione a qualche giorno dopo la raccolta.

2.1. Indici per la raccolta

La fragola viene raccolta in funzione dello sviluppo (estensione e intensità) del colore rosso. In prossimità della maturazione incomincia una progressiva attenuazione del colore verde, il passaggio ad un colore rosa, poi rosso ed infine rosso brillante. Il viraggio del colore procede dalla base verso la punta del frutto (lato esposto) ed è influenzato dalla temperatura, in quanto viene rallentato a 20/10°C (giorno/notte) e favorita a 25/10°C (giorno/notte).

La fragola ha un metabolismo respiratorio del tipo non climaterico caratterizzato da una intensità respiratoria molto elevata (circa 3-4 volte superiore a quella delle mele a 0°C e 5 volte a 20-21°C) che riduce la serbevolezza del frutto stesso. Il processo di maturazione e senescenza è quindi molto rapido e si evidenzia con l'intenerimento della polpa, l'evoluzione dei cromoplasti, che dopo avere raggiunto la massima colorazione rossa brillante, assumono una tonalità sempre più bruna e meno brillante. A questo fenomeno si accompagna l'appassimento e il disseccamento del calice, la perdita di aroma e sapore, la diminuzione di sostanza secca solubile totale, acidità, composti fenolici, cellulosa, protopectine, attività perossidasi e polifenolossidasi.

La fragola è caratterizzata da una bassissima produzione di etilene (meno di 0,1 µl/kg/ora a 20°C). Fra le alterazioni di origine fisiologica e ambientale si segnalano l'avvizzimento, la sovramaturazione e l'effetto fitotossico dell'anidride carbonica (CO₂). Fra le malattie infettive che si registrano nei frutti durante la conservazione particolare rilievo assumono i marciumi dovuti a *Botrytis cinerea*. L'infezione si manifesta con aree di colore marrone chiaro variamente localizzate, ma spesso prossime al calice, di media consistenza. La superficie alterata si ricopre velocemente di micelio bianco-grigiastro, che virano al grigio (muffa grigia) nel momento in cui compaiono gli organi di riproduzione agamica (conidiofori e conidi); raramente compaiono gli sclerozi. Spesso l'infezione incomincia già prima della raccolta come dimostra la correlazione positiva fra sviluppo delle infezioni post-raccolta e contaminazione, colonizzazione e infezioni latenti pre-raccolta. L'infezione è causata principalmente da conidi e da micelio. Quest'ultimo è pericoloso nella trasmissione dell'infezione per contatto fra frutti infetti e frutti sani. Per contro una parte delle infezioni che si sviluppano nel post-raccolta sembrano imputabili al micelio, proveniente dai residui fiorali. La germinazione dei conidi richiede livelli di umidità assai elevati (93-100%): la penetrazione del patogeno nei tessuti avviene attraverso ferite e microscrepolature della cuticola, anche se, in particolari condizioni ambientali, può manifestarsi attraverso la penetrazione stomatica.

Lo sviluppo del micelio ha un ottimo termico compreso fra 20-25°C, e un minimo valutato a -2°C. Per la prevenzione dell'infezione si attua la pre-refrigerazione ad aria (2-3°C) e il trasporto refrigerato (1-0°C). Meno diffuso è il trattamento con CO₂ (20-30% per 4-6 giorni) il cui effetto si esplica con un'azione fungistatica. L'effetto fungistatico si esplica con concentrazioni superiori al 10% e incrementa con l'aumentare della concentrazione ma effetti fitotossici si possono evidenziare col 20% di CO₂ per oltre 6 giorni, col 30% dopo 4 giorni. I danni si hanno con la comparsa di sapori anomali, per la formazione di acetaldeide e perdita di consistenza.

Piuttosto frequenti sono anche gli attacchi di *Rhizopus stolonifer*. L'infezione si manifesta soprattutto durante la distribuzione commerciale e raramente prima della raccolta. I frutti sono soggetti ad un rapido disfacimento ed emettono in abbondanza un essudato limpido che si raccoglie sul fondo della confezione. Contemporaneamente sulla superficie dei frutti si sviluppa un'abbondante efflorescenza micelica di colore grigio, nella quale, se l'umidità relativa è inferiore all' 80%, si differenziano minuti e numerosi corpiccioli rotondi (sporangii), dapprima biancastri poi di colore nero. Si tratta di una mucoracea, caratterizzata da una intensa attività pectolitica, i cui organi di riproduzione agamica (sporangii) e sessuata (zigospore) si formano inizialmente in campo

nel terreno e su detriti vegetali. Da questa primaria fonte di inoculo provengono le spore che contaminano, ma di solito non infettano, i frutti in campo. Normalmente la produzione di inoculo aumenta con il progredire della stagione, ma è strettamente condizionata dalla situazione ambientale: una eccessiva umidità relativa privilegia lo sviluppo micelico ed è sfavorevole alla produzione di spore. L'infezione dei frutti maturi avviene attraverso soluzioni di continuità ed è favorita da elevata umidità e da acqua liquida.

Il fattore critico del processo infettivo è rappresentato dalla temperatura, il *Rhizopus* spp. è infatti un micete termofilo che non si sviluppa sotto i 5°C. Le spore a 0°C perdono rapidamente la vitalità, tant'è che riportando le fragole a temperatura ambiente l'infezione non si manifesta o è molto contenuta; di conseguenza la prevenzione si attua con la pre-refrigerazione (2-3°C) e il trasporto refrigerato (1-0°C).

2.2. L'adozione della pre-refrigerazione

Il raffreddamento rapido dovrebbe essere attuato non oltre 1 ora dalla raccolta con tolleranze fino a 3 ore, dopodiché la quantità dei frutti commerciabili diminuisce sensibilmente. Per una rapida refrigerazione conviene ricorrere al sistema ad aria forzata in depressione, con velocità della stessa fra i 3 e i 5 m/sec. Si consiglia, di creare una corrente forzata d'aria sul prodotto opportunamente accatastato in cella mediante un ventilatore.

La pre-refrigerazione delle fragole può essere eseguita con notevole rapidità mediante la tecnica del sottovuoto, che però può provocare microlesioni. Qualora l'operazione non sia condotta con le dovute cautele, avvengono notevoli perdite di peso e aumento dell'incidenza di marciumi.

3. DIFESA FITOSANITARIA

3.1. 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 22.02.2000, data di approvazione del Disciplinare di Produzione Integrata per la Fragola in Coltura Protetta.

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.

3.2. Schede di difesa

IN PRE-IMPIANTO

AVVERSITÀ	P.A. E AUSILIARI	NOTE E LIMITAZIONI D'USO
FITOFAGI		
Nematodi galligeni (<i>Meloidogyne</i> spp.)	Nessun trattamento	
Nematodi fogliari (<i>Dytilencus dipsaci</i> , <i>Aphelenchoides fragariae</i> <i>Aphelenchoides ritzemabosi</i>)		

DALLA RIPRESA VEGETATIVA ALLA RACCOLTA

AVVERSITÀ	P.A. E AUSILIARI	NOTE E LIMITAZIONI D'USO
CRITTOGAME		
Oidio (<i>Sphaerotheca macularis</i> <i>Oidium fragariae</i>)	Zolfo IBE (1)	Soglia: Interventi effettuati alla comparsa dei sintomi (1) Al massimo due interventi con IBE in questa fase, escludendo formulati Xn
Muffa grigia (<i>Botrytis cinerea</i>)		Interventi agronomici: arieggiamento serre, utilizzo cultivar poco suscettibili, evitare concimazioni azotate eccessive. Non sono ammessi interventi chimici
Vaiolatura (<i>Mycosphaerella fragariae</i> <i>Ramularia tulasnei</i>)	Prodotti rameici	Interventi alla comparsa dei sintomi
Marciume bruno (<i>Phytophthora cactorum</i>)		Non sono ammessi interventi chimici
BATTERIOSI		
(<i>Xanthomonas fragariae</i>)	Prodotti rameici	Interventi agronomici: arieggiamento, evitare concimazioni azotate abbondanti.

DALLA RIPRESA VEGETATIVA ALLA RACCOLTA (segue)

AVVERSITÀ	P.A. E AUSILIARI	NOTE E LIMITAZIONI D'USO
FITOFAGI		
Afidi (<i>Macrosiphum euphorbiae</i> , <i>Chaetosiphon fragaeolii</i>)	Crisopa (<i>Chrysoperla carnea</i>) Piretrine naturali (1) Eptenofos (2)	(1) Al massimo un intervento all'anno indipendentemente dall'avversità (2) Al massimo un intervento all'anno Interventi chimici effettuati per ridurre le infestazioni precoci dei fitofagi ed agevolare così l'attività della crisopa.
Nottue fogliari (<i>Mamestra brassicae</i> <i>Noctua pronuba</i> , <i>Agrochola lyncidis</i> , ecc.)	<i>Bacillus thuringiensis</i> Metiocarb-esca	Soglia: presenza
Ragnetto rosso (<i>Tetranychus urticae</i>)	<i>Phytoseiulus persimilis</i> (1) Exitiazox Clofentezine Tebufenpirad Fenpiroximate Fenazaquin	Soglia di intervento: (1) 5-8 predatori a mq alla comparsa dei fitofagi. Presenza di focolai

3.3. Schede di diserbo

Epoca	Principi attivi	% p.a. nel f.c.	Dose l o kg/ha di f.c.
Pre-semine	Glyphosate	30.4	1.5 – 3.0
Interventi localizzati nelle interfile	Glifosate trimesio	13.1	4.5 – 7.5
	Glufosinate ammonio	11.3	4 – 7

3.4. 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.

3.4.1. Schede di difesa biologica

IN PRE-IMPIANTO

AVVERSITÀ	P.A. E AUSILIARI	NOTE
FITOFAGI		
Nematodi galligeni <i>(Meloidogyne spp.)</i> Nematodi fogliari <i>(Dytilencus dipsaci,</i> <i>Aphelenchoides fragariae</i> <i>Aphelenchoides ritzemabosi)</i>		Utilizzare materiale vivaistico sano. Ampie rotazioni. Effettuare fertilizzazioni organiche abbondanti per favorire gli antagonisti naturali dei nematodi. Disinfestazione del terreno per mezzo del vapore o in alternativa della solarizzazione. Fasi della solarizzazione: 1. eliminazione dei residui colturali 2. lavorazione del terreno 3. livellamento della superficie mediante erpicature 4. abbondante irrigazione 5. copertura del suolo per 2 mesi con film plastico trasparente di ca.30 µ di spessore In serra si può ottenere lo stesso risultato chiudendo e svuotando la serra durante l'estate, effettuando un'irrigazione ogni 2 settimane.

IN POST-IMPIANTO

AVVERSITÀ	P.A. E AUSILIARI	NOTE
CRITTOGAME		
Oidio <i>(Sphaerotheca macularis</i> <i>Oidium fragariae)</i>	Zolfo	Scelta di cultivar meno sensibili
Vaiolatura <i>(Mycosphaerella fragariae</i> <i>Ramularia tulasnei)</i>	Prodotti rameici	Ridurre l'umidità atmosferica aerando opportunamente la serra e riducendo l'investimento a m ² . Evitare ristagni idrici al terreno e distruggere le piante infette.
Muffa grigia <i>(Sclerotinia fuckeliana)</i>		Arieggiamento dei tunnel Eeguire la pacciamatura con paglia di frumento
Necrosi del colletto e del rizoma (Marciume bruno) <i>(Phytophthora cactorum)</i>		Rotazioni lunghe, cura del drenaggio, scelta di piante in buono stato fitosanitario, porre attenzione durante le lavorazioni nel non causare lesioni alle piante nella zona del colletto. Solarizzazione del terreno
Antracnosi <i>(Colletotichum acutatum)</i>		Utilizzo di materiale di propagazione sano, ricorso a varietà poco suscettibili, eliminazione delle piante infette.

IN POST-IMPIANTO (segue)

AVVERSITÀ	P.A. E AUSILIARI	NOTE
BATTERIOSI		
Maculatura angolare delle foglie <i>(Xanthomonas fragariae)</i>	Prodotti rameici	Utilizzo di materiale propagativo indenne Distruzione dei residui delle colture infette Ampie rotazioni (3-4 anni) Concimazioni equilibrate
FITOFAGI		
Nottue fogliari <i>(Mamestra brassicae</i> <i>M. oleracea, M. suasa,</i> <i>Acronicta rumicis, ecc.)</i>	<i>Bacillus thuringiensis</i>	Impiego di trappole sessuali per il monitoraggio Soglia: presenza di diffuse ovideposizioni.
Lumache, Limacce, Grillotalpa	Esche di crusca avvelenate con piretro (dose per un ettaro: 20 kg di crusca, 2 kg di zucchero, 2 litri di piretrina 10 litri di acqua)	
Nottue terricole <i>(Agrotis ipsilon</i> <i>Agrotis segetum)</i>	Esche di crusca avvelenate con piretro	Soglia: presenza diffusa di larve e danni
Afidi <i>(Macrosiphum euphorbiae,</i> <i>Chaetosiphon fragaefolii)</i>	<i>Chrysoperla carnea</i> <i>Aphidoletes aphidimyza</i> <i>Aphidius matricariae</i>	Lancio di <i>C. carnea</i> : Campionamento settimanale di almeno 50 piante ogni 1.000 m ² di serra. Soglia di intervento: 10-15 afidi pianta. Dose: 18 larve di 2 ^a età/m ² corrispondenti a 20 larve per metro lineare di fila binata. La 3 ^a età, la più vorace, viene raggiunta dopo circa 10 gg a 20°C
Ragnetto rosso <i>(Tetranychus urticae)</i>	<i>Phytoseiulus persimilis</i>	Campionamento settimanale di almeno 50 piante ogni 1.000 m ² di serra. Soglia di intervento: quando il rapporto preda/predatore risulta superiore a 30. Dose: 5-6 predatori a mq (1 fitoseide pianta) Dopo periodi a temperature basse, rinoculare il predatore (attivo a temperature superiori a 20°C)
Oziorrinco <i>(Othiorrhynchus spp.)</i>	Nematodi entomopatogeni <i>Heterorhabditis bacteriophora</i> 500.000 stadi infettivi a m ² Estratto di piretro contro gli adulti	Soglia: comparsa degli adulti e danni sulle foglie

Il presente *Manuale di Corretta Prassi Produttiva* fa parte di un gruppo di Manuali elaborati da docenti e tecnici provenienti dal mondo universitario e da strutture di assistenza tecnica specializzate. Essi forniscono in particolare elementi e nozioni tecniche utili per la corretta attuazione di operazioni nelle fasi critiche della filiera produttiva.

Fra le varie tecniche disponibili e praticabili sono state scelte quelle caratterizzate da una maggiore attenzione all'aspetto ambientale.

I *Manuali di Corretta Prassi Produttiva* non sono documenti prescrittivi; essi forniscono alternative alla corretta soluzione di problemi diversi in diverse circostanze.

L'intento con il quale sono stati creati è quello di dotare il settore di strumenti didattici e divulgativi; sono destinati ad essere utilizzati come testi base per corsi di formazione e aggiornamento dei tecnici dei vari servizi a sostegno delle imprese e richiedono quindi un'ulteriore traduzione per essere divulgati all'universo delle aziende agricole regionali.

I Manuali devono essere considerati come documenti evolutivi, non statici e dovranno pertanto essere riesaminati, aggiornati e migliorati ogni anno, in conseguenza dell'esperienza, del progresso tecnico, delle critiche e dei suggerimenti che saranno pervenuti da parte di chi li usa. Non ultima, l'evoluzione degli elenchi dei principi attivi ammessi in agricoltura, compresa quella biologica, che impone frequenti modifiche integrative sia sul fronte delle nuove molecole ammesse, sia sulla gamma di colture ove possono essere applicati.