



DIPARTIMENTO DI SCIENZE AGRARIE ALIMENTARI E AMBIENTALI

CORSO DI LAUREA IN: SCIENZE E TECNOLOGIE AGRARIE

IMPATTO DELLA GESTIONE AGRONOMICA DELLE AVVERSITÀ ORTICOLE IN ROMAGNA: "IL CASO DELLA FUSARIOSI SU LATTUGA"

Impact of agronomic management of horticultural adversities in Romagna:
“the case of fusariosi about lettuce”

TIPO TESI: compilativa

Studente:

GIANNI SARPIERI

Relatore:

Chiar.mo

PROF. RODOLFO SANTILOCCHI

ANNO ACCADEMICO 2018-2019

INDICE

1. INTRODUZIONE	pag. 6
1.1 Ruggini del grano ed antiche carestie	pag. 7
1.2 Peronospora della patata	pag. 9
1.3 Disseccamento rapido degli olivi in Puglia	pag. 11
1.4 <i>Halyomorpha halis</i> , una minaccia per l'agricoltura	pag. 13
1.4.1 Reti antinsetto	pag. 15
1.4.2 Metodo attract & kill	pag. 16
1.4.3 Monitoraggio e utilizzo insetticidi	pag. 16
1.4.4 Lancio di parassitoidi	pag. 17
2. SCOPO DELLA TESI	pag. 18
3. LATTUGA	pag. 19
3.1 Cenni storici	pag. 19
3.2 Descrizione pianta	pag. 19
3.3 Tipologie commerciali	pag. 19
3.4 Caratteristiche nutrizionali	pag. 20
3.5 Esigenze pedoclimatiche	pag. 20
3.6 Semina e trapianto	pag. 20
3.7 Aspetti commerciali	pag. 21
3.8 Gestione agronomica lattuga	pag. 22
3.8.1 Lavori preparatori	pag. 23
3.8.2 Sesto d'impianto	pag. 24
3.8.3 Lavorazioni post-trapianto	pag. 25

3.8.4 Irrigazione	pag.	25
3.8.4.1 Fertirrigazione	pag.	27
3.8.5 Gestione infestanti	pag.	27
3.9 Fertilizzazione lattuga	pag.	29
3.9.1 Esigenze nutrizionali lattuga	pag.	29
3.9.2 Asportazioni colturali	pag.	30
3.9.3 Concimazione	pag.	31
3.9.3.1 Concimazione organica	pag.	31
3.9.3.2 Concimazione azotata	pag.	32
3.9.3.3 Concimazione fosfatica e potassica	pag.	33
3.9.3.4 Criteri per la concimazione	pag.	33
3.10 Avversità biotiche	pag.	36
3.10.1 Malattie fungine	pag.	36
3.10.1.1 <i>Verticillium dahliae</i>	pag.	36
3.10.1.2 <i>Sclerotinia minor S. sclerotiorum</i>	pag.	37
3.10.1.3 <i>Rhizoctonia solani</i>	pag.	37
3.10.1.4 <i>Botrytis cinerea</i>	pag.	37
3.10.1.5 <i>Bremia lactucae</i>	pag.	38
3.10.2 Batteriosi	pag.	38
3.10.3 Pratiche colturali repressive	pag.	38
3.10.4 Difesa fisica	pag.	39
3.10.5 Difesa chimica	pag.	39
3.10.6 Difesa microbiologica	pag.	40

3.10.7 Sostanze naturali	pag.	40
3.10.8 Considerazioni conclusive	pag.	41
3.11 Parassiti animali	pag.	41
3.11.1 Insetti dannosi per l'apparato radicale	pag.	42
3.11.1.1 Danni provocati da insetti terricoli	pag.	42
3.11.1.2 Afide ceroso delle radici	pag.	42
3.11.1.3 Agrotidi	pag.	43
3.11.1.4 Elateridi	pag.	43
3.11.2 Insetti della parte aerea	pag.	44
3.11.2.1 Tripide occidentale	pag.	44
3.11.2.2 Miridi	pag.	44
3.11.2.3 Afide verde del pesco	pag.	45
3.11.2.4 Afide del ribes e delle insalate	pag.	45
3.11.2.5 Nottue fogliari	pag.	46
3.11.2.5.1 La nottua piccola	pag.	46
3.11.2.5.2 La nottua mediterranea	pag.	46
3.11.2.6 Mosca minatrice sudamericana	pag.	46
3.11.2.7 Chioccioline e limacce	pag.	47
3.11.3 Difesa parassiti animali	pag.	47
3.12 Virosi	pag.	48
3.12.1 <i>Lattuce Mosaic Virus (LMV)</i>	pag.	49
3.12.2 <i>Tomato Spotted Wilt Virus (TSWV)</i>	pag.	49
3.12.3 Complesso del "big vein"	pag.	50

4.12.1 Prove di confronto varietale	pag. 76
5. IMPATTO SOCIALE	pag. 98
5.1 Produttore	pag. 98
5.2 Rapporto tecnico e agricoltore	pag. 99
5.3 Prezzi terreni	pag. 99
5.4 Impatto sociale nella filiera	pag. 100
BIBLIOGRAFIA	pag. 101

CAPITOLO 1

INTRODUZIONE

Virus, fitoplasmi, batteri, funghi microscopici, insetti, acari ed altre avversità hanno costituito, costituiscono e costituiranno una minaccia permanente sia per le piante agrarie sia per le essenze forestali e ornamentali. In assenza di una prevenzione o di una difesa efficace, possono provocare danni e conseguenze che talvolta vanno molto al di là del puro aspetto economico. La maggior parte delle persone che vivono nei centri urbani ignorano tutto ciò. Per loro le malattie delle piante più note ed interessanti sono quelle che disturbano l'aspetto delle rose, dei gerani o delle altre specie vegetali comunemente coltivate in miniorti o balconi. Qualche interesse possono destare le malattie che colpiscono le piante delle alberature stradali o dei giardini pubblici, in cui la gente va a godersi un pò di ombra. Chi si interessa di agricoltura ha ben presente i danni, soprattutto economici, che le avversità delle piante possono provocare. Ancora oggi, nonostante gli enormi progressi compiuti nelle conoscenze in ambito fitopatologico ed entomologico e aldilà dell'attuale disponibilità di molteplici mezzi atti a contrastarli, malattie e parassiti incidono in modo spesso rilevante sui bilanci delle aziende agrarie. Ciò si riflette su una riduzione anche consistente di produzione, alterazione della qualità commerciale ed un aumento non indifferente dei costi di produzione. Nel corso dei secoli alcune avversità sono state causa di drammatiche carestie, che hanno causato elevate mortalità e/o migrazioni di intere comunità; migrazioni che hanno avuto un impatto non indifferente sulle vicende politiche, sociali e culturali del paese accogliente. Altre fitopatie sono state all'origine di gravi disfunzioni e malattie umane, che hanno inciso profondamente nella vita di molte popolazioni. Vi sono avversità delle piante che hanno impattato in maniera evidente sulla storia di intere comunità, oltremodo facilitando lo sviluppo delle conoscenze in importanti campi scientifici, compreso quello medico-sanitario. Ovviamente, l'impatto sulla storia umana non è sempre stato drammatico e talvolta si è risolto in un cambio di abitudini, nel dover apprendere e applicare nuove metodologie di lavoro per ottenere prodotti alimentari più sicuri sotto il profilo sanitario come la flavescenza dorata della vite o in un mutamento della flora tipica di alcuni nostri ambienti (graduale scomparsa dell'olmo, rarefazione del platano). Un contributo determinante è stato fornito dalla ricerca scientifica alla soluzione di molti problemi che, nei secoli passati e anche in tempi recenti, hanno reso difficile la vita di intere popolazioni. Nei paesi dell'Europa occidentale e dell'America non si parla più di carestie e non si temono più certe epidemie. Ciò è dovuto essenzialmente alle maggiori conoscenze acquisite dagli studi e dalle attività di ricerca nei settori fitopatologico, microbiologico, genetico e delle scienze agrarie in generale. Attività che risultano indispensabili

non solo per poter evitare dannose epidemie, ma anche per poter assicurare in futuro, quantità di cibo sufficienti a sfamare una popolazione mondiale in continua crescita, applicando nel contempo tecnologie innovative e rispettose dell'ambiente e della salute dei consumatori. Ora ci fermeremo ad analizzare alcuni casi nella storia recente e passata.

1.1 Ruggini del grano ed antiche carestie

Oggi giorno la maggior parte degli italiani ed europei non deve fare altro che recarsi nel negozio di alimentari sottocasa o nel più vicino supermercato ed acquistare ciò che serve per alimentarsi sulla base dei propri gusti e disponibilità economica. È in grado di reperire qualsiasi cosa da mangiare per cui il concetto di carestia oggi è stato praticamente rimosso; pochi si rendono conto di come nel passato neanche troppo lontano la mancanza di cibo abbia condizionato, anche in Europa, la vita di intere popolazioni dando origine a sofferenze, malattie, guerre ed emigrazioni. Tutto ciò spesso è avvenuto a causa di un gruppo di patogeni fungini capaci di determinare gravi malattie del grano:

"**le ruggini**". Le carestie erano spesso la conseguenza di un contemporaneo manifestarsi di situazioni ed avvenimenti sfavorevoli, quali le difficoltà di far giungere rifornimenti a causa delle frequenti guerre locali o delle razzie di derrate e la distruzione dei raccolti provocate dalle invasioni di popoli barbarici. Tuttavia, la causa scatenante principale era proprio



costituita dalle improvvise e devastanti epidemie di ruggini del grano che finivano col decimare i raccolti e compromettere la ricostituzione delle scorte nei granai. Le ruggini erano ben conosciute fin dall' antichità, ma fu solo verso la fine del '600 che alcuni studiosi (grazie alla scoperta del microscopio ottico) cominciarono a rendersi conto che diverse malattie, comprese le ruggini, risultavano associate alla presenza di funghi microscopici (micromiceti) sugli organi malati. Oggi, ovviamente conosciamo bene le caratteristiche biologiche, sintomatologia, eziologie, epidemiologia delle ruggini del grano e i mezzi e le tecniche per contrastarle, tanto che nei Paesi scientificamente ed economicamente evoluti queste fitopatie raramente sono causa di ingenti perdite di raccolto, anche se vanno sempre tenute sotto controllo. Gli agenti delle ruggini del grano sono funghi del genere *Puccinia*, dell'ordine *Uredinales*, che penetrano nei tessuti verdi delle piante ospiti attraverso gli stomi, vi si diffondono causando danni fisiologici di diverso tipo e producono infinite masse di

spore che erompono dall'epidermide delle foglie infette, e trasportate dal vento vanno ad infettare altre piante. L'aspetto rugginoso varia dal giallo al rosso-bruno fino al nero; è determinato appunto da queste masse di spore eromponenti fogliari. Si possono avere danni particolarmente seri che vanno dalla produzione di cariossidi striminzite e rotture dei culmi.

In base al colore delle spore si distinguono in:

- **ruggine nera** (o dello stelo) causata dal fungo *Puccinia graminis*;
- **ruggine bruna** (o puntiforme) causata da *Puccinia triticinia*;
- **ruggine gialla** (o striata) causata da *Puccinia striiformis*.

Attualmente nei Paesi progrediti raramente le ruggini provocano nelle colture di frumento quelle devastazioni piuttosto frequenti nei secoli passati. Il miglioramento è dovuto principalmente all'utilizzo di varietà resistenti al fungo; varietà che sono il risultato di continui studi di carattere fitopatologico e soprattutto genetico, a tal proposito si deve ricordare l'opera pionieristica e di grande valore dello sperimentatore italiano Nazareno Strampelli, il quale nella prima metà del secolo scorso, attraverso un lavoro accurato di miglioramento genetico, riuscì a costituire numerose varietà di frumento, molto produttive e resistenti o altamente tolleranti rispetto alle ruggini principali. Ovviamente, le attività di ricerca e sperimentazione nel settore del miglioramento genetico dei cereali proseguono in tutti i principali paesi produttivi, Italia compresa. Ciò è reso necessario anche dal continuo mutare delle caratteristiche organolettiche e merceologiche richieste dall'industria agroalimentare, ma soprattutto dall'esigenza di contrastare, attraverso la costituzione di nuove varietà più resistenti le razze di patogeni che via via si selezionano in natura (esempio. improvvisa comparsa, nel 1999, in Uganda di un nuovo ceppo di *Puccinia graminis* dotato di estrema virulenza). A tal proposito è opportuno segnalare il caso della varietà "Irnerio", una selezione di frumento tenero costituita alla fine degli anni '60, molto interessante dal punto di vista quantitativo e qualitativo, tanto che a metà degli anni '70 era coltivata nel 30% della superficie nazionale. Purtroppo, la fase di costituzione varietale non aveva evidenziato la sua suscettibilità alla **ruggine gialla**, che si è presentata nel 1976 causandone la completa distruzione.

1.2 Peronospora della patata e migrazioni dall'Irlanda

In Europa fu soprattutto in Irlanda, prima ancora che in Francia che la coltivazione della patata incontrò molto successo. Questa coltura apportò grandi benefici in campo sociale e contribuì in modo determinante a risolvere il problema del sostentamento alimentare anche per le classi povere. Tanto che nella prima parte dell'Ottocento si registrò un netto calo della mortalità per indigenza e quasi un raddoppio della popolazione. Intorno al 1840 l'alimentazione della gran parte degli irlandesi si basava prevalentemente sulla patata. La tendenza alla monocoltura si rivelò un



terribile handicap, con conseguenze drammatiche ed addirittura luttuose per larga parte della popolazione. A partire dal 1845 infatti si susseguirono in Irlanda numerosi attacchi di una nuova malattia (la **peronospora**) che distrusse gran parte delle coltivazioni, annullando completamente o riducendo a quantità minime i raccolti di patate. La peronospora della patata è causata da *Phytophthora infestans*, un microrganismo appartenente alla classe *Peronosporomycetes* che si conserva nei residui

colturali, sotto forma di oospore (spore dotate di una parete cellulare particolarmente spessa che la protegge dai freddi invernali). Può rimanere vitale anche come micelio presente nei tuberi conservati in magazzino. La sua diffusione in campo avviene soprattutto mediante zoospore che si muovono agevolmente nell'acqua piovana e sulle lamine fogliari. I primi sintomi della malattia compaiono solitamente sulle foglie con macchie giallastre che vanno sempre più estendendosi fino ad occupare l'intera lamina. Sui fusti si manifestano invece macchie bruno-nerastre che interessano anche i tessuti interni. Le aree colpite tendono a necrotizzare determinando l'avvizzimento dell'intera pianta. La malattia trova condizioni favorevoli dove si hanno piogge frequenti, come in molte regioni dell'Europa settentrionale. Fu proprio in quelle zone che a partire dal 1845, la peronospora si diffuse nella coltivazione di patata con eccezionale virulenza determinando la distruzione di migliaia di ha di coltura. Risulta evidente che le colture di allora erano estremamente



sensibili alla malattia in virtù del fatto che derivavano da pochi tuberi senza variabilità genetica. Il danno che ne seguì fu enorme, non solo sotto il profilo economico ma anche soprattutto sotto quello sociale. La nazione più colpita da questo drammatico fenomeno fitopatologico fu sicuramente l'Irlanda, dove la quasi totalità della popolazione traeva gran parte del proprio nutrimento dalla patata. Nel 1845 la peronospora distrusse circa la metà della produzione, soprattutto quella fornita dalle varietà tardive. Bisogna tener presente che a quei tempi non si conosceva ancora la causa della malattia (gli studi fitopatologici erano ancora in fase embrionale). Quella serie di epidemie di peronospora ebbe conseguenze nefaste: si calcola che tra 1845 e il 1850 ci furono in Irlanda circa un milione di morti (su un totale di 8 milioni di abitanti), a causa delle carestie e delle varie malattie come scorbuto, tifo e tubercolosi che facilmente aggredivano le persone debilitate dalla carenza di cibo. Contemporaneamente altri cittadini irlandesi decisero di emigrare alla ricerca di migliori condizioni di vita. La meta prescelta per la maggior parte di loro furono gli Stati Uniti d'America. Bisogna dire che le terribili conseguenze della lunga carestia determinata in Irlanda dal susseguirsi di epidemie di peronospora della patata e passata alla storia come THE GREAT FAMINE (la grande carestia) ebbero un risvolto positivo sul piano delle conoscenze fitopatologiche. I gravi problemi economici, sanitari e sociali che ne derivano, destarono un immediato interesse per gli studi riguardanti le malattie delle piante. A metà dell'Ottocento vi erano ancora molti studiosi di questioni naturalistiche, botaniche e anche fitopatologiche che non erano convinti che specie fungine microscopiche potessero essere agenti causa di malattie delle piante. Un contributo determinante a sfatare questa convinzione fu proprio una serie di studi effettuati sulla peronospora della patata dal reverendo Joseph Berkeley. Grazie a queste nuove conoscenze abbinate alla scoperta dell'efficacia dei sali di rame nella difesa delle piante dai patogeni appartenenti alla famiglia delle peronospore, dalla fine dell'Ottocento si cominciarono ad ottenere produzioni di patata più elevate e costanti. Attualmente la peronospora resta ancora una possibile minaccia per le coltivazioni di patata e soprattutto in territori e stagioni ad essa particolarmente favorevole. Tuttavia, abbiamo conoscenze e mezzi che ci permettono di tenerla sotto controllo. Determinante in tal senso è stata la costituzione di varietà di patata resistenti o altamente tolleranti nei confronti della malattia, grazie a studi di carattere genetico e fitopatologico. In questo lavoro di ricerca e sperimentazione si è spesso fatto ricorso a geni di resistenza identificati in altre specie di solanacee, per lo più spontanee come la specie *Solanum demissum*. Bisogna tener presente, però, che la resistenza ottenuta attraverso il miglioramento genetico non è sempre duratura, in quanto il patogeno, nella sua evoluzione, continua a differenziare nuove razze fisiologiche che spesso sono in grado di superare le barriere di resistenza, strutturali o biochimiche, presenti nelle varietà in

coltivazione. Quindi si rende necessario, soprattutto in annate piovose, intervenire anche con la difesa chimica, per la quale esiste oggi una vasta gamma di composti efficaci. Altre prassi agronomiche di importanza rilevante consistono nell'utilizzo, per le semine, di tuberi selezionati ed esenti da infezione, la rotazione e l'avvicendamento.

1.3 Disseccamento rapido degli olivi In Puglia

Il motivo di tanto interesse e tanta preoccupazione sta nel fatto che questo nuovo flagello sta mettendo in crisi la coltivazione di una pianta simbolo dell'agricoltura mediterranea e ha già determinato la morte di centinaia di alberi secolari che costituivano una caratteristica essenziale del paesaggio pugliese. Le preziose qualità dell'olivo giustifica ampiamente l'apprezzamento che gli viene riservato in Italia. E' certo però che, volendo individuare un territorio dove l'olio la fa da padrone, il nostro pensiero va alla Puglia. Qui gli uliveti coprono ampie superfici in tutta la regione, dal Gargano fino alle zone più meridionali del Salento. Molti ulivi pugliesi sono alberi secolari ed imponenti, ammirati per la loro maestosità. Se a tutto ciò si aggiunge che l'olivicoltura e la produzione di olio d'oliva sono voci importantissime dell'economia pugliese, si capisce l'allarme suscitato dalla comparsa e dalla rapida diffusione del disseccamento degli olivi in quella regione. La sua comparsa in Puglia è recente, di conseguenza gli studi e le sperimentazioni che la riguardano sono ancora nelle fasi iniziali. La malattia si manifesta inizialmente col disseccamento di una o più porzioni, abbastanza limitate,

limitate, dell'ampia chioma dell'albero. L'alterazione va poi estendendosi, fino ad interessare gran parte o la totalità della parte aerea e a determinare spesso la morte dell'intera pianta. La durata del processo patologico varia molto in funzione delle dimensioni e dello stato sanitario generale del singolo albero. Se questo è già in sofferenza per altre cause



l'evoluzione della malattia procede rapidamente e l'esito è quasi sempre letale. Risulta che siano colpiti soprattutto gli olivi di età avanzata, nei quali si registrano anche le conseguenze più devastanti. Le piante più giovani sembrano reagire meglio all'infezione, soprattutto se liberate

tempestivamente dalla porzione infetta con intervento di potatura. Il sintomo del disseccamento in breve tempo si propaga da pianta a pianta dello stesso impianto e facilmente passa a quelli



confinanti, interessando così vaste aree olivicole. Questo è quanto è successo nel Salento, territorio della Puglia particolarmente vocato all'olivicoltura. Se si considera poi che la malattia ha interessato, in molti casi, olivi secolari e di grandi dimensioni, ci si può fare un'idea dell'entità del danno che si è venuto a creare sia sotto il profilo economico che paesaggistico ambientale. Le prime segnalazioni del disseccamento rapido degli olivi risalgono all'estate

2012. Inizialmente i parziali disseccamenti vennero attribuiti a cause diverse e non ben definite (fitopatie, errate pratiche agronomiche, fitotossicità da trattamenti, irrigazioni con acque inquinate) e quindi non furono oggetto di particolare attenzione. Nel corso del 2013 il fenomeno fitopatologico si presentò in tutta la sua gravità, soprattutto nei pressi di Gallipoli (Salento meridionale) estendendosi in aree sempre più ampie. Le autorità competenti furono allertate tanto da avviare rapidamente apposite linee di ricerca. Risulta ormai evidente che la causa principale di questa nuova epidemia è da imputare ad un patogeno molto temuto a livello internazionale ma mai segnalato prima in Europa. Si tratta della specie batterica *Xylella fastidiosa*, già nota in molti Paesi centro-sudamericani per avere determinato gravi danni in diverse specie coltivate, vite, agrumi, caffè, mandorlo e oleandro. Ulteriori studi hanno evidenziato che il ceppo di *Xylella fastidiosa* (varietà pauca ST53) giunto in Puglia è diverso da quello che in America attacca la vite, mentre sembra molto affine al ceppo che infetta l'oleandro. Questo sembra spiegare perché l'epidemia abbia preso avvio negli oliveti della zona di Gallipoli. In questa città giungono frequentemente piante ornamentali, tra cui gli oleandri provenienti dalla Costa Rica; è quindi possibile che vi siano giunte anche piante infette. Perché una diffusione tanto rapida? Le ricerche di carattere entomologico, hanno evidenziato la costante presenza di numerose popolazioni della cicalina *Philanaeus spumarius* che è in grado di trasmettere efficacemente il batterio. *Philanaeus spumarius* è noto volgarmente con il nome di sputacchina, in quanto le sue forme giovanili, per proteggersi dal sole e dai predatori, si ricoprono di una spuma bianca, simile alla saliva. Vive su diverse specie vegetali e si nutre infliggendo lo stiletto boccale nei vasi xilematici, da cui succhia la linfa grezza. In tal modo può acquisire anche batteri eventualmente presenti nei vasi e trasferirli poi ad altre piante, sulle quali va successivamente ad alimentarsi. La conclusione è che proprio la sputacchina sia la principale

responsabile della rapida diffusione del disseccamento dell'olivo. Dal punto di vista della profilassi, bisogna innanzitutto considerare che *Xylella fastidiosa* è un batterio che vive e si moltiplica nei vasi xilematici e che, una volta entrato nella pianta, non può essere eliminato con prodotti fitosanitari. Inoltre, non essendo sporigeno, può propagarsi in nuove piante solo attraverso la moltiplicazione agamica o mediante insetto-vettore. Considerando ciò si può impostare una tripla misura preventiva:

- utilizzare solo giovani piante sicuramente sane per l'impianto di nuovi oliveti;
- effettuare opportuni trattamenti insetticidi contro il vettore, seguendo le indicazioni dell'osservatorio fitosanitario regionale;
- utilizzare varietà resistenti e/o altamente tolleranti.

E' possibile bloccare un'infezione recente e limitata a una piccola porzione distale di un ramo, tagliando quest'ultimo al di sopra della parte malata. Nulla si può fare, invece, quando l'infezione ha ormai invaso parti consistenti dell'albero, se non sradicarlo e bruciarlo. Questa operazione è resa obbligatoria dalle recenti leggi fitosanitarie; lasciare in vita le piante destinate a deperire significa continuare a fornire all'insetto-vettore la fonte di batteri che può prelevare e trasmetterle ad altre piante ancora sane, favorendo così il dilagare della malattia. Attualmente il timore maggiore è che la malattia possa diffondersi ulteriormente in tutta la regione Puglia e poi propagarsi in altre regioni olivicole. La regione Emilia-Romagna, nonostante non sia prossima alla regione Puglia, ha già deliberato un piano di emergenza ed attivato un percorso di prevenzione alla diffusione del batterio attraverso un Disciplinare emanato dal Servizio Fitosanitario della regione.

1.4 *Halymorpha halis* , una minaccia per l'agricoltura

È in corso un'invasione, da alcuni definita biblica, della cimice asiatica, nome scientifico *Halymorpha halys*. La cimice sta colpendo da Nord a Sud i raccolti di frutta, cereali e alcune orticole, causando gravi danni agli agricoltori italiani. Come altri parassiti alieni comparsi in Italia negli ultimi anni, la cimice asiatica si diffonde attraverso le attività umane, trasporti, prodotti vegetali importati e turismo. Non attacca direttamente persone, animali e oggetti anche se emana cattivi odori se schiacciata. Inoltre, se presente in sciami, può procurare danni agli impianti di ventilazione di case ed edifici commerciali. Grazie alla sua elevata polifagia (sono conosciuti più di 120



differenti ospiti) la cimice può causare gravi danni su oltre 300 specie di piante. In Italia, le maggiori perdite sono state riportate presso numerose aziende agricole, soprattutto in Piemonte, Emilia Romagna, Veneto e Friuli, dove ha praticamente distrutto il 40% dei raccolti di soia e frutta. In particolare, sono a rischio le coltivazioni di pere e kiwi che rappresentano per il nostro Paese colture di punta nel mercato frutticolo a livello Europeo e mondiale: l'Italia è il primo Paese al mondo per la coltivazione di kiwi, con circa 470.000 tonnellate e il terzo produttore di pere, dopo Cina e USA, con oltre 670.000 tonnellate (Centro Servizi Ortofrutticoli, 2016). La cimice causa danni importanti anche alle coltivazioni di mele, pesche e uva. La puntura della cimice asiatica può essere fatale: se avviene nella fase iniziale di sviluppo del frutto, si creano fossette e aree necrotiche sulla superficie esterna; se, invece, la puntura avviene nella fase di maturazione, si formano malformazioni che rendono il frutto deprezzato o non commercializzabile. Complice dell'invasione di cimici asiatiche è anche il cambiamento climatico: da anni ormai assistiamo ad autunni con temperature sopra le medie stagionali, che favoriscono il proliferare dell'insetto. Di cosa si tratta? L'*Halyomorpha halys* (cimice asiatica) appartiene alla famiglia dei *Pentatomidae*, è originario dei Paesi asiatici e prolifera soprattutto in aree tropicali e sub-tropicali del pianeta. I ricercatori riportano che questo fitofago era presente già dagli anni novanta in Cina (dove ha finora causato danni per oltre 1 miliardo di dollari), Taiwan, Giappone e Corea del Sud, per raggiungere gli Stati Uniti nel 1998. In Europa, è apparso nel 2004 in Svizzera e in seguito in Francia, Germania, Ungheria, Grecia. In Italia, il primo esemplare di cimice asiatica è stato rinvenuto nel 2012 in Emilia Romagna, nei pressi di Modena. Nel 2013 l'insetto ha raggiunto Piemonte, Lombardia, Veneto e Friuli. Le cimici adulte sono di colore grigio-brunastro, hanno bande scure sul bordo esterno dell'addome e raggiungono una lunghezza compresa tra i 12 e 17 millimetri. Appena nate le neanidi (stato giovanile dell'insetto) sono di colore giallastro con punte di colore nero; poi con la crescita presentano piccole spine sul protorace e sul capo. In primavera le cimici fuoriescono dai "ricoveri invernali" e si portano sulla vegetazione, dove si nutrono e si accoppiano, quindi in estate le femmine depongono sulle foglie fino a 285 uova all'anno (Dioli P., Leo P., Maistrello L., 2016). Nelle regioni italiane il fitofago compie una sola generazione all'anno, mentre nelle aree subtropicali può arrivare a sei generazioni. Durante lo sviluppo, le giovani cimici si nutrono della linfa vegetale che trovano nelle foglie. Verso settembre, divenuti ormai adulti, gli insetti si aggregano e cercano crepe e fessure nei muri delle abitazioni e nei telai di porte e finestre, dove passano l'inverno (svernamento). Originaria di Cina, Giappone e Taiwan, la cimice asiatica *Halyomorpha halys* è arrivata nel 2012 anche in Italia e in pochi anni si è espansa a partire dal settentrione su tutto il territorio della penisola, con le concentrazioni maggiori in Friuli. Questo

insetto è estremamente polifago, mobile e grazie al fatto di essere 'alieno' non ha attualmente limitatori naturali nei nostri areali. I danni alle colture sono arrecati dagli adulti e dai giovani di *Halyomorpha halys* che si nutrono perforando in profondità i tegumenti dei frutti. Colture come il melo, il pero, il pesco o il nocciolo (per citarne solo alcune) hanno risentito di grosse perdite di produzione a causa delle lesioni causate dalle punture di cimice che provocano deformità oppure necrosi. In colture estensive, come la soia o il mais (in secondo raccolto), i danni sono meno evidenti. Ricercatori europei e statunitensi stanno lavorando a strategie di controllo che tuttavia risultano difficili da mettere a punto. Prima di tutto a causa dell'estrema mobilità dell'insetto, capace di percorrere enormi distanze (in laboratorio circa 120 chilometri in un giorno) e quindi di insediarsi su campi trattati da poco con insetticidi. In secondo luogo perché non emettono feromoni sessuali ed è quindi impossibile applicare il metodo della confusione sessuale. Terzo, perché gli adulti hanno un certo grado di resistenza agli insetticidi. Infine, perché la polifagia permette a questi insetti di trovare cibo in abbondanza. Nonostante le difficoltà riscontrate esistono almeno quattro metodi per il controllo di *Halyomorpha halys*.



1.4.1 Reti anti-insetto

Nel caso dei frutteti la soluzione più efficace è rappresentata dalle reti anti-insetto, con maglie di grandezza 2,4x4,8 mm. Anche per le colture in serra il metodo più efficace è chiudere tutte le aperture con le reti. Questa soluzione non solo preserva la coltura, ma ha anche il grande vantaggio di essere sostenibile sotto il profilo ambientale. Per essere efficaci le reti devono essere tuttavia applicate in maniera corretta e tempestiva. Non bisogna lasciare aperture attraverso le quali gli insetti possono penetrare e occorre stare attenti che la rete non tocchi la pianta, altrimenti *Halyomorpha halys* può pungere i frutti e deporre le uova attraverso la rete. È bene infine chiudere le reti alla caduta dei petali, dopo che c'è stata l'impollinazione e prima che le cimici colonizzino il campo. Certo, le neanidi (forma giovanile della cimice) hanno le dimensioni per superare le reti, ma è questo uno stadio in cui l'insetto è poco mobile e i danni che può causare sono limitati.



1.4.2 Metodo Attract & Kill

La cimice asiatica non emette feromoni sessuali, atti a far incontrare due esemplari di sesso diverso. Emette invece feromoni di aggregazione che riuniscono in un'area di alcuni metri quadrati gli esemplari di questa specie. Negli Stati Uniti sono stati messi a punto dei diffusori di feromoni ad elevato dosaggio per attirare e concentrare gli esemplari di *Halyomorpha halys* in una certa area che viene poi trattata con un insetticida autorizzato sulla coltura. Sfortunatamente ad oggi non sono in commercio in Italia i diffusori studiati per questo metodo, che però possono essere sostituiti utilizzando i diffusori commercializzati per il monitoraggio, in numero maggiore. L'importante è comunque applicare i diffusori, così come le trappole per il monitoraggio, non al centro dell'appezzamento, ma ai bordi o in zone marginali. Per ottimizzare l'efficacia è poi preferibile installare il diffusore in prossimità di piante attrattive per la cimice.

1.4.3 Monitoraggio e utilizzo di insetticidi

Il monitoraggio di *Halyomorpha halys* deve essere eseguito in due step. Prima di tutto utilizzando delle trappole a feromone, da installare sempre ai bordi del campo, per rilevare la presenza di cimici nell'area. Quando i primi esemplari vengono avvistati occorre quantificare il livello di infestazione, contando ad esempio quanti esemplari sono presenti su una singola pianta. In questo caso per il monitoraggio si stende un telo sotto l'albero e si scuote il tronco per far cadere gli esemplari. Meglio effettuare il conteggio al mattino presto, quando l'insetto è meno reattivo e non vola via, ma cade al suolo al momento dello scuotimento. Ad oggi non ci sono delle soglie di intervento definite per *Halyomorpha halys*. Ogni agricoltore deve valutare il costo-opportunità di trattare con un insetticida. Quello che viene consigliato è iniziare con trattamenti di bordo al rilevamento dei primi esemplari. Quando poi si trovano 1-2 cimici per pianta all'interno del campo si può procedere con un trattamento dell'intero appezzamento. Come per l'utilizzo di qualunque agrofarmaco è fondamentale leggere l'etichetta e attenersi alle prescrizioni presenti e utilizzare solo prodotti registrati per la coltura da trattare. Contro la cimice asiatica sono efficaci i fosfororganici (come il clorpirifos metile), i piretroidi (come la lambda-cialotrina, deltametrina e etofenprox) e i neonicotinoidi (come l'acetamiprid).

1.4.4 Lancio di parassitoidi

Negli areali di provenienza la popolazione di cimice asiatica è controllata da alcuni predatori e parassitoidi. In Europa tuttavia non esistono antagonisti naturali di questo insetto e questa condizione ne ha favorito la diffusione. Inoltre, la normativa europea vieta l'introduzione intenzionale di organismi non autoctoni e quindi è impossibile 'importare' gli antagonisti naturali da Cina e Giappone. Con i rilievi in campo si è accertato che le uova di *Halyomorpha halys* possono essere parassitizzate da *Anastatus bifasciatus*, un parassitoide oofago indigeno che tuttavia è generalista, attacca cioè uova di molte specie differenti. Oggi alcune aziende stanno lavorando sull'allevamento di questo imenottero e in futuro potranno essere effettuati dei lanci di cui dovrà essere valutata l'efficacia nel controllo della cimice in campo. Nel 2018 i ricercatori italiani hanno ritrovato in natura due parassitoidi alloctoni in grado di colpire le uova di *Halyomorpha halys*. Si tratta di *Trissolcus japonicus* (rinvenuto nel 2017 in Svizzera) e *Trissolcus mitsukurii*, originari di Cina e Giappone. Non si sa come siano giunti in Europa, tuttavia la loro presenza potrebbe contribuire al contenimento della cimice. Allevarli per effettuare dei lanci non è ancora possibile, servirebbe infatti una modifica alla normativa vigente. *Trissolcus japonicus* è un parassitoide oofago più selettivo di *Anastatus bifasciatus*.



CAPITOLO 2

SCOPO DELLA TESI

Il sottoscritto ha strutturato la propria tesi in maniera tale da evidenziare, nei diversi aspetti, come la presenza di una nuova particolare avversità possa impattare (anche stravolgere) la gestione agronomica e non solo di una particolare coltura.. Dopo una doverosa introduzione, la tesi inizia prendendo in esame la coltura lattuga a cespo descrivendone le caratteristiche botaniche e le varie tipologie commerciali, le zone di coltivazioni in Italia, le esigenze pedoclimatiche, le pratiche agronomiche ordinarie (lavorazione-impianto-irrigazione-nutrizione), il controllo della flora infestante, le avversità e relativa difesa. Nella 2° parte del lavoro affronto il caso di studio *Fusarium oxysporum f. sp. Lactucae* su lattuga in Romagna. Dopo gli opportuni riferimenti storici in ambito locale, nazionale ed internazionale, entro nel merito delle caratteristiche dell'avversità concentrandomi sul ciclo biologico, sintomatologia e relativi danni commerciali. In seguito mi soffermo sull'evoluzione concettuale nella gestione tecnico agronomica della coltura e nelle metodologie di difesa senza tralasciare l'importanza fondamentale che riveste il miglioramento genetico. Concludo analizzando l'effetto sociale nei vari attori della filiera produttiva.

CAPITOLO 3

LATTUGA

3.1 Cenni storici

Le origini della coltivazione della lattuga si perdono nei tempi passati, secondo alcuni autori la sua origine è da ricercare nelle lontane terre della Siberia, tuttavia questo vegetale era già noto agli antichi egizi, mentre i romani ne svilupparono la diffusione in tutto l'Occidente attribuendole svariate virtù terapeutiche.

3.2 Descrizione pianta

La lattuga (*Lactuca sativa* L.) è una pianta angiosperma, dicotiledone appartenente alla famiglia delle *Asteraceae*. Nel linguaggio colloquiale italiano essa viene erroneamente chiamata insalata, essendo spesso parte o ingrediente principale dell'omonima pietanza. La lattuga deve il suo nome al succo biancastro, il lattucario, che fuoriesce dalla frattura delle foglie, del fusto e delle radici dal latino *lac, lactis* (latte). È una specie biennale, il primo anno forma una rosetta di foglie, il secondo lo scapo fiorale. L'apparato radicale è composto da corto fittone e da radici superficiali, sottili e carnose che esplorano i primi 20-30 cm di profondità. Le foglie basali sono di varia forma, ovate o allungate, e colore verde o rossastro; formano un grumolo o "testa" più o meno compatto. Lo scapo fiorale, emesso il secondo anno, alto 100–150 cm, porta ramificazioni corimbiformi terminanti con un capolino. I fiori sono ermafroditi, ligulati e gialli, i semi sono costituiti da un achenio di colore bianco marrone e nero, separato dal pappo.



3.3 Tipologie commerciali

Ne esistono un gran numero:

- **foglia di quercia:** è una lattuga molto comune;
- **romana o marulla o spadona** (*Lactuca sativa* L. var. *longifolia*): ha foglie di forma molto allungata, con costa robusta e nervature evidenti. Il nome marulla è comune ad Ancona, mentre spadona è usato a Foligno;

- **gentile** (o **gentilina**): di colore verde oppure rossiccio, ha forma leggermente allungata e foglie ondulate;
- **iceberg** (o **brasiliana**): forma tonda molto compatta, foglie estremamente croccanti, dal colore chiaro, sapore molto delicato;
- **incappucciata** (o **cappuccia**): forma tonda, simile alla iceberg, ma presenta foglie di colore verde chiaro piuttosto croccanti. È molto usata nella cucina napoletana.



3.4 Caratteristiche nutrizionali

Composta per circa il 95% di acqua, la lattuga ha un bassissimo contenuto energetico, contiene molte vitamine, tra cui la vitamina C, la vitamina A e la vitamina K; mentre potassio, calcio e ferro compongono l'elenco dei sali minerali. Ottimo il contenuto in fibre e la sua digeribilità. Possiede meno di 20 calorie contenute in 100 g di prodotto. Per la presenza di una proteina allergizzante (Lac s 1) la lattuga può, se pur raramente, essere causa di allergia alimentare. Le lattughe, in diversa misura in funzione della varietà e della fase vitale della pianta, contengono in piccola quantità sostanze a moderata azione sedativa.

3.5 Esigenze pedoclimatiche

Le lattughe interrompono la loro crescita con temperature inferiori ai 6°C, ma possono sopportare per un breve periodo gelate fino a -2°C. Vengono coltivate su diversi tipi di terreno prediligendo, soprattutto nei mesi estivi, quelli con tessitura tendenzialmente argillosa.

3.6 Semina e trapianto

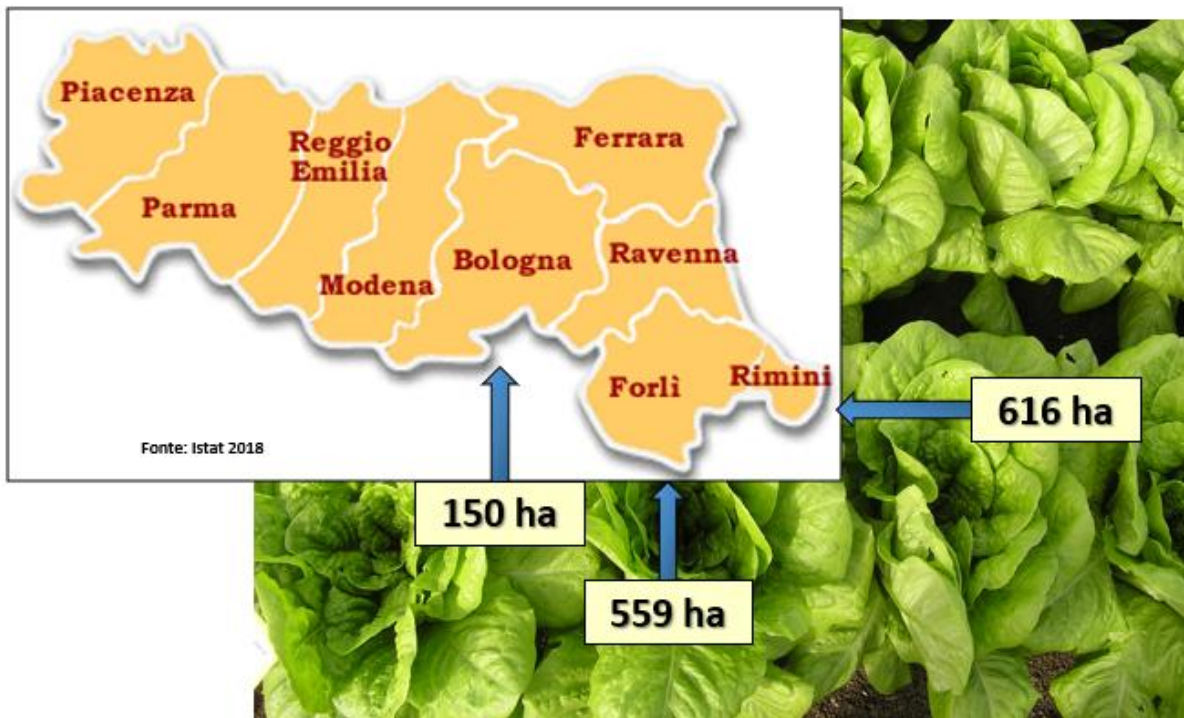
La semina va effettuata in semenzaio 20-40 giorni prima del trapianto e si utilizzeranno piantine con 2-3 foglie in primavera-estate o con 3-4 foglie in autunno. Tra le file si mantiene una distanza di 30-40 cm, mentre tra le piante 20-30 cm; le distanze variano in considerazione della gestione delle malerbe e quindi dei macchinari/attrezzi disponibili in azienda o dell'eventuale pacciamatura biodegradabile.



3.7 Aspetti commerciali. Produzioni ed investimenti/Ha di lattuga a pieno campo in Italia ed Emilia Romagna



Emilia-Romagna: 1.354 ha (8% superficie nazionale; 45% superficie Nord Italia)



Fino a qualche anno fa la lattuga iceberg spopolava soprattutto negli Stati Uniti dove di fatto è l'insalata per antonomasia; ma nell'ultimo decennio è esploso il consumo anche in Italia. Nel mercato italiano è sempre stato prevalente il prodotto importato dalla Spagna e dal Nord Europa, tanto che oggi l'iceberg contende il primato di insalata più venduta e consumata alla classica trocadero, tutta italiana, meglio nota come cappuccia. In Italia negli ultimi anni la popolarità della lattuga di IV gamma è in forte aumento, a discapito della lattuga a cespo. I prodotti tal quali, ovvero di prima gamma e che perciò richiedono una lavorazione da parte dell'acquirente, posti sui banchi di vendita stanno perdendo quote. Si va sempre più verso un prodotto/servizio che trova maggiore apprezzamento da parte del consumatore. Acquistare una confezione di IV gamma vuol dire portare a casa un prodotto già pronto e tante informazioni sulla tracciabilità. In Romagna, comunque, la commercializzazione della lattuga a cespo opportunamente confezionata è ancora preminente rispetto alla lattuga da IV gamma.

3.8 Gestione agronomica lattuga

La coltivazione di lattuga a pieno campo in Romagna è particolarmente intensa nella zona di San Mauro Pascoli, Savignano sul Rubicone, San Vito, Santa Giustina, Viserba e Torre Pedrera (bassa cesenate e alta riminese). Si tratta di una realtà completamente pianeggiante dove i campi sono per lo più disposti con sistemazione a prode, cioè gli appezzamenti sono leggermente baulati, divisi da scoline lungo i lati longitudinali. I lati brevi dei campi sono le testate: su una scorre la fossa di seconda raccolta, lungo l'altra la viottola che assicura la viabilità interna del podere. La larghezza dei campi varia dai 25-30 metri nei terreni poco permeabili ai 35-40 metri nei terreni più sciolti; mediamente la lunghezza si aggira sui 200 metri. Nella zona di San Mauro Pascoli e Savignano sul Rubicone i terreni sono tendenzialmente argillosi mentre nella zona litoranea di Santa Giustina, San Vito, Viserba e Torre Pedrera troviamo suoli più sabbiosi. Essendo la lattuga una coltura irrigua, la si può coltivare solo se c'è disponibilità idrica. Le varie aziende agricole hanno la possibilità di approvvigionarsi di acqua irrigua attraverso pompe di pescaggio disposte in fondo a pozzi artificiali (falde profonde 40-45 metri), prelevando dal CER (canale emiliano romagnolo) o da fiumi o canali di seconda raccolta. La vocazionalità zonale per la coltivazione della lattuga risiede nel fatto che c'è abbondante riserva idrica per poter soddisfare l'elevata esigenza idrica della coltura e soprattutto una tessitura del terreno particolarmente favorevole



(tendenzialmente argilloso) che permette una produzione ottimale anche in piena estate con alte temperature (il terreno irrigato si mantiene fresco per un tempo prolungato). Dalle analisi chimico-fisiche dei terreni dell'area interessata, risultano valori particolarmente positivi:

- sostanza organica: >2,5%;
- pH: 7,5;
- capacità scambio cationico: 30 m.eq./100 gr;
- % saturazione basica: psb > 40%;
- discreta dotazione di fosforo assimilabile (solubile) essendoci un pH subalcalino;
- sufficiente dotazione di potassio scambiabile;
- buona dotazione di mesoelementi (Mg-Ca-S);
- discreta dotazione di microelementi (Fe-Zn-Mn-Mo-Cu);
- bassa salinità nei terreni non ammendati con pollina fresca (conducibilità elettrica < 2 dSm⁻¹).

Tutte queste condizioni permettono di ottenere un prodotto con ottime qualità organolettiche (colore, lucentezza, croccantezza e sapidità).

3.8.1 Lavori preparatori

La pianta della lattuga a completa maturazione presenta un apparato radicale non troppo profondo con un fittone lungo massimo 20 cm e con parecchie radici avventizie laterali. E' sufficiente quindi un aratura leggera con una profondità massima di 25-30 cm. In alternativa all' aratura spesso si ricorre ad un altro tipo di lavorazione preparatoria consistente in una vangatura. Con questo tipo di lavorazione si evita il calpestio del terreno lavorato, non c'è suola di lavorazione, non si producono grosse zolle né si polverizza il terreno se asciutto né si impasta se troppo bagnato, facilitando e accelerando le lavorazioni successive minimizzando i tempi totali di preparazione del letto di semina o trapianto; questo elemento non è trascurabile visto che in zona l'intensività di coltivazione è molto spinta (fino a 3-4



trapianti e/o semine di colture orticole annue in successione). I lavori complementari consistono solitamente in erpicature, zappature ed eventuali rullature improntatrici. La tradizionale semina di lattuga in campo è stata abbandonata completamente circa trent'anni fa a discapito del trapianto utilizzando piantine in cubetto allo stadio di 3/4 foglie vere. Si utilizzano cubetti 3x3x3 nel trapianto a mano mentre cubetti 4x4x4 per il trapianto effettuato con agevolatrici o trapiantatrici meccaniche trainate o semoventi. Le piantine in cubetto vengono prodotte in vivai orticoli specializzati presenti numerosi in zona.

3.8.2 Sesto d'impianto

Le piantine vengono trapiantate solitamente ad una distanza di 33 centimetri tra le file e 27 centimetri sulla file per un investimento ad ha di 90000/110000 piantine: viene lasciato uno spazio centrale nell'appezzamento per favorire il passaggio delle macchine irroratrici per i trattamenti durante il ciclo.



Tipo di coltura	Distanza tra le file (cm)	Distanza sulle file (cm)	Densità n. piante/Ha
<i>Lattuga a pieno campo /terreno sabbioso</i>	35	35	81500
<i>Lattuga a pieno campo terreno medio impasto</i>	30-35	30-35	81500-111000
<i>Lattuga iceberg in tutti i terreni</i>	40	35-40	62500-71500

Tab. 1 sestì d'impianto lattuga

E' consigliabile appoggiare i cubetti all'interno di buchette create dai rulli improntatori, avendo cura che il colletto resti fuori terra; fare eseguire immediatamente un'irrigazione.

3.8.3 Lavorazioni post-trapianto

Essendo la lattuga piantata a file le lavorazioni consecutive consistono quasi esclusivamente in sarchiature che tendono a smuovere superficialmente il terreno interposto fra una fila di piante e l'altra. E' una operazione che può essere svolta meccanicamente con macchine sarchiatrici trainate o portate da trattori di piccole dimensioni con pneumatici stretti gonfiati a bassa pressione o a mano con semplici zappette o sarchielli. Gli effetti benefici della sarchiatura su lattuga sono molteplici:



- controllo delle erbe infestanti: le erbe infestanti competono con le piante di lattuga per l'acqua, gli elementi nutritivi e la luce. Quindi il principale obiettivo della sarchiatura è la distruzione delle erbe infestanti;
- riduzione dell'evaporazione: la sarchiatura è utile a ridurre le perdite di acqua per evaporazione tramite la formazione di uno strato smosso superficiale che va a rompere la crosta creando un effetto pacciamante che evita compattamento nei terreni argillosi;
- miglioramento dell'aerazione: uno degli effetti della sarchiatura è un più intenso ricambio gassoso tra suolo e atmosfera. C'è una maggiore ossigenazione delle radici e della microflora;
- aumento dell'infiltrazioni d'acqua: la sarchiatura favorisce l'infiltrazione dell'acqua piovana o irrigua.

In terreni compatti ad aerazione difettosa, come nella zona in oggetto, le sarchiature sono necessarie indipendentemente dalla presenza delle erbe infestanti.

3.8.4 Irrigazione

L'acqua è uno degli elementi più importanti delle piante e nelle insalate la sua percentuale può raggiungere il 90-95%. È indispensabile per la crescita e lo svolgimento dei processi fisiologici. Le colture l'assorbono dal terreno e la rilasciano nell'atmosfera con la traspirazione. La maggior parte dell'acqua traspirata è utilizzata sia per il raffreddamento (termoregolazione) che per una funzione di trasporto dei nutrienti e di idratazione dei tessuti. Per effettuare una corretta irrigazione bisogna

conoscere l'evapotraspirazione, ossia la combinazione dell'evaporazione del suolo e della traspirazione della coltura. L'evapotraspirazione si distingue in potenziale e reale: la prima è calcolata attraverso equazioni o modelli matematici oppure attraverso una coltura di riferimento come la *Festuca arundinacea*; la seconda rappresenta la perdita di acqua reale della coltura ed è inferiore a quella potenziale. Per passare da quella potenziale a quella reale si utilizza un coefficiente colturale (k_c) che dipende dalla specie, dalla copertura vegetale e dallo stadio di sviluppo. Il valore di questo parametro è influenzato sia dall'ambiente sia dallo sviluppo della coltura. La quantità di acqua da distribuire per ciascun intervento irriguo dipende dalla capacità di ritenzione idrica del terreno e dalla qualità dell'acqua. Molto importante è garantire un giusto rapporto tra acqua e aria, per favorire lo sviluppo delle radici e della pianta stessa. Per favorire la crescita della coltura bisogna intervenire quando la quantità di acqua si riduce fino alla soglia dell'acqua facilmente disponibile. Se il contenuto di acqua si abbassa oltre questo limite la pianta per assorbirla dal terreno deve consumare energia, riducendo la crescita. Le insalate in genere presentano apparati radicali superficiali e quindi capaci di esplorare una ridotta profondità del suolo; ciò significa che, rispetto a molte altre colture, bisogna intervenire con maggiore frequenza, ma comunque senza eccessi, che causano sempre un abnorme sviluppo di malattie e una crescita più lenta. Il numero d'interventi al giorno o per ciclo colturale, dipende dall'ambiente e dal tasso di crescita della coltura. La scelta del sistema irriguo, invece, dipende dall'organizzazione e dal grado di innovazione tecnologica dell'azienda. Come accennato in precedenza la lattuga è una coltura essenzialmente irrigua, quindi per poterla produrre è necessaria la presenza di falde acquifere, canali e fosse di raccolta dove prelevare l'acqua necessaria. Durante il periodo estivo con elevate temperature c'è un'intensa evapo-traspirazione, quindi risulta fondamentale irrigare assiduamente e costantemente soprattutto in certe fasi critiche del ciclo della pianta (post trapianto e fine ciclo). Le aziende in oggetto irrigano per aspersione utilizzando nella quasi totalità dei casi irrigatore splinker (o spruzzini) disposti su file in modo da essere sfalsati con un diametro di gittata variabile tra i 7 e i 10 metri. Si tratta di irrigatori a pioggia lentissima (meno di 3 mm/h). L'intensità della pioggia non deve mai superare la velocità di infiltrazione per consentire al suolo di assorbire l'acqua man mano che cade evitando il ristagno superficiale. Inoltre la pioggia non deve essere troppo intensa per non creare danni alla struttura sui terreni argillosi. Caratteristica molto importante di un irrigatore è l'uniformità di aspersione per cui



fondamentale è innaffiare in assenza o con poca presenza di vento. Spesso e volentieri si associa all'irrigazione anche la fertilizzazione con concimi idrosolubili.

3.8.4.1 Fertirrigazione

La fertirrigazione è una pratica agronomica attraverso la quale gli elementi nutritivi sono distribuiti mediante l'acqua di irrigazione. La distribuzione può avvenire sulla chioma (concimazione fogliare) o nel terreno/substrato in prossimità della pianta. Nella prima settimana dopo il trapianto, quando le plantule sono piccole, si distribuisce solo acqua, mentre nel corso della crescita si distribuiscono i fertilizzanti in funzione dello stato di crescita delle insalate. Pertanto, una buona gestione della fertirrigazione può essere effettuata conoscendo il ritmo di crescita e di assorbimento degli elementi nutritivi di una coltura, in modo da dosare la quantità di nutrienti da distribuire nell'arco del ciclo colturale, soddisfacendo le esigenze.

3.8.5 Gestione infestanti

Nella lattuga la competizione delle malerbe si esercita con sottrazione di luce, acqua, nutrienti, O₂ e CO₂. Le piante infestanti possono ospitare insetti dannosi che poi passano su quelle coltivate direttamente o indirettamente come vettori di virusi (es. *Tomato Spotted wilt virus*). Le infestanti possono essere limitate o controllate con mezzi indiretti agronomici di prevenzione e contenimento oppure con mezzi diretti di lotta: meccanici, fisici e chimici. Mezzi indiretti agronomici:

- avvicendamento colturale;
- opportuna sistemazione idraulica del terreno;
- lavorazioni accurate del terreno.

Mezzi diretti.

- Gli interventi con mezzi meccanici: sono lavorazioni preparatorie pre-trapianto; sarchiature (viste in precedenza); spazzolatura effettuata mediante attrezzi di recente introduzione per il controllo delle malerbe i cui organi lavoranti consistono in spazzole (dita ruotanti) che passando tra le fila di lattuga spazzolano superficialmente il terreno provocando l'estirpazione delle plantule infestanti.
- L'intervento fisico per eccellenza nei confronti delle infestanti consiste nella pacciamatura. Le aziende di grandi dimensioni che producono lattuga stanno approcciando il metodo della pacciamatura utilizzando film biodegradabili a base di amido di mais. Il colore più usato è il fumé (opaco-termico) che consente molteplici vantaggi tra cui riduzione evaporazione, riscaldamento del terreno nel periodo primaverile ed autunnale e l'evitare il ristagno idrico.

Chiaramente va fatta un'attenta valutazione fra costi e benefici. La stenditura del film biodegradabile viene effettuata con macchine trapiantatrici-stenditrici combinate di costo abbastanza elevato.

- Gli interventi con mezzi chimici consistono nell'uso di erbicidi. Nella lattuga si possono usare diserbanti non selettivi (o totali) tossici per qualsiasi specie vegetale, e selettivi aventi la caratteristica di essere innocui per la specie in oggetto e tossici per le specie infestanti. La selettività è dipendente da vari fattori:
 - le condizioni pedoclimatiche ovvero l'umidità terreno, le temperature dell'aria, l'esposizione, l'intensità luminosa;
 - formulazione del prodotto e sua applicazione;
 - stadio e sviluppo infestanti e della specie coltivata;
 - stadio nutrizionale e fitosanitario delle piante; piante malnutrite e poco sane sono più sensibili all'erbicida.

In base all' effetto che le dosi tecniche consigliate degli erbicidi hanno sulle malerbe le specie si classificano in:

- sensibili (completa inibizione);
- tolleranti (parziale inibizione);
- resistenti (nessuna inibizione).

In base al loro modo di azione gli erbicidi possono distinguersi come segue:

- ✓ **erbicidi di contatto:** danneggiano solo i tessuti con cui vengono a contatto con conseguente effetto acuto e deperimento della parte aerea della pianta;
- ✓ **erbicidi per traslocazione:** sono quelli che entrano in circolo all'interno della pianta determinando turbe metaboliche;
- ✓ **erbicidi residuali:** si applicano al terreno ed agiscono contro la germinazione dei semi delle infestanti, l'azione fitotossica è più o meno prolungata;

Epoche d'intervento: momento dell'esecuzione dell'intervento con riferimento al ciclo delle piante in coltivazione:

- ❖ **diserbo pre-trapianto:** si effettuano in assenza di coltura prima del trapianto utilizzando un diserbante ad azione totale volto a rinettare il terreno dalle malerbe e/o un diserbante selettivo residuale (i principi attivi necessitano di essere interrati essendo fotolabili o volatili);
- ❖ **diserbo post-trapianto:** si esegue su coltura già trapiantata e con erbicidi ad azione selettiva di contatto o sistemici ad assorbimento fogliare; i trattamenti

post-emergenza hanno l'apprezzabile vantaggio di poter essere fatti a ragion veduta. Questo intervento viene eseguito nel caso in cui non venga effettuato il diserbo pre-trapianto e/o in caso di scarso risultato di quest'ultimo.

EPOCA	INFESTANTI	SOSTANZA ATTIVA	NOTE
<i>Pre-semina e pre-trapianto</i>	Graminacee e Dicotiledoni	Glifosate(1) Benfluralin	(1)con formulati al 30,4% dose massima 3t/Ha
<i>Pre-trapianto</i>	Graminacee e Dicotiledoni Galinsoga	Pendimetalin Oxadiazon(2)	(2)non ammesso in coltura protetta
<i>Pre-semina, pre-trapianto, post-semina, post-trapianto</i>	Graminacee annuali e Dicotiledoni	Propizamide	Attenzione alle colture successive
<i>Post-emergenza, post-trapianto</i>	Graminacee	Propaquizafop Quizalofop-p-etile	

Tab, 2 Diserbo lattuga tratto dal disciplinare di produzione integrata Regione Emilia-Romagna.

3.9 Fertilizzazione lattuga

3.9.1 Esigenze nutrizionali lattuga

La concimazione è una pratica agronomica spesso sottovalutata ed effettuata in modo approssimativo, in quanto anche gli errori più grossolani sono difficilmente visibili a livello colturale. La disponibilità degli elementi nutritivi per la coltura è la risultante dell'interazione di molteplici fattori biotici e abiotici in un determinato contesto pedologico e climatico. Per effettuare una corretta concimazione bisogna conoscere la dotazione e la biodisponibilità degli elementi nutritivi nel terreno, le asportazioni colturali degli stessi, l'indice di raccolta e il metabolismo della coltura in funzione delle caratteristiche termiche. Nell'ambito della concimazione, notevole attenzione deve essere riservata a quella azotata e in particolare alla forma nitrica che, non essendo trattenuta dai colloidali del terreno, può essere persa per lisciviazione. Un'eccessiva distribuzione di azoto nitrico può spesso causare problemi ambientali come l'inquinamento delle falde acquifere e/o delle acque superficiali (Direttiva UE 96/676). Nel caso delle insalate, a differenza di altre colture agrarie, la gestione dei nitrati deve avvenire sotto stretto controllo agronomico per evitare che, una volta assorbiti, si accumulino nelle foglie compromettendone la qualità commerciale. Infatti la legge

ha stabilito precisi limiti per la commercializzazione di questa coltura, differenziati a seconda dell'ambiente di coltivazione (in pieno campo o in serra) e del periodo stagionale (Direttiva UE 2006/1881). Bisogna quindi mettere in campo tutte le strategie necessarie per ridurre la quantità di nitrati/nitriti su lattuga in quanto tossici per il nostro organismo.

Prodotto	Periodo di raccolta	NO₃⁻ (mg/kg p.f.)
<i>Lattuga (tranne iceberg)</i>	Dal 1° ottobre al 31 marzo	
	Coltivata in pieno campo	4500
	Dal 1° aprile al 30 settembre	
	Coltivata in pieno campo	2500
<i>Lattuga del tipo iceberg</i>	Tutto l' anno	
	Coltivata in pieno campo	2000

Tab. 3 Tenore massimo di nitrati nelle foglie di lattuga nei diversi periodi dell'anno in pieno campo (Direttiva UE, 1881/2006).

3.9.2 Asportazioni colturali

La concimazione deve essere effettuata considerando le asportazioni delle colture, la corretta quantità di elementi fertilizzanti rilasciati dai residui colturali, gli apporti biotici e abiotici, le perdite per denitrificazione e di quelle per lisciviazione. Le asportazioni sono calcolate considerando la biomassa prodotta, pertanto sono molto variabili in funzione della zona di coltivazione (interazione tra caratteristiche del terreno e ambiente) e della base genetica delle diverse specie. Tutti questi fattori portano a determinare asportazioni diverse per le stesse specie.

Coltura	Rese t/ha	N Kg/ha	P₂O₅ Kg/ha	K₂O Kg/ha	Ca Kg/ha	Mg Kg/ha
<i>Lattuga (Lactuca sativa L.)</i>	35	80,5	28	168	–	–
	40	88	40	200	–	–
<i>Lattuga cappuccio (Lactuca sativa L. var. capitata)</i>	30	130	60	180	–	–
	25	55	20	120	25	6

Tab.4 Rese e asportazioni di nutrienti dell' insalata destinata al consumo fresco.

3.9.3 Concimazione

La concimazione è una pratica agronomica che deve essere coordinata e gestita in funzione della coltura. Oltre alla quantità di concime da apportare, devono essere determinati anche i tempi e le modalità di distribuzione.

3.9.3.1 Concimazione organica

Una buona dotazione di sostanza organica nel terreno è fondamentale per il mantenimento di una struttura del terreno atta a garantire:

- il giusto equilibrio tra porosità e ritenzione idrica;
- una maggiore capacità di scambio cationico;
- una più varia e attiva microflora, capace di meglio mineralizzare la sostanza organica e apportare elementi nutritivi per le piante.

Un terreno è considerato ben dotato quando possiede un contenuto di sostanza organica compreso tra l'1,5 e il 3%. I terreni destinati a colture orticole sono molto più suscettibili alla perdita di sostanza organica a causa delle lavorazioni frequenti. Le arature e ancor più le fresature e sarchiature, in particolare, favoriscono una forte ossigenazione del terreno con conseguente riduzione della sostanza organica e perdita accentuata, nel periodo estivo, dal fenomeno di eremacausi. Per questo motivo bisogna ricorrere all'apporto periodico di sostanza organica al fine di mantenere nel tempo un'adeguata concentrazione. Laddove è possibile si ricorre al letame, purché sia ben maturo, onde evitare l'apporto di semi di infestanti. Purtroppo, dato il costo e la carenza di un mercato attivo per il letame costringe gli agricoltori all'acquisto di prodotti organici pellettati come stallatico, con un apporto di carbonio organico variabile dal 30 al 50%. Il problema del reperimento della sostanza organica è ancor più sentito dalle aziende biologiche, data la carenza di questo prodotto "biologico". Le aziende orticole biologiche sono costrette a mantenere il contenuto di sostanza organica mediante l'uso di pellettati certificati e attraverso la programmazione di sovesci. Le colture da sovescio utilizzabili appartengono



principalmente alle famiglie delle Graminacee, Leguminose e Brassicacee. Il sovescio migliora le proprietà fisiche e chimiche del terreno, riduce la lisciviazione dei nitrati, limita l'erosione e la crescita delle infestanti; inoltre, mediante alcune specie può contenere lo sviluppo di patogeni e parassiti per il rilascio di sostanze biocide. I sovesci di leguminose possono rendere disponibili fino a 70-80 kg N ha⁻¹.

3.9.3.2 Concimazione azotata

L'azoto ha un'importanza fondamentale essendo un componente essenziale delle proteine e degli acidi nucleici, le due principali classi di macromolecole biologiche. Le piante soddisfano il proprio fabbisogno di questa sostanza assorbendo prevalentemente azoto nitrico, che rappresenta la forma chimica più abbondante nella soluzione circolante del terreno. L'organizzazione dell'azoto nei sistemi biologici è accompagnata dalla sua riduzione ad ammonio (NH₄⁺) e dall'incorporazione nei composti organici sotto forma di gruppo amminico o ammidico. Lo ione nitrico, una volta assorbito dalla pianta, è traslocato dalle radici alle foglie, dove avviene la principale riduzione dapprima a nitrito, poi ad ammonio. Alcune specie vegetali effettuano l'assimilazione direttamente nelle radici. La riduzione di nitrato ad ammonio è effettuata dalle piante per mezzo di una via metabolica composta da due principali tappe, conosciuta come "assimilazione del nitrato". La nitrato reductasi aumenta la sua attività in funzione della concentrazione dello ione assorbito (NO₃⁻) e dell'intensità della radiazione luminosa. Il lento accrescimento della pianta nei mesi invernali provoca accumuli di quantità di nitrato superiori rispetto a quelle registrate durante l'estate, visto che d'inverno il fotoperiodo è ridotto rispetto al periodo estivo. Qualora l'assorbimento di NO₃⁻ superi l'assimilazione, esso si accumula nelle cellule. Numerosi sono i fattori che influenzano l'accumulo di nitrato; tra questi rivestono maggiore importanza quelli genetici, ambientali e colturali. Per ridurre l'accumulo di nitrati nelle coltivazioni a pieno campo sono da preferire concimi a lento rilascio e/o ammoniacali. In dipendenza della fase fenologica della coltura della lattuga si possono utilizzare concimi semplici azotati diversi del tipo urea, solfato ammonico e nitrato ammonico. Il solfato ammonico, avendo una reazione tendenzialmente acida, deve essere preferito nei suoli alcalini e/o sub alcalini. L'azoto ammoniacale viene distribuito durante il periodo primaverile ed autunnale, quando avvengono solitamente intense e frequenti precipitazioni, per evitare problemi di dilavamento. In caso di visibili carenze, i concimi nitrici sono più adatti a risolvere i problemi visto la loro prontezza d'azione.

3.9.3.3 Concimazione fosfatica e potassica

Il fosforo e il potassio sono poco mobili nel terreno. Il primo non ha problemi di lisciviazione, mentre il secondo può essere lentamente allontanato in terreni sabbiosi o comunque molto porosi. Il fosforo nel suolo è presente sotto forma organica e minerale (le forme minerali più diffuse sono quelle di calcio, ferro ed alluminio). Le riserve del suolo sono costituite principalmente dalle forme insolubili. Il potassio, invece, è trattenuto dal terreno dai complessi di scambio e rilasciato alla soluzione circolante man mano che le piante lo assorbono. Nei piani di concimazione delle orticole questi due elementi nutritivi sono generalmente distribuiti all'impianto. La concimazione fosfatica e potassica deve essere effettuata considerando la dotazione del terreno e il fabbisogno delle colture. Le quantità di concime devono essere determinate in modo da rilasciare nel suolo una sufficiente e buona dotazione dei due elementi nutritivi. I concimi fosfatici attualmente disponibili sono il perfosfato semplice e il perfosfato triplo. Tra i concimi potassici invece possono essere utilizzati il solfato e il cloruro di potassio. In commercio esistono anche concimi binari PK che apportano entrambi gli elementi nutritivi. La scelta dell'uso di concimi semplici o composti deriva dalla disponibilità nel suolo e dai fabbisogni delle colture. In generale, comunque, le piante non hanno mai un assorbimento costante e proporzionale ai titoli dei concimi composti presenti in commercio. Pertanto, utilizzando questi concimi, è facile incorrere in una concimazione eccedente o insufficiente per uno dei due elementi apportati.

3.9.3.4 Criteri per la concimazione

La lattuga ha un apparato radicale superficiale che non supera i 20 cm di profondità; di conseguenza, la disponibilità di elementi nutritivi e di acqua deve interessare questo strato di terreno. Dal punto di vista termico la lattuga ha uno zero di vegetazione pari a 6 °C; pertanto, le concimazioni a base di azoto nitrico in copertura devono essere effettuate quando le minime termiche giornaliere sono superiori a questa soglia, altrimenti le piante non assorbono il nitrato e le eventuali piogge, nei periodi inverno-primaverili, allontanano l'elemento fertilizzante, che si perde per lisciviazione. La lattuga si avvantaggia di un buon contenuto della sostanza organica nel terreno, con valori del 3-4%. Sperimentalmente è stato osservato che il 70% degli elementi nutritivi viene assorbito nei 20-30 giorni che precedono la raccolta. La quantità di concimi da distribuire deve essere determinata in funzione del piano di concimazione e dei vincoli vigenti (Direttiva 91/676 e disciplinari di produzione regionali) nella zona dove viene effettuata la coltivazione. Il fabbisogno di azoto è generalmente distribuito per un terzo in preimpianto e per due terzi in copertura. Il fosforo e il potassio, invece, sono distribuiti totalmente in preimpianto.

Note decrementi		Note incrementi
Quantitativo di AZOTO da sottrarre (-) alla dose standard in funzione delle diverse condizioni:	Apporto di AZOTO standard in situazione normale per una produzione di: 26-38 t/ha: DOSE STANDARD: 110 kg/ha di N	Quantitativo di AZOTO che potrà essere aggiunto (+) alla dose standard in funzione delle diverse condizioni. Il quantitativo massimo che l'agricoltore potrà aggiungere alla dose standard anche al verificarsi di tutte le situazioni è di: 30 kg/ha:
<p>20 kg: se si prevedono produzioni inferiori 26 t/ha;</p> <p>20 kg: in caso di apporto di ammendante alla coltura in precessione;</p> <p>20 kg: in caso di elevata dotazione di sostanza organica;</p> <p>15 kg: in caso di successione a leguminosa annuale;</p> <p>20 kg: dal terzo ciclo in poi in caso di cicli ripetuti.</p>		<p>20 kg: se si prevedono produzioni superiori a 38 t/ha;</p> <p>20 kg: in caso di scarsa dotazione di sostanza organica;</p> <p>30 kg: in caso di successione ad un cereale con paglia interrata;</p> <p>15 kg: in caso di forte lisciviazione dovuta a surplus pluviometrico in specifici periodi dell'anno (es. pioggia superiore a 300 mm nel periodo dal 1 ottobre al 28 febbraio).</p> <p>20 kg: in caso di forti escursioni termiche e precipitazioni anomale durante la coltivazione (dati bollettino).</p>

Tab.5 Piano concimazione azotata lattuga - Disciplinare Regione Emilia Romagna

Note decrementi		Note incrementi
Quantitativo di P2O5 da sottrarre (-) alla dose standard:	Apporto di P2O5 standard in situazione normale per una produzione di: 26-38 t/ha: DOSE STANDARD	Quantitativo di P2O5 che potrà essere aggiunto (+) alla dose standard:
15 kg: se si prevedono produzioni inferiori a 26 t/ha; 10 kg: in caso di apporto di ammendante alla coltura in precessione; 20 kg: dal terzo ciclo in poi in caso di cicli ripetuti.	70 kg/ha: in caso di terreni con dotazione normale; 90 kg/ha: in caso di terreni con dotazione scarsa; 50 kg/ha: in caso di terreni con dotazione elevata.	15 kg: se si prevedono produzioni superiori a 38 t/ha; 10 kg: in caso di basso tenore di sostanza organica nel suolo; 20 kg: per semine e/o trapianti effettuati prima del 5 maggio.

Tab. 6 Piano concimazione fosfatica lattuga – Disciplinare Regione Emilia Romagna

Note decrementi		Note incrementi
Quantitativo di K2O da sottrarre (-) alla dose standard:	Apporto di K2O standard in situazione normale per una produzione di: 26-38 t/ha: DOSE STANDARD	Quantitativo di K2O che potrà essere aggiunto (+) alla dose standard:
30 Kg: se si prevedono produzioni inferiori a 26 t/ha; 30 kg: in caso di apporto di ammendante alla coltura in precessione; 20 kg: dal terzo ciclo in poi in caso di cicli ripetuti.	150 Kg/ha: in caso di terreni con dotazione normale; 220 Kg/ha: in caso di terreni con dotazione scarsa; 80 Kg/ha: in caso di terreni con dotazione elevata.	30 Kg: se si prevedono produzioni superiori a 38 t/ha.

Tab. 7 Piano concimazione potassica lattuga – Disciplinare Regione Emilia Romagna

3.10 Avversità biotiche

La Lattuga negli ultimi anni ha visto, soprattutto in alcune aree geografiche, tra cui l'Italia, un notevole incremento delle superfici coltivate anche grazie al successo riscosso dalle produzioni destinate alla cosiddetta quarta gamma. Tale intensificazione colturale non poteva non portare alla comparsa di problemi fitopatologici nuovi, talvolta anche assai gravi. La risoluzione di tali problemi pone non poche difficoltà in un settore sempre più orientato verso la produzione seguendo le norme dell'agricoltura biologica. La globalizzazione delle produzioni porta a un continuo movimento di materiale vegetale da una zona all'altra dei diversi continenti, con il conseguente facile trasferimento e ingresso di nuovi parassiti. Anche l'adozione di tecniche colturali innovative comporta una profonda modificazione delle tecniche di lotta. Per questi aspetti, il panorama fitopatologico di queste colture è in continua, rapidissima evoluzione. Facciamo ora una rapida carrellata delle malattie della lattuga considerando criticità, sintomi e caratteristiche principali senza soffermarci sulla biologia ed epidemiologia. Il patogeno *Fusarium Oxysporum f.sp. lactucae*, oggetto principale della tesi, verrà ampiamente sviscerato in tutti suoi aspetti nei capitoli seguenti.

3.10.1 Malattie fungine

3.10.1.1 *Verticillium dahliae*

E' stato osservato, per la prima volta nel nostro Paese, in Emilia e Piemonte nell'autunno 2006 su piante adulte della tipologia cappuccio, alla fine del ciclo produttivo, in prossimità della maturazione commerciale. Sono da considerare a rischio di attacco le piante allevate in sistemi colturali per la produzione di lattughe da cespo e non quelle coltivate per la quarta gamma. I sintomi osservati a carico delle piante colpite consistono in clorosi fogliare, riduzione dello sviluppo e imbrunimento dei tessuti vascolari. Al momento, gli attacchi del patogeno non sono di particolare gravità e sono limitati a poche aree di coltivazione.



3.10.1.2 *Sclerotinia minor* e *S. sclerotiorum*

Il marciume del colletto colpisce le piante in tutti gli stadi di sviluppo, ma è dannoso soprattutto su piante adulte, prossime alla maturazione commerciale. Le infezioni partono dalle foglie più vecchie, a contatto con il terreno, interessando soprattutto il colletto e producendo in pochi giorni il disfacimento molle dei tessuti. Le foglie più esterne ingialliscono, avvizziscono e marciscono. La rapida distruzione dei tessuti può portare al distacco della parte aerea dal fittone oppure può interessare l'interno del cespo, che si trasforma in una massa molle. Le parti colpite vengono ricoperte da un feltro bianco sul quale si distinguono sclerozi, masse globose inizialmente



grigiastre e mollicce, in seguito nere e consistenti, di dimensioni variabili da pochi millimetri a 1 cm (foto). Gli attacchi di *Sclerotinia spp.* si accompagnano spesso a quelli di *Botrytis cinerea*.

3.10.1.3 *Rhizoctonia solani*

Provoca un marciume basale i cui sintomi compaiono soprattutto su piante adulte, iniziando sulle foglie basali a contatto con il terreno. Gli attacchi possono essere presenti anche in vivaio con morie delle piantine. Il marciume colpisce le lamine fogliari, con comparsa di necrosi sulle nervature principali e sui piccioli. L'alterazione da *R. solani* in genere non interessa il fusto. Sugli organi colpiti, in particolare sulla base dei piccioli fogliari, il patogeno può formare talvolta ragnatele di ife e sclerozi piatti di colore bruno. La malattia, grave nelle colture estive ed estive autunnali, è favorita dal clima caldo umido, da eccessi di acqua e di azoto.

3.10.1.4 *Botrytis cinerea*

Causa della classica muffa grigia, determina la comparsa di marciumi e imbrunimento dei cespi, che in seguito si ricoprono del micelio e delle fruttificazioni di colore grigio. Su lattuga sono state recentemente segnalate infezioni latenti e sistemiche di *B. cinerea* come conseguenza della presenza del patogeno sui semi.

3.10.1.5 *Bremia lactucae*

La peronospora della lattuga è una malattia diffusa nelle regioni e nei periodi a clima fresco e



umido. Le piante colpite presentano sulla pagina superiore delle foglie macchie giallastre, che si ricoprono sulla pagina inferiore di un'efflorescenza biancastra costituita dai conidiofori e dai conidi del fungo. In Italia la malattia interessa soprattutto le colture autunno invernali, divenendo dannosa soprattutto nelle annate molto piovose. Il patogeno presenta una specializzazione biologica molto spinta, con la presenza di diverse razze

fisiologiche, e può conservarsi sui semi.

3.10.2 Batteriosi

Tra le numerose malattie batteriche segnalate su lattuga, sono importanti soprattutto quelle causate

da *Pseudomonas cichorii* e *Xanthomonas campestris pv.*

vitians, patogeni trasmessi per seme. *P. cichorii* è presente

talora in forma grave in numerose zone di coltura italiane

e determina la comparsa di macchie giallastre e brune che

si fondono a formare lesioni allungate lungo le nervature

centrali. *X. campestris pv. vitians* provoca la comparsa di

lesioni fogliari simili a quelle causate da *P. cichorii*,

nonché di marciume del fusto.



3.10.3 Pratiche colturali repressive

Nel caso dei patogeni terricoli, una pratica agronomica interessante è rappresentata dal sovescio di

piante ad azione biocida con l'incorporazione nel terreno di grandi quantità di biomassa fresca.

Questa tecnica è molto interessante negli avvicendamenti colturali, infatti la coltivazione di specie

appartenenti alla famiglia delle Brassicacee permette l'apporto al terreno di sostanze a elevata

azione fungitossica (l'argomento verrà ripreso in seguito nel caso di studio) . Altra pratica

interessante consiste nell'osservanza scrupolosa di alcune norme igieniche essenziali. Risulta di

facile attuazione e di estrema utilità nel caso di colture protette mentre è di più difficile applicazione

in pieno campo.

3.10.4 Difesa fisica

La possibilità dell'impiego della disinfestazione fisica del terreno con l'uso del vapore è tra le strategie di difesa dai patogeni tellurici che riscuotono un crescente interesse a seguito della revoca e/o limitazioni di alcuni fumiganti. Tuttavia, numerose sono le problematiche di natura tecnica ed economica che rendono difficile tale pratica in trattamenti di pieno campo. I risultati relativi al contenimento dei patogeni tellurici in condizioni controllate evidenziano come l'iniezione di vapore in profondità risulti la tecnica più efficiente, rispetto all'impiego del trattamento in superficie con piastra, nel ridurre la sopravvivenza delle strutture di resistenza di agenti di fusariosi e dei propaguli di *Rhizoctonia solani*. Un altro metodo fisico è rappresentato dalla solarizzazione, che risulta assai interessante per la disinfezione del terreno nelle aree geografiche in cui i suoli possono raggiungere temperature sufficienti a devitalizzare i principali parassiti terricoli (e semi di infestanti) quando il trattamento è applicato per 4 settimane. La solarizzazione può, con successo, essere combinata con l'uso di dosi ridotte di fumiganti, con mezzi biologici e con la biofumigazione. Purtroppo il suo impiego pratico trova forte ostacolo a causa della necessità di sospendere la coltura per un mese, periodo questo in cui la coltivazione della lattuga è in pieno.

3.10.5 Difesa chimica

L'impiego di mezzi chimici, che ha svolto un ruolo fondamentale in passato, trova attualmente crescenti restrizioni normative comportando gradualmente la perdita di prodotti registrati per l'impiego su colture che sono considerate minori a livello mondiale e all'adozione di normative sempre più restrittive per la registrazione di nuovi agrofarmaci. La presenza di pochi principi attivi registrati, e quindi limitati meccanismi d'azione diversi, facilitano l'insorgenza di resistenze da parte dei patogeni nei confronti dei pochi fungicidi che rimangono disponibili. Per evitare pertanto, in futuro, il diffondersi delle resistenze ai fungicidi, è estremamente importante che l'orticoltore acquisisca sempre più la consapevolezza dell'esigenza di alternare l'impiego di quei pochi fungicidi dotati di un diverso meccanismo di azione. Ad esempio, azoxystrobin e pyraclostrobin + boscalid hanno fornito risultati interessanti per il contenimento di *Phoma exigua* su lattuga, quando applicati come trattamenti fogliari immediatamente dopo il trapianto. Trattamenti fogliari con prodotti a base di rame, applicati in vivaio su piante di lattuga ottenute da semi infetti da *X. campestris pv. vitians*, hanno fornito un significativo contenimento della batteriosi in coltura protetta. Molti orticoltori fanno ricorso anche alla disinfestazione chimica del terreno. Tra i prodotti disponibili a questo scopo, possiamo citare i precursori di isotiocianato metile (metham sodio, metham potassio, dazomet e DSDM), che sono applicati mediante iniezione od irrigazione. La scelta del fumigante

va effettuata in funzione del problema fitopatologico da affrontare, del tipo di terreno da trattare, dell'epoca del trattamento oltre che, naturalmente, del costo dello stesso. Temperatura, umidità, struttura e condizioni fisiche del terreno sono tutti fattori critici nell'impiego efficace dei fumiganti. La disinfestazione chimica del terreno può determinare, inoltre, squilibri microbiologici: per esempio, nel caso in cui si operi in terreni "repressivi", è stato dimostrato che interventi con dosi elevate di fumiganti possono ridurre fortemente questo fenomeno positivo (si può creare il famoso effetto collaterale **vuoto biologico**). Va ricordato che l'impiego di alcuni fumiganti non è previsto dai disciplinari in vigore per le produzioni integrate ed è del tutto vietato in coltivazioni biologiche. Diversi fungicidi distribuiti durante il ciclo colturale possono avere l'effetto collaterale di una disinfezione parziale dello strato superficiale del terreno.

3.10.6 Difesa microbiologica

Purtroppo ancora pochi sono i microrganismi registrati come agrofarmaci utilizzabili nella pratica. Tra i pochi mezzi biologici disponibili o vicini alla registrazione, attivi contro patogeni tellurici, si citano forme saprofiti di *Fusarium*, isolate da terreni repressivi e attive contro agenti di fusariosi e ceppi di *Trichoderma* risultati parzialmente efficaci nei confronti della fusariosi della lattuga. Sempre per la lotta a funghi terricoli sono stati selezionati ceppi di *Trichoderma harzianum* e *Gliocladium virens* attivi contro specie di *Pythium* e *Phytophthora* e contro *Rhizoctonia solani*. Tra i pochi microrganismi in uso va ricordato anche un ceppo di *Streptomyces griseoviride*, isolato da torba di sfagno, che presenta una certa efficacia, seppur variabile, nei confronti di agenti di marciumi radicali e il microrganismo *Pythium oligandrum* micoparassita attivo contro *Botrytis sp* e *Sclerotinia sp*.

3.10.7 Sostanze naturali

Esistono sostanze prodotte naturalmente dalle piante o da microrganismi che rappresentano, comunque, un'enorme riserva di molecole potenzialmente dotate di attività biocida. Ci sono poi alcuni sali minerali (silicato di sodio e di potassio, bicarbonato di sodio e di potassio, fosfiti) che presentano un'attività fungicida interessante, anche se non sempre chiarita nei suoi meccanismi. Il crescente interesse creatosi, in particolare, attorno ai prodotti di origine naturale sta stimolando un'intensa sperimentazione che consentirà di valutare realisticamente le possibilità di impiego di questi prodotti naturali. Ottimi ed importanti risultati si stanno ottenendo con l'uso di sostanze naturali dotate di capacità d'indurre resistenze endogene nelle piante (induttori di resistenza: es. chitosano).

3.10.8 Considerazioni conclusive

Le orticole da foglia, rappresentano un ulteriore esempio di come l'intensificazione colturale possa portare alla frequente insorgenza di nuovi problemi fitopatologici, di non facile soluzione in un contesto caratterizzato dalla conversione delle produzioni verso tecniche più sostenibili (produzioni biologiche) e da una sempre più limitata disponibilità di mezzi chimici di difesa. Di non secondaria importanza è poi la diffusione di gravi patologie mediante semente già infetta. Come verrà evidenziato successivamente, appare molto importante il ricorso a tutte quelle tecniche che permettono di ridurre fortemente il rischio di trasmissione per seme delle malattie. E' sicuramente importante avere la disponibilità di tecniche diagnostiche utilizzabili per evidenziare rapidamente l'eventuale presenza di patogeni. L'uso, quindi, di seme sano e/o opportunamente trattato con le varie opzioni disponibili, rappresenta un pilastro delle strategie di difesa integrata. Un grosso aiuto può essere fornito dalla diagnostica molecolare e dagli studi filogenetici attuabili con tecniche di biologia molecolare. Per esempio, gli studi condotti sull'agente della fusariosi della lattuga hanno permesso di confermare che gli isolati rinvenuti in Italia sono sostanzialmente identici a quelli ritrovati in Giappone e negli Stati Uniti d'America e di conseguenza l'impostazione della lotta può essere identica. L'impiego della resistenza genetica è una strategia fondamentale e facilmente combinabile con altri mezzi di difesa ed è, infatti, già ampiamente utilizzata su lattuga per la difesa da *Bremia lactucae* e parzialmente per la lotta a *Sclerotinia minor*. La disinfezione del terreno rientra, comunque, tra le strategie di difesa potenzialmente adottabili nella lotta a tutti i patogeni terricoli: la scelta è tuttavia vincolata, come già detto, a fattori economici, tecnici e normativi. Di grande importanza sono tutti gli interventi agronomici volti a contenere l'incremento del potenziale di inoculo dei parassiti nel terreno e a creare condizioni ambientali sfavorevoli per le infezioni fogliari. È facile, infatti, prevedere che in un contesto di limitata disponibilità di mezzi chimici sarà sempre più necessario fare ricorso a metodi agronomici e genetici per contenere gli attacchi dei parassiti agenti di malattie fogliari e radicali.

3.11 Parassiti animali

Trattandosi di ortaggi da foglia, gli attacchi da parte di avversità del regno animale, a carico soprattutto della parte aerea, riescono a comprometterne in parte o del tutto il valore commerciale. Le diverse tipologie di insalate presentano un diverso grado di suscettibilità agli attacchi degli insetti, legato alle caratteristiche intrinseche varietali, all'ambiente nel quale sono coltivate e al periodo stagionale in cui avviene il loro ciclo vegetativo. Ai danni diretti arrecati dagli insetti, in alcuni ambienti e in alcuni periodi stagionali si associano quelli indiretti degli afidi e dei tripidi che,

con le loro punture, riescono a trasmettere virus in modo semipersistente o persistente. Considerate la brevità del ciclo di questi ortaggi, l'imprevedibilità e la rapidità degli attacchi di alcune specie di insetti, è necessario controllare costantemente le coltivazioni al fine di adottare tempestivi provvedimenti atti a evitare e/o a contenere i danni da esse arrecati. Le specie di insetti che danneggiano le insalate appartengono ai più importanti ordini entomologici; alcune di esse attaccano l'apparato radicale mentre altre, più numerose, vivono sulla parte aerea. Passiamo velocemente in rassegna i principali parassiti che attaccano la lattuga senza soffermarci sul ciclo di ognuno ma evidenziando soprattutto i sintomi e di conseguenza i danni che manifestano alla coltura.

3.11.1 Insetti dannosi per l'apparato radicale

Trattasi di specie che possono danneggiare l'apparato radicale determinando erosioni e causando la morte della pianta, oppure che si nutrono attraverso un'attività di suzione della linfa, nel qual caso rallentano lo sviluppo del cespo e ne inducono talvolta l'avvizzimento. Ai danni diretti si accompagnano talora quelli indiretti in quanto le lesioni compiute da insetti con apparato boccale masticatore (nottue terricole, elateridi e melolontini) possono favorire l'insediamento di fusariosi (*Fusarium oxysporum f. sp. lactucae*).

3.11.1.1 Danni provocati dagli insetti terricoli:

- sottrazione di linfa da parte degli afidi radicicoli;
- rallentamenti vegetativi e avvizzimento della parte aerea;
- erosioni radicali e al colletto, troncamento del cespo con morte delle piante;
- insediamento di agenti tracheomicotici attraverso le ferite causate dagli insetti con apparato boccale masticatore.

3.11.1.2 Afide ceroso delle radici (*Pemphigus bursarius*)

Maggiormente danneggiate dall'afide risultano essere le lattughe dei cicli di coltivazione del periodo compreso tra la tarda primavera e l'autunno, in quanto esposte alle colonizzazioni da parte delle femmine alate provenienti dai pioppi. Può riprodursi solo su lattughe e cicorie attraverso generazioni partenogenetiche, svolgendo in tal modo un anolociclo. Le sue colonie producono una secrezione cerosa bianca e fioccosa.

3.11.1.3 Agrotidi (*Agrotis ipsilon*, *Agrotis segetum*)

Per l'eterogeneità degli stadi svernanti, nel corso della stagione possono essere presenti tutti gli stadi di sviluppo del lepidottero. Le due nottue depongono le uova, isolate o in piccoli gruppi, sulle foglie che toccano il terreno, talora sulla vegetazione verde o disseccata di piante spontanee e addirittura sul terreno umido e recentemente lavorato. Le larve vivono, fino alla terza o quarta età, sulla parte aerea alimentandosi durante le ore diurne; in seguito



divengono lucifughe e si interrano per poi compiere nottetempo erosioni al colletto delle piante. Raggiunta la maturità, attraversando 6-8 stadi per *A. ipsilon* e 6 per *A. segetum*, si incrisalidano nel terreno entro una cella i cui granelli terrosi sono tenuti insieme solo dalle secrezioni boccali prodotte dalla larva.

3.11.1.4 Elateridi (*Agriotes sp.*)

Comprendono diverse specie, le più comuni delle quali sono rappresentate da *Agriotes sordidus*, *A. litigiosus*, *A. brevis* e *A. lineatus*. Le uova sono deposte in piccoli gruppi negli strati superficiali dei terreni umidi e ricchi di vegetazione e ogni femmina riesce a deporre quasi un centinaio. Le larve sono cilindriche, allungate, con tegumento coriaceo, di colore giallastro. Per la loro somiglianza a pezzi di filo di ferro, sono conosciute come “ferretti”. Gli attacchi larvali su piante giovani ne causano la morte, riducendo conseguentemente la densità d'investimento; quelli su piante più sviluppate



ne ritardano l'accrescimento. Le larve sono molto sensibili alle condizioni di umidità e di temperatura del terreno. Considerate le frequenti irrigazioni cui sono sottoposte le coltivazioni delle insalate, le larve riescono a trovare continuamente condizioni ideali per permanere negli strati superficiali del terreno e compiere gli attacchi alla parte ipogea delle piante anche durante il periodo estivo.

3.11.2 Insetti della parte aerea

Diverse sono le specie che contraggono rapporti con l'apparato fogliare, compiendo diverse tipologie di danno, rappresentate da erosioni, lesioni necrotiche a carico del lembo o della nervatura principale, mine, sottrazione di linfa attraverso un'attività di suzione. Temibili sono i danni indiretti arrecati dai fitomizi, consistenti nella trasmissione di fitovirus (per es. virus del mosaico della lattuga e virus del giallume occidentale della bietola) e fitoplasmi (MLO).

3.11.2.1 Tripide occidentale (*Frankliniella occidentalis*)

Il tripide è presente anche nelle regioni settentrionali, dove arreca danni anche ad altre piante ortive e frutticole che si sviluppano nel periodo caldo dell'estate (per es. cetriolo, melanzana, fragole e ai frutti delle varietà di nettarine con colorazione rossa del pericarpo). Le numerose punture inflitte dal tripide causano la comparsa di lesioni necrotiche puntiformi che, soprattutto sulle lattughe pronte per la raccolta, diminuiscono il valore commerciale e compromettono la conservabilità degli ortaggi. Il tripide è alquanto temibile in quanto è vettore del virus dell'avvizzimento maculato del pomodoro (*Tomato Spotted Wilt Virus*, TSWV), acquisito su piante infette, coltivate e spontanee, responsabile della comparsa di maculature fogliari clorotiche e necrotiche, accompagnate dal nanismo delle piante, con danni che interessano fino al 50% delle piante di lattuga e fino al 100% dei cespi di indivia. Il tripide acquisisce il virus TSWV durante i primi due stadi di sviluppo neanidale, non nello stadio adulto, in quanto le particelle virali non riescono a superare l'epitelio dell'intestino medio e a raggiungere le ghiandole salivari.



3.11.2.2 Miridi (*Lygus rugulipennis*, *Lygus pratensis*)

Le forme giovanili e gli adulti compiono punture che interessano soprattutto i tessuti della nervatura principale. Particolarmente suscettibili sono le lattughe delle tipologie romana e iceberg. Sulle prime le punture inferte nella parte superiore delle nervature causano



lesioni necrotiche che, con l'accrescimento fogliare, portano alla comparsa di profonde solcature necrotiche che talora interessano gran parte della lunghezza della nervatura centrale. Sulle tipologie iceberg le lesioni interessano entrambi i lati della nervatura centrale delle foglie più esterne, ma in non pochi casi il danno riguarda spesso le foglie interne. Anche se il danno rimane limitato ai primi giri di foglie, l'operazione di monda comporta un aggravamento dei costi di mano d'opera e i cespi rischiano di non raggiungere il peso richiesto e i necessari requisiti commerciali. L'entità dei danni arrecati dai miridi raggiunge talora notevoli livelli e può essere addirittura coinvolta la totalità dei cespi se gli attacchi non vengono individuati per tempo. Colpite sono soprattutto le coltivazioni di fine estate inizio autunno, periodo in cui i miridi presenti nell'ambiente sono più numerosi. Particolarmente danneggiate sono le coltivazioni nelle cui vicinanze sono presenti fossi e cavedagne con erbe spontanee, sulle quali gli insetti si sono sviluppati; in seguito al disseccamento della vegetazione spontanea o a sfalci i miridi si trasferiscono sulle lattughe. Ai danni diretti, consistenti in rallentamenti vegetativi e increspamenti delle foglie del germoglio, si associano quelli indiretti connessi alla trasmissione del virus del giallume occidentale della bietola (*Beet Western Yellow Virus*, BWYV) e del virus del mosaico della lattuga (*Lettuce Mosaic Virus*, LMV).

3.11.2.3 Afide verde del pesco (*Myzus persicae*)

Le lattughe dei cicli estivi ed estivo autunnali possono essere esposte a infestazioni, mentre quelle dei cicli primaverili e autunno-invernali riescono a sfuggire alle colonizzazioni da parte dell'afide. I danni che arreca sono connessi alla sottrazione di linfa dalle foglie, con conseguenti rallentamenti vegetativi; inoltre la presenza di afidi all'interno dei cespi delle varietà della tipologia "lattughe cappuccio" ne compromette il valore commerciale. Oltre ai danni diretti, l'afide è temibile in quanto vettore dei fitovirus BWYV, LMV e del giallume fitoplasmatico che colpisce il radichchio.

3.11.2.4 Afide del ribes e delle insalate

(*Nasonovia ribis-nigri*)

Trattasi di una specie il cui ciclo completo (olociclo) si svolge sui *Ribes* sp. (*R. grossularia*, *R. rubrum*, *R. nigrum*), che costituiscono gli ospiti primari sui quali lo svernamento avviene allo stato di uovo durevole, e su ospiti secondari rappresentati



da lattughe, cicorie e Composite spontanee (*Lactuca serriola*, *Crepis* spp., *Hieracium* sp., *Lapsana*

communis, *Picris hieracioides* e *P. echioides*). Come altre specie afidiche, trasmette i virus BWYV e LMV. Grazie al miglioramento genetico sono ora disponibili varietà resistenti all'afide (per es. Kidow per le "lattughe a foglia di quercia bionda", Saturdai per la tipologia "lattuga a foglia di quercia rossa", Malis per la "lattuga cappuccina", Osiride per la tipologia "Romana" ecc.).

3.11.2.5 Nottue fogliari

Diverse sono le specie di nottue che sono in grado di danneggiare l'apparato aereo delle insalate.

3.11.2.5.1 La nottua piccola o *Spodoptera minore* (*Spodoptera exigua*)

Le larve vivono inizialmente gregarie per poi disperdersi, ma in caso di forte infestazione un cespo di insalata può ospitarne diverse. Esse possono presentare una notevole variabilità



cromatica, soprattutto se nate su piante diverse dalle insalate. Solitamente, a una forte infestazione estiva non segue una generazione di particolare importanza in quanto i nuovi adulti si spostano con voli migratori verso altre aree geografiche.

3.11.2.5.2 La nottua mediterranea (*Spodoptera littoralis*)

E' una nottua le cui infestazioni, inizialmente presenti in alcune province della Sicilia e in Liguria, si sono poi gradualmente diffuse nelle diverse regioni centro-meridionali, tanto da assumere un ruolo di notevole importanza per diverse colture orticole. Le infestazioni più gravi si riscontrano sul finire dell'estate o durante i mesi autunnali, soprattutto nelle annate particolarmente calde. Le larve immature rimaste nel suolo alla fine del ciclo colturale attaccano le successive coltivazioni nell'immediata fase di post-trapianto.

3.11.2.6 Mosca minatrice sudamericana (*Liriomyza huidobrensis*)

Il dittero danneggia anche numerose altre piante ortive (sedano, rucola, pomodoro, melanzana, peperone, melone, cetriolo, cipolla, fagiolo, bietole da orto, spinacio, fagiolo). Delle insalate risultano suscettibili le varietà di lattuga cappuccio, nelle cui foglie le larve scavano mine serpentiformi. I danni riguardano le foglie esterne del cespo, che alla fine marciscono e divengono potenziali focolai di infezioni botritiche.

3.11.2.7 Chiocciole e limacce

Le chiocciole sono fornite di una conchiglia in grado di contenerne l'intero corpo e nell'interno della quale si ritirano chiudendone l'apertura con un diaframma (epifragma) durante i periodi di estivazione o di ibernazione, per ripararsi dalle avverse condizioni ambientali. Esse sono rappresentate principalmente da *Helix pomatia*, *H. aspersa* ed *H. pisana*, appartenenti alla famiglia *Helicidae*. Le limacce sono invece sprovviste di



conchiglia. Quelle dannose alle coltivazioni delle insalate appartengono alle famiglie *Agriolimacidae*, *Arionidae* e *Milacidae*. Alla famiglia *Agriolimacidae* appartengono la comune limaccia grigia (*Deroceras reticulatum*), nonché le congeneri *D. agreste*, *D. panormitanum* e *D. laeve*. I suddetti gasteropodi sono attivi soprattutto durante i mesi primaverili e quelli autunnali, mentre temono il caldo-secco estivo: le limacce, non essendo fornite di guscio protettivo, sono esposte alla disidratazione e cercano quindi rifugio nel terreno o sotto ripari presenti alla superficie del suolo. Chiocciole e limacce svolgono la loro attività generalmente durante le ore notturne, in quanto i loro spostamenti sono favoriti dalla bagnatura della vegetazione e del terreno. Tra le diverse tipologie di insalate, le lattughe cappuccio sono quelle più attaccate. Nella fase di post-trapianto la coltivazione può subire notevoli danni; infatti le piante possono andare completamente distrutte, soprattutto quelle delle fasce perimetrali vicine a fossi, cavedagne e zone inerbite, costituenti luoghi di rifugio. Un altro periodo di forte vulnerabilità della coltura è quello che precede la raccolta, sia per i danni diretti che subiscono i cespi, sia per quelli indiretti rappresentati dalla presenza di feci, tracce di secrezioni mucose e individui annidati in mezzo alle foglie.

3.11.3 Difesa parassiti animali

Per il contenimento delle infestazioni degli insetti possono essere adottati provvedimenti di difesa di tipo agronomico e altri basati sul ricorso a trattamenti con i preparati più efficaci e a basso impatto ambientale, il tutto nel pieno rispetto delle più scrupolose norme igienico-sanitarie, onde fornire al consumatore prodotti con i requisiti commerciali richiesti e con totali garanzie di igienicità. Nelle aziende altamente specializzate nella produzione delle insalate i cicli di coltivazione ritornano spesso, con turni molto stretti, sugli stessi terreni per cui non è facile rispettare rotazioni. È inoltre importante eliminare, dalle vicinanze delle coltivazioni, le erbe infestanti, sulle quali trovano

ospitalità insetti che, spostandosi nei campi delle insalate, possono compiere danni diretti o trasmettere temibili malattie da virus e da fitoplasmi. Le piantine da trapiantare devono essere esenti da infestazioni onde evitare che anche minime presenze di insetti nel substrato o sulle piante possano poi originare in campo intollerabili infestazioni. Attraverso la coltivazione di varietà poco suscettibili e la scelta di coltivare tipologie di insalate in determinati periodi stagionali e non in altri, è possibile ridurre i rischi di danno di alcune specie di insetti. Alla fine dei cicli di coltivazione è importante procedere all'asportazione dei residui della coltivazione o al loro interrimento con una lavorazione, onde ridurre la popolazione di stadi degli insetti rimasti nel terreno dopo la raccolta. E' opportuno utilizzare preparati che possano fornire le massime garanzie di efficacia, onde evitare ulteriori interventi che implicherebbero ripercussioni a livello economico e ambientale. Sono inoltre possibili trattamenti disinfestanti sul terreno con preparati chimici o con altri di derivazione naturale come l'azadiractina, estratta dai semi della pianta del Neem (*Azadirachta indica*). Contro gli insetti ad habitat terricolo si può ricorrere alla distribuzione, in pre-trapianto, dei geodisinfestanti microgranulari ammessi. Contro gli afidi sono applicabili preparati specifici, preferendo quelli con attività sistemica in quanto in grado di agire anche contro gli individui non direttamente colpiti dall'aficida. Contro le giovani larve delle nottue terricole ancora in attività sulla parte aerea possono essere utilizzati preparati che agiscono per ingestione, mentre contro quelle già interrate sono efficaci gli interventi con piretroidi, purché la vegetazione dei cespi non sia già sviluppata e tale da impedire agli stessi di giungere a contatto con le larve. Contro le larve delle nottue fogliari e degli altri lepidotteri sono disponibili diversi preparati (chimici e microbiologici) che agiscono per ingestione, la cui applicazione deve avvenire alla nascita delle larve o durante gli stadi iniziali di sviluppo. I danni dei ditteri fillominatori possono essere contrastati con l'impiego di spinosine, tra l'altro notevolmente efficaci contro le larve dei lepidotteri e il tripide occidentale, mentre i danni degli adulti delle altiche possono essere contrastati ricorrendo al trattamento con i piretroidi ammessi. Relativamente a limacce e chioccioline, mantenendo pulito l'ambiente limitrofo dei campi di insalate dalle erbe infestanti è possibile ridurre l'invasione di questi gasteropodi, per combattere i quali sono disponibili efficaci esche.

3.12 Virosi

Il numero di virus potenzialmente capaci di infettare le insalate (in genere lattuga, scarola e indivia) è alto, ma di essi solo alcuni inducono danni rilevanti. La specie virale più nota e diffusa è *Lettuce Mosaic Virus* (LMV), seguita da *Tomato Spotted Wilt Virus* (TSWV) e da due virus, spesso associati, che inducono una malattia nota come "big vein", ovvero *Mirafiori Lettuce Big-Vein Virus*

(MLBVV) e *Lettuce Big-Vein associated Virus* (LBVaV). Solo alcuni dei virus citati infettano in modo specifico le insalate: la maggioranza è patogena di un numero più o meno elevato di altre specie, coltivate e spontanee. Variabili sono anche le loro modalità di trasmissione, il che complica le possibilità di intervento, che vanno predisposte caso per caso.

3.12.1 *Lettuce Mosaic Virus* (LMV)

Tra i virus che infettano in modo specifico le insalate, LMV è il più diffuso in tutte le aree di coltivazione, dove induce danni economicamente molto rilevanti. LMV è una specie del genere *Potyvirus*, famiglia *Potyviridae*, le cui vie di trasmissione naturale



sono attraverso il seme e gli afidi. Il seme rappresenta la modalità di trasmissione più rilevante ed è stato stimato sia sufficiente lo 0,1% di seme infetto per introdurre nella coltura un numero di focolai utili alla successiva estensione dell'infezione alle altre piante mediante afidi. Tra le specie afidiche più attive nella trasmissione del virus vi sono *Myzus persicae*, *Acyrtosiphon pisi*, *Aphis gossypii* e *Macrosiphon euphorbiae*. Il processo della trasmissione attraverso insetti è complesso in quanto è il risultato di specifiche interazioni tra il virus e il vettore che determinano i parametri che caratterizzano la trasmissione stessa. La trasmissione non persistente si realizza allorché gli afidi selezionano le piante ospiti attraverso punture di saggio di 10-20 secondi. I sintomi indotti da LMV variano per tipologia e intensità in funzione delle cultivar, ma in genere consistono in malformazioni più o meno accentuate a carico delle foglie, che possono anche apparire accartocciate verso il basso, mosaico, maculature e in qualche caso decolorazione e necrosi delle nervature. Le piante, inoltre, presentano accrescimento stentato e taglia più piccola di quelle non infette.

3.12.2 *Tomato Spotted Wilt Virus* (TSWV)

È tra i virus di più recente segnalazione sul territorio nazionale. È una specie del genere *Tospovirus*, famiglia *Bunyaviridae*. Si tratta di un virus ubiquitario e polifago, così che la gamma di ospiti suscettibili comprende un migliaio di specie in diverse famiglie botaniche, includendo anche colture di rilevante importanza economica



come peperone, carciofo, pomodoro, melanzana, patata, tabacco, lattuga, scarola, cicoria e indivia. TSWV è trasmesso in modo persistente propagativo e transtadiale dal tripide *Frankliniella occidentalis* che, comunque, non è il suo unico vettore, in quanto nelle condizioni climatiche italiane spesso si alterna con *Thrips tabaci*. Il virus è acquisito solo dalle neanidi di prima e seconda età, mentre gli adulti possono solo trasmettere il virus acquisito durante le fasi giovanili e successivamente moltiplicatosi nell'insetto così da passare attraverso gli stadi di neanide di prima e seconda età, preninfa, ninfa e adulto. Come in altre essenze vegetali, il fenotipo della malattia indotta da TSWV è necrotico e spesso uccide la pianta. La necrosi che interessa il tessuto internervale fogliare inizia con piccole macchie che poi si estendono progressivamente fino a interessare porzioni sempre più consistenti della foglia e in modo particolare della parte centrale, che è quella che risulta più danneggiata. Le piante infette mostrano taglia ridotta e vistose distorsioni fogliari. Almeno nelle condizioni italiane, TSWV si conferma il virus più dannoso per le Composite. Le possibilità di controllo della malattia in campo sono, di fatto, inesistenti. La lotta ai tripidi è difficoltosa, anche per la tendenza di questi insetti a insediarsi nelle parti più protette della pianta, per cui sono raggiungibili impiegando insetticidi sistemici. Inoltre, il numero di ospiti naturali del virus rende inesauribili le fonti di inoculo anche se l'accurata eliminazione di piante spontanee, prima del trapianto della coltura, potrebbe apportare sensibili benefici. Il ricorso a varietà resistenti, qualora identificate, potrebbe risolvere solo temporaneamente il problema.

3.12.3 Complesso del “big vein”

La malattia è nota come ispessimento nervale della lattuga (Lettuce big vein disease) e, sebbene sia stata descritta nel 1934, solo di recente ne è stata dimostrata l'eziologia virale. Il quadro sintomatologico è evidente nei mesi più freddi e consiste in ispessimenti più o meno accentuati della lamina fogliare localizzati lungo il decorso delle nervature. Tali aree appaiono clorotiche e le foglie presentano, nel complesso, un caratteristico arricciamento che ne determina un forte scadimento qualitativo. La manifestazione dei sintomi dipende da una serie di fattori ambientali quali temperatura, luminosità e tasso di umidità del suolo.



CAPITOLO 4

IL CASO DI STUDIO: *Fusarium oxysporum* f. sp. *Lactucae*

4.1 Riferimenti storici

Durante l'attività professionale di agronomo o tecnico di campo può capitare di non riuscire a riconoscere e/o identificare una sintomatologia particolare su una determinata coltura. A quel punto il professionista segnala ad apposite strutture la presenza di un caso particolare di sintomatologia atipica su quella coltura. In territorio italiano, la struttura a cui viene fatta la segnalazione è l'Osservatorio Fitopatologico della regione. L'Ente statale attraverso accurate indagini diagnostiche risale eventualmente all'agente patogeno che ha determinato quella novità sintomatologica. Ho fatto questa premessa perché ho vissuto personalmente questo tipo di esperienza. A metà giugno dell'anno 2004 sono stato contattato da un produttore di lattuga in zona San Mauro Pascoli perché si ritrovava in campo alcune piantine di lattuga che manifestavano sintomi atipici (avvizzimenti, zone clorotiche, stentata crescita, aspetto asimmetrico e necrosi a livello dei colletti con imbrunimenti dei fasci vascolari del fittone radicale). Effettivamente queste manifestazioni erano diverse dalle comuni sintomatologie. Non in grado di dare una risposta esauriente, ho contattato il dirigente dell'Osservatorio Fitopatologico della regione Emilia Romagna che ha avviato l'iter burocratico. Questo iter prevede, in sequenza, il prelievo in campo del campione segnalato, indagine diagnostica in un laboratorio certificato, riconoscimento agente patogeno ed eventuali linee guida di prevenzione e profilassi nel caso si tratti di malattia da quarantena. Successivamente ad indagine è risultato causa del danno l'agente patogeno *fusarium oxysporum* f. sp. *latctucae*. La malattia si è diffusa rapidamente in diversi Paesi dove viene coltivata la lattuga. Ad oggi, quattro razze di Fol sono state identificate, ma è stata rilevata solo la razza 1 in Italia; razza 2 e razza 3 sono state identificate in Giappone e Taiwan. Una nuova razza fisiologica è stata isolata in Olanda (razza 4). *Fusarium oxysporum* f. sp. *lactucae* (Fol) è attualmente la più grave malattia del suolo di questa coltura in molte aree. Prima segnalazione in Giappone (Matuo e Motohashi, 1967), la malattia è stata osservata negli USA (Hubbard Gerik, 1993) 35 anni dopo, e poi in Iran, Taiwan, Brasile ed Europa, dove è stata rilevata per la prima volta in Italia nel 2002 in Lombardia (Garibaldi et al ., 2002; Matheron e Gullino, 2012), nel 2004 c'è stata una successiva segnalazione, come descritto in precedenza, in zona San Mauro Pascoli (Emilia Romagna). La malattia si sta

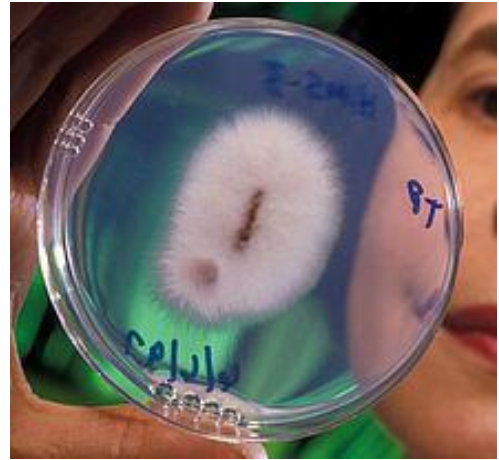


attualmente diffondendo in molti stati federali degli USA (Matheron e Gullino, 2012), in Sud America (Ventura e Costa, 2008; Malbrán et al. , 2014) e in Europa, dove è stata segnalata la fusariosi in Portogallo (Marques Ramalhete et al. , 2006), Paesi Bassi(Gilardi et al. , 2017a) e Francia (Gilardi et al. , 2017b). La diffusione dell'agente patogeno è stata favorita dalla commercializzazione di semi contaminati (Garibaldi et al. , 2004), mentre la sua sopravvivenza nel suolo è stata agevolata dalla sua capacità di colonizzare le radici di molte colture (ad es. melone, pomodoro, anguria, broccoli, cavolfiori e spinaci) senza produrre sintomi (Hubbard e Gerik, 1993; Scott et al. , 2014). Diverse tecniche, tra cui test di patogenicità e metodi molecolari, sono usati per differenziare *Fusarium oxysporum* , formae speciales e razze (Leslie et al .,2006; Lievens et al. , 2012) e molti autori hanno usufruito di metodi diagnostici molecolari per la caratterizzazione del Fol (Shimazu et al. ,2005; Pasquali et al. , 2007, 2008; Mbofung e Pryor,2010; Gilardi et al ., 2017a). Dalla metà degli anni '80, il metodo filogenetico di raggruppamento compatibilità vegetativa (VCG), proposto per la prima volta da Puhalla (1985), è stato utilizzato per caratterizzare la formae speciales di *Fusarium oxysporum*. VCG è stato molto utile per ottenere una migliore classificazione della diversità genetica della popolazione del patogeno Fol (Ogiso et al. 2002) hanno dimostrato una stretta correlazione tra razza e compatibilità vegetativa, infatti gli isolati californiani, giapponesi ed italiani della razza 1 del patogeno appartengono allo stesso gruppo VCG (VCG 0300), mentre appartengono tutti gli isolati di razza 2 a un VCG separato (Fujinaga et al. , 2005).

4.2 *Fusarium oxysporum*: agente causale e ciclo epidemiologico

Classificazione tassonomica del *Fusarium oxysporum* f.sp.*lactucae*:

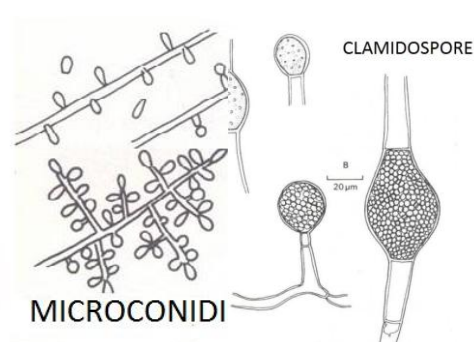
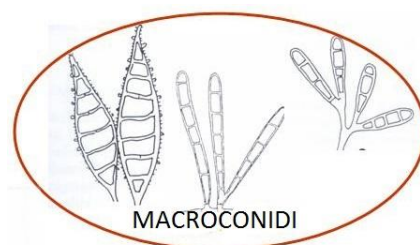
Dominio	Eukaryota
Regno	Fungi
Phylum	Ascomycota
Classe	Sordariomycetes
Ordine	Hypocreales
Famiglia	Nectriaceae
Genere	<i>Fusarium</i>
Specie	<i>F.oxysporum</i>
Subspecie	<i>Lactucae</i>



Le fusariosi sono le più importanti malattie vascolari di piante erbacee, arbustive e, meno frequentemente, arboree. Esse sono particolarmente diffuse tra le solanacee (pomodoro, peperone, melanzana) e le cucurbitacee (cetriolo, melone, anguria), ma sono pure molto dannose su altre orticole. L'agente di gran lunga predominante delle fusariosi è la specie *Fusarium oxysporum*. Ancor oggi non si conosce lo stadio sessuato di *F.oxysporum*, benché all'interno della specie siano stati segnalati individui di opposta polarità sessuale. Inizialmente studiato per la sua capacità di indurre gravi perdite in numerose importanti piante coltivate, *F.oxysporum* è risultato in realtà ubiquitario sia nei suoli agrari sia in quelli che supportano associazioni vegetali spontanee. In habitat naturali, i ceppi *F.oxysporum* sono in grado di colonizzare gli apparati radicali delle piante alle quali tuttavia non arreca alcun danno: il micete è stato isolato con notevole frequenza dalle essenze foraggere di pascoli e praterie, che peraltro non sono affette da fusariosi neanche quando coltivate. *F.oxysporum* è la specie più comunemente ritrovata in associazione con le radici di piante coltivate, apparentemente sane: i ceppi isolati da radici di piante asintomatiche non sono patogeni, ma presentano spiccate attitudine saprofite che consentono loro di colonizzare rapidamente i residui colturali. I ceppi patogeni, che si sono selezionati all'interno della popolazione *F.oxysporum* presenti nel suolo, sono caratterizzati da una gamma di ospiti ristretta a una o poche specie e sono raggruppati nelle cosiddette *formae speciales*, che nel loro insieme conferiscono a *F.oxysporum* la capacità di provocare avvizzimenti in moltissime piante economicamente

importanti. Le *formae speciales* afferenti a *F.oxysporum* sono secondo recenti indagini almeno 120: alcune patogene su un'unica specie, altre presentano al contrario una gamma più ampia di piante ospiti. La differenza tra *formae speciales* viene ancor oggi ottenuta mediante saggi di inoculazione sperimentale su una serie di piante ospiti, in quanto le scarse conoscenze sui fattori che determinano la gamma di ospiti di *F.oxysporum* rendono difficoltosa la messa a punto di metodi alternativi di tipo molecolare. All'interno di ogni *formae specialis* sono state individuate varie razze del fungo, che risultano patogene solo su una cultivar della pianta ospite. La selezione delle diverse razze è conseguente all'uso di piante resistenti, finora l'unico mezzo efficace per ridurre i danni dovuti alla fusariosi (cit. Giuseppe Belli, 2016). L'agente patogeno della lattuga è classificato come *Fusarium oxysporum f. sp. Lactucae*. Tra i funghi patogeni *F.oxysporum* è abbastanza unico in quanto è in grado di produrre tre tipi di spore asessuate:

- microconidi;
- macroconidi;
- clamidospore.



I microconidi e macroconidi sono prodotti fondamentalmente sulla superficie dello stelo delle piante infette e possono diffondersi alle lattughe vicine; invece le clamidospore presentano pareti cellulari spesse che consentono una sopravvivenza nel terreno per un periodo prolungato (6-7 anni). Le clamidospore si formano e raggiungono maturità quando il patogeno ha portato a completo deterioramento la pianta di lattuga. Micelio o spore che germinano possono penetrare la radice. Soprattutto il micelio finirà nei fasci vascolari e formerà microconidi che vengono ulteriormente trasportati nella pianta. A sua volta questi microconidi germineranno e bloccheranno i fasci vascolari, causando sintomi di avvizzimento visibili. Il patogeno cresce anche all'interno dello stelo e produce microconidi. Le clamidospore possono quindi formarsi dal vecchio micelio o da macroconidi, queste strutture di sopravvivenza sono molto persistenti, quindi tutto il materiale vegetale infetto dovrebbe essere rimosso dalla coltivazione. (Vandervelde and Hofte, 2012). In sintesi si può concludere che il *Fusarium* sverna per molti anni nel terreno e sui residui colturali di piante infette sotto forma di clamidospore (cellule miceliali a pareti spesse) o micelio. Può anche sopravvivere su sementi, strutture delle serre e macchinari vari. L'infezione primaria viene trasmessa dalle sementi o si

manifesta sotto forma di infezione all'apice radicale o in piccole ferite; ad esempio nei punti cui gli apici laterali si diramano dalla radice primaria. La sottospecie *Fusarium Oxysporum* f. sp. *Lactucae* attacca esclusivamente le lattughe (*Lactuca Sativa*) e la valerianella (*Valerianella Locusta*). Tutti i tipi di lattuga sono sensibili, in particolare le tipologie cappuccio, batavia, foglia di quercia e baby leaf, ma ci sono gradi di resistenza diversi nelle linee di riproduzione. Nel continente europeo sono state isolate razze 1-4 (identificata la razza 4 in Olanda e nel Regno Unito nel 2017). La comparsa dei sintomi causata da questo patogeno è essenzialmente legata alle elevate temperature: valori ottimali di sviluppo si ottengono con temperature minime di 24-26 °C e massime di 33 °C, ma i sintomi compaiono già a temperatura inferiore di 20 °C. Risulta evidente quindi il grande impatto economico che un agente patogeno può avere su una coltura intensiva. Il periodo più favorevole di sviluppo della malattia è quello estivo, con picchi di criticità per i mesi di luglio e agosto.

4.3 Sintomatologia del patogeno

I sintomi sono avvizzimento dell'apparato fogliare con comparsa di clorosi, accrescimento ridotto e asimmetrico del cespo,



imbrunimenti e arrossamenti a carico del sistema vascolare legnoso radicale, con sviluppo di cavità necrotiche ben visibili al taglio del colletto. La progressione



dell'attacco determina, nelle varietà più sensibili, una morte repentina delle piante fin dalle fasi successive al trapianto.

4.4 Danno commerciale

La maggior parte delle tipologie di lattuga a cespo (cappuccio, iceberg, batavia e foglia di quercia) sono confezionate e conseguentemente esposte per la vendita con il taglio in evidenza. Questo comporta che anche varietà non particolarmente suscettibili al patogeno possono presentare leggeri imbrunimenti e necrosi al colletto nella zona del taglio che rendono non commerciale il prodotto.



4.5 Mutamenti nella gestione agronomica

Lactuca sativa costituisce la specie più importante del gruppo delle insalate (lattuga, cicoria, indivia); al tempo stesso è anche la più delicata, sia per la consistenza della foglia sia perché deve essere subito consumata in quanto si conserva poco. Le lattughe sono coltivate per la produzione di foglie destinate al consumo fresco, caratterizzate da breve ciclo colturale, elevata densità di coltivazione e raccolta per lo più scalare. Le caratteristiche merceologiche del prodotto giocano un ruolo determinante ai fini commerciali in quanto non è tollerata la presenza di imperfezioni di qualsiasi natura. In questo contesto la difesa integrata assume un ruolo strategico perché la brevità dei cicli colturali e le capacità distruttive di alcune fitopatie impongono un controllo costante delle coltivazioni. È doveroso aver fatto questa premessa per il semplice motivo che la patologia *fusarium oxysporum f. sp. lactucae*, oggetto della tesi e descritta in precedenza, rientra fra le fitopatologie terricole incontrollabili con la semplice difesa chimica; quindi è opportuno mettere in campo tutte le strategie metodologiche possibili (**sistema di produzione integrata**). Per produzione integrata si intende quel sistema agro-alimentare che utilizza tutti i metodi e mezzi produttivi e di difesa dalle avversità delle coltivazioni agricole, volti a ridurre al minimo l'uso di sostanze chimiche di sintesi. Nel rispetto dei principi ecologici e tossicologici, questi interventi agronomici tipo avvicendamenti, rotazioni, sovesci, apporti di sostanza organica, solarizzazioni, vaporizzazioni, fertilizzazioni equilibrate, pacciamature, irrigazioni mirate e lavorazioni al minimo mirano al mantenimento di una buona fertilità del terreno. Le tecniche agronomiche sopraelencate sono perciò la base di riferimento per la stesura dei Disciplinari di Produzione Integrata validi per ogni coltura; il fine è di coniugare tecniche produttive, compatibili con la tutela dell'ambiente naturale, con le esigenze tecnico-economiche dei moderni sistemi produttivi innalzando il livello di salvaguardia della salute degli operatori e consumatori. Come accennato nei precedenti paragrafi, le caratteristiche pedoclimatiche dell'area romagnola di San Mauro Pascoli rendono particolarmente favorevole la produzione di lattuga a cespo a pieno campo garantendogli la definizione di '**zona vocata**'. Nel corso degli anni alcuni produttori di lattuga hanno confuso una realtà favorevole alla coltivazione di lattuga con la possibilità di produrla indiscriminatamente a ciclo continuo (monocoltura) nello stesso terreno. Essendo la lattuga considerata coltura da reddito, l'agricoltore è stato messo davanti alla prospettiva di sfruttare i propri terreni investendoli ripetutamente nella coltivazione della lattuga. Un'agricoltura intensiva molto spinta porta sovente al mancato rispetto degli elementi basilari di buone pratiche agronomiche con il risultato di un impoverimento del terreno dal punto di vista della fertilità. Per definizione, la **fertilità** in agricoltura, è intesa come la capacità del terreno di consentire lo sviluppo ottimale delle piante ai fini produttivi; la **fertilità del**

suolo è l'insieme di caratteristiche fisiche, chimiche e biologiche. Di fronte all'avvento insediativo di un patogeno terricolo come l'agente tracheomicotico *fusarium oxysporum* f. sp. *lactucae*, avente caratteristiche peculiari dal punto di vista epidemiologico, infettivo e sintomatologico si è avuto in zona un impatto fortemente negativo. In presenza di terreni fortemente sfruttati ed in assenza di disponibilità di mezzi di lotta diretta al patogeno (nessuna molecola di sintesi in commercio è in grado di aggredire questo agente fungino), la malattia ha potuto diffondersi rapidamente nella zona di San Mauro Pascoli; nel corso di 3-4 anni (2004-2007) la maggior parte dei terreni investiti a lattuga sono stati contaminati. L'impatto della malattia **fusariosi** ha provocato un forte allarmismo negli attori principali della filiera della lattuga, soprattutto nel produttore. La prospettiva di dover rivedere, in qualche caso anche stravolgere, le proprie concezioni ed abitudini produttive ha causato un impatto socio-economico non indifferente. Rivedere le proprie concezioni produttive significa cambiare, anche radicalmente, metodologie con un possibile maggior dispendio economico. Tra i cambiamenti vanno citati la scelta di colture alternative (meno remunerative rispetto la lattuga) con avvicendamenti più regolari ed equilibrati, apporti maggiori di sostanza organica, fertilizzazioni azotate meno spinte, impiego di mezzi fisici come solarizzazione e vaporizzazione, pacciamature, attenzione più scrupolosa alle norme igieniche sia in campo che in magazzino. Tutte queste pratiche possono comportare anche cambiamenti nella struttura aziendale tipo parco macchine ed attrezzatura varia e modifiche nella gestione in campo della manodopera con notevole dispendio economico. Cambiamenti aziendali radicali e repentini sono spesso difficilmente metabolizzabili nel breve periodo da parte di un produttore.

4.5.1 Avvicendamenti e scelta colture alternative

La specie *lactucae sativa* può essere considerata coltura da rinnovo in virtù del fatto che per essere coltivata necessita di lavorazioni preliminari medio profonde, interventi meccanici post-trapianto (sarchiature) per l'eliminazione di erbe infestanti, apporti di fertilizzanti e di irrigazioni frequenti. La diffusione del patogeno **fusariosi**, con le sue caratteristiche epidemiologiche, ha obbligato i produttori di lattuga a rivedere le proprie scelte colturali rispettando le norme basilari dell'avvicendamento. Le clamidospore del patogeno sopravvivono nel terreno per 4-5 anni, quindi la logica impone una rotazione, con ritorno nello stesso appezzamento della coltura lattuga, di almeno 5 anni. Nella zona di San Mauro Pascoli la maglia poderale è ridotta, quindi è impossibile pensare ad un ciclo così lungo. Di conseguenza l'utilizzo delle rotazioni colturali classiche è di difficile attuazione in sistemi colturali intensivi. Inoltre, la *formae speciales* Fol 1 ha la capacità di colonizzare le radici di altre piante non suscettibili, tra le quali spiccano il melone, l'anguria, il

pomodoro, lo spinacio e la bietola da costa favorendo così la sopravvivenza del patogeno anche in assenza di lattuga (Scott et al., 2014). Di riflesso la possibilità di scelta tra le colture orticole da reddito da avvicendare alla lattuga è più ristretta. Per di più, le orticole che hanno elevate esigenze in termini di azoto e che si sviluppano meglio in un terreno a reazione sub-acida (pH 6-6,5) sono da escludere dalla rotazione con la lattuga. Infatti, oltre alle elevate temperature e alle lesioni radicali causate da pratiche colturali poco accurate o da parassiti animali (in particolare nematodi), anche elevate concimazioni azotate e il pH del terreno incidono notevolmente sullo sviluppo della fusariosi. Per quanto riguarda il pH, si è osservato che passando da 7,5-8,0 a 6,0-6,5, mediante l'aggiunta di torba o solfo su substrati in laboratorio, si verifica un aumento significativo della gravità dei sintomi di alcune malattie vascolari. Ciò potrebbe essere spiegato con una diretta influenza dell'ambiente acido sul patogeno oppure con un effetto negativo del pH basso sull'attività antagonistica della microflora del terreno verso il parassita (Elmer, 2012; Gullino *et al.*, 2012 a). Risulta evidente che la scelta di colture alternative da avvicendare alla lattuga deve ricadere su quelle meno problematiche dal punto di vista fitosanitario, che siano in grado comunque di garantire un certo reddito all'agricoltore e che non siano troppo depauperanti ai fini della fertilità del suolo. A tal proposito è interessante considerare colture da rinnovo come quelle appartenenti alla famiglia delle brassicacee (cavoli, rucola e ravanello) e alla famiglia delle apiacee (sedano, finocchio e prezzemolo) oppure colture miglioratrici come quelle della famiglia delle fabacee (fagiolo, fagiolino, fava, favino e pisello da consumo fresco).

4.5.2 Apporto sostanza organica

E' appurato che terreni fortemente contaminati da patogeni tellurici necessitano di apporti di sostanza organica maggiori. Oltre a garantire equilibrio tra porosità e ritenzione idrica e maggiore capacità di scambio cationico, una buona dotazione di sostanza organica garantisce anche una più varia e attiva microflora; questa oltre ad avere la proprietà di mineralizzazione è in grado di competere con patogeni terricoli togliendogli spazio, luce, acqua, ossigeno ed elementi nutritivi. In taluni casi la flora microbica è costituita da microrganismi propriamente antagonisti tipo *Tricoderma sp* che aggrediscono direttamente i funghi tracheomicotici. Per questi motivi bisogna ricorrere ad un apporto periodico di s.o. preferendo l'uso di letame ben maturo. Visto il costo e la difficoltà nel reperimento del letame si surroga con l'impiego di stallatici pellettati e di compost. E' opportuno soffermarsi sull'argomento dell'apporto di sostanza organica attraverso l'impiego di compost per evidenziare le sue proprietà ammendanti nel suolo e repressive nei confronti di alcuni patogeni terricoli. L'utilizzo del compost può fornire un contributo significativo nel fronteggiare le

sfide poste oggi al settore agricolo di cui si pone sempre in maggior risalto la valenza ecologica e ambientale. L'utilizzo di compost è già di per sé una pratica ecologica perché viene impiegato un materiale di recupero in condizioni controllate di matrici organiche selezionate, altrimenti destinate allo smaltimento in discarica. Il compost è caratterizzato inoltre da un elevato contenuto di sostanza organica stabilizzata che, distribuita sul suolo, ha due importanti effetti: il primo è un miglioramento generale delle caratteristiche chimico fisiche del terreno, il secondo è un progressivo accumulo di carbonio nel suolo, che assume così una funzione di carbon sink (accumulo di carbonio nel suolo) nell'ambito della lotta all'effetto serra. Il compost infine, migliorando la fertilità del terreno, può essere impiegato per integrare o sostituire la concimazione chimica, la cui riduzione può avere importanti riflessi sia ambientali che economici. Per compost o terriccio si intende il risultato della decomposizione e dell'umificazione della sostanza organica per effetto della flora microbica naturalmente presente nell'ambiente. Il termine compost deriva dal latino "compositum", ossia "formato da più materiali", proprio perché tra i prodotti della reazione microbica sono presenti substrati organici di diversa provenienza (come ad esempio residui di potatura, scarti di cucina, letame, liquame o i rifiuti del giardinaggio come foglie ed erba sfalciata). Nell'ecosistema naturale si osserva la trasformazione della sostanza organica contenuta nei residui animali e vegetali ad opera di microrganismi che abitano il terreno, quali batteri, funghi, alghe e protozoi. Questi rivestono diverse funzioni ecologiche, tra le quali quella di decomporre la sostanza organica proveniente dagli organismi animali e vegetali morti, in parte utilizzandola per l'anabolismo cellulare a favore della crescita di nuovi organismi, in parte trasformandola in composti organici stabili, le sostanze umiche. In natura l'humus è una vera e propria riserva di nutrimento per le piante, grazie alla sua capacità di liberare lentamente, ma costantemente elementi nutritivi come l'azoto, il fosforo e il potassio. Le sostanze umiche, infatti, conferiscono al terreno importanti proprietà chimico-fisiche che contribuiscono all'instaurarsi di un ambiente fertile; inoltre è noto da lungo tempo il potenziale effetto del compost nel ridurre la gravità delle alterazioni causate da patogeni tellurici, aspetto confermato in diverse condizioni anche se con effetti differenti in termini di efficacia. Anche se i meccanismi di induzione di resistenza dei compost sono poco chiari, è stato dimostrato il loro positivo effetto nei confronti di agenti di tracheomicosi e di altri patogeni. Di particolare interesse risulta proprio l'uso di compost repressivi nei confronti di agenti di tracheofusariosi. In prove condotte in presenza di inoculazione artificiale, e di conseguenza di elevata pressione della malattia, è emersa una riduzione significativa della gravità degli attacchi di *F. oxysporum* f. sp. *Lactucae* applicando in pre-trapianto della lattuga il pellet di *B. carinata* a 250

g/m² (riduzione compresa tra il 64% e il 79%) e un compost selezionato (riduzione tra il 49% e il 67%), (Gilardi *et al.*, 2016 c). Le matrici organiche compostabili sono:

- rifiuti azotati come scarti vegetali, di giardino (tagli di siepi, erba del prato...), fogli verdi, rifiuti domestici (frazione umida), limitando i residui di origine animale e mischiandoli bene a quelli di origine vegetale;
- rifiuti carboniosi quali rami derivanti dalla potatura (meglio se sminuzzati con un biotrituratore, altrimenti risulteranno poco aggredibili da parte dei microrganismi), foglie secche, paglia (si terranno da parte accuratamente queste materie e le si mischierà man mano ai rifiuti azotati che si produrranno di giorno in giorno);
- fondi di caffè, filtri di tè, gusci di uova, gusci di noci;
- lettiere biodegradabili di animali erbivori;
- carta patinata - pezzi di cartone (fungono anche da rifugio ai lombrichi);
- pezzi di tessuti 100% naturali (lana, cotone).

I microrganismi operano un ruolo fondamentale nel processo di compostaggio in quanto traggono energia per le loro fondamentali attività metaboliche della materia organica, liberando acqua, biossido di carbonio, sali minerali e sostanza organica stabilizzata ricca di sostanze umiche, il compost appunto. La popolazione di microrganismi che promuove il compostaggio è molto complessa, sia in termini di gruppi fisiologici, che di entità tassonomiche nell'ambito dei singoli gruppi. Vale la pena ricordare che il compost normalmente ha un contenuto di S.O. superiore al letame e, dato che il letame è visto come un elemento ammendante essenziale per lo sviluppo e la produzione di orticole a elevato standard qualitativo, ne deriva che anche il compost ha una sua collocazione estremamente interessante che consente di valutare un incremento economico legato a produzioni quantitativamente e qualitativamente superiori. Le quantità di compost richieste dalle colture orticole si attestano tra 20 e 35 t/ha; per quanto riguarda la lattuga solitamente si distribuiscono 25 t/ha in pre-impianto.

4.5.3 Sovescio e biofumigazione

Un interesse crescente è rivolto attualmente all'impiego di ammendanti organici in grado di limitare lo sviluppo di patogeni tellurici, agenti di tracheofusariosi inclusi. La biofumigazione, costituita dal sovescio di piante ad azione biocida con l'incorporamento nel terreno di grandi quantità di biomassa fresca (Matthiessen e Kirkegaard, 2006) rappresenta un caso interessante. In particolare la coltivazione e il sovescio di specie appartenenti alla famiglia delle brassicacee permette l'apporto al terreno di sostanze ad elevata azione fungitossica: da questo fenomeno è nato il termine

biofumigazione. La famiglia delle brassicacee si caratterizza per l'abbondante produzione di metabolici secondari derivanti dalla degradazione enzimatica via mirosinasi di glucosinolati, sostanze naturali accumulate nei tessuti di queste piante (Lazzeri e Manici, 2000). Tali prodotti appartengono in larga parte agli isotiocianati, che sono in grado di svolgere nel terreno una significativa azione biocida per la lotta a numerosi parassiti vegetali ed animali (Gamliel e Stapleton, 1993). *Brassica juncea* e *B. carinata* possono essere impiegate come specie intercalari e quindi applicate come sovescio oppure, nel caso di sistemi colturali intensivi, utilizzate sotto forma di sfarinati o pellet. Un inconveniente comune sia al sovescio di brassicacee sia alla solarizzazione (che analizzeremo in seguito) è la durata del trattamento; nel caso del sovescio, in particolare, è necessario mantenere il terreno impegnato per alcuni mesi per permettere la crescita delle colture di brassicacee da immettere nello stesso. E' stato, inoltre, dimostrato che alcune brassicacee impiegate nel sovescio possono essere ospiti suscettibili di agenti di tracheofusariosi (Lu *et al.*, 2010 a). Partendo da questo problema, recentemente sono state saggiate delle farine disoleate ottenute da *Brassica carinata* applicate al terreno a dosi di 2-4 g/l. I risultati ottenuti sono simili a quelli forniti dal sovescio (Garibaldi *et al.*, 2010). Questo tipo di trattamento spesso sostituisce il sovescio in campo, dove è economicamente difficile pensare alla coltivazione per qualche mese di una specie intercalare da interrare a fine ciclo colturale.



4.5.4 Razionalizzazione della fertilizzazione azotata

La lattuga è una specie orticola dove la maturazione commerciale avviene molto prima della maturazione fisiologica. Durante la maturazione commerciale, soprattutto nel periodo estivo, le piante sono ad uno stadio caratterizzato da altissime velocità di crescita e di asportazione di elementi nutritivi e dal massimo di succosità (elevato contenuto in acqua) con valori molto bassi di sostanza secca. Per aumentare standard quantitativi c'è la tendenza, purtroppo, ad eccedere in post trapianto con la concimazione azotata. L'eccesso di azoto porta ad alterazioni evidenti sia dal punto di vista quantitativo che qualitativo; legati ad effetti negativi che risultano in molti casi addirittura più numerosi rispetto a quelli derivanti da condizioni di carenza. Oltre al già citato problema di possibile accumulo eccessivo di nitrato nelle foglie, un surplus di azoto ostacola il movimento di calcio nella pianta causando maggiori pericoli di necrosi marginale delle foglie. In relazione

all'aumentato rapporto tra sostanze azotate e glucidi si osserva innanzitutto una crescita più lussureggiante. Un eccesso di azoto porta ad avere piante di colore verde scuro con foglie succulente più ricche di acqua; ciò ha dei riflessi anche negativi del tipo:

- tessuti poveri di sostanza secca e fibra;
- piante meno resistenti al freddo e agli stress ambientali;
- piante poco serbevoli
- più suscettibilità all'attacco di parassiti sia animali che vegetali.

Piante di lattuga lussureggianti in virtù di una concimazione di azoto eccessiva sono quindi molto più facilmente attaccabili da patogeni, sia fogliari che terricoli, rispetto a piante con maggiore sostanza secca e fibra. Un attacco dell'agente patogeno della fusariosi è molto più aggressivo e veloce in una pianta di lattuga succulenta. Va rivista quindi completamente la modalità, l'epoca di intervento ed il tipo di azoto da utilizzare in una situazione di forte pressione di *Fusarium*. Preferire interventi in pre-trapianto con fertilizzanti azotati a lenta cessione con azoto organico ed eventualmente supportare il ciclo di maturazione della pianta con interventi di soccorso (fogliare e/o fertirrigazione) con concimi NPK in equilibrio fra gli elementi. Per evitare problematiche in tal senso si consiglia di non superare i 100 kg /ha di azoto per ciclo.

4.6 Mezzi fisici di lotta

4.6.1 Vaporizzazione o termoterapia

La disinfezione del terreno per mezzo del vapore, è una tecnica efficace, ad ampio spettro d'azione, che viene usata per contenere patogeni terricoli assai temibili. E' una pratica sperimentata e conosciuta da molto tempo, che consente di ridurre la carica di inoculo presente nel terreno. La tecnica più diffusa nel pieno campo prevede una distribuzione profonda del calore garantita dal passaggio del vapore all'interno



di tubi perforati ad una profondità

variabile da 40 a 60 cm. E' al momento una pratica poco usata dagli agricoltori a causa della laboriosità richiesta dalla tecnica e degli alti costi.

Allo scopo di ridurre i costi di applicazione sono state condotte prove volte a valutare la sensibilità alle alte temperature di clamidospore di diverse *formae speciales* di *F. oxysporum*. Con queste ricerche si è confermato che 70 °C per 1-2 minuti sono sufficienti ad uccidere le forme di resistenza degli agenti della fusariosi di diverse orticole tra le quali spicca la lattuga.



Sulla base di questi dati è emersa la possibilità di mettere a punto l'impiego di macchine semoventi generatrici di vapore capaci di operare su ampie superfici sia in serra sia in pieno campo (Gilardi et al., 2007 c; Lu et al., 2010 b). Considerando questi risultati, pare prossima la comparsa sul mercato di una macchina per la disinfezione del terreno con vapore in grado di soddisfare la necessità di ridurre i tempi di trattamento e i costi dello stesso, garantendo nello stesso tempo un buon contenimento di patogeni tellurici responsabili di gravi perdite di produzione.

Durata del trattamento (minuti)	Temperatura di esposizione (°C)															
	55°C				60°C				65°C				70°C			
	FoL	FI	Fd	Fb	FoL	FI	Fd	Fb	FoL	FI	Fd	Fb	FoL	FI	Fd	Fb
Testimone non trattato	0*	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	-.**	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	100	99,27	100	100
2,5	-	-	-	-	-	-	-	-	99,97	99,9	99,79	99,71	100	100	100	100
5	96,55	96,6	98,58	97,76	99,96	99,72	99,90	99,89	99,99	99,9	99,96	99,93	100	100	100	100
10	98,72	98,66	99,47	99,07	100	99,80	100	100	100	100	100	99,97	100	100	100	100
20	99,32	99,79	99,77	99,31	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
40	99,91	99,97	99,97	99,93	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

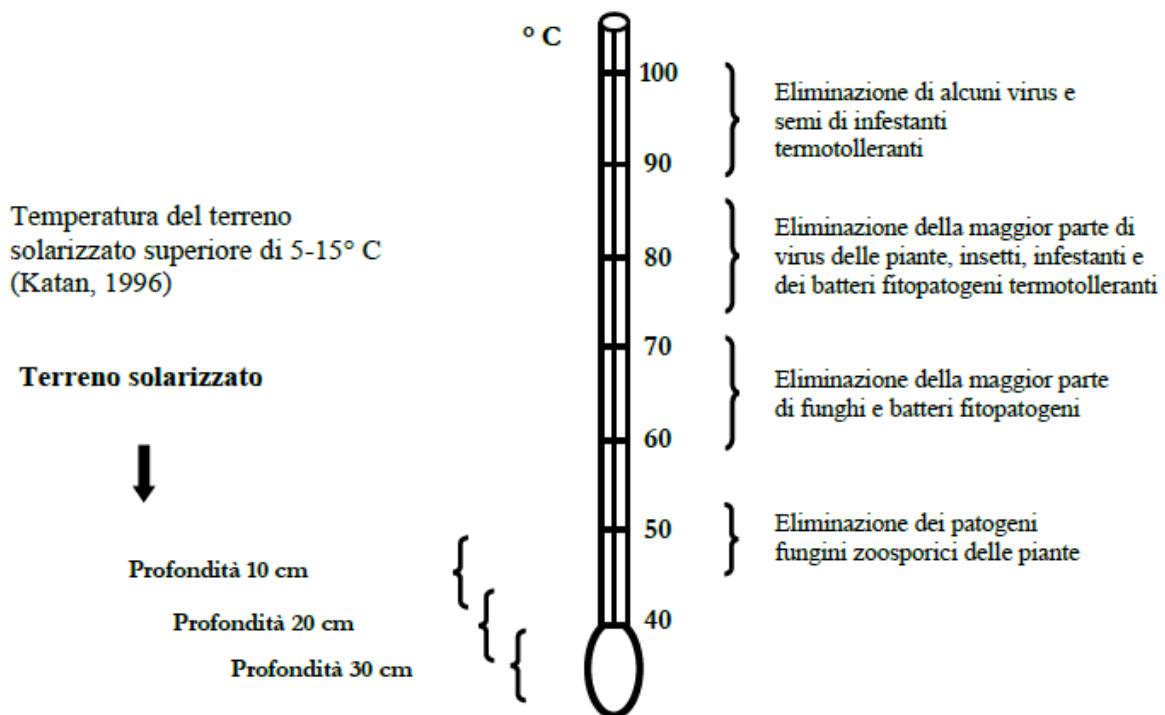
* Percentuale di efficacia rispetto al testimone non trattato.

**Non saggiato.

Tab. 8 Effetto del tempo (minuti) di esposizione a 55, 60, 65 e 70°C ($\pm 1,5$) °C sulla sopravvivenza delle clamidospore di *Fusariumoxysporum* f. sp. *lycpersici* (FoL); *Fusarium oxysporum* f. sp. *lactucae* (FI); *Fusarium oxysporum* f. sp. *dianthi* (Fd); Fb *Fusarium oxysporum* f. sp. *basilici* (Fb) (da Gilardi et al. 2007c).

4.6.2 Solarizzazione

La solarizzazione è una tecnica di disinfezione del terreno, basata sul riscaldamento dello stesso attraverso una fonte naturale di calore (il sole) e la copertura con fogli di polietilene trasparente. La si applica, normalmente, in concomitanza ai periodi contraddistinti da temperature più elevate e radiazioni solari più intense, al fine di ottenere incrementi termici maggiori. La pacciamatura del terreno, attuata comunemente con il polietilene trasparente, (film caratterizzato da una elevata trasmittanza alla radiazione solare, buone caratteristiche meccaniche e basso costo) deve essere mantenuta per un periodo sufficientemente lungo dipendente dalle temperature raggiunte e, solitamente, non inferiore alle 4 settimane al fine di poter assicurare una buona efficacia del trattamento alle profondità desiderate. Il processo di riscaldamento, segue cicli giornalieri ripetuti. All'aumentare della profondità del terreno decrescono i valori massimi delle temperature, raggiunti più tardi e mantenuti, però, più a lungo. Negli appezzamenti solarizzati i valori termici che si registrano e che, possono superare di 5-15°C quelle dei terreni non trattati, sono compresi generalmente tra 45-50°C a 10 cm di profondità e 38-45°C a 20 cm di profondità, sebbene ne siano stati registrati anche di 5-10°C più alti. L'efficacia del trattamento dipende principalmente dalle temperature raggiunte nel terreno, ma è influenzata da altri fattori di primaria importanza che concorrono a determinarne il successo. Notevole il ruolo dell'umidità che influenza, potenziandolo, il trasferimento del calore ai microrganismi ed incrementa la sensibilità termica delle differenti strutture di resistenza dei patogeni ipogei.



La diversa sensibilità al calore dei patogeni tellurici, attribuita a differenze intramolecolari a livello delle membrane cellulari, potrebbe prescindere, comunque, da fattori genetici. E' il caso, ad esempio, dei patogeni che, cresciuti in ambienti caldi si sono maggiormente adattati a sopportare temperature più elevate rispetto alle specie tipiche di climi freddi. Ciò contribuisce a spiegare l'inaspettato successo della solarizzazione in Paesi freddi quali, il Canada, il Quebec, l'Inghilterra. Generalmente, per i microrganismi definiti mesofili, cioè incapaci di crescere a temperature superiori a 31-32 °C, una soglia termica di circa 37°C risulta critica, e l'effetto termico cumulativo nel corso del processo, risolutivo. Ovviamente ad un incremento di temperatura corrisponde una riduzione della durata del trattamento nella combinazione letale temperatura-tempo. I microrganismi termofili o termotolleranti, di contro normalmente, non risultano completamente inattivati dal processo che, può comunque, esercitare una certa influenza, spesso, traducibile in un indebolimento e in una maggiore suscettibilità alle variazioni delle condizioni ambientali, tipiche dei suoli solarizzati o ancora all'azione svolta dai microrganismi antagonisti. Inoltre è essenziale, ai fini della riuscita del trattamento, una corretta e scrupolosa esecuzione delle varie fasi del processo. Il terreno da solarizzare deve essere preparato per tempo, dopo aver eliminato i residui vegetali del precedente ciclo colturale, deve essere lavorato a 30-40 cm di profondità e irrigato abbondantemente (40-50 l /mq). Tra i diversi effetti scaturiti dal trattamento di solarizzazione (i cambiamenti all'interno delle popolazioni microbiche, le variazioni nella composizione chimico-fisica del terreno e dei gas atmosferici al suo interno, l'incremento dell'umidità scaturito dalla pacciamatura) sicuramente, quello fisico, relativo all'incremento della temperatura, che influenza l'intera attività patogena, è il più immediato e pronunciato. L'esposizione di un organismo a temperature superiori a quella massima di sviluppo, determina infatti, una serie di alterazioni la cui entità appare in stretta correlazione con i valori termici raggiunti e con la durata dell'esposizione stessa. I rapporti temperatura – tempo, che si concretizzano durante il trattamento di solarizzazione rappresentano, quindi, parametri essenziali per la definizione dell'entità del danno termico diretto. L'esito finale dell'esposizione al trattamento fisico, quando nel terreno si sono registrate temperature letali, è la morte dell'organismo. La sommatoria delle combinazioni temperatura-tempo può, però, non essere del tutto risolutiva e il patogeno subire, comunque, dei danni traducibili, prevalentemente, in una riduzione dell'inoculo potenziale (densità di inoculo e capacità infettiva dei patogeni) ed in un incremento della vulnerabilità all'azione dei microrganismi antagonisti presenti nel suolo. Tra gli effetti indotti dal trattamento di solarizzazione sono da annoverare, l'annullamento totale o parziale della fungistasi e successiva lisi dei propaguli germinati; la

riduzione dell'attività patogena dovuta a fenomeni di antibiosi o di competizione intensificatisi con il processo; la riduzione dell'attività saprofitica competitiva del patogeno; la minore probabilità di reinfezione da parte dell'inoculo introdotto dopo il trattamento ostacolata da processi innescati dalla microflora selezionatasi nel terreno e dotata di notevole capacità saprofitaria.

4.6.2.1 Integrazione della solarizzazione con altri mezzi di lotta

L'efficacia della solarizzazione, quale tecnica di disinfezione del terreno, come già detto, è molto variabile in relazione, principalmente, all'entità degli innalzamenti della temperatura del terreno e alla loro durata. Il trattamento, inoltre, non sempre è risolutivo per il modesto strato di terreno interessato dall'innalzamento termico e per la nota tolleranza al calore di alcuni patogeni tellurici. Gli studi inerenti alla possibilità di incrementarne l'efficacia mirano oggi, oltre che all'individuazione di film caratterizzati da un maggiore effetto termico, alla messa a punto di strategie di lotta integrata che prevedono la combinazione della stessa con altri mezzi di lotta, quali possono essere l'impiego di antagonisti biologici o l'uso piante biocide. La potenzialità di numerose specie di *Trichoderma* di essere utilizzate come agenti di biocontrollo di alcune malattie furono, per prima, riconosciute negli anni 30' ed estese, successivamente, a molte altre malattie. L'enorme mole di ricerche, in tal senso, ha contribuito a definire e ottimizzare le loro potenzialità tanto da rendere possibile una produzione su

scala commerciale di diverse specie di *Trichoderma* per la protezione fitosanitaria e il miglioramento dell'accrescimento vegetativo di un cospicuo numero di colture agrarie.

Altrettanto numerosi sono stati gli studi relativi alle possibilità d'impiego di piante biocide in abbinamento al trattamento di solarizzazione. Si tratta di piante che si contraddistinguono per



l'elevato contenuto in glucosinolati, sostanze che sottoposti ad idrolisi enzimatica portano alla produzione di solfiti, isotiocianati, tiocianati e nitrili, dotati di attività fungistatica o fungicida.

Trattamento termico* [giorni]	Ammendanti e dose [g L ⁻¹]	Momento di applicazione degli ammendanti [giorni]**	Indice di malattia 0-100							
			Trattamento termico sub-ottimale				Trattamento termico a temperature ottimali			
			Ciclo I		Ciclo II		Ciclo I		Ciclo II	
Testimone inoculato e non trattato	-	-	52,9	cd ^{***}	65,4	c	52,9	cd	65,4	c
7	-	-	4,7	a	12,3	ab	6,3	a	10,4	a
14	-	-	5,6	a	4,2	ab	7,0	a	0,9	a
-	<i>Brassica carinata</i> [2,5]	T0*	40,4	c	55,0	c	40,4	c	55,0	c
-	Compost [4]		60,5	d	54,0	c	60,5	d	54,0	c
-	<i>B. carinata</i> + compost [2,5+4]	T0	22,1	b	27,8	b	22,1	b	27,8	b
7	<i>B. carinata</i> [2,5]	T0	7,8	a	15,9	ab	1,5	a	2,2	a
7	Compost [4]		1,1	a	7,8	ab	2,6	a	0,4	a
7	<i>B. carinata</i> + compost [2,5+4]	T0	6,3	a	21,0	ab	4,1	a	3,4	a
14	<i>B. carinata</i> [2,5]	T0	6,6	a	5,4	ab	2,2	a	0,6	a
14	Compost [4]		0,3	a	1,5	a	3,1	a	1,2	a
14	<i>B. carinata</i> + compost [2,5+4]	T0	4,6	a	0,3	a	5,4	a	2,1	a
7	<i>B. carinata</i> [2,5]	T7	5,0	a	12,7	ab	2,9	a	1,1	a
7	Compost [4]	T7	2,0	a	17,4	ab	6,4	a	9,8	a
7	<i>B. carinata</i> + compost [2,5+4]	T7	6,1	a	19,8	ab	2,2	a	2,3	a
14	<i>B. carinata</i> [2,5]	T14	7,5	a	3,6	ab	4,5	a	0,5	a
14	Compost [4]	T14	1,9	a	0,9	a	5,1	a	0,8	a
14	<i>B. carinata</i> + compost [2,5+4]	T14	0,4	a	3,3	ab	2,5	a	0,0	a

*Massima temperature a 10 cm di profondità del terreno trattato in simulazioni di temperature sub-ottimali (48°C per 6 ore, 43°C per 8 ore e 38°C per 10 ore) e temperature ottimali (52°C per 6 ore, 48°C per 8 ore e 45°C per 10 ore).

**T0 immediatamente prima di iniziare il trattamento termico; T7 e T14 immediatamente dopo il trattamento termico effettuato per 7 e 14 giorni.

***I valori della stessa colonna seguiti dalla medesima lettera non differiscono statisticamente tra loro con una probabilità di errore del 5% secondo il test di Duncan.

Tab. 9 Effetto di trattamenti con ammendanti da soli e combinati con trattamenti termici di solarizzazione effettuata a temperature ottimali e sub-ottimali, sulla gravità della tracheofusariosi causata da *F. oxysporum* f. sp. *basilici* su basilico (ciclo I e II) (da Gilardi *et al.*, 2014 a).

4.7 Impiego di materiale di propagazione sano o risanato

La sanità del materiale di propagazione e delle sementi in particolare rappresenta, oggi più che mai, un imprescindibile contributo alla qualità del prodotto finale. L'importanza del seme come vettore di patogeni viene accresciuta dall'intensità degli scambi, caratteristica del settore ortofloricolo in Italia e nel mondo. Non poche delle problematiche emergenti possono essere in parte o totalmente imputabili all'uso di sementi o materiale di moltiplicazione infetti. Infatti diversi patogeni terricoli, tra cui *Fusarium oxysporum* sp., possono raggiungere il terreno, nel quale poi si manterranno e diffonderanno, mediante il materiale di propagazione infetto o contaminato (Gullino *et al.*, 2014 b). Tra gli innumerevoli esempi di diffusione a livello internazionale di parassiti, verificatisi attraverso materiale di propagazione infetto nel settore delle colture orticole si citano, a titolo di esempio, gli agenti di fusariosi di basilico (*Fusarium oxysporum* f. sp. *basilici*), lattuga (*F. oxysporum* f. sp. *lactucae*), rucola (*F. oxysporum* f. sp. *conglutinans* e *F. oxysporum* f. sp. *raphani*), e spinacio (*F. oxysporum* f. sp. *spinaciae*). Nella maggioranza dei casi sono sufficienti percentuali assai basse (poche unità su 1.000 organi) di semi infetti per permettere la rapida diffusione della malattia in campo nell'azienda e nei dintorni (localmente).



Risulta, quindi, importante il ricorso a tutte quelle tecniche che permettono di ridurre fortemente il rischio di trasmissione dei parassiti attraverso materiale di riproduzione infetto. La concia del materiale di propagazione con adatti fungicidi risulta efficace, ma, purtroppo, pochi sono i mezzi chimici autorizzati per tale impiego. Di conseguenza, un grande interesse è rivolto ai metodi fisici e ai prodotti biologici e naturali (Gilardi *et al.*, 2005; Gullino 2012; Gullino *et al.*, 2014 a). Nel caso di semi di lattuga artificialmente inoculati con clamidospore di *F. oxysporum* f.sp. *lactucae*, l'immersione in acqua a 50°C per 10 minuti, ha ridotto la malattia in modo statisticamente simile al trattamento con prodotti di sintesi. Il migliore risultato in termini di biomassa prodotta è stato ottenuto combinando i due trattamenti, quello chimico e quello fisico. Seppur non risolutivo nel risanamento dei semi da *Fusarium oxysporum* su lattuga, di un certo interesse risulta il possibile impiego di oli essenziali, applicati come concia umida. Per evitare l'uso di materiale infetto è importante poter disporre di tecniche diagnostiche per evidenziare rapidamente l'eventuale presenza di patogeni su semi e materiale di moltiplicazione (Lievens *et al.*, 2012; Gullino *et al.*, 2014 c).

Trattamento	Dose p.a./g seme	Efficacia*
<i>Bacillus subtilis</i> QST 713	0,01 mg	++
<i>Bacillus subtilis</i> (FZB24)	0,01 mg	±
<i>Bacillus subtilis</i> (MB1 600)	0,01 mg	±
<i>Streptomyces griseoviridis</i> K61	0,002 mg	±
<i>Fusarium oxysporum</i> 251/2	1x10 ⁷ CFU**	+
<i>Pseudomonas chlororaphis</i> MA342	0,3 mg	±
<i>Fusarium oxysporum</i> MSA 35	1x10 ⁷ CFU	++
Mancozeb	4,8 mg	++++
Carbendazim	0,8 mg	+++
Procloraz	0,9 mg	+++
Tiram	1,47 mg	++
Testimone inoculato non trattato	-	-(dal 20 al 39%)***

* (±) efficacia rispetto al testimone 0-20%; (+) efficacia rispetto al testimone 21-40%; (++) efficacia rispetto al testimone 41-60%; (+++) efficacia rispetto al testimone 61-80%; (++++) efficacia rispetto al testimone 81-100%.

**CFU Unità formanti colonia.

*** Tra parentesi è indicata la percentuale di piante morte nel testimone non trattato.

Tabella 10 Efficacia dell'impiego di microrganismi e diversi fungicidi in trattamenti di concia del seme di lattuga nei confronti della contaminazione da *Fusarium oxysporum* f.sp. *lactucae* (da Gilardi *et al.*, 2005).

4.8 Attenzione alle norme igieniche in campo ed in magazzino

Come mezzo di lotta preventiva alla diffusione dell'agente patogeno della fusariosi non va sottovalutata la scrupolosa osservanza delle norme igieniche come l'accurata rimozione delle piante della coltura precedente, disinfezione degli attrezzi utilizzati per le coltivazioni e dell'attrezzature in magazzino e degli operatori stessi. Sono tutte pratiche particolarmente laboriose e costose ma molto importanti per limitare la contaminazione. E' molto complicato, nella pratica, rimuovere i residui delle piante della coltura precedente in pieno campo mentre risulta più fattibile in coltura protetta. Il rispetto scrupoloso delle norme igieniche, oltre che all'impiego di materiale di propagazione sano e certificato, risulta essere fondamentale e di più facile realizzazione nelle strutture vivaistiche. Il trapianto in campo di piantine di lattuga sane provenienti da vivai che hanno operato nel rispetto delle procedure igieniche è sicuramente un'ottima base di partenza per una produzione soddisfacente. In alcune zone vocate alla coltivazione della lattuga, come l'area oggetto della tesi, sono stati emesse linee guide non vincolanti di alcune norme igieniche da seguire per prevenire il diffondersi e il propagarsi della malattia.

4.8.1 Misure di igiene per ridurre la diffusione del *Fusarium*:

- segnaletica per indirizzare i visitatori e/o clienti dell'azienda direttamente in ufficio e magazzino;
- installazione pediluvi / tappetini igienico-sanitari per immergere le calzature da lavoro sia in entrata che in uscita dall'azienda;
- sensibilizzazione del personale al lavaggio e disinfezione delle mani, degli indumenti e dei DPI ed attrezzi da taglio dopo ogni operazione;
- costituzione di un gruppo di macchine ed attrezzi per la coltivazione delle colture destinato ad una singola area produttiva;
- rimozione piante infette e parti di esse dal campo e successiva distruzione;
- lavaggio pneumatici / cingoli trattatrici ed attrezzatura varia dopo l'utilizzo in campo;
- sterilizzazione pallet e cassette in legno e plastica per il confezionamento del prodotto;
- sterilizzazione in vivaio delle attrezzature per la semina e cubettamento.

4.9 Mezzi chimici di lotta

Attualmente non è possibile eseguire una lotta chimica diretta al patogeno Fol 1 in virtù del fatto che non esistono sul mercato molecole di sintesi efficaci. Solo il p.a. azoxystrobin, appartenente agli inibitori della respirazione mitocondriale Qol con ampio spettro e differente meccanismo d'azione rispetto ai benzimidazolici, ha manifestato una efficacia minima intervenendo, però, a dosi molto superiori rispetto a quelle indicate in etichetta. Per questo motivo la molecola azoxystrobin non è contemplata nel panorama della difesa chimica al *Fusarium*. Gli unici mezzi chimici convenzionali utilizzabili preventivamente risultano essere i disinfestanti fumiganti.

4.9.1 Sostanze fumiganti

Prima di analizzare i p.a. delle sostanze fumiganti registrate sulla coltura lattuga valutiamo gli aspetti positivi e negativi della fumigazione.

Aspetti positivi:

- possibilità di forte abbattimento delle popolazioni di organismi e microrganismi infestanti, parassiti e patogeni;
- possibilità di contenere con un unico trattamento anche più di un patogeno, parassita e infestante;
- limitazione dei fenomeni di stanchezza del terreno legati anche a fenomeni allelopatici;
- aumento della uniformità delle coltivazioni.

Aspetti negativi:

- limiti normativi (protezione ambiente ed operatori e buffer zone);
- rischio di esposizione degli operatori;
- accettazione da parte della opinione pubblica;
- elevati costi di esecuzione;
- modalità applicativa molto laboriosa;
- rischio di creare un vuoto microbiologico in terreni repressivi.

Le limitazioni attuali all'uso dei fumiganti riguardano gli aspetti registrativi, gli effetti non target tipo la protezione delle acque superficiali e falde acquifere, la protezione degli operatori e delle buffer zone e gli aspetti residuali dei metaboliti. Fumiganti attualmente disponibili:

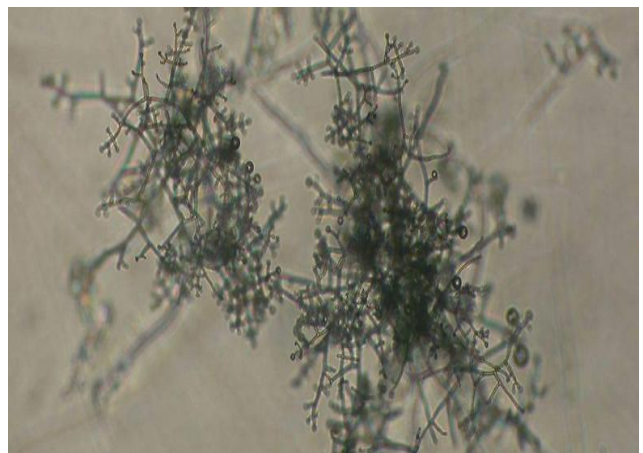


Dazomet. Distribuito su terreno (anche in vivaio e semenzaio) in assenza di coltura. E' una sostanza attiva inclusa in allegato I Reg. CE 1107/2009, avente azione nematocida, fungicida, erbicida ed insetticida, da distribuire in pre-trapianto e con applicazione limitata a ogni 3 anni sullo stesso appezzamento con una dose massima di 490 kg./ha.

Metam-potassio e Metam-sodio. Sono sostanze attive incluse in allegato I Reg. CE 1107/2009, aventi azione nematocida, fungicida, erbicida ed insetticida. Vanno applicati entrambi a pieno campo in pre-trapianto ogni 3 anni sullo stesso appezzamento tramite iniezioni al terreno oppure mediante irrigazione a goccia o microirrigazione. E' obbligatorio l'impiego di film plastici di copertura (materia plastica a tenuta di gas per l'irrigazione a goccia). Tutti queste sostanze fumiganti, compreso la cloropicrina attualmente non registrata, hanno un ottima capacità di limitare patogeni terricoli grazie al rilascio del metabolita Isiotiocianato-metile.

4.10 Mezzi microbiologici di lotta

Un metodo biologico valido per il contenimento della tracheofusariosi è l'impiego di microrganismi, come forme saprofiti di *Fusarium* o *Trichoderma* spp.. L'impiego di microrganismi ha evidenziato una riduzione degli attacchi del patogeno tra il 50 e il 75% in prove effettuate su lattuga; inoltre si è riscontrato anche l'effetto di promuovere lo sviluppo in termini di biomassa. Quindi, l'utilizzo di funghi o batteri per combattere i patogeni tellurici si può rivelare una valida opportunità da valorizzare al meglio. Notevole interesse, per le possibili applicazioni pratiche, è stato suscitato negli ultimi anni dai terreni cosiddetti "Fusarium repressivi". La repressività dei terreni è un fenomeno legato



all'antagonismo microbico ed è principalmente dovuto all'azione esercitata da funghi saprofiti appartenenti al genere *Fusarium*. L'isolamento dei *Fusarium* antagonisti, responsabili della repressività e lo studio delle loro caratteristiche e del loro principale meccanismo di azione ha permesso di colonizzare terreni conduttivi (in cui cioè la tracheofusariosi si manifesta normalmente). Esperienze condotte impiegando diversi microrganismi in condizioni controllate in vaso nei confronti della tracheofusariosi della lattuga hanno evidenziato un positivo effetto di riduzione compreso tra il 50 e il 75% con l'uso di formulati a base di *Trichoderma harzianum* T22 e della miscela di *T. asperellum* ICC012+*T. gamsii* ICC080 (Gilardi *et al.*, 2007 b). Assai intensa è,

poi, la ricerca di sostanze di origine naturale o dell'impiego di microrganismi attivi da impiegare nei trattamenti di concia delle sementi: si è evidenziato che i trattamenti di concia umida di sementi di lattuga con *Pseudomonas* FC7B, FC8B e FC9B, ottenuti da substrati repressivi in fuori suolo, hanno fornito il medesimo effetto di contenimento di *F. oxysporum* f. sp. *lactucae* dei trattamenti di concia eseguiti con il thiram e il procloraz (Lopez *et al.*, 2014).

Trattamento	Dose p.a./kg semi	Concia	Efficacia*
Testimone non inoculato e non trattato	-	-	0,0 (27,7)***
Prochloraz	1.0 g	Umida	+++
Thiram	9.8 g	Umida	+++
<i>Bacillus subtilis</i> - QST 713	10.0 g	Umida	++
<i>Bacillus subtilis</i> BA41; <i>Streptomyces</i> sp. SB15; <i>Trichoderma harzianum</i> TH02; <i>Pseudomonas proradix</i> 10; <i>Glomus caledonium</i> GM24; <i>Glomus coronatum</i> GU53; <i>Gladius intraradices</i> GB67; <i>Trichoderma</i> spp.	2.0 g	secca	++
<i>Streptomyces griseoviridis</i> K61	8.0 g	Umida	+
<i>Streptomyces</i> spp. SB14; <i>Glomus coronatum</i> G001; <i>Glomus coronatum</i> GU53; <i>Glomus caledonium</i> GM24; <i>Bacillus subtilis</i> SR63; <i>Pseudomonas</i> spp. PM46; <i>Ulocladium</i> spp. UO18	2.0 g	Umida	+
<i>Trichoderma asperellum</i> ICC 012+ <i>Trichoderma gamsii</i> ICC 080	2.0 g	Umida	++
<i>Glomus</i> spp. 5%+ <i>Bacillus megaterium</i> 10 ⁴ CFUg ⁻¹ + <i>Trichoderma</i> 10 ¹⁰ CFUg ⁻¹	2.0 g	Umida	++
<i>Pseudomonas</i> sp. FC6B (EU836173)	1 × 10 ⁷ CFU*	Umida	++
<i>Pseudomonas putida</i> FC7B (EU836174)	1 × 10 ⁷ CFU	Umida	+++
<i>Pseudomonas</i> sp. FC8B (EU836171)	1 × 10 ⁷ CFU	Umida	+++
<i>Pseudomonas</i> sp. FC9B (EU836172)	1 × 10 ⁷ CFU	Umida	+++
<i>Pseudomonas</i> sp. FC24B (EU836173)	1 × 10 ⁷ CFU	Umida	++
<i>Fusarium oxysporum</i> 251/2	1 × 10 ⁷ CFU	Secca	+++
<i>Fusarium oxysporum</i> MSA35	1 × 10 ⁷ CFU	Secca	++
*(±) efficacia rispetto al testimone 0-20%; (+) efficacia rispetto al testimone 21-40%; (++) efficacia rispetto al testimone 41-60%; (+++) efficacia rispetto al testimone 61-80%; (++++) efficacia rispetto al testimone 81-100%.			
**CFU Unità formanti colonia.			
*** Tra parentesi è indicata la percentuale di piante morte nel testimone non trattato.			

Tab. 11 Efficacia dell'impiego di microrganismi e diversi fungicidi in trattamenti di concia del seme di lattuga nei confronti della contaminazione da *Fusarium oxysporum* f. sp. *Lactucae* (cv Crispilla) (da Lopez *et al.*, 2014).

4.11 Strategie di difesa combinate

Una strategia di difesa sicuramente valida per la lattuga in diversi contesti aziendali è la combinazione dell'utilizzo di ammendanti organici compostati all'impiego di microrganismi utili per il contenimento della tracheofusariosi e di altre patologie. L'utilizzo di un ammendante attivo, ovvero arricchito con microrganismi garantisce i seguenti vantaggi:

- riduzione significativa dello sviluppo dei patogeni tellurici grazie alla presenza di una ricca microflora e di organismi utili del tipo *Trichoderma* sp., *Bacillus Vezelensys*, *Bacillus subtilis*, *Bacillus licheniformis*, *Clonostachys rosea*, *Fusarium* sp. ipovirulento, *Pseudomonas fluorescens proradix*;
- miglioramento della struttura, della fertilità e della ritenzione idrica del suolo;
- prevenzione stress abiotici;

- apporto di elementi nutritivi a lento rilascio;
- aumento della biomassa della coltura.

Altra strategia importante è quella di utilizzare microrganismi utili successivamente ad interventi di disinfezione di tipo fisico (vaporizzazione e/o solarizzazione) e di tipo chimico (impiego di sostanze fumiganti) in modo da colmare il famoso vuoto microbiologico.

Un aspetto limitante dell'impiego di questi microrganismi antagonisti risiede nel fatto che l'effetto sui patogeni terricoli non è repentino ma necessita di tempi medio lunghi per consentire una colonizzazione sufficiente. E' quindi opportuno, in un terreno arricchito con microrganismi utili e con presenza diffusa del patogeno della fusariosi, avvicinare colture alternative in maniera tale da coltivare la lattuga nello stesso appezzamento solo dopo 5-6 anni.

Attualmente in commercio esistono pochi formulati registrati come

agrofarmaci contenenti microrganismi utili, mentre sono diversi i prodotti fertilizzanti ed ammendanti presenti sul mercato.



4.12 Difesa genetica

Preso atto della difficoltà di contenere con mezzi di lotta diretta la **fusariosi**, appare evidente come la sperimentazione di varietà resistenti sia la strada principale per garantire la coltivazione intensiva di lattuga in terreni infetti. Quindi l'impiego da parte del produttore di cultivar tolleranti o mediamente resistenti costituisce la scelta più valida sotto il profilo tecnico ed economico. Nel caso delle tipologie della lattuga prese in considerazione esistono sul mercato cultivar altamente tolleranti e/o resistenti nei confronti di alcune delle principali malattie. Il limite principale della resistenza genetica come mezzo di lotta è l'estrema dinamicità che caratterizza le colture orticole, con il continuo aggiornamento delle specie e varietà coltivate. Inoltre, l'impiego di cultivar resistenti spesso da solo non sempre riesce a risolvere integralmente i problemi causati da parassiti del terreno. Infatti, la comparsa sul mercato di varietà tolleranti/resistenti a uno o più parassiti non pone al riparo dalla diffusione di altri agenti di malattia contro i quali le piante si comportano come suscettibili. E' questo un fenomeno assai frequente nel caso del Fol 1: su molte cultivar si selezionano nel tempo razze fisiologiche di *Fusarium oxysporum* f. sp *Lactucae* (razza 2-3-4)

diverse da quelle presenti originariamente (razza 1) e contro le quali erano state selezionate le varietà resistenti (fortunatamente al momento in Italia è presente solo la razza 1). Considerata l'importanza economica della lattuga, l'industria sementiera continua a lavorare per mettere sul mercato varietà resistenti o altamente tolleranti. Un buon breeder ha comunque il difficile compito, all'interno di ogni tipologia di lattuga, di selezionare varietà con un pacchetto importante di tolleranze/resistenze ai più comuni patogeni che abbiano anche ottime caratteristiche qualitative e quantitative per il mercato; infatti capita spesso che il genetista non porti avanti delle selezioni nonostante queste abbiano un portfolio di resistenze importante. Il mercato richiede determinate caratteristiche qualitative tipo pezzatura, croccantezza, self-life, colore, brillantezza, fibra, taglio al colletto, fondo e resistenza alle manipolazioni; quindi il breeder ne deve tener conto al momento dello screening. Fondamentale è comunque integrare il lavoro di miglioramento genetico per l'ottenimento di cultivar tolleranti/resistenti con altri mezzi di difesa mettendo al centro l'**agronomia**. Centri sperimentali di saggio in Romagna, in questi ultimi anni, hanno portato avanti progetti di confronto varietale lattuga su terreni particolarmente infetti dal patogeno Fol 1 cercando di valutarne suscettibilità oppure tolleranze/resistenze senza tralasciare l'aspetto commerciale.

4.12.1 Prove di confronto varietale

LATTUGA PIENO CAMPO: CONFRONTI VARIETALI 2018



Silvia Paolini
Astra Innovazione e Sviluppo
Unità Operativa Martorano 5



Aggiornamento orticole da mercato fresco
Mercato Ortofrutticolo di Cesena – 14 marzo 2019



Progetti si confronto varietale in orticoltura da mercato fresco

Cofinanziato dalla regione **Emilia-Romagna** e dalle **ditte sementiere** per gli anni 2013-2014 e interamente finanziato dalle ditte per il 2015, 2016 e 2017; sviluppato annualmente per LATTUGA da **ASTRA** Innovazione e Sviluppo - U.O. Martorano 5 con il coordinamento **CRPV**.

OBIETTIVI

- ❖ Individuare, fra le nuove selezioni proposte dalle ditte sementiere, quelle maggiormente **rispondenti alle caratteristiche quali-quantitative richieste dal mercato**, ed affidabili per stabilità produttiva e rusticità;
- ❖ **Aggiornare le liste di raccomandazione varietale** dei Disciplinari di Produzione Integrata della Regione Emilia-Romagna;
- ❖ **Supportare la tecnica agronomica** al fine di ottenere **produzioni** maggiormente **sostenibili** sia da un punto di vista economico che ambientale.

CICLI PRODUTTIVI

ESTIVO PIENO CAMPO

AUTUNNALE PIENO CAMPO

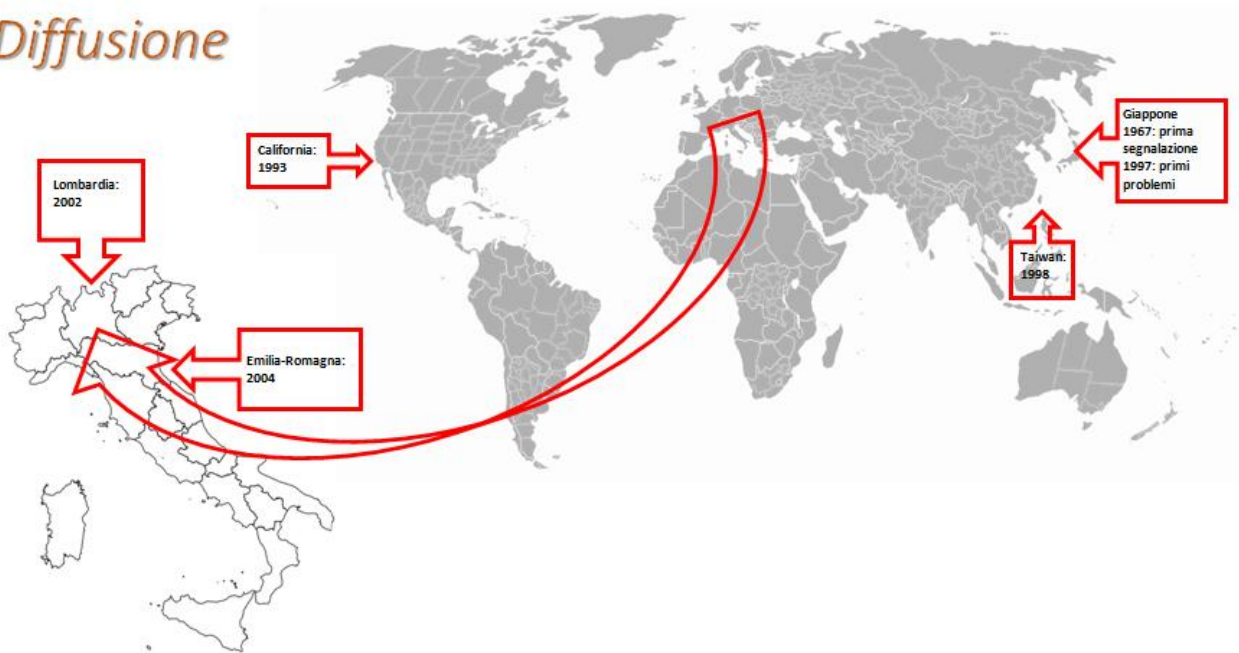


Fusariosi della lattuga : il patogeno

Fusarium oxysporum f.sp *lactucae*, agente patogeno della **tracheofusariosi della lattuga**, osservato per la prima volta in Italia nel 2002 ed in Emilia-Romagna nel 2004, rappresenta a tutt'oggi una delle problematiche principali per la coltivazione di lattuga, determinando, in anni particolarmente favorevoli allo sviluppo del fungo, consistenti perdite a livello produttivo ed economico.



Diffusione



La progressione dell'attacco determina, nelle varietà più sensibili, una morte repentina delle piante fin dalle prime fasi successive al trapianto. La diffusione in campo segue un disegno a «macchia di leopardo». Il patogeno tende a ripresentarsi sempre nelle stesse zone.

Trasmissione del patogeno

- *F. oxysporum* f.sp. *lactucae* è un patogeno terricolo. Si pensa che il fungo penetri la pianta attraverso le ferite naturali presenti nell'apparato radicale e che le sue clamidiospore possano rimanere vitali nel suolo o nei residui vegetali per lungo tempo.
- E' stata verificata la trasmissione tramite seme.



- Si pensa che l'ingresso iniziale possa essere stato determinato dal seme, mentre la diffusione su scala locale dalla propagazione del patogeno attraverso porzioni di terreno trasportate dai macchinari o attrezzi agricoli, da acqua e da residui vegetali.

Difesa chimica e microbiologica



La difesa chimica contro la tracheofusariosi della lattuga non ha raggiunto risultati soddisfacenti; diverse prove sperimentali sono state condotte, ma senza risultati sensibili. **Difesa microbiologica?**

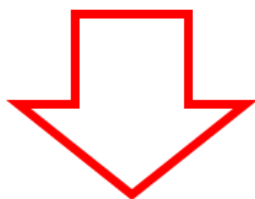


Alcune considerazioni

- La presenza di *Fusarium oxysporum* spp. *lactucae* è divenuto nell'ultimo decennio il **fattore limitante la coltivazione di lattuga** in ciclo estivo in zone particolarmente vocate (es. areale di confine fra San mauro pascoli-Rimini), ove i cicli si susseguono con un avvicendamento stretto non consentendo lunghi periodi di riposo del terreno;
- La **difesa chimica** contro la tracheofusariosi della lattuga **non ha raggiunto risultati soddisfacenti** e le buone pratiche agronomiche non sono sufficienti alla risoluzione del problema nel breve periodo.
- In mancanza di metodi di difesa efficaci, **la scelta di varietà «resistenti»** è la principale via percorribile per mantenere la produttività sostenibile;

Prospettive e attività sperimentali

L'interesse delle ditte sementiere per questi cicli si è concentrato nell'ultimo quinquennio nell'individuazione, attraverso il **miglioramento genetico** e la selezione, di varietà che presentino una **elevata tolleranza alla malattia**.



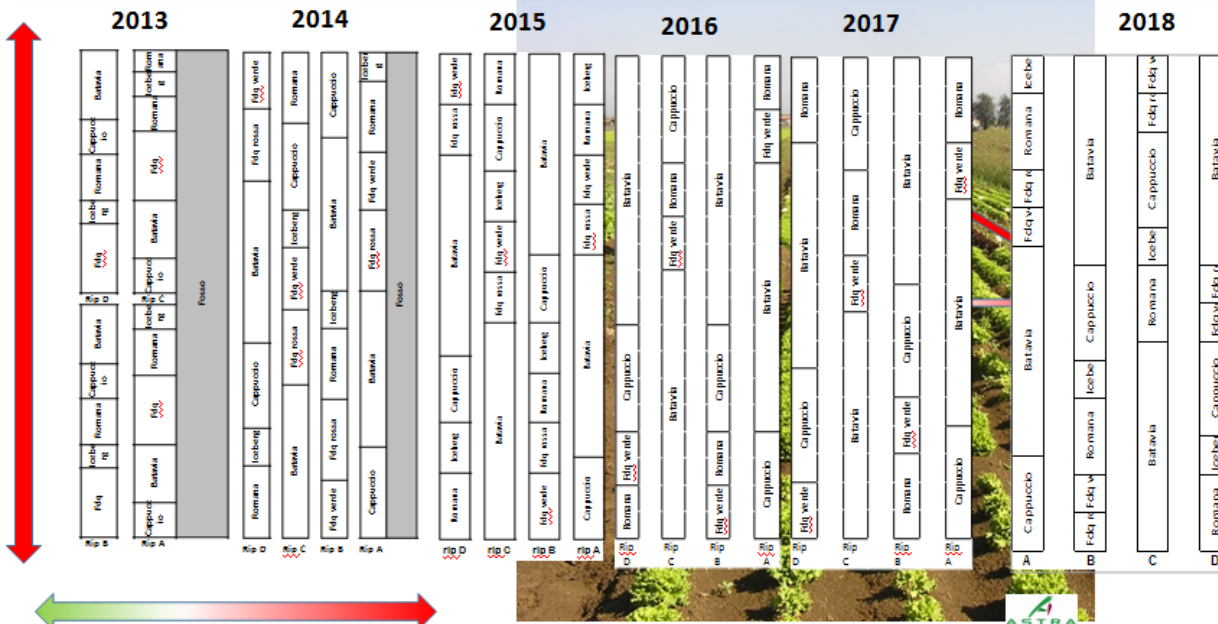
Per gli anni 2013, 2014, 2015, 2016 e 2017 si è ritenuto utile effettuare il ciclo estivo di confronto varietale su terreno naturalmente infetto da *Fusarium oxysporum* spp. *lactucae* al fine di **valutare la tolleranza delle varietà proposte**.

CARATTERISTICHE DELL'IMPIANTO DI PROVA



	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Località	San Mauro Pascoli (FC)	San Mauro Pascoli (FC)	San Mauro Pascoli (FC)	Gatteo (FC)	Rimini	San Mauro Pascoli (FC)
Data di trapianto	12/08/2013	15/07/2014	26/06/2015	28/06/2016	30/06/2017	02/07/2018
Data di raccolta	16/09/2013	20/08/2014	29/07/2015	09/08/2016	03/08/2017	08/08/2018
Durata Ciclo (gg)	35	36	33	42	34	37
N° varietà in prova	20 (14 vr + 6 test)	32 (24 vr + 8 test)	28 (18 vr + 10 test)	18 (12 vr + 6 test)	17 (12 vr + 5 test)	26 (18vr+8test)
Repliche	4	4	4	4	4	4
N° piante parcella	54	40	40	40	40	40
Sesto	28x40	28x40	28x40	28x40	28*40	28x40
Tipologie	Cappuccio, Batavia, Foglia di quercia, Romana, Iceberg	Cappuccio, Batavia, Foglia di quercia, Romana, Iceberg	Cappuccio, Batavia, Foglia di quercia, Romana, Iceberg	Cappuccio, Batavia, Foglia di quercia, Romana	Cappuccio, Batavia, Foglia di quercia, Romana	Cappuccio, Batavia, Foglia di quercia, Romana, Iceberg
Precessione culturale	Frumento	Frumento	Frumento	Incolto	Lattuga	Frumento
Terreno	Medio Impasto - Sabbioso	Medio impasto - Sabbioso	Medio impasto - Sabbioso	Medio Impasto	Medio impasto - Sabbioso	Medio impasto - Sabbioso

SCHEMA SPERIMENTALE



RILIEVI VALUTAZIONE TOLLERANZA

Settimanali (dal trapianto alla raccolta)

- N° PIANTE SANE
- N° PIANTE CON SINTOMI
- N° PIANTE MORTE

Finale alla raccolta

- N° CESPI COMMERCIALI
- N° CESPI NON COMMERCIALI
- N° PIANTE MORTE



PARAMETRI VALUTAZIONE: produzione commerciale

1. **Assenza di sintomi sul cespo tagliato** (quali avvizzimento dell'apparato fogliare con evidente comparsa di clorosi; imbrunimento del colletto);
2. **Morfologia del cespo** (non deformato);
3. **Peso medio/cespo entro i limiti minimi degli standard commerciali** (>200-300 gr in funzione della tipologia).

Sintomo al colletto (imbrunimenti ed arrossamenti a carico del sistema vascolare, sviluppo di cavità necrotiche. Intensità del sintomo tale da non compromettere la produzione. P: 0 assente; 1 lieve; 2 medio; 3 forte; 4 molto forte).

SINTOMO AL COLLETO



GIUDIZIO VARIETALE

- **Sviluppo fenologico:** lunghezza del ciclo;
- **Morfologia del cespo:** colore, brillantezza, bollosità, colletto, pezzatura, spalla fondo, giudizio finale (punteggio 1-5);
- **Stato fitosanitario:** patologie, fisiopatie, insetti (presenza);
- **Rilievi produttivi:** uniformità di produzione, % fallanze, peso medio del cespo, produzione totale, produzione reale.



ANALISI DI LABORATORIO

Al momento della raccolta commerciale alcuni **campioni** di materiale vegetale sono stati inviati al **Laboratorio di Micologia dell'SFR** al fine di accertare la presenza del patogeno in campo.

ELENCO VARIETALE

2013			
Tot	Tipologia	Vendita	Ditta
1	Cappuccio	SV001LB	Manzanita
2	Cappuccio	Ballerina (test)	Rijk Zwaan
3	Cappuccio	SV1178LB	Manzanita
4	Salvia	Fuzila	Brze Zelen
5	Salvia	Joliac	Manzanita
6	Salvia	Tourbillon (test)	Rijk Zwaan
7	Salvia	SV189LA	Manzanita
8	Salvia	SV1065LA	Manzanita
9	Foglia di quercia verde	Freestar	Manzanita
10	Foglia di quercia verde	Kipling (test)	Rijk Zwaan
11	Foglia di quercia verde	SV1648LK	Manzanita
12	Foglia di quercia rossa	SV1195LK r	Manzanita
13	Foglia di quercia rossa	Ribaj (test) r	Rijk Zwaan
14	Foglia di quercia rossa	Pinatubo r	Manzanita
15	Romana	LR 801	Manzanita
16	Romana	ZS 417	Manzanita
17	Romana	Avidius (test)	Rijk Zwaan
18	Romana	E01G.9472 (Osiride)	Brze Zelen
19	Iceberg	Classic	Manzanita
20	Iceberg	Edmonton (test)	Manzanita

2014			
Tot	Tipologia	Vendita	Ditta
1	Cappuccio	LX 1303	Manzanita
2	Cappuccio	SV1178LB	Manzanita
4	Cappuccio	Ballerina (test)	Rijk Zwaan
5	Cappuccio	Emilia	Rijk Zwaan
6	Cappuccio	Paola	Brze Zelen
7	Salvia	SV189LA	Manzanita
8	Salvia	Agibaj	Core Zelen
9	Salvia	Fuzila	Brze Zelen
10	Salvia	LS 500	Manzanita
11	Salvia	Tourbillon (test)	Rijk Zwaan
12	Salvia	SV1065LA	Manzanita
13	Salvia	Modulation	Rijk Zwaan
14	Salvia	Lonba (test)	Core Zelen
15	Salvia	Gianna	Manzanita
16	Salvia	Lambale	Manzanita
17	Foglia di quercia rossa	Pinatubo	Manzanita
18	Foglia di quercia rossa	Valeri	Manzanita
19	Foglia di quercia rossa	Ribe (test)	Rijk Zwaan
20	Foglia di quercia rossa	Neve	Brze Zelen
21	Foglia di quercia rossa	Isagga	Brze Zelen
22	Foglia di quercia verde	Tobefee	Manzanita
23	Foglia di quercia verde	Kipling (test)	Rijk Zwaan
24	Foglia di quercia verde	Freestar	Manzanita
25	Foglia di quercia verde	Kireva (test)	Rijk Zwaan
26	Romana	Osiride	Brze Zelen
27	Romana	Avidius (test)	Rijk Zwaan
28	Romana	Gadara	Rijk Zwaan
29	Romana	Leggenda	Brze Zelen
30	Romana	Profeta	Brze Zelen
31	Iceberg	High	Manzanita
32	Iceberg	Edmonton (test)	Manzanita

ELENCO VARIETALE

2015

Testi	Tipologia	Varietà	Orto
1	Capuccio	43-105 RZ	Nijk Zwaan
2	Capuccio	Emilina	Nijk Zwaan
3	Capuccio	Ballerina (test)	Nijk Zwaan
4	Capuccio	1178 (test)	Monsanto
5	Salvia	Bataille	Seyor
6	Salvia	Kiari	Seyor
7	Salvia	LE 15001	Stratos
8	Salvia	Fuzila	Enza Zedon
9	Salvia	Frelita	Enza Zedon
10	Salvia	81-03 RZ	Nijk Zwaan
11	Salvia	Larabel	Cora Seeds
12	Salvia	Model	Cora Seeds
13	Salvia	Lambole	Syngenta
14	Salvia	Gloriole	Syngenta
15	Salvia	Tourbillon (test)	Nijk Zwaan
16	Salvia	Loribel (test)	Cora Seeds
17	Foglia di quercia rossa	Insigna	Seyor
18	Foglia di quercia rossa	AS 66-002 (Oakly)	Cora Seeds
19	Foglia di quercia rossa	Ribai (test)	Nijk Zwaan
20	Foglia di quercia verde	AS 66-056 (Pleasant)	Cora Seeds
21	Foglia di quercia verde	Kipling (test)	Nijk Zwaan
22	Foglia di quercia verde	Kireve (test)	Nijk Zwaan
23	Romana	Gradara	Nijk Zwaan
24	Romana	Osiride	Enza Zedon
25	Romana	Avidius (test)	Nijk Zwaan
26	Isoborg	AS 22-083	Cora Seeds
27	Isoborg	Edmonton (test)	Monsanto
28	Isoborg	Elsol (test)	Seyor

2016

Testi	Tipologia	Varietà	Orto
1	Capuccio	Emilina	Nijk Zwaan
2	Capuccio	43-281 RZ	Nijk Zwaan
3	Capuccio	Ballerina (test)	Nijk Zwaan
4	Capuccio	1178 (test)	Monsanto
5	Salvia	Kiari	Nunhoma/Seyor
6	Salvia	BVP 15243	Wilmann
7	Salvia	Gloriole	Syngenta
8	Salvia	Lambole	Syngenta
9	Salvia	81-132 RZ	Nijk Zwaan
10	Salvia	Larabel	Cora Seeds
11	Salvia	Model	Cora Seeds
12	Salvia	Bataille	Nunhoma/Seyor
13	Salvia	Loribel (test)	Cora Seeds
14	Salvia	Tourbillon (test)	Nijk Zwaan
15	Foglia di quercia bianca	NUN 07052	Nunhoma/Seyor
16	Foglia di quercia bianca	Kireve (test)	Nijk Zwaan
17	Romana	Osiride	Enza Zedon
18	Romana	Avidius (test)	Nijk Zwaan

ELENCO VARIETALE

2017

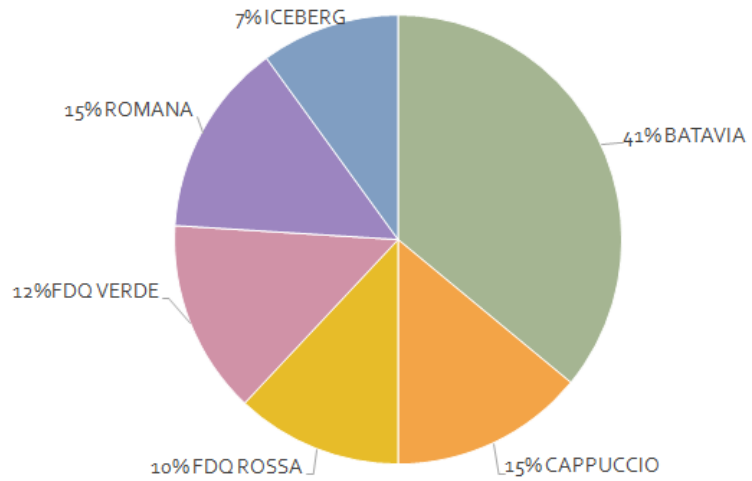
Testi	Tipologia	Varietà	Orto
1	Capuccina	SV 1178 LB	Monsanto
2	Capuccina	Matrioska	ISI Sementi
3	Capuccina	Isolina (43-281)	Nijk Zwaan
4	Capuccina	Ballerina (test)	Nijk Zwaan
5	Salvia	SV 8189 LA	Monsanto
6	Salvia	SV 1065 LA	Monsanto
7	Salvia	AS 16-150	Cora Seeds
8	Salvia	Voltron (81-132)	Nijk Zwaan
9	Salvia	Nun 05378	Nunhoma
10	Salvia	Flexila	Enza Zedon
11	Salvia	Tourbillon (test)	Nijk Zwaan
12	Salvia	Loribel (test)	Cora Seeds
13	Foglia di Quercia verde	Juniper	Nunhoma
14	Foglia di Quercia verde	Kireve (test)	Nijk Zwaan
15	Romana	Oigada	Nunhoma
16	Romana	Isj444333	ISI Sementi
17	Romana	Osiride (test)	Enza Zedon

2018

Testi	Tipologia	Varietà	Orto
1	Capuccio	Isolina RZ	Nijk Zwaan
2	Capuccio	43-281 RZ	Nijk Zwaan
3	Capuccio	43-219 RZ	Nijk Zwaan
4	Capuccio	Ballerina (test)	Nijk Zwaan
5	Capuccio	1178 (test)	Monsanto
6	Salvia	LS 519	Mandiam
7	Salvia	Selun	Nunhoma
8	Salvia	Voltron RZ	Nijk Zwaan
9	Salvia	81-132 RZ (Mutation)	Nijk Zwaan
10	Salvia	81-176 RZ (Champion)	Nijk Zwaan
11	Salvia	Flexila	Enza Zedon
12	Salvia	LS-163	Faja
13	Salvia	LS-160	Faja
14	Salvia	892 (Goldoni)	Seyor
15	Canola rossa	Kian	Nunhoma
16	Salvia	Tourbillon (test)	Nijk Zwaan
17	Foglia di quercia verde	Kidew RZ	Nijk Zwaan
18	Foglia di quercia verde	Kireve (test)	Nijk Zwaan
19	Foglia di quercia rossa	88-142	Faja
20	Foglia di quercia rossa	Kireve (test)	Nijk Zwaan
21	Romana	Nun 06168 LTL	Nunhoma
22	Romana	81-139 RZ	Nijk Zwaan
23	Romana	David (test)	Enza Zedon
24	Romana	Avidius (test)	Nijk Zwaan
25	Isoborg	Enza (22-083)	Faja
26	Isoborg	Esol (test)	Nunhoma

ELENCO VARIETALE

Nel corso dei 6 anni di prova sono state valutate 76 varietà differenti, delle quali:

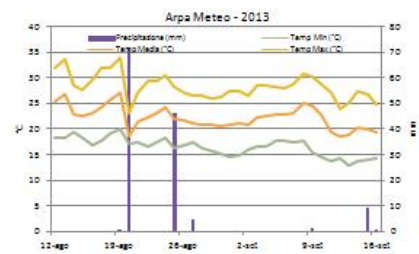


2013

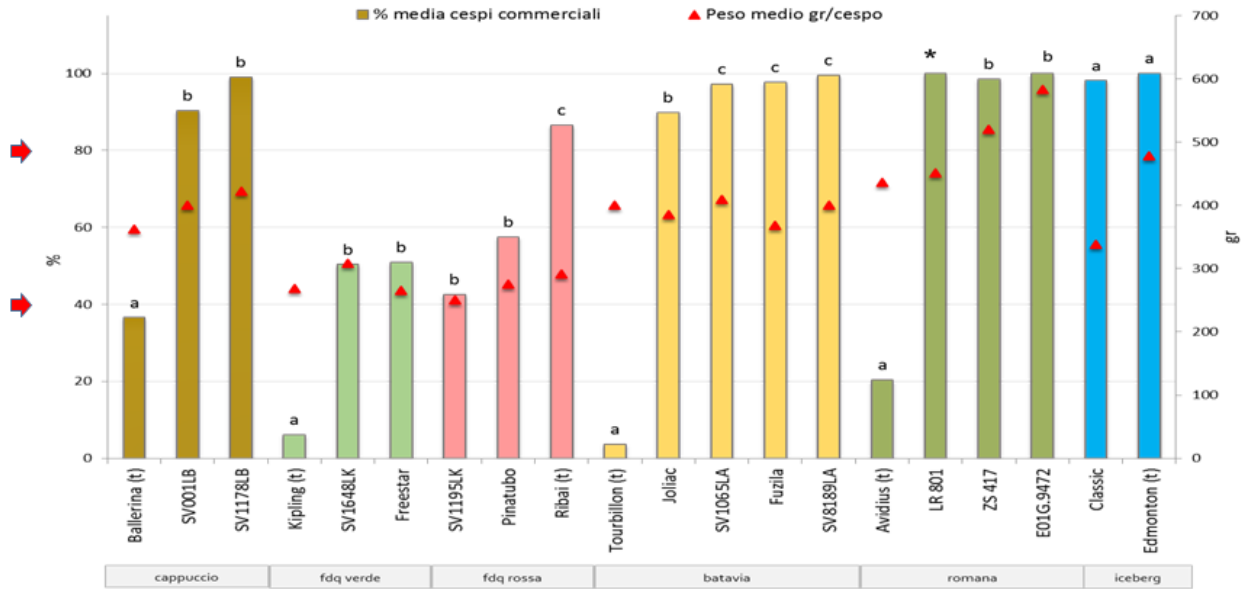


Tourbillon (test)

Intensità di sviluppo della malattia: MEDIO-FORTE



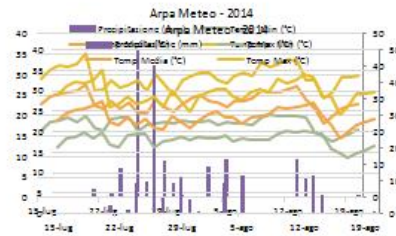
Risultati 2013



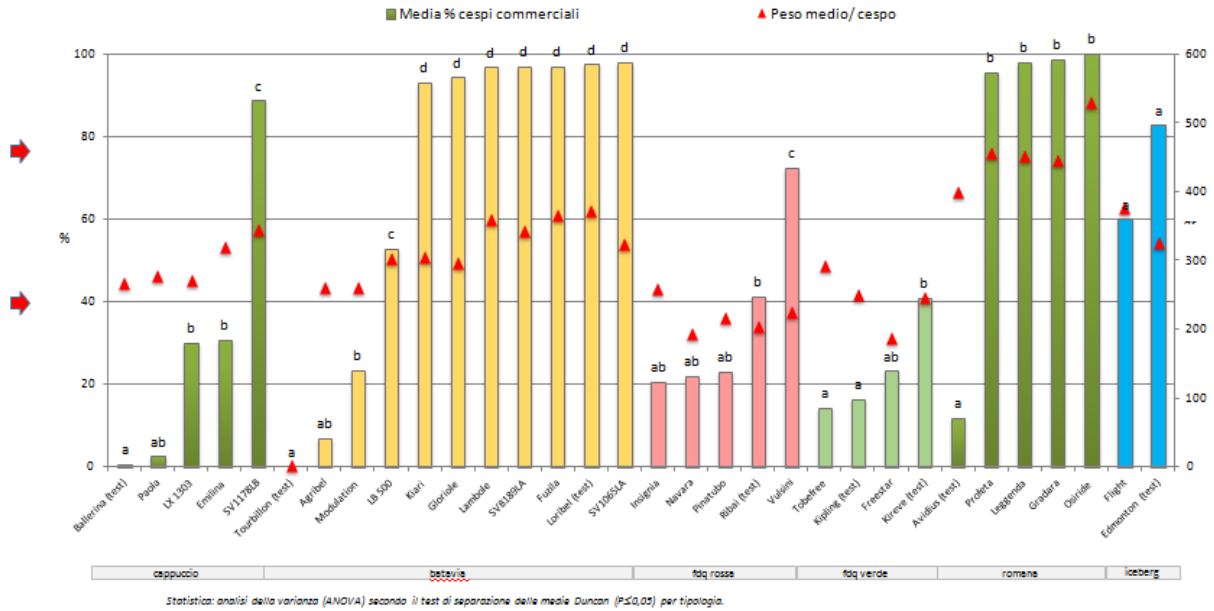
2014



Intensità di sviluppo
della malattia: FORTE
Intensità di sviluppo
della malattia: FORTE



Risultati 2014

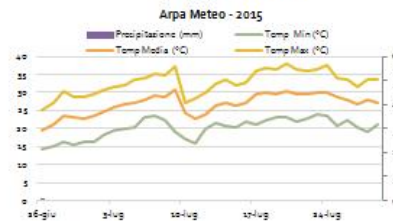


2015

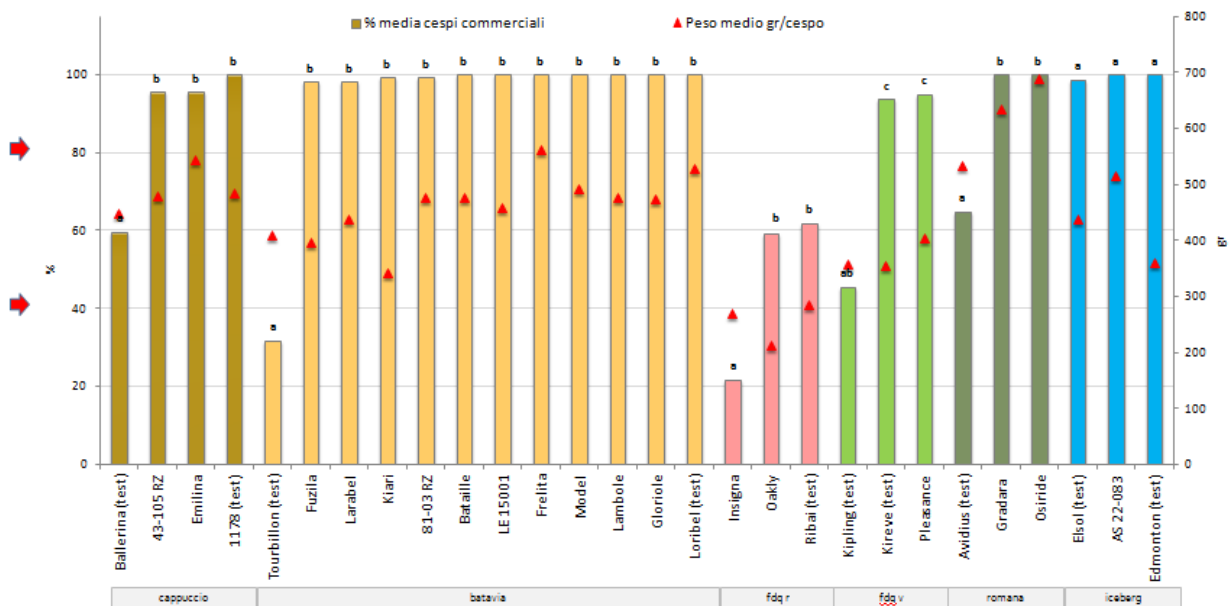


Tourbillon (test)

Intensità di sviluppo della malattia: LIEVE



Risultati 2015



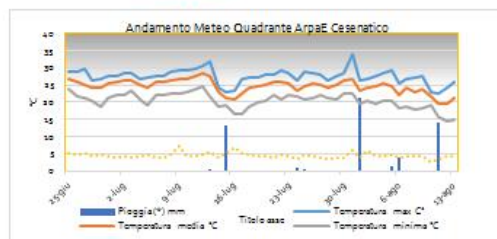
Statistica: analisi della varianza (ANOVA) secondo il test di separazione delle medie Duncan ($P \leq 0,05$) per tipologia.

2016

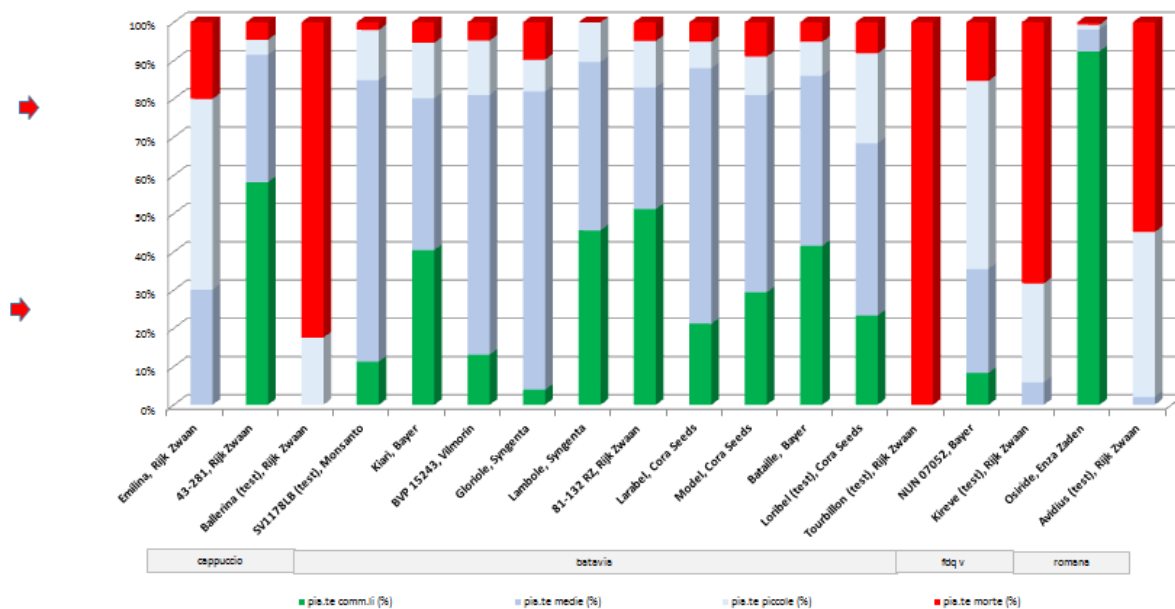


Tourbillon (test)

Intensità di sviluppo della malattia: FORTE



Risultati 2016

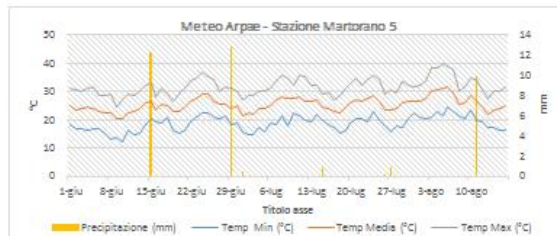


2017

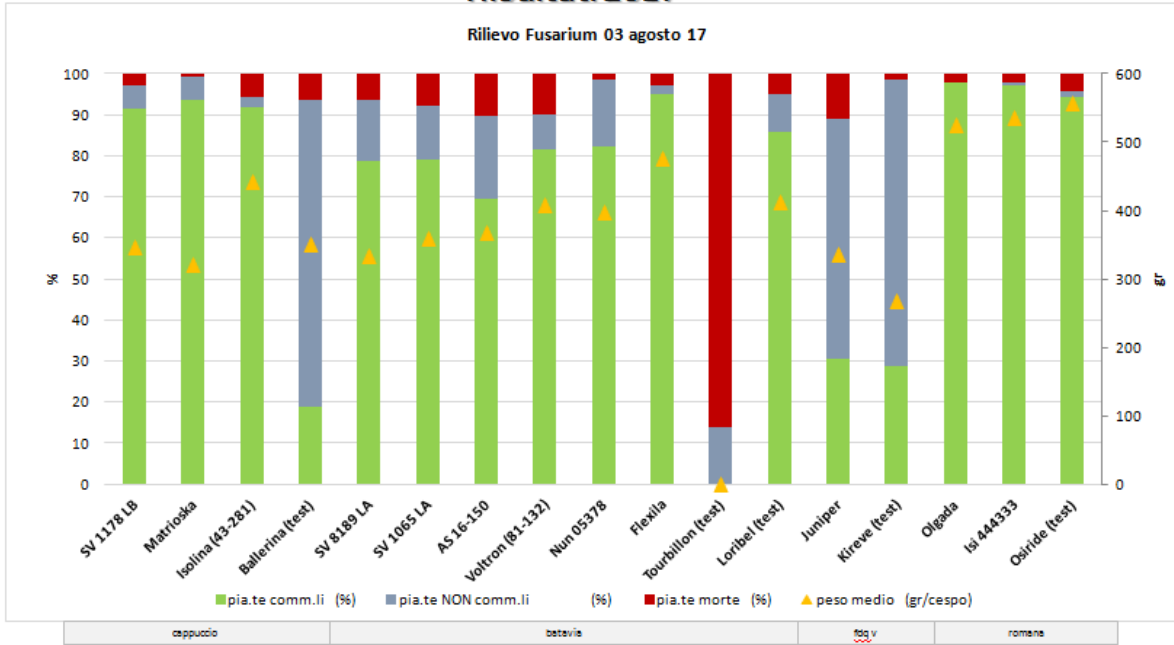


Tourbillon (test)

Intensità di sviluppo della malattia: **MEDIO**



Risultati 2017

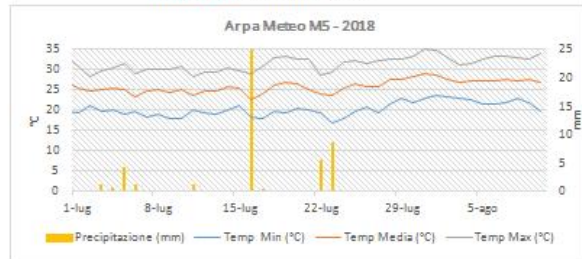


2018

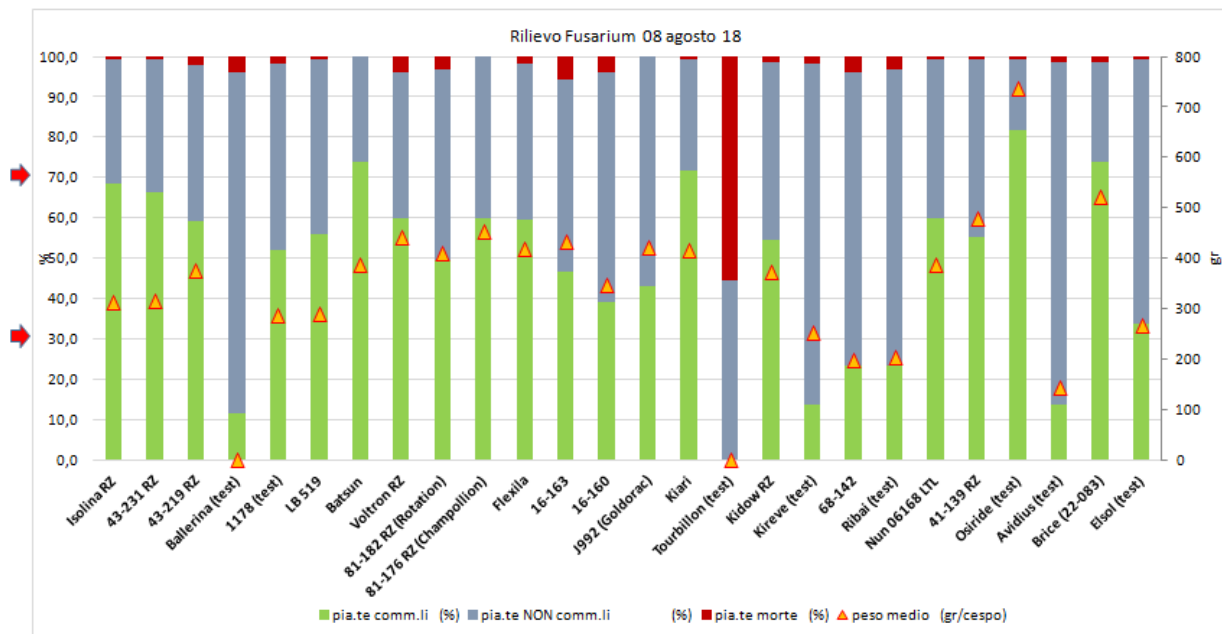


Tourbillon (test)

Intensità di sviluppo della malattia: MEDIO-forte



Risultati 2018



VALUATAZIONE COMPARATA 2013-2014-2015-2016-2017-2018

Varietà	% produzione commerciale						Note sul sintomo al coltetto	Giudizio Varietale					
	2013	2014	2015	2016	2017	2018		2013	2014	2015	2017	2018	
Cappuccio	SV1178LB	99	89	100	11	92	52	Lieve	3,0	2,8	2,8	3,0	2,75
	SV001LB	90	-----	-----	-----	-----	-----	Lieve	2,5	-----	-----	-----	-----
	43-105 RZ	-----	-----	96	-----	-----	-----	Lieve	-----	-----	3,0	-----	-----
	43-231 RZ	-----	-----	-----	-----	-----	66	Lieve	-----	-----	-----	-----	3,0
	43-219 RZ	-----	-----	-----	-----	-----	59	Lieve	-----	-----	-----	-----	2,75
	43-281 RZ (Isolina)	-----	-----	-----	58	92	69	Lieve	-----	-----	-----	3,5	3,0
	Matrioska	-----	-----	-----	-----	94	-----	Lieve	-----	-----	-----	3,0	-----
	Emilina	-----	31	96	0	-----	-----	Forte	-----	2,8	3,0	-----	-----
	LX 1303	-----	30	-----	-----	-----	-----	Lieve	-----	2,5	-----	-----	-----
	Paola	-----	3	-----	-----	-----	-----	Medio-forte	-----	nv	-----	-----	-----
Ballerina (test)	37	1	60	0	19	11	Medio-Forte	2,5	nv	2,8	2,0	nv	

VALUATAZIONE COMPARATA 2013-2014-2015-2016-2017-2018

Varietà	% produzione commerciale						Note sul sintomo al coltello	Giudizio Varietale						
	2013	2014	2015	2016	2017	2018		2013	2014	2015	2017	2018		
Batavia	Loribel (test)	-----	97	100	23	86	-----	Lieve	-----	3,5	3,3	3,25	-----	
	SV8189LA	100	97	-----	-----	79	-----	Lieve	3,5	3,5	-----	3,0	-----	
	Fuzila	98	97	98	-----	-----	-----	Lieve	3,0	3,5	3,3	-----	-----	
	Flexila	-----	-----	-----	-----	95	60	-----	Lieve	-----	-----	-----	4,0	3,0
	SV1065LA	97	98	-----	-----	79	-----	Lieve-Medio	3,5	3,8	-----	3,0	-----	
	Lambole	-----	97	100	46	-----	-----	Lieve	-----	3,5	3,3	-----	-----	
	Voltron	-----	-----	-----	-----	82	60	-----	Lieve	-----	-----	-----	2,75	3,0
	Nun05378	-----	-----	-----	-----	82	-----	-----	Lieve-Medio	-----	-----	-----	3,0	-----
	Gloriole	-----	94	100	4	-----	-----	-----	Lieve	-----	3,3	3,0	-----	-----
	Kiari	-----	93	99	40	-----	72	-----	Lieve	-----	3,0	2,8	-----	3,0
	Bataille	-----	-----	100	41	-----	-----	-----	Assente	-----	-----	3,8	-----	-----
	LB 519	-----	-----	-----	-----	-----	56	-----	Lieve-Medio	-----	-----	-----	-----	1,5
	Batsun	-----	-----	-----	-----	-----	74	-----	Lieve	-----	-----	-----	-----	3,3
	Rotation	-----	-----	-----	-----	-----	49	-----	Lieve-Medio	-----	-----	-----	-----	2,8
	Champollion	-----	-----	-----	-----	-----	60	-----	Lieve	-----	-----	-----	-----	3,0
16-163	-----	-----	-----	-----	-----	47	-----	Lieve-Medio	-----	-----	-----	-----	2,8	
16-160	-----	-----	-----	-----	-----	40	-----	Lieve-Medio	-----	-----	-----	-----	2,8	
Goldorac	-----	-----	-----	-----	-----	43	-----	Lieve	-----	-----	-----	-----	2,8	

VALUATAZIONE COMPARATA 2013-2014-2015-2016-2017-2018

Varietà	% produzione commerciale						Note sul sintomo al coltello	Giudizio Varietale					
	2013	2014	2015	2016	2017	2018		2013	2014	2015	2017	2018	
Batavia	Frelita	-----	-----	100	-----	-----	-----	Lieve	-----	-----	3,8	-----	-----
	Model	-----	-----	100	29	-----	-----	Lieve	-----	-----	3,5	-----	-----
	LE15001	-----	-----	100	-----	-----	-----	Lieve	-----	-----	2,8	-----	-----
	81-132 RZ	-----	-----	-----	51	-----	-----	Lieve	-----	-----	-----	-----	-----
	81-03 RZ	-----	-----	99	-----	-----	-----	Lieve	-----	-----	3,5	-----	-----
	BVP 15243	-----	-----	-----	13	-----	-----	Medio	-----	-----	-----	-----	-----
	Larabel	-----	-----	98	21	-----	-----	Lieve	-----	-----	3,3	-----	-----
	Joliac	90	-----	-----	-----	-----	-----	Lieve-Medio	3,5	-----	-----	-----	-----
	AS 16-150	-----	-----	-----	-----	69	-----	Lieve	-----	-----	-----	2,75	-----
	LB 500	-----	53	-----	-----	-----	-----	Medio	-----	3,5	-----	-----	-----
	Modulation	-----	23	-----	-----	-----	-----	Medio-Forte	-----	3,0	-----	-----	-----
	Agribel	-----	7	-----	-----	-----	-----	Forte	-----	nv	-----	-----	-----
	Tourbillon (test)	4	0	32	0	0	0	Molto Forte	3,3	nv	2,8	nv	nv

VALUTAZIONE COMPARATA 2013-2014-2015-2016-2018

Varietà	% produzione commerciale						Note sul sintomo al colletto	Giudizio Varietale					
	2013	2014	2015	2016	2017	2018		2013	2014	2015	2017	2018	
Fidgrassa	Ribai (test)	87	41	62	-----	-----	23	Lieve-Medio	3,3	3,3	3,0	-----	2,50
	68-142	-----	-----	-----	-----	-----	23	Medio-forte	-----	-----	-----	-----	2,5
	Vulsini	-----	73	-----	-----	-----	-----	Lieve-Medio	-----	3,3	-----	-----	-----
	Oakly	-----	-----	59	-----	-----	-----	Medio	-----	-----	2,8	-----	-----
	Pinatubo	58	23	-----	-----	-----	-----	Lieve-Medio	2,5	3,0	-----	-----	-----
	SV1195LK	43	-----	-----	-----	-----	-----	Lieve-Medio	2,5	-----	-----	-----	-----
	Navara	-----	22	-----	-----	-----	-----	Medio	-----	2,5	-----	-----	-----
	Insignia	-----	21	22	-----	-----	-----	Medio-forte	-----	2,0	2,5	-----	-----
Fidaverde	Pleasance	-----	-----	95	-----	-----	-----	Lieve	-----	-----	3,0	-----	-----
	Kireve (test)	-----	41	94	0	29	14	Medio	-----	3,5	3,3	3,5	2,5
	KidowRZ	-----	-----	-----	-----	-----	55	Lieve	-----	-----	-----	-----	3,0
	SV1648LK	50	-----	-----	-----	-----	-----	Forte	3,5	-----	-----	-----	-----
	Juniper	-----	-----	-----	-----	30	-----	Medio-Forte	-----	-----	-----	3,25	-----
	NUN 07052	-----	-----	-----	8	-----	-----	Medio	-----	-----	-----	-----	-----
	Freestar	51	23	-----	-----	-----	-----	Forte	3,0	3,0	-----	-----	-----
	Kipling (test)	6	16	46	-----	-----	-----	Forte	nv	3,3	2,8	-----	-----
Tobefree	-----	14	-----	-----	-----	-----	Medio-forte	-----	3,0	-----	-----	-----	

CONCLUSIONI

- Si conferma uno sviluppo della malattia a «macchie», persistente nel tempo e la cui intensità d'attacco sembra essere strettamente correlata a condizioni agronomiche o meteorologiche che influenzano l'umidità relativa di campo (vedi vicinanza a corsi d'acqua, siepi; vedi piovosità);
- Significativo progresso da parte delle ditte nello sviluppo di materiale tollerante, particolarmente per le tipologie batavia e romana;
- Permane la difficoltà nell'identificare un gruppo di varietà utilizzabili per cappuccio e foglia di quercia;

VALUTAZIONE COMPARATA 2013-2014-2015-2016-2018

Varietà	% produzione commerciale							Note sul sintomo al colletto	Giudizio Varietale				
	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2013		2014	2015	2017	2018	
Romana	Osiride	100	100	100	92	94	82	Assente	3,8	4,0	3,8	3,25	3,50
	Olqada	-----	-----	-----	-----	98	-----	Assente	-----	-----	-----	3,25	-----
	Isi444333	-----	-----	-----	-----	97	-----	Assente	-----	-----	-----	3,5	-----
	Gradara	-----	99	100	-----	-----	-----	Lieve	-----	4,0	3,8	-----	-----
	Leggenda	-----	98	-----	-----	-----	-----	Lieve	-----	2,8	-----	-----	-----
	Profeta	-----	96	-----	-----	-----	-----	Lieve	-----	3,3	-----	-----	-----
	ZS 417	99	-----	-----	-----	-----	-----	Lieve	3,3	-----	-----	-----	-----
	LR 801	100	-----	-----	-----	-----	-----	Lieve	3,3	-----	-----	-----	-----
	Nun o6168	-----	-----	-----	-----	-----	60	Medio-Forte	-----	-----	-----	-----	3,0
	41-139	-----	-----	-----	-----	-----	55	Lieve	-----	-----	-----	-----	3,3
Iceberg	Avidius (test)	20	12	65	0	-----	14	Forte	3,5	3,0	2,8	-----	1,5
	Edmonton (test)	100	83	100	-----	-----	-----	Lieve	3,5	2,8	3,3	-----	-----
	As 22-083	-----	-----	100	-----	-----	-----	Assente	-----	-----	3,0	-----	-----
	Elsol	-----	-----	98,8	-----	-----	34	Lieve	-----	-----	2,75	-----	-----
	Classic	98	-----	-----	-----	-----	-----	Lieve	3,0	-----	-----	-----	-----
	Brice	-----	-----	-----	-----	-----	74	Lieve	-----	-----	-----	-----	-----
	Flight	-----	60	-----	-----	-----	-----	Medio	-----	2,8	-----	-----	-----

Prova 2018



CONSIDERAZIONI

- I parametri di scelta varietale in ciclo estivo sono sempre più influenzati dalla presenza di tolleranza a fusariosi;
- La scelta varietale deve integrarsi con tutte le buone pratiche agronomiche atte a contenere l'aggravarsi od il propagarsi dell'infezione quali: aumentare i tempi di riposo con ampie rotazioni, utilizzo sovesci, evitare spostamenti di residui terricoli e vegetali, corretta gestione dello sgrondo delle acque etc.

PARAMETRI DI VALUTAZIONE

- **Sviluppo fenologico per ciascuna varietà:** lunghezza del ciclo;
- **Morfologia del cespo:** colore, brillantezza, bollosità, colletto, pezzatura, spalla fondo, giudizio finale.
- **Stato fitosanitario:** patologie, fisiopatie, insetti;
- **Rilievi produttivi:** uniformità di produzione, % fallanze, peso medio del cespo, produzione totale, produzione reale.



GIUDIZIO VARIETALE

CARATTERISTICHE DELL'IMPIANTO DI PROVA



	2018
Località	San Mauro Pascoli (FC)
Data di trapianto	05/09/2018
Data di raccolta	15/10/2018
Durata Ciclo (gg)	40
N° varietà in prova	32 (27 vr + 5 test)
Repliche	3
N° piante parcella	30
Sesto	28x40
Tipologie	Cappuccio, Batavia, Foglia di quercia, Romana, Iceberg
Precessione colturale	Frumento
Terreno	Medio impasto - Sabbioso

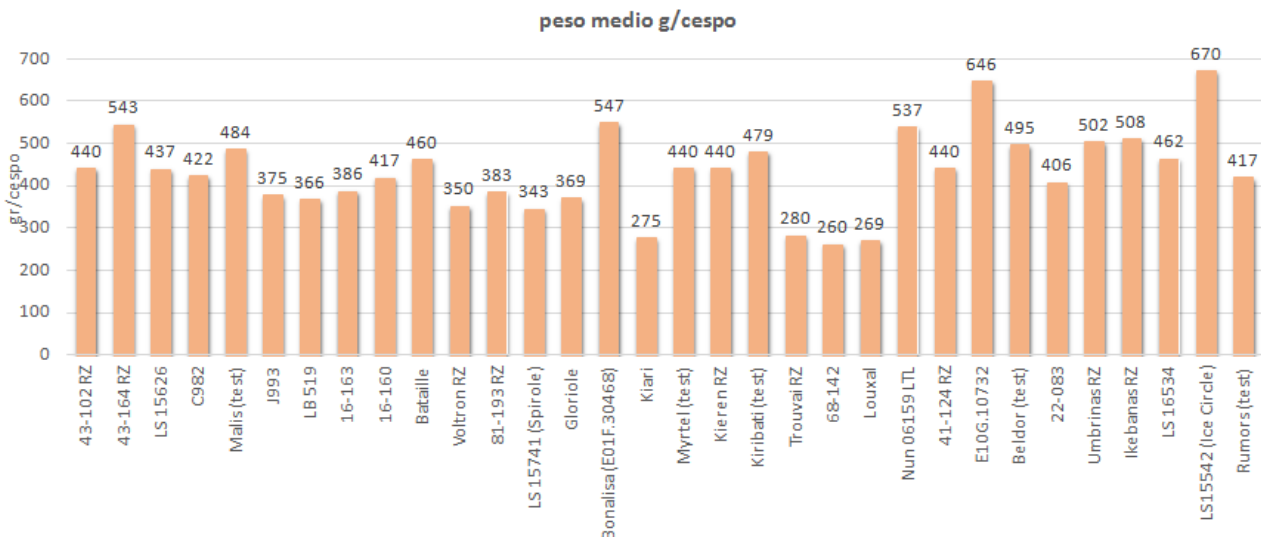
2018 – Ciclo autunnale. Giudizio varietale

Tesi	Tipologia	Varietà	Ditta	Colore (P:1-5)	Brillantezza (P:1-5)	Bollosità (P:1-5)	Colletto (P:1-5)	Fondo (P:1-5)	Pezzatura (P:1-5)	Uniformità (P:1-5)	Giudizio (P:1-5)	Sintomi Visibili Fusarium
1	Cappuccio	43-102 RZ	Rijk Zwaan	3,50	3,25	2,75	3,50	4,00	4,00	3,75	3,25	no
2	Cappuccio	43-164 RZ	Rijk Zwaan	3,50	3,75	3,50	3,50	3,50	4,00	3,50	3,50	si/no
3	Cappuccio	LS 15626	Syngenta	3,50	3,75	3,50	3,50	3,75	3,50	2,75	3,00	si/no
4	Cappuccio	C982	Gautier	3,50	3,50	3,50	3,25	3,50	4,25	3,25	3,50	si/no
5	Cappuccio	Malis (test)	Cora seeds	3,75	3,50	3,50	3,50	3,50	3,50	3,25	3,25	si
6	Batavia	J993	Gautier	3,50	3,75	2,75	3,25	2,75	4,00	4,00	3,25	no
7	Batavia	LB 519	Meridiem	3,75	3,50	3,50	3,25	3,50	3,50	3,50	2,75	no
8	Batavia	16-163	Bejo	3,75	3,25	3,50	3,75	3,50	3,50	3,50	3,25	no
9	Batavia	16-160	Bejo	3,50	3,50	3,50	3,50	3,50	4,00	3,50	3,50	no
10	Batavia	Bataille	Nunhems	3,75	3,75	3,50	3,25	3,50	4,00	3,75	3,75	no
11	Batavia	Voltron RZ	Rijk Zwaan	2,75	3,50	3,50	3,50	3,50	4,00	4,00	3,50	no
12	Batavia	81-193 RZ	Rijk Zwaan	3,50	3,50	3,50	3,50	3,50	4,00	4,00	3,50	no
13	Batavia	LS 15741 (Spirole)	Syngenta	3,50	3,50	3,50	2,75	3,50	3,25	2,50	2,75	no
14	Batavia	Gloriole	Syngenta	2,75	3,25	3,50	3,25	3,25	3,50	3,25	3,00	no
15	Batavia	Bonalisa	Enza Zaden	3,25	3,25	3,50	3,50	3,50	4,00	3,75	3,25	no
16	Canasta rossa	Kiari	Nunhems	R/V	3,75	3,00	3,25	3,50	2,50	2,75	2,75	no
17	Batavia	Mvrtel (test)	Cora seeds	3,50	3,25	3,50	3,50	3,50	3,50	3,50	3,00	no

2018 – Ciclo autunnale. Giudizio varietale

Tesi	Tipologia	Varietà	Ditta	Colore (P:1-5)	Brillantezza (P:1-5)	Bollosità (P:1-5)	Colletto (P:1-5)	Fondo (P:1-5)	Pezzatura (P:1-5)	Uniformità (P:1-5)	Giudizio (P:1-5)	Sintomi Visibili Fusarium
18	FDQ verde	Kieren RZ	<i>Rijk Zwaan</i>	3,25	3,75	3,00	3,50	3,75	4,00	4,00	3,50	no
19	FDQ verde	Kiribati (test)	<i>Rijk Zwaan</i>	3,50	3,25	3,50	3,00	3,50	4,25	4,00	4,00	no
20	FDQ rossa	Trouvai RZ	<i>Rijk Zwaan</i>	R	4,25	3,00	4,00	3,50	3,00	3,00	3,50	si
21	FDQ rossa	68-142	<i>Bejo</i>	R/V	4,00	3,50	4,25	3,50	3,25	3,50	3,50	no
22	Batavia rossa	Louxal	<i>Rijk Zwaan</i>	R	4,00	3,25	3,50	3,00	3,75	3,50	3,00	no
23	Romana	Nun 06159 LTL	<i>Nunhems</i>	4,25	3,75	2,75	2,50	3,75	3,75	3,50	3,50	no
24	Romana	41-124 RZ	<i>Rijk Zwaan</i>	3,50	3,00	2,00	2,75	3,25	4,00	3,50	2,75	no
25	Romana	E10G.10732	<i>Enza Zaden</i>	3,75	3,25	2,50	2,50	3,50	3,75	3,50	3,25	no
26	Romana	Beldor (test)	<i>Gautier</i>	3,25	3,50	3,00	3,00	3,50	3,75	4,00	2,75	no
27	Iceberg	22-083	<i>Bejo</i>	4,00	3,25	3,00	2,75	3,00	3,75	4,00	2,75	no
28	Iceberg	Umbrinas RZ	<i>Rijk Zwaan</i>	4,00	3,50	3,00	3,25	3,25	4,00	4,00	3,50	no
29	Iceberg	Ikebanas RZ	<i>Rijk Zwaan</i>	4,00	3,50	3,00	3,25	3,25	3,50	4,00	3,50	no
30	Iceberg	LS 16534	<i>Syngenta</i>	4,00	3,50	3,50	3,00	3,00	3,25	3,75	3,25	no
31	Iceberg	Ice Circle	<i>Syngenta</i>	3,75	3,50	3,00	3,25	3,75	3,75	4,00	3,75	no
32	Iceberg	Rumors (test)	<i>Cora seeds</i>	4,00	3,75	3,75	3,00	3,00	3,50	4,00	3,50	no

2017 - CICLO AUTUNNALE – PESO MEDIO CESPO (gr)



CAPITOLO 5

IMPATTO SOCIALE

5.1 Produttore

La situazione critica venutasi a creare nei primi anni di diffusione del patogeno fusariosi della lattuga (ricordiamoci considerata coltura da reddito), ha determinato allarmismo e forte disagio nel produttore. Costui è stato messo di fronte alla necessità di provvedere a dei cambiamenti anche radicali della propria gestione aziendale e conseguentemente è stato naturale da parte sua porsi una serie di interrogativi:

- rischio la coltura della lattuga su terreno parzialmente infetto?
- Vado in cerca di terreni irrigui in affitto non contaminati con aggravio di costi?
- Produco colture alternative anche se meno remunerative?
- Rivedo tutti i piani colturali?
- Sono pronto ad approcciare mercati diversi?
- Nuovi mercati sono sufficienti a garantire reddito?
- Rimetto in discussione le mie abitudini gestionali?
- Rivedo tutto il parco macchine e le attrezzature?
- La manodopera aziendale è sufficiente?
- La manodopera è pronta a supportare cambiamenti produttivi?
- Una gestione agronomica diversa porterà dei benefici o complicherà ulteriormente le cose?
- Per gestire questi cambiamenti sono necessari maggiori investimenti?
- Ho il supporto delle banche per finanziare questi investimenti?

Ovviamente questi dubbi e perplessità sono risultati tali fino a quando le ditte sementiere non hanno introdotto sul mercato varietà altamente tolleranti e/o resistenti. Il miglioramento genetico ha quindi dato modo all'agricoltore di coltivare nuovamente la lattuga con risultati discreti. Il produttore che ha impostato, però, nuove strategie dal punto di vista agronomico ha trovato risultati ancora più soddisfacenti sia quantitativamente che qualitativamente.

5.2 Rapporto tecnico e agricoltore

Nella realtà orticola romagnolo, la figura del tecnico di campo è considerata molto influente; non a caso le aziende orticole medio grandi della zona investono parte del monte spese per garantirsi la consulenza di un professionista. La figura del tecnico non è solo quella del semplice consulente agronomico ma riveste anche un ruolo di consigliere ed intermediario; viene spesso coinvolto in decisioni di non sua competenza riguardanti il management aziendale, il marketing, la gestione degli operai ed eventuali investimenti. E' colui da cui ci si aspetta la risoluzione dei problemi presenti in campo in tempi brevi senza eccessivo dispendio economico. Un evento impattante come è stato la fusariosi della lattuga ha sicuramente messo alla prova il rapporto fra produttore e tecnico. Prima dell'introduzione nel mercato di varietà di lattuga tolleranti/resistenti da parte delle ditte sementiere il problema della fusariosi è risultato di non facile soluzione; quindi il consulente ha avuto il gravoso compito di indirizzare il produttore nella scelta di gestioni alternative sia di carattere agronomico che di scelta colturale. E' importante evidenziare che le aziende che hanno adottato queste strategie agronomiche alternative si sono ritrovate con dei terreni molto più rispondenti alle esigenze di un agricoltura intensiva.

5.3 Prezzi terreni

Fino all'anno 2010, in assenza sul mercato di varietà commerciale tolleranti e/o resistenti alla fusariosi, la coltivazione della lattuga in terreni infettati è risultata molto complicata e sicuramente non conveniente dal punto di vista economico. Il primo pensiero del produttore, di fronte a questa cruda realtà, è stato quello di dover produrre la lattuga in terreni non contaminati dal patogeno. Visto che in zona San Mauro Pascoli le maglie poderali sono ristrette è risultato impossibile avere terreni scevri dal patogeno nella stessa azienda. La logica conseguenza è stata quella di cercare terreni "vergini" idonei alla coltivazione della lattuga nelle immediate vicinanze o abbastanza prossimi al proprio podere. Per la legge di mercato, quando la domanda supera abbondantemente l'offerta il risultato è l'aumento repentino del prezzo. Precedentemente la diffusione del patogeno il prezzo d'affitto annuo ad ettaro di un terreno irriguo si attestava sui 500 €; successivamente

all'evento, la spasmodica domanda ha provocato un'impennata dei prezzi fino a toccare punte di 2.500 €. Questa situazione è paragonabile al cane che si morde la coda, nel senso che in pochi anni anche questi terreni pagati una follia si sono impestati di *Fusarium*. Anche nel caso di compravendita di questi terreni il mercato ha visto una rapida crescita dei prezzi passando da valori medi di 50.000 € ha fino a raggiungere valori di 100.000/110.000 € ha.

5.4 Impatto sociale nella filiera

Altri attori della filiera della lattuga, oltre all'agricoltore e al tecnico consulente, sono stati interessati dalla situazione critica causata dall'avvento di questa nuova malattia. Costitutori varietali, genetisti, commercianti, grande distribuzione (gdo), centri di ricerca, centri di saggio, vivaisti, laboratori diagnostici e mondo accademico sono tutte realtà che sono state investite, chi più chi meno, da questa problematica. Ad onor del vero nei primi anni dall'avvento della malattia c'è stata, in generale, parecchia superficialità e sottovalutazione del problema. Una volta resasi conto della complicazione produttiva, la filiera tutta ha cominciato ad interessarsi in maniera più profonda al tema. Si sono susseguiti diversi meeting, riunioni e tavoli di concertazione dove tutti gli attori della filiera sono stati interpellati, ognuno per le proprie competenze, in modo da creare una sintesi e una sinergia fra le varie esperienze.

Bibliografia

Giuseppe Ugo Belli (2015), *Dall'antichità ad oggi come le malattie delle piante hanno inciso su vita e storia dell'uomo*. Edizioni l'informe agrario pag. 7-22, 42-52, 155-169.

Tommaso Cinquemani (2019), *Cimice asiatica, quattro metodi per difendere le colture*.
<https://agronotizieimagineinetwork.com//difesaediserto>.

Entomologia agraria: cimiceasiatica-agraria.org.
www.agrariaorgentomologiaagrariacimiceasiatica.

Maria Lodovica Gullino, Renzo Angelini (2007), *Le insalate*. Collana cultura&cultura.

Francesco Bonciarelli-Umberto Bonciarelli (2003), *Agronomia-Edagricole scolastico*.
<https://disciplinariproduzioneinsalatavegetale>.

Agricoltura, caccia, pesca per regione Emilia Romagna. www.i.stat.itagroalimentare2018.

M. Lodovica Gullino, Giovanna Gilardi e Angelo Garibaldi (2008). *Patogeni delle orticole da foglia guida alla prevenzione e alla difesa*. Assosementi gruppo ortowie.

Wikipedia

Silvia Paolini, Sergio Gengotti (2014), *Lattughe colpite da fusariosi, le cultivar più resistenti*.
Rivista Agricoltura febbraio 2014.

Cristiano Riciputi (2008), *Rotazioni di almeno 5 anni, così si previene la fusariosi*. Dossier insalata rivista Terra e vita numero 8 (2008).

<https://www.koppert.it/sfide/controllo delle malattie/fusariosi>.

www.cersaa.it

Scott J.C., Gordon T.R., Shaw D.V., Koike S.T. (2010 a), *Effect of temperature on severity of Fusarium wilt of lettuce caused by Fusarium oxysporum f. sp. lactucae*. Plant Disease, 94, 13-17.

Scott J.C., Kirkpatrick S.C., Gordon T.R. (2010 b), *Variation in susceptibility of lettuce cultivars to Fusarium wilt caused by Fusarium oxysporum f.sp. lactucae*. Plant Pathology, 59, 139-146.

Ilaria Ferrocino, Walter Chitassa, Massimo Pugliese, Giovanna Gilardi, Maria Lodovica Gullino, Angelo Garibaldi (2013). *Art. Effect of elevated atmospheric CO₂ and temperature on diseases severity of Fusarium oxysporum sp.lactucae on lettuce plants.* Elsevier 23 may 2013.

Garibaldi A., Gilardi G., Gullino M.L. (2004), *Varietal resistance of lettuce to Fusarium oxysporum f.sp. lactucae.* Crop Protection, 23, 845-851.

Gullino M.L., Gilardi G., Garibaldi A. (2007), *Malattie fungine emergenti su lattuga, rucola e valerianella.* Informatore Agrario 63 (16), 52-56.

G. Gilardi, F. Tinivella, M.L. Gullino, A. Garibaldi, Art. *Seed dressing to control Fusarium oxysporum F. sp. Lactucae.* Journal of plant diseaes and protection 30 March 2005.

AHDB (2018), *Higiene protocol fusarium in lattuce.* AHDB agriculture and horticulture development board.

www.agrinewtech (2018), *Tracheofusariosi di ortaggi a foglia: I 4 metodi di lotta non convenzionali per combattere, concimazione ortaggi. 30 Gennaio 2018 di agrinewtevh.* Agarwal V.K., Sinclair J.B. (1997) *Principle of seed pathology.* CRC Press, Boca Raton, FL, USA, 538 pagine.

Blancard D., Lot H., Maisonneuve B. (2003), *Maladies des salades. Identifier, connaître et maîtriser.* INRA Editions, ISBN, 375 pagg.

Cacciola S.O. (2007), *Recenti acquisizioni e tecniche di biologia molecolare per la diagnosi dei patogeni fungini delle piante.* Informatore Fitopatologico. La Difesa delle piante, 57 (2), 23-28.

Cacciola S.O., Faedda R. (2007), *Nanotecnologie e diagnostica fitopatologica.* Informatore Fitopatologico. La Difesa delle piante, 57 (11), 12-20.

Filippini L., Lodini S. (2009), *Registrazione di microrganismi per la protezione delle colture.* Protezione delle colture, 2 (2), 9-11.

- Fujinaga M., Ogiso H., Tuchiya N., Saito H., Yamanaka S., Nozue M., Kojima M. (2003),** *Race 3, a new race of Fusarium oxysporum f.sp. lactucae determined by a differential system with commercial cultivars.* J. Gen. Plant Pathol., 69, 23-28.
- Fujinaga, M., Ogiso, H., Shinohara, H., Tsushima, S., Nishimura, N., Togowa, M., Saito, H., and Nosue, M. (2005),** *Phylogenetic relationships between the lettuce root rot pathogen Fusarium oxysporum f.sp. lactucae race 1, 2, and 3 based on the sequence of the intergenic spacer region of its ribosomal DNA.* J. Gen. Plant Pathol. 71, 402-407.
- Gambogi P. (1991),** *I funghi trasmissibili per seme.* Petria, 1 (Suppl.), 47-56.
- Garibaldi A., Gilardi G., Gullino M. L. (2007),** *First report of Verticillium wilt caused by Verticillium dahliae on lettuce in Italy.* Plant Disease 91, 770.
- Garibaldi A., Gilardi G., Gullino M.L. (2002),** *First report of Fusarium oxysporum on lettuce in Europe.* Plant Disease, 86, 1052.
- Garibaldi A., Gilardi G., Gullino M.L. (2004 b),** *Seed transmission of Fusarium oxysporum f.sp. lactucae.* Phytoparasitica, 32, 61-65.
- Garibaldi A., Gullino M.L. (2009),** *La disinfezione del terreno in ortofloricoltura: problemi e prospettive attuali.* Protezione delle colture, 2 (1), 4-8.
- Garibaldi A., Gullino M.L. (2010 b),** *Emerging soilborne diseases of horticultural crops and new trends in their management.* Acta Horticulturae.
- Garibaldi A., Minuto A., Clematis F., Gullino M.L. (2009 b),** *Osservazioni sull'uso di brassicacee in combinazione con una solarizzazione simulata contro gli agenti di due tracheofusariosi.* Protezione delle colture, 2 (1), 14-17.
- Gilardi G., Garibaldi A., Gullino M.L. (2007 b),** *Effect of antagonistic Fusarium spp. and of different commercial biofungicide formulations on Fusarium wilt of lettuce.* Phytoparasitica, 35, 457-465.

Gilardi G., Gullino M.L., Garibaldi A. (2010), *Un aggiornamento sulle problematiche fitopatologiche emergenti nell'Italia settentrionale su ortaggi da foglia destinati alla IV gamma.* Protezione delle colture, 3 (2), 39-44.

Gullino M.L., Benuzzi M. (2003), *Mezzi biologici di difesa e prodotti di origine naturale.* Informatore Fitopatologico. La Difesa delle piante, 53 (10), 51-57.

Gullino M.L., Garibaldi A. (2010), *Nuovi approcci nella difesa dai parassiti vegetali delle colture minori.* Protezione delle colture, 3 (2), 2-4.

Gullino M.L., Gilardi G., Garibaldi A. (2004), *New Fusarium wilts on vegetable crops in Italy.* Communication in Agricultural and Applied Biological Sciences, 69, 405-413.

Gullino M.L., Gilardi G., Garibaldi A. (2007), *Malattie fungine emergenti su lattuga, rucola e valerianella.* Informatore Agrario 63 (16), 52-56.

Hong C. F., Chang P. F. L., Huang J. L., Wan Y. L. Huang, J. W.(2008), *Identification of physiological races of Fusarium oxysporum f.sp. lactucae and screening of lettuce cultivars resistant to Fusarium wilt.* Plant Pathology Bulletin, 17, 233-242.

Huang, J. H., Lo, C. T. (1998), *Wilt of lettuce caused by Fusarium oxysporum in Taiwan.* Plant Pathol. Bull. 7:150-153.

Hubbard, J. C., Gerik, J. S. (1993), *A new wilt disease of lettuce incited by Fusarium oxysporum f.sp. lactucum forma specialis nov.* Plant Dis. 77:750-754

Lazzeri L., Manici L.M. (2000), *The glucosinolate- myrosinase system: a natural and practical tool for biofumigation.* Acta Horticulturae, 532, 89-95.

Lievens B., Hanssen I.M., Rep M. (2011), *Recent developments in the detection and identification of formae speciales and races of Fusarium oxysporum: from pathogenicity testing to molecular diagnosis.* In: Fusarium wilts of greenhouse crops. (Gullino M.L., Katan J., Garibaldi A. coord.), APS Press, ST Paul, MN, USA.

Lievens B., Rep M., Thomma B.P.H.J. (2008), *Recent developments in the molecular discrimination of formae speciales of Fusarium oxysporum.* Pest Manag. Sci., 64,781-788.

Lo Cantore P., Shanmugaiah V., Iacobellis N.S. (2009), *Antibacterial activity of essential oil components and their potential use in seed disinfection.* Journal of Agricultural and Food Chemistry, 57, 9454-9461.

Lu P., Ricauda Aimonino D., Gilardi G., Gullino M.L., Garibaldi A. (2010 b), *Efficacy of different steam distribution systems against five soil-borne pathogens under controlled laboratory conditions.* Phytoparasitica, 38, 175-189.

Matheron, M. E., Koike, S. T. (2003), *First report of Fusarium wilt of lettuce caused by Fusarium oxysporum f.sp. lactucae in Arizona.* Plant Disease 87, 1365.

Matta A., Garibaldi A. (1981), *Malattie delle piante ortensi. Edagricole, Bologna, 248 pagine.*

Matthiessen J.N., Kirkegaard J.A. (2006), *Biofumigation and enhanced biodegradation: opportunity and challenge in soilborne pest and disease management.* Critical Reviews in Plant Sciences, 25, 235-265.

Nega E., Ulrich R., Werner S., Jahn M. (2003), *Hot water treatment of vegetable seeds. An alternative seed treatment method to control seed-borne pathogens in organic farming.* Journal of Plant diseases and Protection, 110, 220-234.

Pasquali M., Dematheis F., Gilardi G., Gullino M.L., Garibaldi A. (2005), *Vegetative compatibility groups of Fusarium oxysporum f.sp. lactucae from lettuce.* Plant Disease, 89, 237-240.

Pasquali M., Saravanakumar D., Gullino M.L., Garibaldi A. (2008), *Sequence specific amplified polymorphism (SSAP) technique to analyse VCG 0300 of Fusarium oxysporum f.sp. lactucae.* Journal of Plant Pathology, 90, 527 - 535.

Patterson C.L., Grogan R.G., Campbell R.N. (1986), *Economically important diseases of lettuce*. Plant Disease, 70, 982-987.

Porta-Puglia A. (2007), *Problemi fitopatologici delle sementi ortive*. *Informatore Fitopatologico*. La Difesa delle Piante, 57 (2), 9-12.

Pugliese M., Liu B.P., Gullino M.L., Garibaldi A. (2008), *Selection of antagonists from compost to control soil-borne pathogens*. Journal of Plant Diseases and Protection, 115, 220-228.

Scortichini M. (1995), *Malattie batteriche delle colture agrarie*. Edagricole, Bologna, 346 pagine.

Srinivasan K., G. Gilardi, A. Garibaldi, M. L. Gullino (2009), *Efficacy of bacterial antagonists and different commercial products against Fusarium wilt on rocket*. Phytoparasitica, 37, 179–188.

Taylor E., Bates J., Kenyon D., Maccaferri M., Thomas J. (2001), *Modern molecular methods for characterization and diagnosis of seed-borne fungal pathogens*. Journal of Plant Pathology, 83, 75-81.

Tinivella F., Garibaldi A., Gullino M.L. (2007), *Tecniche di concia alternative a prodotti chimici: le ultime acquisizioni da parte della ricerca per la difesa di specie orticole*. *Informatore Fitopatologico*. La Difesa delle piante, 57 (2), 13-17.

Vannacci G. (2008), *La diagnosi dei funghi fitopatogeni trasmessi per seme: stato dell'arte e prospettive*. Protezione delle Colture, 1 (1), 13-16.

Vannacci G., Firrao G. (2007), *Nuovi scenari per la diagnostica fitopatologica*. *Informatore Fitopatologico*. La Difesa delle piante, 57 (2), 29-31.

