



**UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI NAPOLI
"FEDERICO II"**

FACOLTÀ DI AGRARIA

DOTTORATO DI RICERCA IN AGROBIOLOGIA E AGROCHIMICA

DIPARTIMENTO DI ENTOMOLOGIA E ZOOLOGIA AGRARIA

TESI DI RICERCA

Confronto fra antiperonosporici e loro influenza sulle popolazioni di Acari
fitoseidi (Parasitiformes: Phyoseiidae) nell'agroecosistema vigneto

Relatore
Ch.mo Prof.
Mariano Nicòtina

Candidato
Castaldo Domenica

ANNO ACCADEMICO 2007 – 2008

INDICE

| | pag. |
|--|-----------|
| 1. INTRODUZIONE | 1 |
| 1.1 Gli Acari | 1 |
| 1.2 Gli acari predatori della famiglia Phytoseiidae | 4 |
| 1.3 L'importanza di salvaguardare le popolazioni dei Fitoseidi presenti in un agroecosistema | 14 |
| 1.4 Importanza del rame nei vigneti biologici per la difesa contro la peronospora | 22 |
| 1.5 I possibili inconvenienti di un uso eccessivo di rame nel vigneto | 23 |
| 1.6 L'uso del rame in viticoltura e suoi aspetti positivi | 24 |
| 1.7 Difesa della vite dalla peronospora con prodotti a basso dosaggio di rame | 25 |
| 1.8 La necessità di utilizzare minori dosi di rame in agricoltura | 28 |
| 1.9 Scopo della tesi | 31 |
| 2. MATERIALI E METODI | 33 |
| 2.1 Caratteristiche della zona di indagine | 33 |
| 2.2 Disegno dei campi sperimentali e descrizione delle tesi sperimentate | 35 |
| 2.2.1 Prova 2005 | 35 |
| 2.2.2 Prova 2006 e 2007 | 39 |
| 2.3 Raccolta dei fitoseidi | 42 |
| 2.4 Preparazione e identificazione delle specie | 43 |
| 2.5 Controllo dell'efficacia degli antiperonosporici | 44 |
| 2.6 Elaborazioni statistiche | 45 |
| 2.7 Agrofarmaci sperimentati e loro modalità d'azione | 45 |
| 3. RISULTATI | 52 |
| 3.1 Prova 2005 | 52 |
| 3.2 Prova 2006 | 56 |
| 3.3 Prova 2007 | 59 |
| 3.4 Grafici e tabelle | 63 |
| 4. CONCLUSIONI | 70 |
| 5. BIBLIOGRAFIA | 76 |
| 6. MATERIALE FOTOGRAFICO | 88 |

1. INTRODUZIONE

1.1 Gli Acari

Sottoclasse del Phylum Artropodi, Subphylum Chelicerati, Classe Aracnidi, gli acari annoverano un gran numero di specie con abitudini, dimensioni, forme, regimi dietetici e habitat anche molto diversi. Radford (1950) cita circa 30.000 specie appartenenti a più di 1.700 generi; sul solo ecosistema pianta ne esistono diverse che possono appartenere a gruppi con abitudini micofaghe, saprofaghe, fitofaghe, ematofaghe e predatrici. In campo agrario gli acari di maggiore interesse sono senza dubbio i fitofagi e i predatori: i primi, in quanto possono arrecare danni consistenti alle produzioni agricole; i secondi, perché bisogna salvarli all'interno dell'agroecosistema in quanto sono in grado di contenere le popolazioni di acari e alcune specie d'insetti fitofagi .

1.2 Gli acari predatori della famiglia Phytoseiidae

Gli acari predatori possono appartenere a famiglie diverse della vasta ed eterogenea sottoclasse degli acari; tra questi le famiglie di Fitoseidi, Anistidi, Trombididi, Cheiletidi, Piemotidi e Stigmeidi ne annoverano numerose specie. E' la famiglia Phytoseiidae, comunque, quella che raggruppa i più efficaci predatori di acari fitofagi (Helle & Sabelis, 1985).

La Famiglia Phytoseiidae appartiene al Sottordine Gamasida, Superfamiglia Phytoseioidea. Uno studio condotto da Nesbitt nel 1951 elencava 20 specie di acari fitoseidi; circa trenta anni più tardi, (Chant & Youshida-Shaul (1980) ne annoveravano più di mille e nel 1994 (Kostiainen & Hoy, 1996) quasi duemila.

Gli acari fitoseidi presentano cinque stadi di sviluppo: uovo, larva, protoninfa, deutoninfa e adulto. Le larve hanno solo tre paia di zampe, mentre in tutti gli altri stadi si rinvengono quattro paia di zampe. Gli adulti raramente superano gli 0.5 mm di lunghezza; i maschi sono più piccoli delle femmine (Sabelis, 1985a). Il corpo è suddiviso in due regioni principali: gnatosoma e idiosoma.

Lo gnatosoma comprende un paio di palpi che fungono soprattutto da sensori; un paio di cheliceri per catturare le prede e un paio di stiletti per succhiarne il contenuto cellulare (Chant, 1985 a). Nei maschi i cheliceri presentano una particolare struttura, lo spermatodattilo, la cui funzione è di

trasferire gli spermatofori, prelevati dalla propria apertura genitale, nel poro genitale della femmina.

L'idiosoma porta le zampe costituite da sei articoli; il tarso è suddiviso in due parti, di cui il basitarso rappresenta l'articolo mancante negli acari fitofagi. Il dorso è ricoperto da uno scudo dorsale, esteso a tutto l'asse longitudinale sclerificato e reticolato su cui si inseriscono poroidi e solenostomi (residui di muscoli e ghiandole) crateriformi o puntiformi in aggiunta a mediamente venti setole più o meno lunghe e settate. La zona ventrale presenta due placche sclerificate nei maschi e tre, più piccole, nelle femmine. In questa zona, anche, sono presenti solenostomi e setole, poste in posizioni tipiche e differenti nelle singole specie, quindi utilizzate dagli specialisti per l'inquadramento sistematico. Il corpo nel suo insieme si presenta traslucido e di colore giallo pallido, salvo alcune eccezioni, quali ad es. *P. persimilis*, di colore rosso arancio; inoltre, a causa del cibo ingerito, i fitoseidi possono anche assumere, temporaneamente, il colore dell'alimento, ma più spesso presentano una spiccata colorazione del solo intestino (Zangheri & Pellizzari, 1987).

I fitoseidi presentano sessi distinti con precise differenze morfologiche. Comunemente il maschio adulto attende che la femmina superi lo stadio di deutoninfa per fecondarla. I maschi sono aploidi ed hanno generalmente quattro cromosomi, mentre le femmine sono diploidi con otto cromosomi.

Il modello riproduttivo dei fitoseidi è la pseudo-arrenotochia: i maschi, come le femmine, nascono da un uovo fecondato, ma durante lo sviluppo dell'embrione, un set di cromosomi è eliminato rendendo così il maschio aploide (Hoy, 1979; Nelson-Rees, 1980). Questo fenomeno è conosciuto anche sotto il nome di paraploidia (Hoy, op. cit.). Il ruolo dei cromosomi paterni, eliminati o disattivati dopo la singamia, è tuttora sconosciuto; probabilmente determinano la fertilità dei maschi della loro progenie e inducono lo sviluppo dell'embrione (Schulten, 1985 b).

Nuove conoscenze sono state acquisite attraverso l'uso di tecniche molecolari all'avanguardia come la RAPD-PCR. Secondo Perrot-Minnot e Navajas (1995) che hanno eseguito studi sul *Typhlodromus pyri* Scheuten, il set di cromosomi paterni può essere parzialmente conservato in alcuni tessuti dei maschi aploidi.

I Fitoseidi presentano una consistente variabilità nel loro regime dietetico: poche specie sono esclusivamente predatrici di Tetranychidi; tra queste alcune sono oligofaghe come *Metaseiulus occidentalis* (Nesbitt) e *Neoseiulus fallacis* (Garman), altre, cioè la maggior parte, polifaghe come *Amblyseius andersoni* (Chant).

Gli acari fitoseidi più utili per il controllo biologico sono i generalisti, cosiddetti perché non si nutrono esclusivamente di acari dannosi ma anche di cibo alternativo: inteso da Overmeer (1985a), come una fonte di

nutrimento che permetta al fitoseide di sopravvivere e di riprodursi anche quando la densità di popolazione delle prede è bassa o addirittura nulla, molte specie dei generi *Typhlodromus* e *Amblyseius* non sono predatori specializzati e mostrano preferenze diversificate nei confronti di prede e alimenti alternativi.

Per determinare su quali substrati alternativi si possono nutrire i fitoseidi sono state condotte diverse prove di laboratorio (Zhimo e McMurtry, 1990; Castagnoli e Simoni, 1991; Schausberger, 1992; Engel & Ohnesorge, 1994; Ragusa *et al*, 1995; Tsolakis e Ragusa, 1999). Molto più interessante si è rivelata la determinazione immediata degli alimenti ingeriti tramite tecniche elettroforetiche (Murray & Solomon, 1978; Van der Geest & Overmeer, 1985).

Tra le prede, gli Eriofidi sembrano svolgere un ruolo notevole nel favorire lo sviluppo dei Fitoseidi all'inizio della stagione vegetativa: in tal modo i predatori raggiungono una buona densità di popolazione prima che schiudano le uova del più tardivo e molto più dannoso *P. ulmi*. Altri acari, tra cui i Tideidi, possono rappresentare una fonte di alimento alternativa per alcuni Fitoseidi come *Typhlodromus talbii* Athias-Henriot (Camporese & Duso, 1995).

Altra rilevante fonte alternativa di alimento è senza dubbio costituita dal polline, anche se ovviamente vi è una grande variabilità di risposte in

relazione al tipo di polline e alla specie di fitoseide. L'incapacità di nutrirsi di alcuni pollini sembra dipendere dalle dimensioni troppo piccole e/o dalla natura chimica e fisica del rivestimento esterno del granulo. Prove di laboratorio dimostrano che il polline di melo ha solo una funzione supplementare per *T. pyri*. Analogamente i pollini di ontano e di salice non sembrano costituire una adeguata fonte di cibo alternativo per questa specie. Comunque altri pollini possono senza dubbio risultare fondamentali per la sopravvivenza di *T. pyri* quando, all'inizio della stagione, scarseggiano o mancano le prede. Secondo Engel & Ohnesorge (op. cit., 1994) Eriofidi e polline sono gli alimenti preferiti da *T. pyri*, mentre mettono in dubbio che *P. ulmi* sia la principale fonte di cibo per questo predatore. Questo dato è però nettamente in contrasto con quanto detto da altri Autori (Duso, 1991; Duso *et al.*, 1992). Infine, mentre stadi larvali di coccidi e uova d'insetti non forniscono risposte chiare, forse per il loro basso valore nutrizionale, sembra accertato che miglioramenti della dieta possono essere costituiti da succhi vegetali, nettare, melata, come suggerito da Chant fin dal 1959 per *T. pyri* (Overmeer, 1985).

Lavori di un certo interesse sull'ecologia dei Fitoseidi riguardano il modo in cui questi artropodi, piccoli e atteri, ricercano le loro prede, in particolare i Tetranychidi e come colonizzano le foglie vicino alle colonie parentali. A causa delle loro dimensioni ridotte, i Fitoseidi non sono in grado di

spostarsi su grandi distanze. Soltanto in ambienti circoscritti, come nelle serre, la dispersione è legata alla locomozione. In campo, invece, sono le correnti aeree il principale mezzo di dispersione su lunghe distanze. La dispersione aerea presenta dei rischi per la riproduzione, in quanto si abbassa la possibilità di rinvenire un partner.

Gli stadi giovanili e i maschi sembrano non esercitare un ruolo rilevante nella dispersione e creazione di nuove colonie, mentre le femmine adulte già fecondate sono trasportate in misura maggiore e possono rimanere feconde anche dopo periodi di condizioni climatiche sfavorevoli. È stato dimostrato che le femmine hanno la capacità di discriminare tra aree ad alta densità di preda e a bassa densità di competitori; in modo da assicurare alla prole una sufficiente risorsa di cibo per il loro sviluppo (Sabelis, 1985b).

Le uova sono di solito deposte alla pagina fogliare inferiore, talvolta anche all'interno dell'intreccio di ragnatele prodotto dagli acari Tetranychidi, per proteggerle da condizioni termoisometriche sfavorevoli. La schiusa delle uova e la sopravvivenza della prole dipendono dal luogo in cui le femmine hanno ovideposto; in particolare per i Tetranychidi, ad esempio per *T. urticae*, le cui popolazioni aumentano con elevate temperature e bassa umidità relativa, condizioni notoriamente non favorevoli alla sopravvivenza dei predatori, in particolare per il primo stadio post embrionale, quello larvale, appena fuoriuscito dall'uovo.

Le sottofamiglie della famiglia Phytoseiidae sono tre: Amblyseinae, Phytoseiinae e Typhlodrominae.

Il termine del Gen. Typhlodromus fu coniato per indicare alcune specie di acari fitoseidi ciechi e vaganti. Studi recenti, invece, hanno dimostrato che i fitoseidi sono in grado di percepire sostanze chimiche prodotte dalle loro prede tramite recettori disposti all'estremità dei tarsi del primo paio di zampe o sui pedipalpi. Questi composti volatili sono stati chiamati kairomoni (Sabelis & Dicke, 1985). Non è ancora chiaro, però, se i kairomoni siano prodotti dai Tetranychidi, quando attaccano la pianta o dalla pianta stessa a seguito dell'attacco; la prima ipotesi sembra essere la più accreditata.

Gli studi sulla dispersione dei fitoseidi hanno un'importanza pratica notevole: si prospetta, infatti, la possibilità di diffondere nell'ambiente ceppi resistenti ai fitofarmaci, selezionati in laboratorio o direttamente in campo. Gli esperimenti condotti soprattutto in California (Hoy *et al.*, 1982; Hoy, 1982a) hanno fornito buoni risultati con ceppi di *M. occidentalis* selezionati in laboratorio per la resistenza ad insetticidi fosfororganici. All'inizio degli anni settanta venivano usati ceppi di fitoseidi che avevano sviluppato una naturale resistenza a seguito di ripetuti e massicci trattamenti insetticidi. Grazie all'acquisizione di nuove conoscenze sulla genetica dei Fitoseidi, sono stati organizzati programmi di selezione

artificiale per ridurre il tempo necessario ad ottenere resistenza agli insetticidi, tolleranza alle alte temperature, capacità di non andare in diapausa, ed essere perciò sempre attivi (Hoy, 1977 e 1984).

In alcuni frutteti del California sono stati lanciati ceppi di fitoseidi selezionati in laboratorio con questi caratteri, che si sono dimostrati stabili, capaci di controllare i Tetranychidi, di superare l'inverno e di diffondersi dal sito di rilascio (Hoy, 1982 b). Ulteriori prove sono state condotte in laboratorio con razze transgeniche di *M. occidentalis* per verificare la possibilità di una loro introduzione in ambienti altrimenti ostili ai tipi selvatici (Li & Hoy, 1996).

Gli studi tossicologici sugli acari predatori d'importanza economica riguardano principalmente la valutazione dei possibili effetti negativi su questi Artropodi. I dati sulla tossicità esercitata dai fitofarmaci sono indispensabili per l'organizzazione futura di programmi di lotta integrata in frutteti, vigneti, colture di campo e di serra (Overmeer, 1985 c; Girolami & Duso, 1984 e 1985; Mazzone & Pellizzari, 1991).

Camporese *et al.* (1993) hanno condotto diverse prove per verificare la tossicità nei confronti di *T. pyri* dei più comuni fungicidi usati in viticoltura: antioidici, antiperonosporici e antibotritici; tra questi il mancozeb, usato nella formulazione tradizionale contro *Plasmopara viticola*, è risultato letale per gli stadi giovanili di *T. pyri*. Tuttavia il dato

non è generalizzabile, poiché sono state segnalate popolazioni di fitoseidi tolleranti al mancozeb (Vettorello & Girolami, 1992); nel corso di altre indagini è stato rilevato che numerose popolazioni presenti in Veneto dimostrano, sia in campo che in laboratorio, un notevole grado di resistenza allo zolfo bagnabile.

E' stata di recente presa in esame la resistenza di *Kampimodromus aberrans* (Oud.), *Typhlodromus exhilaratus* Ragusa e *Phytoseius finitimus* Ribaga a diverse strategie di lotta con fungicidi (Nicòtina e Cioffi, 1999; Nicòtina *et al.*, 2001; Nicòtina, 2003). Il numero di fitofagi resistenti ad almeno un prodotto insetticida è in aumento, mentre il numero di predatori e parassitoidi resistenti o tolleranti è sempre inferiore; i fitofagi quindi, sembrano acquisire la resistenza o la tolleranza prima dei loro antagonisti.

Due teorie sono state proposte per spiegare questo fenomeno: secondo la teoria genetica, i fitoseidi presentano una variabilità più bassa delle loro prede, ma Morse e Croft nel 1981 hanno supposto che i predatori posseggano sufficiente variabilità genetica da sviluppare resistenza tanto rapidamente quanto le loro prede. Le differenze possono dipendere dal fatto che molti fitoseidi sono polifagi e devono eliminare una quantità di sostanze tossiche maggiore ingerita attraverso le prede. Secondo la teoria ecologica, i fitofagi sopravvissuti ai trattamenti trovano grandi disponibilità di cibo e possono diffondersi nell'ambiente mentre i loro predatori e

parassitoidi devono sottostare sia ai trattamenti sia alla carenza di cibo dovuta alla riduzione delle popolazioni della preda. Negli artropodi utili quindi il carattere di resistenza può affermarsi e aumentare la sua frequenza solo quando vi è una contemporanea o anticipata acquisizione di resistenza tra le popolazioni della preda.

1.2 L'importanza di salvaguardare le popolazioni dei Fitoseidi presenti in un agroecosistema

Gli acari Fitoseidi sono riconosciuti a livello internazionale come i più efficaci limitatori di diverse specie di acari fitofagi, in grado anche di controllare le pullulazioni di alcuni insetti, quali tripidi, stadi giovanili di aleirodidi, cocciniglie ecc. (Nelson, 1973; Ragusa, 1979; Duso & Camporese, 1991; Tsolakis & Ragusa, 1994).

Una delle caratteristiche che li rende ottimi predatori è la loro mobilità: questi procedono a zig-zag, esaminando l'ambiente mediante soprattutto il primo paio di zampe, ricco di chemiorecettori. I metodi di diffusione più utilizzati dai fitoseidi sono il vento e la foresia, per le lunghe distanze; la deambulazione per le brevi distanze (Treat, 1969; Kranz, 1973; Grogan & Navai, 1975; Fauvel & Cotton, 1981; Evans, 1993; Tixier *et al.*, 1998).

Sono così in grado di colonizzare piccoli appezzamenti in un periodo di tempo molto breve.

Un'altra peculiarità dei fitoseidi è quella di presentare specie con diversi regimi dietetici. Si possono distinguere quattro tipi di categorie di fitoseidi in base al regime alimentare:

Tipo I- predatori specializzati sul genere *Tetranychus*, a queste appartengono le specie del genere *Phytoseiulus*;

Tipo II- predatori specializzati sulla famiglia dei tetranichidi, si tratta delle specie appartenenti al genere *Galendromus*, alcune di *Neoseiulus* e poche del genere *Typhlodromus*;

Tipo III- predatori generici, cioè capaci di alimentarsi su substrati diversi, non solo animali, tra questi alcune specie del genere *Neoseiulus* e molte dei generi *Typhlodromus* e *Amblyseius*;

Tipo IV- predatori generici che si alimentano soprattutto di polline, vi appartengono circa 200 specie del genere *Euseius* (McMutry & Croft, 1997).

Questa loro diversificazione alimentare li rende molto versatili: un predatore da impiegare in lotta biologica dovrebbe possedere determinate caratteristiche che però non possono essere proprie di una sola specie. Gli “specialisti”, infatti, sono adatti per lanci inoculativi e inondativi poiché in grado di rispondere in brevissimo tempo all'aumento di popolazione dei

fitofagi (Sabelis, 1985a). negli ecosistemi pluriennali, invece, come le colture arboree, l'interesse è rivolto maggiormente ai "generalisti" (McMutry, 1982), in quanto essi si nutrono non solo di acari fitofagi ma anche di stadi giovanili di insetti, uova di lepidotteri e rincoti, nematodi, funghi e si osservano anche casi di cannibalismo in particolari condizioni di assenza di preda (McMutry & Rodriguez, 1987; Castagnoli, 1991; Castagnoli & Falchini, 1993; Croft & Croft, 1993; Croft & Zhang, 1994; Nicòtina & Tsolakis, 1994).

La loro importanza è inoltre legata anche alla capacità di colonizzare l'ambiente anche con basse densità di preda o in assenza di questa, poiché sono in grado di sopravvivere e in una certa misura anche di riprodursi alimentandosi di substrati alternativi quali pollini, melate, nettari ecc. (El Badry & El Banhawy, 1968; Ferragut *et al.*, 1997; Ragusa & Tsolakis, 1995), ciò consente loro di essere presenti tutto l'anno sulle "piante serbatoio", cioè piante che si ritrovano ai bordi delle colture di interesse agrario, le cui essenze sono gradite ai fitoseidi. In questo modo si garantisce un controllo continuo delle popolazioni dei fitofagi, in modo tale da non arrecare danni alle colture.

Partendo dalle considerazioni esposte, appare di fondamentale importanza la salvaguardia di questi predatori a specifici presenti all'interno degli agroecosistemi; per fare ciò è necessario conoscere i fattori che

condizionano, sia positivamente sia negativamente, l'andamento delle popolazioni degli acari fitoseidi.

Uno dei fattori che influenza maggiormente la loro presenza è l'eliminazione sistematica d'ogni componente non agricola all'interno degli agroecosistemi: quali siepi, cespugli di piante spontanee, piccoli boschi in mezzo ai campi, piccoli spazi non coltivati; che possono ospitare fitofagi secondari sui quali si sviluppano i predatori (che in un secondo tempo passeranno sulle colture agrarie). Il continuo ricorso alla monocoltura aziendale e alla monossuccessione permettono, invece, alle popolazioni dei fitofagi di sopravvivere ogni anno in numero maggiore e provocare nella coltura danni ogni anno più gravi, in quanto determinano la mancanza di luoghi di ricovero per i predatori.

Questa attuale tendenza delle zone agricole, indotta dall'abbattimento dei costi, provoca, infatti, un'omogeneizzazione del paesaggio che porta all'impovertimento della variabilità vegetale e, di conseguenza, anche di quella animale (Rizkowski & Karg, 1993). La semplificazione del paesaggio per scopi agricoli è certamente evidente nelle grandi valli investite a colture specializzate, ma anche in aree collinari dominate da colture ad alto reddito.

In questo contesto di costi unitari crescenti per la difesa fitosanitaria, non sempre accompagnati dai risultati previsti, si è diffusa la convinzione che

un certo grado di biodiversità vegetale ai margini delle colture e nelle interfile, per le essenze arboree, possa essere d'enorme aiuto nella gestione della difesa, creando, almeno parzialmente, una risposta al disequilibrio causato dalle coltivazioni intensive (Duso, Torresan & Vettorazzo, 1993).

Le siepi, dunque, così come gli alberi, gli arbusti e le erbe spontanee, possono costituire importanti serbatoi per l'artropodofauna utile che popolandosi di fitofagi, non necessariamente gli stessi delle colture, possono costituire una preziosa fonte di cibo per predatori e parassitoidi, che restano dunque nell'ecosistema anche se ai suoi margini (Nicoli, 1995).

L'ecosistema agrario dovrebbe essere quindi concepito come un'area comprendente zone maggiormente intensive, circondate o inframmezzate da aree più o meno incolte in cui comunque le piante, spontanee o coltivate, non siano sottoposte a trattamenti fitosanitari. Si crea in questo modo un sistema stabile ed equilibrato, prevenendo le esplosioni delle popolazioni di fitofagi con una razionale integrazione di tutte le pratiche agronomiche disponibili.

Tra i fattori limitanti la presenza e la diffusione di questi utili artropodi, un ruolo importante è esercitato anche dagli agrofarmaci, rappresentati per esempio nelle aree vitate del Centro-Sud Italia soprattutto dagli anticrittogamici; questi possono comprendere principi attivi inorganici di tipo tradizionale, come zolfo, ossicloruro di rame e poltiglia bordolese e/o,

più frequentemente, molecole organiche di sintesi. L'aumento delle produzioni agricole, dovuto essenzialmente alla coltivazione di varietà di piante più produttive, ad un maggiore impiego di alcuni fattori della produzione (irrigazione e concimi, soprattutto azotati) e all'abbandono di alcune buone pratiche agronomiche (es. rotazioni), comporta una maggiore suscettibilità alle malattie e di conseguenza determina sempre più il ricorso a questi prodotti.

L'uso massiccio e irrazionale di agrofarmaci porta però in breve tempo ad effetti collaterali disastrosi e inaspettati nell'equilibrio di un agroecosistema, quali l'insorgere di resistenze negli organismi bersaglio o i break out di nuovi parassiti e patogeni ritenuti normalmente di secondaria importanza e pericolosità.

Com'è esempio si ricordi che nel dopoguerra l'impiego di fitofarmaci poco selettivi nei vigneti ha portato all'eliminazione di specie antagoniste, fitoseidi in particolare e ciò ha rappresentato il fattore scatenante delle pullulazioni di acari fitofagi verificatesi in seguito. Come conseguenza gli agricoltori sono ricorsi ad un uso sempre più frequente di acaricidi. Solo negli anni '80 si è giunti alla conclusione che la principale causa d'eliminazione dei fitoseidi dai vigneti è da imputarsi al forte impiego di fungicidi antiperonosporici quali i ditiocarbammati (Girolami, 1981). In quel periodo è iniziata una valutazione sistematica degli effetti collaterali

dei fungicidi sui fitoseidi dei vigneti prima in Italia e poi negli altri Paesi europei. Solo alla fine degli anni 80 la comparsa di ceppi di fitoseidi resistenti ai ditiocarbammati (Vettorello e Girolami, 1992) ha reso il problema meno acuto e, assieme ad una maggior oculatezza nella scelta degli antiparassitari, ha portato al controllo biologico dei fitofagi con un sempre minor impiego di acaricidi. Quanto accaduto soprattutto in Italia costituisce uno degli esempi di maggior successo di lotta integrata (Girolami *et al.*, 1999).

Naturalmente, oggi, è impensabile un completo ritorno al passato, in altre parole la totale eliminazione della lotta chimica, soprattutto nel momento in cui il mercato dei prodotti agricoli richiede rese unitarie elevate e prodotti di qualità, per i quali a volte il solo danno estetico porta al deprezzamento. La risposta a questa apparente conflittualità di obiettivi può essere data dalle numerose ricerche condotte negli ultimi anni sulla selettività dei prodotti nei confronti dell'artropodofauna utile: tutta una serie di prodotti di ultima generazione sono stati infatti immessi sul mercato proprio allo scopo di ridurre l'impatto ambientale della lotta chimica, mentre allo stesso tempo, prodotti di tipo tradizionale, in via di abbandono come gli inorganici, sono stati riscoperti (Croft, 1982; Duso *et al.*, 1983; Mazzone & Pellizzari, 1991; Nicòtina & Caprio, 1996; Nicòtina

& Cioffi, 1997b; Nicòtina & Cioffi, 1999b; Nicòtina, Cioffi & Capone, 2002; Vettorello & Girolami, op. cit.; Viggiani, 1997).

Attualmente, quindi, la ricerca nel settore degli agrofarmaci è in evoluzione e tende ad individuare nuovi principi attivi con il duplice obiettivo di perseguire la bassa tossicità sia verso l'uomo, sia nei riguardi degli organismi utili presenti negli agroecosistemi e l'elevata attività contro patogeni o parassiti bersaglio. In particolare, il ridotto impatto sugli artropodi utili determina il potenziamento dei "rapporti intraspecifici" e il miglioramento dell'eco-resistenza, forza che si contrappone alle pullulazioni dei fitofagi, con riduzione dei costi di produzione e proficuo cambiamento produttivo per qualità e quantità.

1.4 Importanza del rame nei vigneti biologici per la difesa contro la peronospora

In viticoltura biologica il rame ha un ruolo fondamentale nel controllo della peronospora della vite (*Plasmopara viticola* (Berk, et Curt) Berlese et De Toni) in quanto il regolamento Ce 2092/91 esclude qualsiasi ricorso a formulati chimici di sintesi. Pertanto la difesa del vigneto dalla peronospora è affidata esclusivamente a prodotti cuprici, di conseguenza i quantitativi di rame apportati ai vigneti sono sempre variati nelle diverse annate, in relazione al clima, raggiungendo anche valori di 15 Kg/ha annui (Ceccanti *et al.* 2004).

La viticoltura biologica riveste un'importanza notevole per la produzione italiana: circa il 4% del "vigneto Italia" è rappresentato da produzione biologica. Ciò rende il nostro Paese il primo al mondo con i suoi 32.000 ha di superfici vitate convertite (fonte: Ifoam)

Vi è da dire però che la normativa in vigore dal 2002, cioè il regolamento Ce 473/2002, che modifica l'allegato 2-B del regolamento Ce 2092/91, ha posto dei limiti all'utilizzazione del rame fissando un dosaggio massimo di 8 Kg/ha annui fino al 2006 e prevedendo un'ulteriore riduzione a 6 Kg/ha annui per il 2007.

1.5 I possibili inconvenienti di un uso eccessivo di rame nel vigneto

Il rame utilizzato nei vigneti per i trattamenti antiperonosporici si deposita in parte sull'uva e sulla parte vegetativa della vite, quali foglie e tralci; in parte ricade direttamente al suolo penetrando all'interno. Parte del rame pervenuto sul grappolo è dilavata dalle piogge e giunge così anch'esso al suolo; parte permane sugli acini e si trasferisce nei mosti e nel vino. In base al tipo di vinificazione adottata varia la quantità di rame presente nei mosti: nella vinificazione in rosso, dove le bucce rimangono lungamente a lungo a contatto col mosto, il contenuto di rame è superiore rispetto ai mosti vinificati in bianco.

Alcuni studi, in ogni modo, affermano tranquillamente che durante i normali processi di vinificazione gran parte del rame presente è eliminata, in quanto parte è assorbita dai lieviti e parte precipita sotto forma di solfuro e è eliminata poi con le fecce (Amati, 1984).

Il rame depositato sulla vegetazione raggiunge, col tempo, il suolo. I prodotti cuprici determinano quindi apporti di rame al suolo molto diversi secondo il contenuto percentuale in metallo e del dosaggio a cui sono utilizzati. Alcuni studi hanno rilevato che un normale trattamento con 10 hl d'acqua apporta ad un ettaro di terreno i seguenti quantitativi di rame:

- 2,5 kg, se si utilizza poltiglia bordolese preparata in azienda (1 kg di solfato di rame/hl)
- 1,9 kg, se si utilizza ossicloruro di rame e calcio (0,7 kg di prodotto/hl)
- 1,7 kg, se si utilizza poltiglia bordolese industriale (0,8 kg di prodotto/hl)
- 1,5 kg, se si utilizza ossicloruro tetraramico (0,45 kg di prodotto/hl)
- 1,2 kg, se si utilizza idrossido (0,3 kg di prodotto/hl)

Ipotizzando un calendario di 10 trattamenti annui contro la peronospora (in Italia settentrionale possono essere anche di più, al centro-sud, mediamente di meno), tutti a base di rame, si determinerebbero degli apporti al terreno variabili da 12 a 25 kg/ha/anno, a seconda del prodotto utilizzato.

L'apporto di rame al terreno dovuto ai trattamenti antiperonosporici è quindi tutto altro che trascurabile. Analisi del suolo condotte su vigneti hanno riscontrato contenuti di rame decisamente superiori a quelli presenti in terreni non coltivati a vite (Stefanelli, 1994).

Quindi il rame presente negli anticrittogamici utilizzati in viticoltura rappresenta una fonte di contaminazione del suolo. Infatti, non viene degradato o metabolizzato, l'evaporazione è nulla e l'unico tipo di asportazione rilevante è costituito dall'azione dilavante della pioggia. Nel suolo il rame tende ad accumularsi soprattutto negli strati più superficiali,

legandosi alla sostanza organica e fissandosi alle argille (Agnelli *et al.* 2002).

Eventuali eccessi di rame sembra si ripercuotano negativamente sulla pedofauna; in terreni particolarmente ricchi di questo metallo si è riscontrata una diminuzione del numero di carabidi e lombrichi (Paoletti, Bertocello Brotto, 1985); viene inoltre alterata la composizione microbiologica ed enzimatica del suolo determinandone una acidificazione (Rossi *et al.*, 1998).

1.6 L'uso del rame in viticoltura e suoi aspetti positivi

I prodotti rameici comunque, ad oltre un secolo dalla loro introduzione, si dimostrano ancora oggi dei validi antiperonosporici che esplicano un effetto secondario contro alcune altre malattie della vite. L'uso del rame in viticoltura ha una lunghissima tradizione e degli aspetti positivi ben conosciuti:

- Non seleziona ceppi di funghi resistenti,
- Diminuisce il disseccamento del rachide,
- Ha una certa attività secondaria contro oidio e botrite,

- Non é tossico per la pedofauna utile, compresi gli acari fitoseidi, che predano gli acari dannosi (ragnetto rosso, eriofide, ragnetto giallo, etc.),
- Ha una discreta persistenza sulla vegetazione se le condizioni atmosferiche sono asciutte.

Inoltre nei vigneti condotti secondo il metodo biologico, il rame riveste ancora il ruolo di unico mezzo di difesa contro la peronospora (Gardenghi M. *et al.*, 1999).

1.7 Difesa della vite dalla peronospora con prodotti a basso dosaggio di rame

Le limitazioni imposte dalle disposizioni comunitarie volte a ridurre l'impiego del rame in agricoltura biologica costringono gli agricoltori a adottare tutte le strategie che permettono di diminuire l'utilizzo di tale metallo. Per raggiungere e superare i 6 Kg/Ha di rame metallo, consentiti dal regolamento, sono infatti sufficienti pochi trattamenti, che difficilmente possono garantire un'adeguata protezione.

La riduzione della dose di prodotti cuprici é in ogni modo da perseguire. Il punto fondamentale per cui risulta necessario porre un limite al loro utilizzo è l'effetto accumulo nel terreno del metallo. Dal punto di vista ecologico si tratta, poi, di un metallo pesante con un certo grado di

pericolosità. Nel terreno, infatti, non è degradato o metabolizzato, ma tende ad accumularsi, finché, raggiunte alte concentrazioni, può alterare gli equilibri ecologici. E', infatti, tossico per i lombrichi, per i coleotteri carabidi, e per i batteri azotofissatori, nitrificanti e ammonificanti.

Non essendo ancora disponibili in agricoltura biologica alternative al rame efficaci per contrastare *Plasmopara viticola* i margini di riduzione vanno ricercati in una migliore gestione del vigneto e nelle tecniche di applicazione. Infatti, il 60 % dell'efficacia di un intervento fitosanitario dipende dalle condizioni di gestione della vegetazione della vite (vigore, spessore dello strato fogliare, ecc.) mentre il 20 % dipende dalle modalità del trattamento (taratura delle attrezzature, velocità di avanzamento, ecc.) (Hofmann U., 2000). Per cui è necessario comunque perfezionare le tecniche biologiche di difesa antiperonosporica agendo contemporaneamente su più fattori, quali: la coltivazione in zone a basso rischio di infezione, la forma di allevamento, l'adozione di adeguate tecniche agronomiche (es. potatura verde), l'ottimizzazione dei criteri di intervento. Il calendario degli interventi deve essere impostato regolando il numero d'applicazioni e il tipo di prodotto cuprico in base alla reale necessità, in particolare posticipando il più possibile l'inizio della difesa con la regola dei tre dieci, allungando eventualmente l'intervallo tra gli interventi, anche in base alla velocità di crescita della vegetazione e della

criticità della fase fenologica, scegliendo prodotti diversi in funzione delle condizioni climatiche. Bisogna considerare inoltre che, in base al reg. 473/2002, i massimali sono conteggiati in maniera pluriennale: un minore impiego del fungicida in annate poco favorevoli allo sviluppo della crittogama in questione consente di disporre di quantità maggiori in annate più favorevoli (Morando A. *et al*, 2005).

Per quanto riguarda la possibilità di impiegare prodotti alternativi al rame, negli ultimi anni sono stati e saranno ancora testati diversi prodotti, quali per esempio: nuovi formulati a base di aminoacidi, alghe, argille acide, combinazioni di microrganismi, fosfito di potassio. Questi andrebbero applicati nel periodo di minor virulenza della malattia, riservando il rame nelle fasi a cavallo della fioritura che tradizionalmente sono le più pericolose (Kauer R. *et al.*, 2000).

In questo modo questi prodotti, attualmente non autorizzati per la produzione biologica, possono essere sperimentati nei nostri ambienti per essere poi sottoposti all'iter di registrazione presso il Ministero della Sanità. Pertanto, per le disposizioni legislative attuali, il rame rappresenta tuttora un elemento indispensabile per la difesa antiperonosporica in viticoltura biologica. Per tali motivi, nell'attesa che la ricerca renda disponibili nel medio periodo prodotti alternativi al rame e altrettanto efficaci, il problema della riduzione dell'uso del rame potrebbe essere risolto promuovendo la

sperimentazione e l'uso di prodotti che aumentino l'efficacia di dosi ridotte di rame (Lameri e Paci, 2002; Scannavini, 2004; Egger e D'Arcangelo, 2004; Mescalchin e Per tot, 2003).

Nel frattempo per ridurre i quantitativi di rame impiegati gli agricoltori devono mettere in atto tutti gli accorgimenti tecnico-agronomici conosciuti. Considerando che i dosaggi massimi ammessi dal 2006 sono di 6 Kg di rame per ettaro per anno, si possono eseguire circa dodici interventi all'anno con dosi di 500 g/Ha per trattamento. Qualora queste dosi non venissero considerate sufficienti, perché, per esempio, si verificano condizioni di prolungata bagnatura della vegetazione, oppure vi sono inadeguati sistemi di allevamento o ancora per una poco corretta gestione del vigneto, difficilmente si potrà continuare a fare viticoltura biologica senza esporsi al rischio di danni, soprattutto in annate difficili.

1.8 La necessità di utilizzare minori dosi di rame in agricoltura

I trattamenti antiparassitari con prodotti cuprici rappresentano un'importante fonte di contaminazione da rame del suolo. Pervenuto nel terreno questo metallo non subisce alcuna degradazione o metabolizzazione, l'evaporazione è nulla e l'unico tipo di esportazione rilevante è rappresentato dall'azione dilavante della pioggia. L'impiego dei

prodotti cuprici potrebbe, poi, determinare problemi collaterali d'inquinamento al terreno; l'ossicloruro e il solfato di rame contengono, infatti, come impurità alcuni metalli pesanti quali piombo, arsenico e cadmio (Betto *et al.*, 1990).

Su vite, inoltre, eccessi da rame nel terreno provocano nanismo, riduzione della crescita e del peso secco (Fregoni e Bavaresco, 1984).

In un'indagine condotta in Svizzera si è analizzato il contenuto in metalli pesanti in terreni di 32 vigneti e si è confrontato con quello di terreni attigui non coltivati. Nei primi 20 cm. di terreno dei vigneti si è riscontrato un contenuto di rame (239 mg Cu/kg) dieci volte superiore a quello presente nei terreni non coltivati; altri metalli pesanti erano presenti nei terreni vitati in quantità leggermente superiore, come mercurio, piombo, cadmio e zinco. Ad una profondità compresa tra i 60 e gli 80 cm, il contenuto di rame nei vigneti risultava circa tre volte superiore a quello dei terreni non contaminati (Quinche, 1985).

Gli eccessi di rame, infine, si ripercuotono negativamente anche sull'artropodofauna utile e, inoltre, sulla composizione microbiologica del suolo determinandone un'eccessiva acidificazione.

I possibili provvedimenti restrittivi circa l'impiego del rame, conseguenti all'influenza negativa che il metallo esercita sull'ecosistema, ed in particolare sulla biocenosi del suolo, hanno stimolato l'esecuzione negli

ultimi anni di numerose sperimentazioni tendenti a limitarne l'impiego. Gli studi sono stati condotti con l'obiettivo di individuare la dose minima di rame sufficiente per contenere la peronospora e di ridurre conseguentemente gli apporti rameici al terreno. Il raggiungimento di quest'obiettivo è prioritario soprattutto per i vigneti a conduzione biologica dove il rame al momento è l'unico antiperonosporico efficace ammesso dal regolamento 473/2002.

Al fine di ridurre gli apporti di rame sono stati testati nuovi prodotti come per esempio il tallato di rame ottenuto dalla combinazione di rame metallico con tallato. Il tallato è un composto a base di resine e di acidi grassi ottenuto dalla distillazione del legno di piante resinose. Questo composto oltre a svolgere una certa azione antibiotrica permette di effettuare una difesa antiperonosporica riducendo notevolmente i quantitativi di rame utilizzati grazie anche alla maggiore adesività del prodotto rispetto ai classici fungicidi rameici (Soyez, 1992).

Tra gli antiperonosporici alternativi utilizzabili nell'ambito di una viticoltura biologica possiamo citare una polvere di roccia, cioè l'algamatolite, che agisce liberando ioni Al^{3+} in bassa quantità (Rousseau, 1993) e l'acido fosforico neutralizzato con idrossido di potassio che, oltre ad esplicare una discreta attività preventiva, svolgerebbe anche un'azione curativa (Wicks *et al.*, 1991).

Vi è da dire, in ogni modo, che diversi altri prodotti dovranno essere testati in futuro prima di riuscire a trovare una valida alternativa all'uso del rame in viticoltura biologica.

1.9 Scopo della tesi

Dalle premesse fatte è evidente che, all'interno di un agroecosistema, bisogna garantire la sopravvivenza degli acari fitoseidi, salvaguardando la variabilità vegetale e soprattutto favorendo un' oculata gestione aziendale con un parsimonioso impiego di agrofarmaci selettivi.

Inoltre le indagini sulle ripercussioni degli agrofarmaci nell'agroecosistema non costituiscono soltanto un ambito interdisciplinare di ricerca ma rispondono anche a reali richieste tecniche da parte degli operatori del settore.

Gli indirizzi nella scelta dei principi attivi da inserire nei protocolli di produzione, i dossier richiesti per la registrazione degli agrofarmaci a livello ministeriale e così pure la scelta tecnica per l'utilizzo in campo, devono, infatti, fare riferimento anche a specifiche valutazioni sull'impatto ambientale.

Scopo di questa tesi è, quindi, saggiare la selettività sulle popolazioni degli artropodi utili della fam. Phytoseiidae di alcuni prodotti da usare

contemporaneamente o in alternativa al rame nell'agroecosistema vigneto per il controllo della peronospora. Contestualmente a questo è stata valutata anche la loro capacità ed efficacia nel contenere lo sviluppo e la diffusione di questa crittogama.

La scelta di condurre l'indagine nell'agroecosistema vigneto nasce dalla constatazione che oggigiorno il settore viti-vinicolo è la parte trainante dell'agricoltura, non solo a livello nazionale ma soprattutto in ambito internazionale, rappresentando la vite una delle poche colture ad alto reddito, in quanto specie che garantisce risultati soddisfacenti anche in asciutto, e per di più grazie al fatto che i consumatori moderni mostrano un sempre più accentuato interesse nei confronti del vino, prodotto della vite, testimoniato clamorosamente dal crescente sviluppo che in questo periodo il turismo enogastronomico sta subendo.

Per raggiungere tale fine, proseguendo nello studio dell'impatto sugli organismi utili effettuato in precedenti lavori (Nicòtina & Cioffi, 1996; Nicòtina & Cioffi, 1997; Nicòtina & Cioffi, 1998; Nicòtina & Cioffi, 1999a; Nicòtina & Cioffi, 2000; Nicòtina *et al.*, 2001), per tre anni consecutivi (2005-2007) sono state condotte tre prove sperimentali in un vigneto posto in un area di VQPRD appartenente a una regione ad alta vocazione vitivinicola del Sud Italia.

2. MATERIALI E METODI

2.1 Caratteristiche della zona d'indagine

La ricerca in oggetto è stata condotta in Campania nell'Azienda Vadiaperti di Montefredane, in provincia di Avellino (Foto .1).

Il vigneto dove si è svolta la prova, si trova nell'area tipica delle VQPRD dell'Irpinia, di cui rappresenta un'azienda ordinaria. Si estende su una superficie di 4.000 mq circa, su un terreno di medio impasto tendente all'argilloso, con giacitura collinare, esposizione a sud-est ed altitudine media di 450 m s. l. m.

Il vitigno coltivato è il Fiano, in quanto il territorio amministrativo del comune di Montefredane fa parte della zona in cui è possibile produrre vino a denominazione di origine controllata e garantita "Fiano di Avellino".

Le viti, dell'età di 25 anni, sono innestate su portinnesto 420/A e allevate a spalliera con potatura a Guyot; la densità d'impianto è di 2500 piante/ha e i filari presentano una distanza tra le fila di m 2,30 e sulla fila di m 1,30.

In questo vigneto per tre anni consecutivi (2005, 2006, 2007) sono state effettuate prove con alcuni antiperonosporici allo scopo di saggiarne la selettività sulle popolazioni degli acari utili della fam. Phytoseiidae e

valutarne la capacità di controllo della peronospora con le strategie di lotta adottate.

A tal scopo all'interno del vigneto, ogni anno, sono stati individuati i campi sperimentali; questi sono stati suddivisi in diverse tesi, con quattro ripetizioni ognuna, dove sono stati eseguiti trattamenti fitosanitari con fungicidi diversi, sia di tipo tradizionale sia di nuova introduzione, e in seguito si è osservato l'andamento delle popolazioni di fitoseidi (Foto 2).

Lo schema sperimentale ha previsto che ciascuna tesi fosse sottoposta ad uno specifico calendario di trattamenti. I calendari utilizzati sono stati scelti con l'obiettivo di verificare sia la selettività sui fitoseidi sia la capacità di controllo degli attacchi di peronospora. Ciascuna irrorazione è stata pertanto realizzata con un diverso antiperonosporico secondo la tesi considerata e dell'ordine del trattamento, ad eccezione della tesi testimone.

In tutte le prove, i trattamenti sono stati eseguiti con una pompa a spalla dotata di motore, durante le prime fasi vegetative della vite, poi con un atomizzatore con pompa a volume normale, quando la vegetazione si presentava più sviluppata (Foto 3 e 4). Per evitare l'effetto deriva i trattamenti interessavano soltanto i filari centrali delle tesi; l'irrorazione è stata effettuata in modo da bagnare entrambi i lati fino al limite dello sgocciolamento, allorché il trattore passava fra i due filari centrali, dal solo lato centrale quando passava nei filari laterali della medesima tesi.

2.2 Disegno dei campi sperimentali e descrizione delle tesi sperimentate

Qui di seguito saranno descritti ciascuno dei campi sperimentali in cui è stata condotta la sperimentazione nei tre anni di prove e i trattamenti anticrittogamici effettuati in ciascuna tesi sperimentata.

2.2.1 Prova 2005

Dopo una preventiva analisi del campo prescelto e una riflessione sui risultati da perseguire, sono state individuate le diverse tesi, la cui collocazione è indicata nella fig. 2.2.

Il campo sperimentale, di circa 2000 m², era costituito da 6 filari ciascuno con in media 80 ceppi di vite.

Ogni filare è stato suddiviso in quattro stazioni di prelievo di 20 piante ognuna, individuate con un numero arabo e con una lettera dell'alfabeto, che indicano rispettivamente la tesi e la ripetizione (Foto 5). In questo caso sono presenti quindi sei tesi, con quattro ripetizioni ognuna.

Le tesi, riportate nella tab. 4.1, si differenziano per i prodotti testati, il numero di applicazioni effettuate, le dosi d'impiego usate durante i

trattamenti fitosanitari e l'intervallo di carenza rispettato tra un trattamento e l'altro.



| | | | | | |
|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
| 4_D | 5_C | 1_B | 6_B | 2_C | 3_B |
| 5_B | 4_B | 6_C | 2_D | 5_D | 1_C |
| 3_D | 1_A | 2_B | 4_C | 3_A | 6_A |
| 2_A | 6_D | 3_C | 5_A | 1_D | 4_A |

Fig. 2.2: Campo sperimentale della Prova 2005

| Tesi | Principi attivi | Contenuto % | Dosaggio (ml/100l) | Numero di applicazioni | Intervallo gg. |
|-------------|--|--------------------|---------------------------|--|------------------------|
| 1 | 1 - Mancozeb | 75% | 200 | 2 - applicazioni 6 - applicazioni | 10 12 |
| 2 | 1 - Folpet | 80% | 150 | 2 - applicazioni 6 - applicazioni | 10 12 |
| 3 | 1 - Azinfos Metile + Rame ossicloruro | 18,4% + 50% | 150 + 300 | 2 - applicazioni 6 - applicazioni | 10 12 |
| 4 | 1 - Test con acqua | - | - | 2 - applicazioni 6 - applicazioni | 10 12 |
| 5 | 1 - <i>Ascophyllum nodosum</i> + Rame ossicloruro | 10% + 50% | 400+150 | 2 - applicazioni 6 - applicazioni | 10 12 |
| 6 | 1 - Rame ossicloruro | 50 % | 300 | 2 - applicazioni 6 - applicazioni | 10 12 |

Tab. 2.1: tesi sperimentate nel campo sperimentale della Prova 2005

Dalla tabella si evince che il numero di trattamenti eseguiti per ogni tesi è sempre di otto e il periodo intercorso tra l'uno e l'altro è, per i primi due trattamenti di 10 giorni, per i restanti di 12.

Per ciascun trattamento è stata irrorata una miscela di 800 l/Ha, previo test di calibratura prima di ciascuna applicazione, in seguito si verificava la quantità distribuita.

La tesi **1** prevede un calendario di otto trattamenti con un prodotto in cui il Mancozeb è presente al 75%. Per ogni trattamento si sono utilizzati 200 ml di prodotto per 100 ml di acqua.

Nella tesi **2** è stato utilizzato un agrofarmaco contenente l'80% di Folpet. Le dosi impiegate sono di 150 ml di prodotto disciolti in 100 ml d'acqua per ogni trattamento.

Nella tesi **3** si sono impiegati in combinazione l’Azinfos Metile al 18,4% e l’Ossicloruro di rame al 50%, utilizzando, per ogni trattamento 150 ml del primo e 300 ml del secondo disciolti in 100 ml d’acqua. Questa tesi, in cui si è previsto un principio attivo ritenuto tossico per i fitoseidi, è stata scelta come confronto non selettivo, necessario per poter effettuare l’indagine statistica.

Nella tesi **4** i trattamenti sono stati eseguiti nebulizzando solo acqua sulle viti: questa tesi rappresenta il controllo selettivo.

La tesi **5** ha previsto un calendario di otto applicazioni di un prodotto contenente per il 10% *Ascophyllum nodosum* in combinazione con Ossicloruro di rame al 50% utilizzando, per ogni trattamento 400 ml del primo e 150 ml del secondo disciolti in 100 ml d’acqua. L’*A. nodosum* è un alga bruna (Divisione: Phaeophyta), considerato prevalentemente un regolatore delle funzioni biovegetative della pianta; pertanto si ritiene possa consentire di utilizzare l’Ossicloruro di rame ad una dose dimezzata, rispetto al normale impiego, garantendone in ogni modo una certa efficacia di copertura.

La tesi **6**, prevede un calendario di otto trattamenti con Ossicloruro di rame al 50% impiegando per ogni trattamento 300 ml di prodotto disciolti in 100ml di acqua.

2.2.2 Prova 2006 e 2007

Il campo sperimentale, sempre di circa 2000 m², era costituito da 7 filari, ciascuno con in media 80 ceppi di vite.



| | | | | | | |
|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| 4D | 6B | 7C | 5B | 7D | 2D | 4A |
| 6D | 1B | 5A | 6A | 5D | 4B | 2B |
| 2A | 3B | 1C | 7B | 3A | 6C | 1D |
| 4C | 7A | 2C | 3D | 1A | 5C | 3C |

Fig. 2.3: Campo sperimentale delle Prove 2006 e 2007

Su ogni filare sono state individuate quattro stazioni di prelievo di 20 piante ognuna, indicate sempre con un numero arabo e con una lettera dell'alfabeto, che segnalano rispettivamente la tesi e la ripetizione (Fig. 2.3).

| Tesi | Principi attivi | Contenuto % | Dosaggio (ml/100 l) | Numero di applicazioni | Intervallo gg. |
|------|---|----------------------------|---------------------|--------------------------------------|----------------|
| 1 | 1 - Mancozeb | 75% | 200 | 2 - applicazioni 6 - applicazioni | 10 12 |
| 2 | 1 - Folpet | 80% | 150 | 2 - applicazioni 6 - applicazioni | 10 12 |
| 3 | 1 - Azinfos-metile + Rame ossicloruro | 18,4% + 50% | 150 + 300 | 2 - applicazioni 6 - applicazioni | 10 12 |
| 4 | 1 - Test con acqua | - | - | 2 - applicazioni 6 - applicazioni | 10 12 |
| 5 | 1 - <i>Ascophyllum nodosum</i> + Rame ossicloruro | 10% + 50% | 400+150 | 2 - applicazioni 6 - applicazioni | 10 12 |
| 6 | 1 - Gluconato di rame | 57% (8% Cu ²⁺) | 300 | 2 - applicazioni 6 - applicazioni | 10 12 |
| 7 | 1 - Idrossido di rame | 35% Cu ²⁺ | 200 | 2 - applicazioni 6 - applicazioni | 10 12 |

Tab. 2.2: tesi sperimentate nel campo sperimentale delle Prove 2006 e 2007

In questa prova sono state sperimentate sette tesi, con quattro ripetizioni ognuna, in cui sono stati testati i principi attivi indicati nella Tab. 2.2.

Durante questa prova sono stati eseguiti otto trattamenti per ogni tesi con un intervallo tra l'uno e l'altro di 10 giorni, per i primi due trattamenti, di 12, per gli altri sei.

Per ciascun trattamento è stata irrorata una miscela di 800 l/Ha, previo test di calibratura prima di ciascuna applicazione, in seguito si verificava la quantità distribuita.

Anche in questo caso la tesi **1**, presenta un prodotto in cui il Mancozeb è al 75 %. Per ogni trattamento si sono utilizzati 200 ml di prodotto per 100 ml di acqua.

La tesi **2** prevede otto trattamenti con un formulato commerciale in cui il Folpet è presente al 80%. Il prodotto è stato disciolto in acqua alla dose di 150 ml per 100 ml d'acqua.

Per poter disporre anche di una tesi i cui prodotti erano certamente tossici per i fitoseidi, nella tesi 3 all'Ossicloruro di rame, al 50%, è stato aggiunto anche un l'Azinfos Metile; il primo usato alla dose di 300 ml/ 100 ml d'acqua, il secondo di 150 ml/ 100 ml.

In questo caso per il confronto dei dati, il controllo positivo, irrorato con sola acqua, è la tesi **4**.

La tesi **5** ha previsto un calendario di otto applicazioni di un prodotto contenente per il 10% *A. nodosum* in combinazione con Ossicloruro di rame al 50% utilizzando, per ogni trattamento 400 ml del primo e 150 ml del secondo disciolti in 100 ml d'acqua.

La tesi **6** ha previsto otto trattamenti con un nuovo prodotto, composto per il 57% da gluconato di rame, in cui questo metallo è presente al 8% come

ione Cu^{2+} . Il prodotto è stato impiegato alla dose di 300 ml per 100 ml d'acqua.

La tesi 7 si è proposta di testare la selettività di un formulato a base d'Idrossido di rame; qui il rame è presente, sempre come ione Cu^{2+} , al 8%.

Il prodotto è stato impiegato alla dose di 200 ml per 100 ml d'acqua.

2.3 Raccolta dei fitoseidi

I campionamenti erano effettuati durante il periodo vegetativo della vite, che coincideva con l'inizio dell'epoca di somministrazione degli anticrittogamici.

La raccolta dei fitoseidi avveniva prelevando le foglie circa un'ora prima di ciascun trattamento, eccezion fatta per l'ultimo prelievo, in cui non è stata effettuata alcuna irrorazione.

Per ciascun campione, dai filari centrali delle tesi e nella zona mediana delle piante, erano prelevate a random 40 foglie con cadenze tra i dieci e i dodici giorni a seconda del trattamento.

Queste erano portate in laboratorio riposte in sacchetti di plastica sterili, siglati per l'identificazione. Qui i fitoseidi erano raccolti col metodo della battitura, denominato frappage (Burgio, 1999).

Tale metodo consiste nel battere le foglie prelevate singolarmente su una tavoletta 30cmx30cm ricoperta da un cartoncino nero (Foto 6).

Ponendo la tavoletta contro luce sono individuati i fitoseidi, sia ad occhio nudo sia con l'ausilio di una lente (3X), grazie alle loro caratteristiche morfologiche, al loro modo di procedere rapidamente e a zig-zag e all'abitudine di tastare la superficie con il primo paio di zampe.

In seguito si procedeva alla raccolta, facendo aderire gli acari alle setole di un pennellino inumidito nel liquido di Oudemans, composto da: glicerina, 5 parti; alcool etilico al 70%, 87 parti; acido acetico glaciale, 8 parti. Dalle setole del pennello erano quindi trasferiti all'interno di una provetta contenente alcuni ml di liquido di Oudemans, che è appunto il liquido di conservazione. Allo scopo di evitare confusioni, sulla provetta erano anche annotate la data del campionamento e la stazione di prelievo.

2.4 Preparazione e identificazione delle specie

Per l'identificazione gli individui raccolti nelle provette di vetro, venivano quindi prelevati e chiarificati secondo le tecniche in uso (Foto 7). Il processo di chiarificazione si esegue ponendo gli esemplari in liquido di Nesbitt (composto da: cloralio idrato, 40 gr; acqua distillata, 25 ml; acido cloridrico concentrato, 2.5 ml) per 24 h a freddo o pochi secondi alla fiamma di un becco Bunsen. La chiarificazione consente la distruzione

degli organi interni dell'acaro in modo da poter agevolmente osservare i caratteri delle placche ventrali, il numero e la distribuzione delle setole e la presenza e la forma dell'apparato d'inseminazione. Sono questi, infatti, i caratteri utilizzati da parte degli specialisti per il riconoscimento delle specie.

Gli individui così schiariti erano montati su vetrino, sfruttando la maggiore tensione superficiale del liquido di Hoyer (acqua distillata, 25 ml; gomma arabica, 30 gr; cloralio idrato 200 gr; glicerina, 20 ml). I fitoseidi montati su vetrino, erano quindi posti in stufa a 30° C per 5-6 giorni e osservati al microscopio a contrasto di fase (Foto 8), per stabilire stadio di sviluppo, sesso e specie (Tsolakis & Ragusa, 1999).

2.5 Controllo dell'efficacia degli antiperonosporici

Il controllo della diffusione e dell'intensità degli attacchi di peronospora al grappolo veniva effettuato quando i segni della malattia erano evidenti, ossia in piena estate.

I rilievi erano condotti nel modo seguente: quattro tecnici eseguivano un attento esame di 100 grappoli per ciascuna ripetizione delle tesi; erano quindi contati e rilevati i grappoli che presentavano manifesti attacchi di peronospora (diffusione). Sui grappoli attaccati era stabilita anche la

percentuale media d'attacco al grappolo (intensità) (Eppo Bulletin, 1988)
(Foto 9).

2.6 Elaborazioni statistiche

I dati relativi al numero di fitoseidi rinvenuti su ciascuna foglia, raggruppati per anno, sono stati analizzati con l'ANOVA a 2 livelli di classificazione ($P=0,05$) così come i dati sulla presenza della peronospora; i risultati ottenuti sono stati poi confrontati con il test di Duncan ($P=0,05$).

Per le analisi statistiche è stato utilizzato il software STATISTICA della StatSoft Inc versione 6.0 (Statistica, 1997).

2.7 Agrofarmaci sperimentati e loro modalità d'azione

Il **Mancozeb** è un fungicida ad ampio spettro d'azione che agisce per contatto fogliare, appartiene al gruppo dei derivati dell'acido ditiocarbammico, che furono introdotti sul mercato negli anni '50, come alternativa ai rameici, rispetto ai quali sono meno fitotossici. È un composto chimico a struttura polimera, in cui lo ione zinco è chimicamente legato alla molecola dell'etilenbisditiocarbammato di manganese, per

mezzo di un legame di coordinazione che risulta estremamente stabile. È completamente diverso, sia chimicamente sia biologicamente da altri ditiocarbammati in quanto contiene 3 elementi ionici: zinco, manganese ed etilenditiocarbammato i quali si trovano nel formulato all'80% di principio attivo. È caratterizzato sia da un'elevata azione biologica, sia da una lunga persistenza sulle foglie. Il meccanismo d'azione prevede la decomposizione all'esterno della cellula in solfuro di carbonio (CS_2) ed etilendiammina, che è in grado di penetrare velocemente all'interno delle cellule dove si riforma l'acido ditiocarbammico che, a sua volta, è scisso in idrogeno solforato (H_2S) ed etilentiouramdisolfuro in equilibrio con l'etilenisotiocianato. Il primo inibisce le deidrogenasi, il secondo inattiva i gruppi $-SH_2$ degli enzimi. Tutto ciò determina un blocco della catena respiratoria. L'uso del prodotto sottoserra è fortemente limitato in quanto a temperature elevate si forma un prodotto di degradazione, l'etilentiourea, che è cancerogeno.

Il **Folpet** è anch'esso un fungicida ad ampio spettro d'azione che esplica una azione protettiva per contatto. Chimicamente è un derivato della ftalimmide, a sua volta derivante dall'acido ftalico, un acido bicarbossilico. Agisce sugli enzimi contenenti gruppi tiolici $-SH$ inibendo alcune reazioni del ciclo di Krebs, o ciclo degli acidi tricarbossilici. Può essere utilizzato anche durante il periodo di fioritura in quanto non danneggia gli organi

fiorali, però, poiché compromette i lieviti, in viticoltura i trattamenti vanno sospesi almeno quaranta giorni prima della vendemmia, sulle cultivar da vino per non ostacolare la fermentazione.

L'uso del rame in viticoltura vanta una lunga tradizione, poiché, oltre ad essere stato uno dei primi fungicidi scoperti, questo metallo possiede delle caratteristiche che ne favoriscono ancora un ampio uso. Tra le qualità positive del rame ricordiamo che favorisce la maturazione dei tralci, ha una buona persistenza sulla vegetazione in assenza di pioggia, ha un'attività secondaria contro altre malattie quali il marciume nero, l'escoriosi o la botrite e ha un prezzo contenuto. Il rame è un prodotto di indubbia utilità non solo nella lotta biologica. Costituisce, infatti, il partner ideale di molti fungicidi sistemici, poiché, grazie al suo meccanismo d'azione multisito, non ha mai sviluppato fenomeni di resistenza nelle popolazioni del patogeno. L'azione anticrittogamica del rame è legata agli ioni rame Cu^{2+} che, liberati in acqua, penetrano nella membrana semipermeabile e nella parete chitinosi dei funghi ed in particolare nei conidi, spore e micelio. Esso può accumularsi nelle spore fungine fino a cento volte la sua concentrazione in soluzione. Agisce su più livelli interferendo con i processi respiratori, frenando la biosintesi delle proteine, diminuendo l'attività della membrana cellulare con rallentamento nel trasferimento di ioni e bloccando i processi ossidoriduttivi agendo a livello dei gruppi

sulfidrilici degli enzimi (Stefanelli, 1993). Si pone inoltre come antagonista nei confronti degli altri elementi della parete chitinosa, sostituendosi a cationi come il calcio Ca^{2+} , l'idrogeno H^+ o il magnesio Mg^{2+} . Questi meccanismi d'azione si traducono soprattutto in un blocco della germinazione di spore e conidi e fanno del rame un fungicida di contatto, con sola attività preventiva. Il rame non è però privo di effetti collaterali e può causare fenomeni di fitotossicità che dipendono dalle condizioni climatiche e dalle concentrazioni d'uso, dallo stadio fenologico della pianta e dalla sensibilità del vitigno su cui è usato. Esistono diversi preparati contenenti il rame, solitamente formulati come sali o come complessi con altre molecole, che liberano il rame come ione Cu^{2+} e migliorano l'assorbimento o l'aderenza alla pianta. Riguardo all'efficacia e alla dilavabilità dovuta alle piogge è stato dimostrato che, a parità di rame metallo apportato, i vari composti rameici presentano caratteristiche del tutto simili. Il rischio di fitotossicità è leggermente inferiore per le nuove formulazioni immesse in commercio negli ultimi anni. Tenendo conto dell'azione di tipo preventivo del rame, i rispettivi fungicidi devono essere usati precedentemente ad un'infezione ed è quindi molto importante essere in possesso di informazioni sullo stato del patogeno e sulle previsioni meteorologiche, in modo da mantenere una tempistica d'uso il più precisa possibile (Pertot *et al.*, 2005). Presente in natura come atakmite,

l'**Ossicloruro di rame** ($\text{ClCu}_2(\text{OH})_3$) si può ottenere per azione dell'acido cloridrico sul rame metallico oppure per ossidazione di una sospensione di cloruro di rame. Per la difesa delle piante si usano solitamente l'ossicloruro di rame e calcio e l'ossicloruro tetraramico: il primo, ad azione più veloce dovuta ad una molecola meno stabile, il secondo, con azione più lenta, ma con maggior tempo di persistenza sulla pianta. Ha azione di contatto, è scarsamente fitotossico, svolge un'attività fungicida paragonabile a quella della poltiglia bordolese. La sua solubilità in acqua è molto scarsa e quindi per i trattamenti si utilizzeranno formulati sottoforma di sospensioni. Per i prodotti commerciali, la FAO fissa la presenza d'impurità ad una concentrazione massima accettabile pari a 50 mg/kg per l'arsenico, 250 mg/kg per il piombo e 50 mg/kg per il cadmio (Ambrus *et al.*, 2003).

L'**Idrossido di rame** ($\text{Cu}(\text{OH})_2$) può essere ottenuto trattando a freddo dei sali di rame, come il solfato di rame, con un idrossido alcalino, come l'idrossido di potassio. Si ottiene un precipitato azzurro con contenuto d'acqua variabile e il 50% di rame metallico. La sua azione è istantanea, rilascia rapidamente Cu^{2+} ed è utile quando si ritiene necessario un trattamento tempestivo. La fitotossicità di questo principio attivo sembra essere legata alla concentrazione usata e alle condizioni climatiche presenti al momento del trattamento. Una vegetazione umida per esempio può aumentare il rischio di comparsa di effetti tossici. L'idrossido di rame è

meno fitotossico, ma allo stesso tempo meno persistente della poltiglia bordolese (Delaiti e Sandri, 2005). Possiede invece una maggiore persistenza rispetto agli altri sali di rame (Mescalchin e Pertot, 2003).

Il **Gluconato di rame** $[\text{CH}_2\text{OH}(\text{CHOH})_4\text{COO}]_2\text{Cu}$, tuttora in via di sperimentazione, è impiegato normalmente come concime fogliare, infatti è stato ideato per l'apporto di rame alle piante per via fogliare. La sua caratteristica principale è l'elevato potere di penetrazione fogliare e la conseguente sistemicità; di conseguenza non si dilava con la pioggia consentendo l'impiego di minori quantità di rame. Il suo effetto si manifesta nei processi enzimatici che supportano i meccanismi di difesa propri della pianta, aumentandone la resistenza contro le malattie. E', perciò, indicato per la prevenzione degli attacchi fungini e come sostegno all'esecuzione di un trattamento fungicida, è, infatti, compatibile con la maggior parte dei prodotti agrochimici; esclusi polisolfuri, fosfati e prodotti molto alcalini.

Le alghe marine della specie **Ascophyllum nodosum** (Divisione: Phaeophyta) sono alghe brune che crescono sui litorali rocciosi delle Coste del Nord Atlantico e che sono raccolte nelle acque costiere incontaminate del mare dell'Ovest dell'Irlanda. Dopo la raccolta, sono lavate ed essiccate, mantenendo inalterate tutte le loro caratteristiche peculiari. Riconoscere la specie *A. nodosum* è particolarmente semplice, data la presenza lungo le ramificazioni dell'alga di *vescicole* oblunghe, piene di gelatina, che

raggiungono le dimensioni di un uovo di piccione (Foto 8.10). Il prodotto sperimentato presenta la seguente composizione:

- Piccole quantità di macroelementi: N, 0.5-1%; P, 0.1-0.2%; K, 2-3%; naturalmente contenuti nelle alghe marine;
- Presenza di meso e microelementi : Ca, Mg, S, Na, Fe, Mn, Zn, Cu, Mb e altri in tracce;
- Amminoacidi, Carboidrati;
- Composti biologicamente attivi: citochinine, auxine e soprattutto betaine.

L' *A. nodosum* è, quindi, prevalentemente un 'regolatore' delle funzioni biovegetative della pianta, capace sia di agire come stimolante, che di rallentare i processi vitali della pianta per superare periodi critici quali gelate e siccità. I benefici effetti dell'alga sono attribuiti principalmente alla presenza di ormoni di crescita naturali (gibberelline, citochinine ed auxine) ed altri biostimolanti (poliammine, oligosaccaridi) determinanti per: i processi di moltiplicazione e differenziazione cellulare; la sintesi di enzimi e proteine ed antiossidanti; l'aumento della capacità osmotica delle cellule. Questo si traduce in: aumento della produzione e miglioramento della conservabilità dei raccolti; aumento della resistenza della pianta alle malattie e a condizioni climatiche avverse; stimolo dell'attività microbiologica nel terreno; stimolo delle autodifese della pianta.

3. RISULTATI

Di seguito saranno descritti i risultati ottenuti dalle sperimentazioni eseguite nel triennio 2005-2006-2007, per facilità di esposizione si preferisce descriverli anno per anno.

3.1 Prova 2005

Durante le prove sperimentali, in tutti i tre anni di sperimentazione, sono state raccolte alcune specie di fitoseidi di cui, quelle maggiormente presenti sono state nell'ordine: *Kampimodromus aberrans* (Oudemans) ed *Euseius finlandicus* (Oudemans) (Foto 11 e 12); le altre specie, rinvenute in quantità trascurabili, hanno fatto registrare presenze sporadiche.

Per quanto riguarda l'andamento delle popolazioni dei fitoseidi presenti per ciascuna tesi si osservi il grafico 1, in cui le corrispondenti curve sono state costruite individuando ad ogni prelievo il numero di fitoseidi totali presenti in ogni tesi.

Il primo campionamento (T0), eseguito prima di effettuare alcun trattamento è necessario per individuare la densità della popolazione iniziale di ciascuna tesi. I campionamenti successivi

sono stati tutti eseguiti dopo circa dieci giorni da ogni trattamento: in tal modo è stato possibile osservare come questo ha inciso quantitativamente sull'andamento delle popolazioni.

Per quanto riguarda la tesi irrorata con acqua bisogna ricordare che rappresenta il controllo positivo, vale a dire che l'andamento della popolazione di questa tesi non ha subito l'influenza degli agrofarmaci quindi rappresenta il comportamento per così dire naturale dei fitoseidi in quel determinato luogo e a quelle determinate condizioni atmosferiche. In tal modo si è cercato di annullare le componenti climatiche nel confronto statistico. Si osservi dal grafico 1 che l'andamento della popolazione di tale tesi si presenta oscillante intorno al valore di 10 fitoseidi per campionamento fino al prelievo al T3 per poi presentare dei valori sempre crescenti negli ultimi prelievi e arrivando ad un valore massimo di 67 fitoseidi nell'ultimo campionamento.

La tesi trattata con Azinfosmetile e Dimetomorf è invece il controllo negativo, infatti, essendo il primo prodotto un estere fosforico, è risultata un trattamento tossico per i fitoseidi e si presenta quindi

con un andamento via via decrescente. Come già detto è stato necessario inserire tale tesi per il controllo statistico della selettività.

La tesi trattata con Mancozeb ha presentato al T0 una popolazione piuttosto bassa presentandosi con il minor numero di fitoseidi rinvenuti in tutte le tesi. In seguito comunque la popolazione ha mostrato un graduale incremento fino a raggiungere una popolazione di 43 individui nell'ultimo campionamento.

Per quanto riguarda la tesi irrorata con il Folpet la popolazione iniziale era di 13 individui, anche in questo caso si è avuto un graduale aumento della popolazione che nell'ultimo campionamento si è presentata con 58 esemplari.

La tesi trattata con l'ossicloruro di rame presentava invece al T0 il maggior numero di fitoseidi rinvenuti in tutte le tesi per il primo campionamento, infatti la popolazione era costituita da ben 35 esemplari. Questa però ha poi subito una flessione nei due seguenti prelievi (al T1 e al T2) per riprendersi ulteriormente nei successivi campionamenti è presentare così la popolazione più consistente nel prelievo finale con 72 individui.

La popolazione al T0 della tesi irrorata con l'*A. nodosum* e l'Ossicloruro di rame era costituita da 12 fitoseidi; questa pur presentando un andamento crescente ha però subito due leggere flessioni al T2 e al T4. nel campionamento finale la popolazione ha presentato un valore di 47 individui.

Per quanto riguarda la selettività dei prodotti testati, invece, dopo aver verificato mediante l'ANOVA che non sussistono differenze tra le ripetizioni di una stessa tesi si sono accertate le differenze significative tra le diverse tesi saggate. Confrontando i risultati con il test di Duncan, si nota dal grafico 2 che tutte le tesi saggate si sono mostrate selettive in quanto nessuna tesi ha riportato valori ricollegabili alla tesi tossica, cioè quella trattata con Azinfos metile e Dimetomorf. Considerando che, nel grafico preso in esame, le tesi contrassegnate dalla stessa lettera non differiscono statisticamente fra loro per il test di Duncan, si osservi che le tesi più selettive si sono mostrate quella trattata con il Folpet e quella con la miscela di *A. nodosum* e Ossicloruro di rame, seguite poi dalla tesi trattata solo con l'Ossicloruro di rame e quella con il Mancozeb.

Per quanto riguarda l'efficacia degli antiperonosporici presi in esame, dalla tabella 1 si evince che, tutte le molecole impiegate hanno mostrato una buona efficacia nel contenere la crittogama differendo significativamente dai risultati ottenuti nella tesi trattata solo con acqua.

In particolare, è possibile osservare che le risposte sono state positive per tutte le strategie impiegate, in quanto il numero di grappoli e acini colpiti, nonché il numero di foglie colpite e la percentuale di superficie fogliare attaccata, riscontrati in tutte le tesi, sono inferiori rispetto ai dati rilevati nella tesi non trattata da cui ne differiscono statisticamente in maniera significativa secondo il test di Duncan. In linea generale possiamo individuare come il più efficace il Dimetomorf, seguito dal Folpet e dal Mancozeb, seguiti dall'Ossicloruro di rame da solo e in miscela con l' *A. nodosum*.

3.2 Prova 2006

L'andamento delle popolazioni degli acari predatori nel corso della stagione vegetativa del 2006, in cui sono stati effettuati i trattamenti, si presenta in linea generale per tutte le tesi crescente, ovviamente ognuna si è presentata con delle caratteristiche peculiari che di seguito esponiamo.

Osservando il grafico 4 prendiamo in esame la tesi non trattata con agrofarmaci, cioè il controllo positivo irrorato solo con acqua: il numero di fitoseidi rinvenuti al T0 è di 12 individui, nei due successivi prelievi al T1 e al T3 si è avuto un incremento graduale della popolazione che ha poi subito una leggera flessione al T3 dove sono stati raccolti solo 16 individui rispetto ai 19 del campionamento precedente. Al T4 comunque si è avuto un consistente aumento della popolazione infatti sono stati prelevati ben 31 fitoseidi, al successivo prelievo però si nota un'altra leggera flessione della popolazione che però si riprende nell'ultimo campionamento.

La tesi tossica trattata con l'Azinfos metile, ovviamente presenta un andamento decrescente che ha portato la popolazione a diminuire sempre di più.

Fortunatamente nessun agrofarmaco sperimentato ha provocato questa reazione nell'andamento delle popolazioni dei fitoseidi.

La popolazione della tesi irrorata con Mancozeb, però, che partiva al T0 con 14 fitoseidi, si è abbassata nei campionamenti al T1 e al T2 riprendendosi nei successivi campionamenti e presentandosi con 17 individui nell'ultimo campionamento.

La popolazione della tesi del Folpet, invece, è partita con soli 7 individui ma nel corso dei campionamenti ha presentato un graduale aumento fino ad arrivare a 20 individui nel prelievo finale.

Nella tesi trattata con *A. nodosum* e ossicloruro di rame la popolazione iniziale era formata da 11 fitoseidi; anche in questo caso si osserva un graduale aumento della popolazione con una leggera flessione al T4 e una popolazione finale di 20 esemplari.

Anche nella tesi del Gluconato di rame la popolazione al T0 era di 11 fitoseidi ma l'incremento è stato più consistente: infatti, nonostante delle leggere flessioni, al campionamento finale sono stati prelevati ben 33 individui.

La tesi dell'Idrossido di rame, invece, è stata quella che ha presentato una popolazione sempre in aumento: si osserva, infatti, che al primo prelievo sono stati raccolti solo 6 individui; la popolazione si è presentata poi sempre più numerosa fino ad avere, nell'ultimo campionamento 41 fitoseidi.

Per quanto riguarda la selettività in seguito ad indagine statistica, mediante l'ANOVA, si è accertato che non ci sono particolari differenze tra le diverse tesi. Confrontando i risultati con il test di Duncan, si evince, infatti, dal grafico 5 che le tesi appartengono tutte allo stesso gruppo contrassegnato dalle lettere ab tranne quella trattata con il Folpet contrassegnata dalla lettera b. Ciò significa, comunque, che nessuna di esse si è mostrata tossica, in quanto differiscono tutte in modo statisticamente

significativo dalla tesi trattata con l'estere fosforico, cioè l'Azinfos Metile e Rame ossicloruro, considerata come controllo negativo, certamente tossico per i fitoseidi e contrassegnata dalla lettera c.

Per quanto riguarda l'efficacia dei prodotti testati nel contenere la crittogama anche nel 2006 il controllo è stato positivo per tutte le tesi che si sono mostrate tutte differenti dal punto di vista statistico dalla tesi non controllata, infatti nessuna di esse si presenta contrassegnata dalla lettera caratterizza la tesi irrorata con acqua per nessun parametro considerato.

In definitiva possiamo dire che la tesi più efficace sono state quella trattata con Folpet e quella con Mancozeb, seguite poi dalla tesi dell' *A. nodosum* e Ossicloruro di rame e in ugual modo dalle tesi trattate rispettivamente con il Gluconato di rame, l'Idrossido di rame e l'Ossicloruro di rame da solo.

3.3 Prova 2007

Nell'anno 2007 l'andamento della popolazione della tesi irrorata con sola acqua, come si evince dal grafico 7 si è mostrato sempre crescente, infatti mentre al T0 si sono rinvenuti 8 individui, al campionamento finale sono stati raccolti 39 fitoseidi; si noti, inoltre, che non si è mai avuta nessuna diminuzione della popolazione.

Ovviamente la popolazione della tesi tossica dell'Azinfos metile al contrario si è mostrata sempre decrescente, infatti nel primo campionamento sono stati prelevati 8 individui e nell'ultimo si osserva che la popolazione è stata dimezzata.

Per quanto riguarda i principi attivi sperimentati, invece, osservando il grafico si evince immediatamente che le popolazioni delle diverse tesi presentano tutte un andamento crescente caratterizzato ognuno in maniera diversa.

La tesi trattata con il Mancozeb presentava al T0 9 individui, questi si sono via via moltiplicati presentando al campionamento finale 23 fitoseidi; dal grafico si osserva solo una leggera flessione al T3.

Nella tesi irrorata con il Folpet, che si presentava al T0 con 10 individui, si osserva invece una leggera flessione al T1, cioè il campionamento effettuato dopo il primo trattamento; successivamente poi la popolazione si è mostrata sempre crescente presentando al campionamento finale il numero di fitoseidi più alto, cioè 42 individui.

La tesi trattata con *A. nodosum* e ossicloruro di rame ha presentato una popolazione sempre crescente: al T0 partiva con una popolazione di 6 individui che è aumentata gradualmente senza nessuna flessione fino ad arrivare nel campionamento finale a 40 individui.

Per quanto riguarda la tesi irrorata con il gluconato di rame si osserva una leggera flessione solo al T2, per il resto si può asserire che la popolazione presenta un andamento crescente. Inizialmente sono stati raccolti 9 individui, mentre nel campionamento finale si sono avuti 24 fitoseidi.

In fine anche la tesi trattata con Idrossido di rame presenta una popolazione con andamento crescente: al T0 si partiva con una popolazione di 8 individui mentre nel campionamento finale sono stati raccolti 20 individui.

Per quanto riguarda l'indagine statistica riguardante la selettività dei prodotti sperimentati nel 2007 si prenda in considerazione il grafico 8.

In linea generale si osserva immediatamente che nessuna tesi si è presentata tossica per i fitoseidi, le medie, infatti, differiscono tutte in maniera significativa dalla media della tesi tossica irrorata con l'estere fosforico: nessuna di esse è contrassegnata dalla lettera c. Mediante l'ANOVA, poi, si è anche accertato che non ci sono particolari differenze tra le diverse tesi, confrontando i risultati con il test di Duncan, si evince, infatti che le tesi appartengono tutte allo stesso gruppo contrassegnato dalle lettere ab tranne quella trattata con l'Idrossido di rame contrassegnata dalla lettera b, che si è mostrata meno selettiva rispetto alle altre ma comunque non tossica.

Nel 2007 il controllo della peronospora degli agrofarmaci sperimentati è stato positivo per tutte le tesi che si sono mostrate comunque differenti dal punto di vista statistico dalla tesi non controllata, infatti nessuna di esse si

presenta contrassegnata dalla lettera che caratterizza la tesi con acqua per nessun parametro considerato.

In definitiva possiamo dire che anche quest'anno le tesi più efficaci sono state quella trattata con Folpet e quella con Mancozeb, seguite poi in ugual modo dalle tesi trattate con *A. nodosum* e Ossicloruro di rame, e rispettivamente con il Gluconato di rame, Idrossido di rame e Ossicloruro di rame.

3.4 Grafici e tabelle

| Principi attivi | n° foglie colpite | % sup. fogliare attaccata | n° grappoli colpiti | % acini attaccati |
|---|-------------------|---------------------------|---------------------|-------------------|
| Mancozeb | 3,2 a | 15 a | 5 a | 18 b |
| Folpet | 3,8 a | 20 b | 5,4 a | 16 a |
| Azinfos Metile + Rame ossicloruro | 3 a | 15 a | 6 a | 18,6 b |
| Test con acqua | 16 c | 50 e | 10c | 30 d |
| <i>Ascophyllum nodosum</i> + Rame ossicloruro | 6 b | 25 c | 9 bc | 18 b |
| Rame ossicloruro | 4 a | 35 d | 8 b | 25 c |

Tab. 1: Risultati dell'analisi dell'efficacia dei principi attivi testati nel 2005

| Principi attivi | n° foglie colpite | % sup. fogliare attaccata | n° grappoli colpiti | % acini attaccati |
|---|-------------------|---------------------------|---------------------|-------------------|
| Idrossido di rame | 9 cd | 25 d | 6 d | 15 cd |
| Mancozeb | 5 ab | 6 a | 2 b | 4 b |
| Gluconato di rame | 8 cd | 22 c | 4 c | 16 d |
| <i>Ascophyllum nodosum</i> + Rame ossicloruro | 7 bc | 20 bc | 5 cd | 12 c |
| Folpet | 4 a | 6 a | 0 a | 0 a |
| Azinfos-metile + Rame ossicloruro | 10 d | 18 b | 5 cd | 14 cd |
| Test con acqua | 18 e | 38 e | 8 e | 25 e |

Tab. 2: Risultati dell'analisi dell'efficacia dei principi attivi testati nel 2006

| Principi attivi | n° foglie colpite | % sup. fogliare attaccata | n° grappoli colpiti | % acini attaccati |
|---|-------------------|---------------------------|---------------------|-------------------|
| Mancozeb | 3 a | 12 b | 2 a | 8 b |
| Folpet | 2 a | 5 a | 1 a | 5 a |
| Azinfos-metile + Rame ossicloruro | 8 d | 15 b | 5 b | 10 c |
| Test con acqua | 14 e | 35 e | 8 c | 20 d |
| <i>Ascophyllum nodosum</i> + Rame ossicloruro | 7 cd | 20 c | 4 b | 9,5 bc |
| Gluconato di rame | 5 b | 21 cd | 4,38 b | 10 c |
| Idrossido di rame | 6 bc | 22 d | 5 b | 11 c |

Tab. 3: Risultati dell'analisi dell'efficacia dei principi attivi testati nel 2007

n.b. le medie contrassegnate dalla stessa non differiscono statisticamente fra loro per il test di Duncan per $p=0.05$

Grafico 1. Andamento delle popolazioni di fitoseidi del 2005

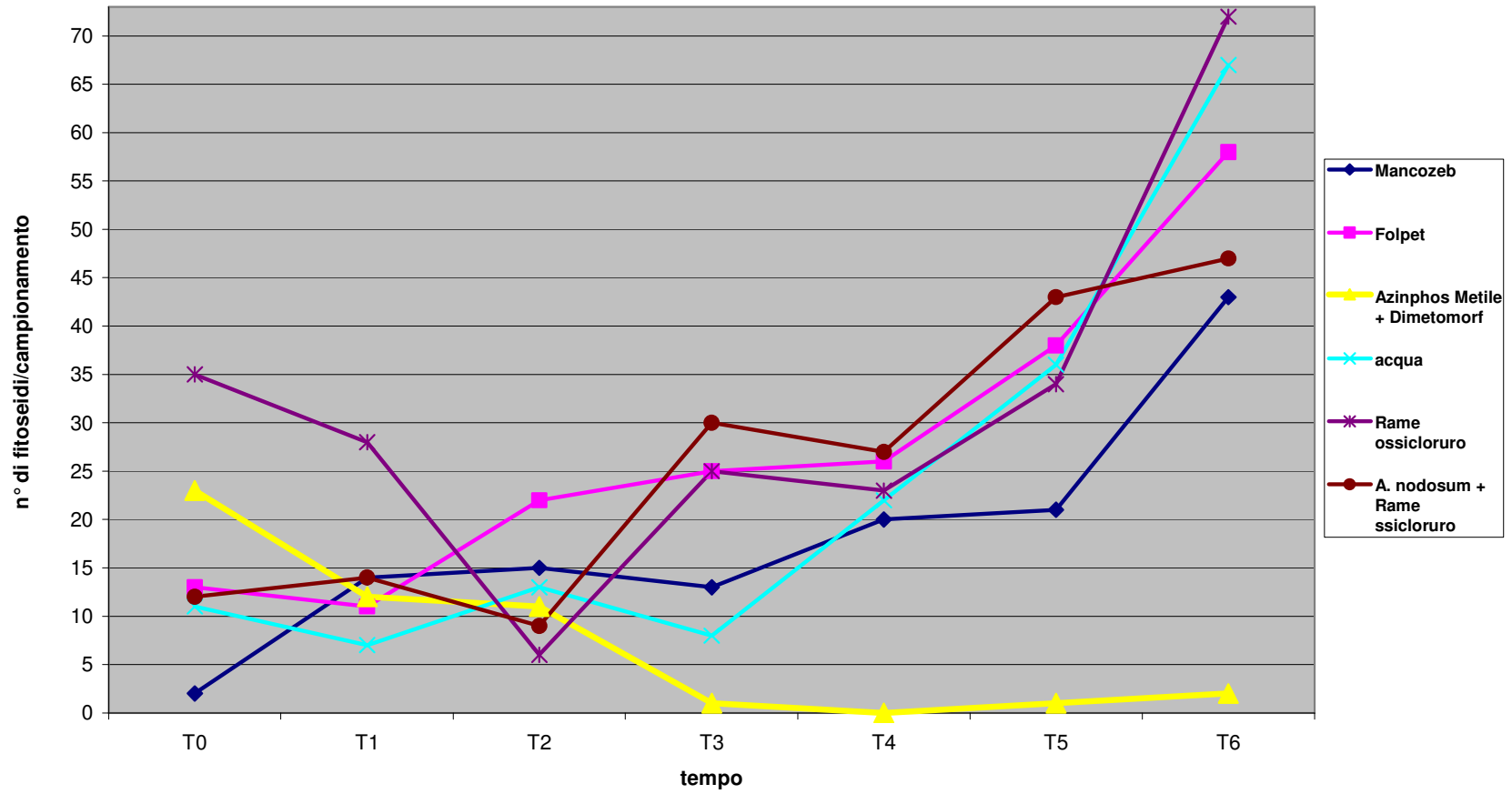
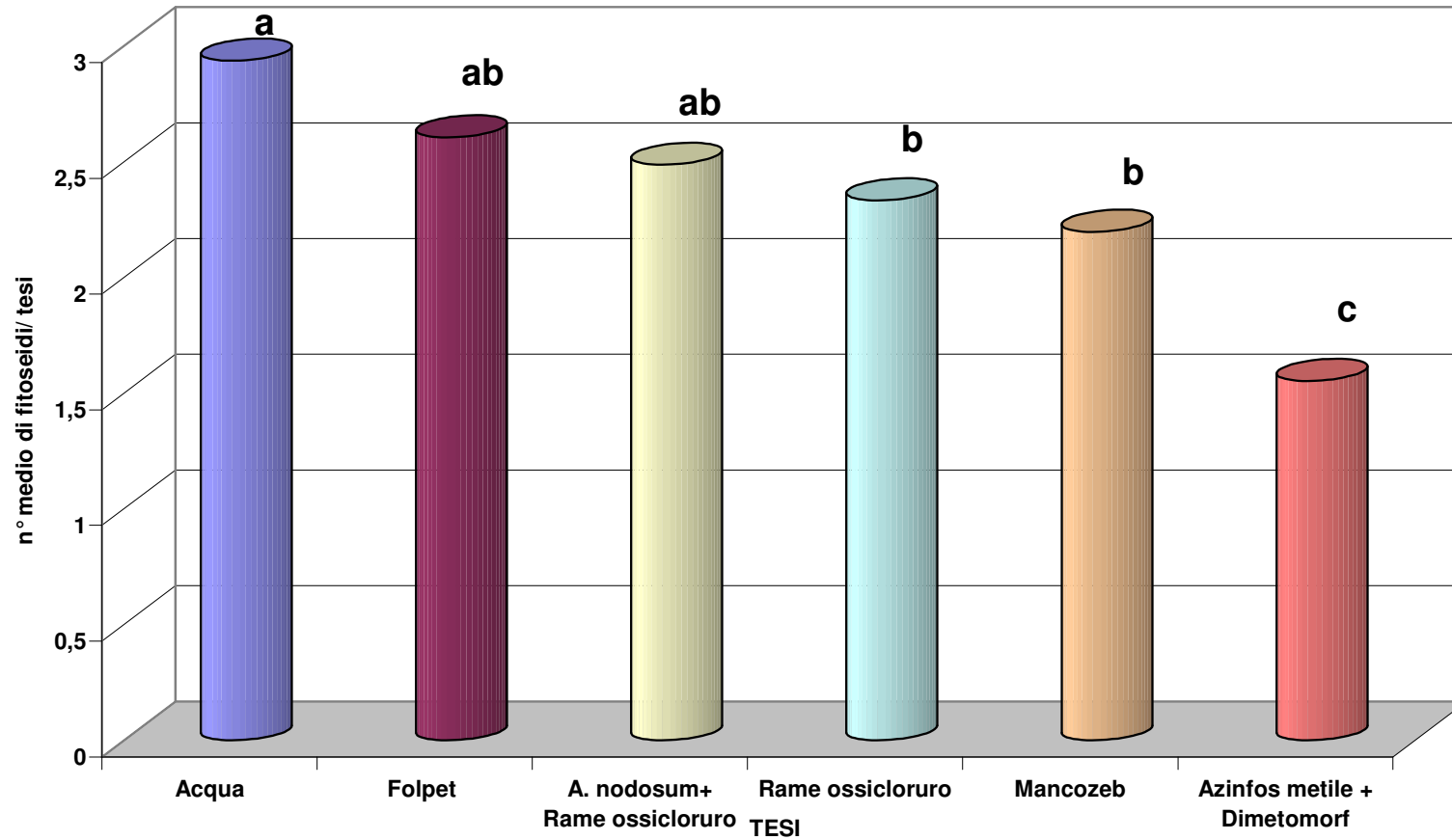


Grafico 2. Selettività 2005



Le medie contrassegnate dalla stessa lettera non differiscono statisticamente fra loro secondo il test di Duncan per $p=0,05$

Grafico 4. Andamento delle popolazioni di fitoseidi 2006

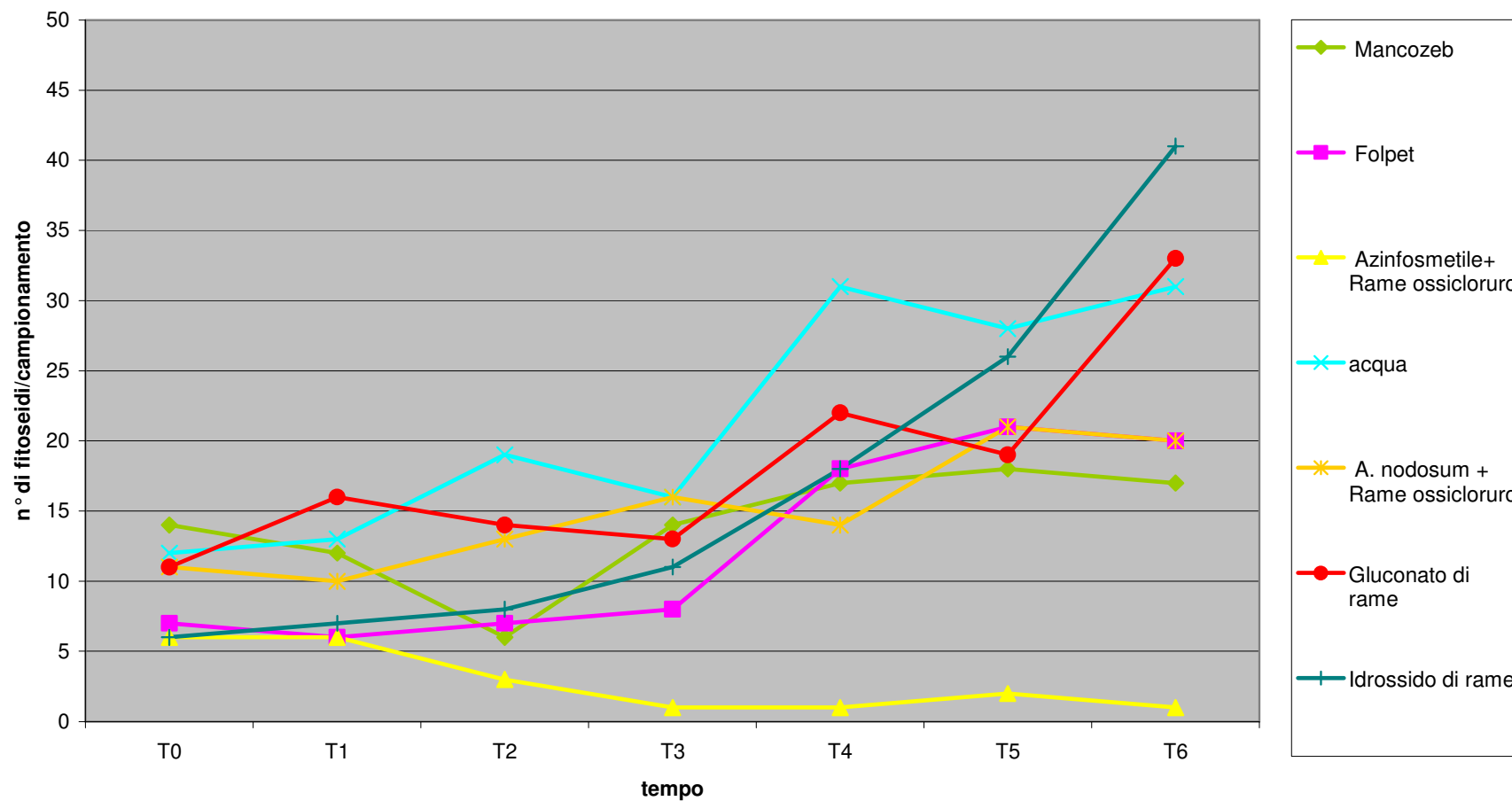
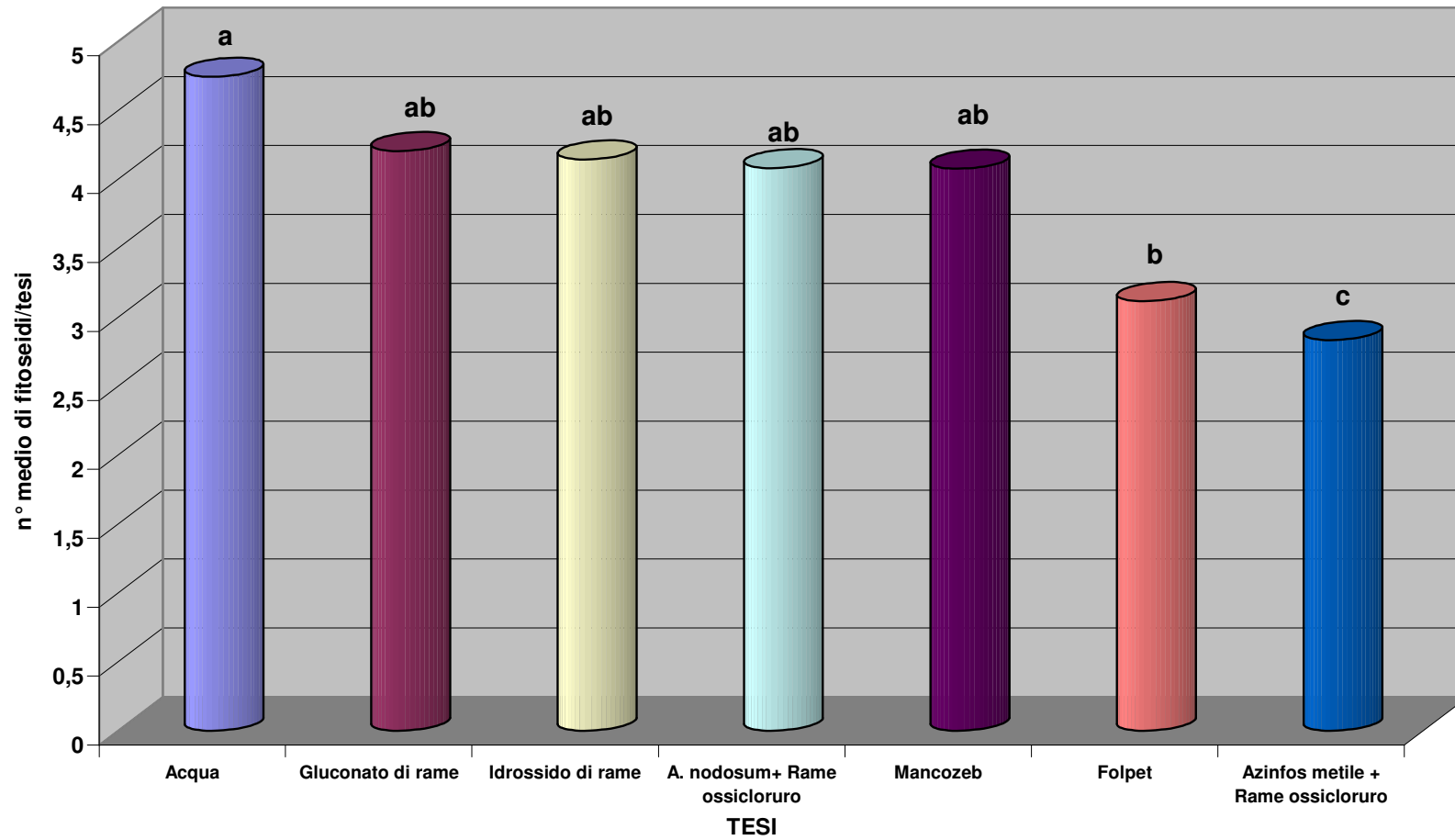


Grafico 5. Selettività 2006



Le medie contrassegnate dalla stessa lettera non differiscono statisticamente fra loro secondo il test di Duncan per $p=0,05$

Grafico 7. Andamento delle popolazioni di fitoseidi del 2007

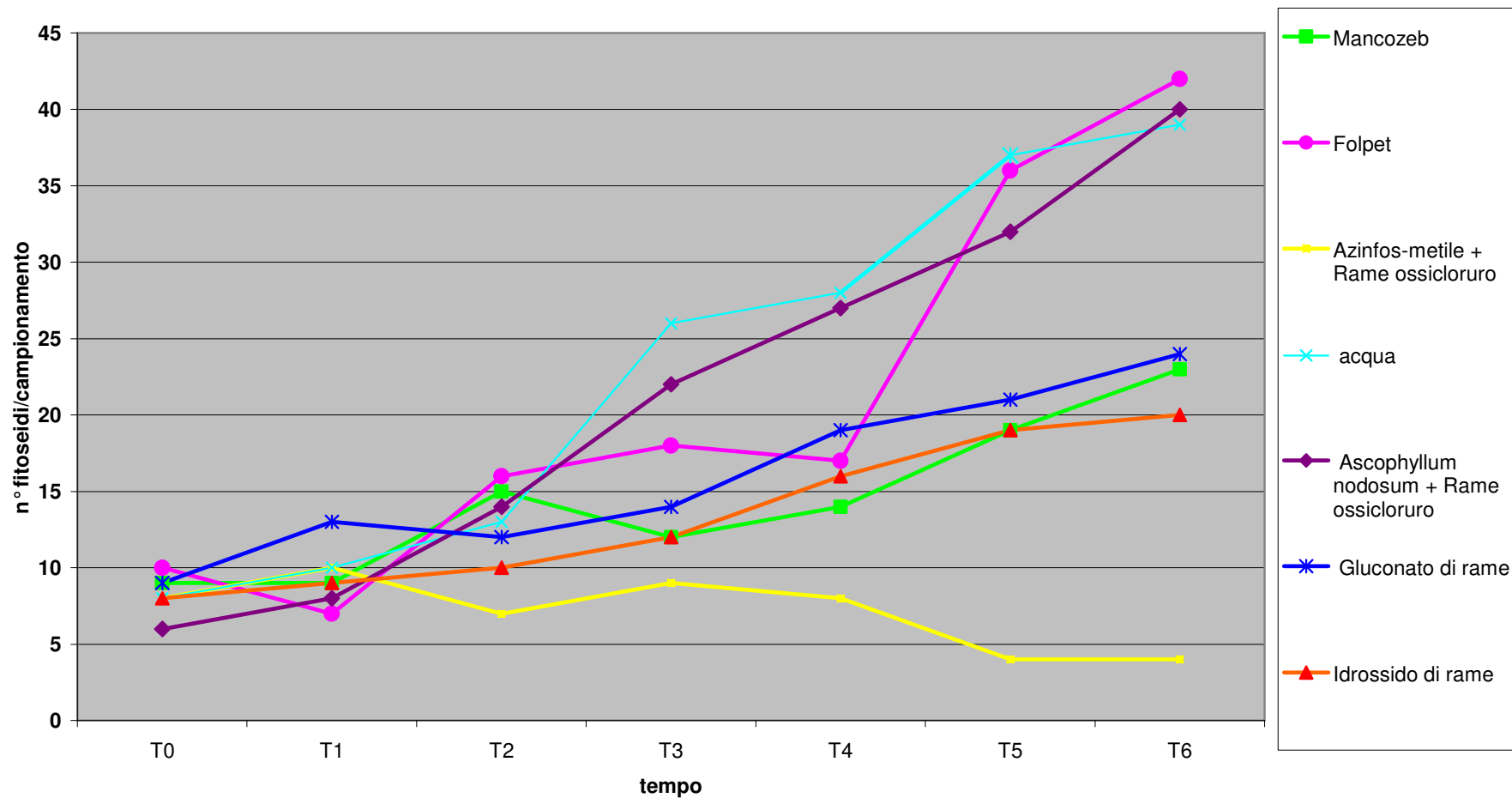
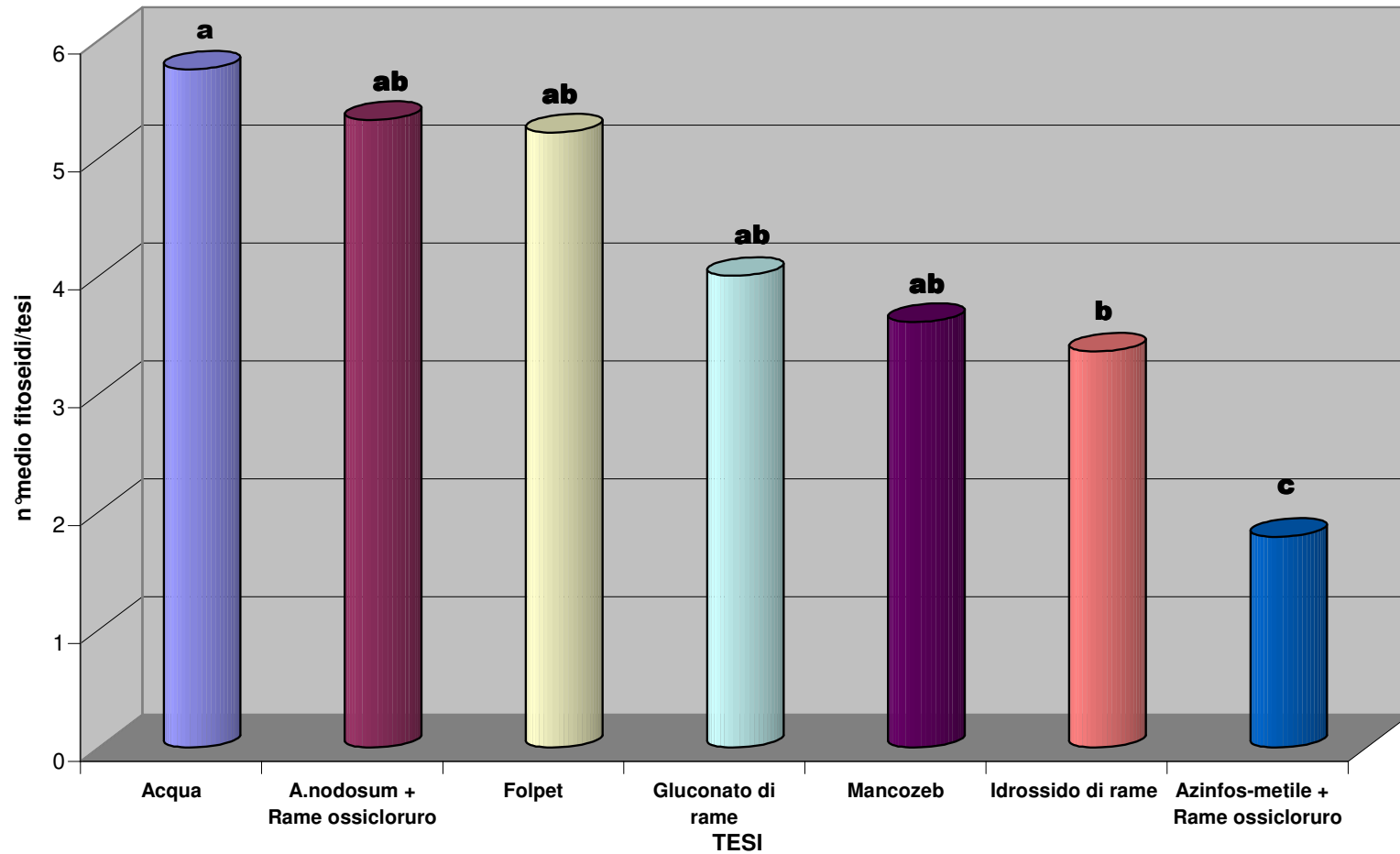


Grafico 8. Selettività 2007



Le medie contrassegnate dalla stessa lettera non differiscono statisticamente fra loro secondo il test di Duncan per $p=0,05$

CONCLUSIONI

Nelle tre prove sperimentali condotte nel corso delle stagioni vegetative degli anni dal 2005 al 2007, le diverse strategie impiegate hanno consentito un'ampia verifica dell'impatto degli anticrittogamici impiegati, per contenere la diffusione della peronospora, su *K. aberrans* e *E. finlandicus* (Ragusa e Ciulla, 1991; Nicòtina 1999a, b; Nicòtina *et al.*, 1999), le due specie maggiormente rinvenute nei campi sperimentali adottati nel corso della sperimentazione.

Vi è da dire, infatti, che ad ogni inizio stagione di tutti gli anni di prova, venivano rilevate abbondanti popolazioni di fitoseidi appartenenti a diverse specie che, con l'inoltrarsi della stagione però, scomparivano progressivamente. Si riscontravano, invece, fluttuazioni delle due citate specie dominanti, con andamenti differenti in base ai calendari utilizzati. In nessun caso, comunque, si è avuta la loro completa scomparsa dai vigneti, conferma della resistenza dei due predatori agli agrofarmaci usati.

In ogni caso tali prove forniscono non solo indicazioni legate alla selettività sugli acari utili ma anche segnalazioni riguardanti l'efficacia dei principi attivi testati nei confronti della peronospora.

In generale si può affermare che le popolazioni di fitoseidi sono suscettibili di cambiamenti sia per quanto riguarda la composizione specifica sia per

quanto riguarda il numero di individui prelevati. Tali cambiamenti sono relazionati principalmente ai trattamenti fitosanitari.

Per quanto riguarda la composizione specifica, si evidenzia la relazione di questa con le essenze vegetali presenti: in letteratura *K. aberrans* e *E. finlandicus* sono spesso associate alla vite e al nocciolo, coltura anche questa molto diffusa in zona; come già diversi autori hanno osservato, ciascuna specie di fitoseidi è infeudata ad una particolare essenza vegetale, soprattutto se arborea. E' il caso di *K. aberrans* su vite, *E. finlandicus* su nocciolo, ma anche di *E. stipulatus* su agrumi e *A. crypta* su susino: ciò potrebbe dipendere dalla natura attrattiva, nei confronti di una o poche specie di fitoseidi, esercitata da alcuni essudati e/o composti volatili prodotti dalle piante. Tale risultato conferma, quindi, l'ipotesi che alcune piante arboree possono essere considerate prevedibili riserve di fitoseidi sia perché produttrici di polline (Duso *et al.*,1993), sia perché potenziale riserva di prede alternative (McMutry,1982; Coiutti, 1993). La presenza di piante diverse inoltre consente, per quanto riguarda la presenza e la diffusione della popolazione totale degli acari fitoseidi, noti predatori e indicatori biologici, di poter salvaguardare le loro popolazioni e quindi contenere nei limiti del possibile l'impiego degli agrofarmaci. La presenza massiccia di queste due specie di fitoseidi, entrambi appartenenti al gruppo dei predatori generalisti facoltativi, dimostra che questi acari sono in grado

di nutrirsi e sopravvivere anche a basse densità di preda o addirittura in loro assenza. Infatti nel corso della sperimentazione in nessuno dei campi sperimentali sono state individuate presenze di acari fitofagi. La diffusione di questi acari predatori in campo, dovuta alla loro adattabilità a condizioni climatiche e nutrizionali diverse, è quindi preziosa per la salvaguardia degli equilibri troppo spesso ignorati nella gestione della difesa delle colture agrarie, nonché per un più oculato e integrato controllo di pericolosi fitofagi. Ciò eleva *K. aberrans* e *E. finlandicus* a specie affidabili per la ricolonizzazione di alcune piante agrarie in diversi ambienti. La ricerca in oggetto, conferma quindi le indicazioni fornite da alcuni autori per quanto riguarda la diffusione, la capacità di adattamento e di colonizzazione di queste due specie di fitoseidi nei vigneti, su piante frutticole diverse e su piante spontanee.

Per quanto riguarda la selettività si può dire che tutti i prodotti testati si sono mostrati selettivi nei confronti dei fitoseidi, ognuno in modo differente e comunque nessuno di essi ha determinato una completa scomparsa delle popolazioni.

Per quanto riguarda l'efficacia nel contenere la crittogama in oggetto, in nessun caso si sono verificati attacchi da considerare dannosi, di conseguenza possiamo indicare tutti i prodotti testati antiperonosporici efficaci e selettivi nei confronti degli acari fitoseidi.

I risultati delle prove condotte confermano come i prodotti a base di ossicloruro rame utilizzati non sempre però garantiscono un completo contenimento della malattia, infatti il livello complessivo della protezione specialmente nei confronti del grappolo non sempre è ottimale. Caratteristiche più interessanti presentano le nuove formulazioni di idrossido di rame. L'impiego di questi preparati ha infatti assicurato una buona protezione della coltura senza manifestare fenomeni di fitotossicità. Relativamente all'impiego di sostanze in grado di coadiuvare l'azione del rame, permettendone un suo utilizzo a dosi ridotte, le prove hanno fornito precise indicazioni. Infatti interessanti prospettive sembrano aprirsi con l'impiego del biostimolante a base di *A. nodosum*.

E' ovvio, comunque, che avere a disposizione un principio attivo efficace e non tossico permette di adottare adeguate strategie in presenza di acarofauna utile non tollerante determinati principi attivi o eventi che mettano in crisi le popolazioni di fitoseidi, ma, da quanto emerge dai risultati, si evince che sono da consigliare certamente le miscele che nella prova hanno dimostrato di essere selettive nei confronti delle popolazioni dei fitoseidi ma queste si devono dimostrare anche efficaci nel contenere gli attacchi di peronospora, altrimenti non si ha la piena espletazione del loro ruolo di anticrittogamici.

L'individuazione di strategie fitoiatriche innovative, che siano al tempo stesso efficaci e di facile applicazione per il produttore biologico, rappresenta una delle più importanti sfide per il mondo della ricerca e della sperimentazione.

La carenza di mezzi di difesa affidabili, unitamente al tradizionale approccio terapeutico ai problemi fitopatologici, costituiscono i maggiori ostacoli all'affermazione dell'agricoltura biologica e alla sua capacità di assecondare la crescente richiesta del mercato.

L'approfondimento della conoscenza sui meccanismi naturali che regolano il rapporto fra le popolazioni del patogeno e l'agro-ecosistema e lo sviluppo di strategie innovative e metodi di difesa potranno fornire degli strumenti aggiuntivi per l'ottenimento di una viticoltura di sempre maggiore qualità (Pertot *et al.*, 2005).

Con questa ricerca si sono volute fornire conoscenze tecniche per aiutare l'agricoltore nella scelta delle strategie ottimali nella difesa contro la peronospora nel vigneto biologico e nel contempo si sono volute presentare innovazioni ed esperienze che consentono la riduzione delle dosi di rame, pertanto si ritiene lo studio indicativo per proseguire la ricerca su agrofarmaci che consentano la salvaguardia della artropodofauna utile e il contenimento della crittogama in questione.

Infatti le notizie relative alla selettività del rame nei confronti degli insetti e degli acari utili sono ancora scarse e talora contraddittorie, anche se si tratta di un prodotto consentito dal regolamento riguardante l'agricoltura biologica. Secondo alcuni, invece, le popolazioni di acari fitoseidi, soprattutto *K. aberrans*, si insedia più facilmente nei vigneti a conduzione biologica in quanto sembrano ben tollerare i trattamenti con prodotti a base di rame (Girolami Duso, 1984). Sarebbe quindi opportuno convalidare le indicazioni ottenute con altre indagini di questo tipo anche perché negli ultimi anni il settore dell'agricoltura biologica è in forte crescita a livello mondiale e soprattutto all'interno dell'Unione Europea.

Concludendo, da quanto emerge dal lavoro possiamo dire, infine, che la vite dovrebbe essere difesa con agrofarmaci selettivi nei confronti dell'artropodofauna utile e consociata ad altre colture, in quanto costituiscono una preziosa fonte di ecoresistenza per le colture agrarie, essendo serbatoio di diffusioni di consistenti popolazioni di *K. Aberrans* e *E. finlandicus*. La costante presenza di questi predatori in campo è preziosa per la salvaguardia degli equilibri troppo spesso ignorati nella gestione della difesa delle colture e soprattutto per un più attento controllo delle pullulazioni di pericolosi fitofagi.

5. BIBLIOGRAFIA

Agnelli A., Trumbore S. E., Corti G., Ugolini F. C., 2002 - The dynamics of organic matter in rock fragments in soil investigated by ¹⁴C dating and measurements of ¹³C. *European Journal of Soil Science* 53 (1), 147–159.

Amati A., 1984 - Il rame e l'enologia. - *Vigneti*, 11 (5): 95-98.

Ambrus A., Hamilton D.J., Kuiper H.A., Racke H., 2003 - Significance of impurities in the safety evaluation of crop protection product. In *Pure Appl. Chem.*, 75 (7), pp. 937–973.

Betto A., Fadanelli L., Flaim G., Franchi A., Lorenzin M., Mattedi L., 1990 - Terza rassegna bibliografia su alcuni pesticidi impiegati in provincia di Trento. *Stazione Sperimentale Agraria Forestale di San Michele all'Adige Trento*, 182 pp.

Burgio G, 1999 – Tecniche di campionamento e raccolta di insetti ed acari entomofagi. *Informatore fitopatologico*, 12: 3-18.

Camporese P., Duso C., Pellizzari G., 1993 – Indagini sulla tossicità di alcuni fungicidi nei confronti di *Typhlodromus pyri* Scheuten (Acari: Phytoseiidae). *Informatore Fitopatologico*, 3: 52-56.

Camporese P., Duso C., 1995 – Life history and life table parameters of the predatory mite *Typhlodromus talbii*. *Entomologia Experimentalis et Applicata* 77: 149-157.

Castagnoli M., 1991 – Biologia ed ecologia dei fitoseidi: risultati di un triennio di studi su alcune specie indigene. *Atti Conv. Lotta Biologica ed Integrata per la difesa delle colture agrarie e delle piante forestali*, Acireale: 25-38.

Castagnoli M. & Simoni S., 1991 – Influence of various kinds of food on some biological parameters of *Amblyseius cucumeris* (Oud.) (Acarina: Phytoseiidae), pp. 469-473. In F. Dusbabek & V. Bukva [eds], *Modern acarology*, vol. 2. SPB Academic Publishing, The Hague, The Netherlands.

Castagnoli M. & Falchini L., 1993 – Suitability of *Polyphagotarsonemus latus* (Banks) (Acari: Tarsonemidae) as prey for *Amblyseius californicus* (McGregor) (Acari: Phytoseiidae). Redia, LXXVI: 349-359.

Ceccanti B., Bonanzinga M., Masciandaro G., Poggio G., Nardi G., Macci C., 2004 – Accumulo e comportamento del rame nei vigneti biologici. Informatore Agrario, 8: 123-126.

Chant D. A., 1959 – Phytoseiid mites (Acarina), Can. Entomol. Suppl., 12: 1-166.

Chant D.A. & Yoshida-Shaul E., 1980 – A word review of the liliaceus species group in genus *Typhlodromus* Scheuten (Acarina: Phytoseiidae). Can. J. Zool., 58 (6): 1129-1138.

Chant D.A., 1985a – External Anatomy. In: “Spider Mites: their Biology, Natural Enemies and Control”. W.Welle & M.W.Sabelis. Amsterdam. Elsevier, vol.1B: p.3. Cleup Editore.

Croft B.A., 1982 – Arthropods resistance to insecticides: a key to pest control failures and successes in North american apple orchards. Ent. Exp.Appl., 31: 88-110.

Croft B.A. & Croft M.B., 1993 – Larval survival and feeding by immature *Metaseiulus occidentalis*, *Neoseiulus fallacis*, *Amblyseius andersoni* e *Typhlodromus pyri* on life stage groups of *Tetranychus urticae* Koch and phytoseiid larvae. Experimental and Applied Acarology, 17 : 685-693.

Croft B.A. and Zhang Z.Q., 1994 – Walking, feeding and intraspecific interaction of larvae of *Metaseiulus occidentalis*, *Typhlodromus pyri*, *Neoseiulus fallacis*, and *Amblyseius andersoni* held with and without eggs of *Tetranychus urticae*. Experimental and Applied Acarology, 18: 567-580.

Delaiti M., Sandri O., 2005 - Rame in viticoltura: selettività di diversi formulati commerciali. In Terra trentina, (1), pp. 32-36.

Duso C., Girolami V., Borgo M. & Egger E., 1983 – Influenza di anticrittogamici diversi sulla sopravvivenza di predatori diversi introdotti su vite. Redia, 66: 469-483.

Duso C., 1991 – Attività predatrice e dispersione di *Amblyseius aberrans* (Oud.) e *Typhlodromus pyri* Scheuten (Acari: Phytoseiidae) in un vigneto attaccato da *Eotetranychus carpini* (Oud.) (Acari: Tetranychidae). Atti XVI Congresso nazionale italiano di Entomologia, Bari-Martina Franca, 355-362.

Duso C., Camporese P., 1991 – Developmental times and oviposition rates of predatory mites *Typhlodromus pyri* and *Amblyseius andersoni* (Acari: Phytoseiidae) reared on different foods. *Experimental & Applied Acarology* 13: 117-128.

Duso C, Camporese P., Van Der Geest P.S., 1992 – Toxicity of a number of pesticides to strains of *Typhlodromus pyri* and *Amblyseius andersoni* (Acari: Phytoseiidae). *Entomophaga*, 37 (3): 363-372.

Duso C., Torresan L. & Vettorazzo E., 1993 – La vegetazione spontanea come riserva di ausiliari: considerazioni sulla diffusione degli Acari Fitoseidi (Acari: Phytoseiidae) in un vigneto e sulle piante spontanee contigue. *Boll. Zool. Agr. Bachic.*, 25 (2): 183-203.

Egger E., D'Arcangelo M. E. M., 2004 - Strategie di difesa antiperonosorica per una riduzione degli apporti di rame nel vigneto. Atti Giornate Fitopatologiche, Montesilvano (PE) 4-6 maggio 2004.

Elbadry LA. & LM. Elbenhawy, 1968 – The effects of pollen feeding on the predatory efficiency of *Amblyseius gossipi* (Acarina: Phytoseiidae). *Entomol. Exp. Appl.* 11(3): 273-276.

Engel R., Ohnesorge B., 1994 – The role of alternative food and microclimate in the system *Typhlodromus pyri* (Acari: Phytoseiidae) *Panonychus ulmi* (Acari; Tetranychidae) on grapevines. *Laboratory investigation. Jour. Of Appl. Entom.*, 118; (2): 224-238.

Eppo Bulletin, 1988 – Guideline for the biological evaluation of fungicides, (18) : 605-612.

Evans G. O., 1993 – Principles of Acarology. Ed. C. A. B. Internat., Wallingford: 563 pp.

Fauvel G., Cotton D., 1981- Evolution des populations de typhlodromes, *Amblyseius aberrans* essentiellement, dans une haie d'ormes et un verger

de pommiers et observations de leur transport par le vent. In Proc. Journèe Phytiatric. Phytopharmacie. Circummèditerranèennes: 471-479 pp.

Ferragut, F. & Escudero, A., 1997 – Taxonomia y distribución de los àcaros depredadores del género *Euseius* Wainstein 1962, en Espagna (Acari: Phytoseiidae). Bol. San. Veg. Plagas, 23: 227-235.

Fregoni M., Bavaresco L., 1984 - Il rame nel terreno e nella nutrizione della vite. Vignevini, 11(5):37-49.

Gardenghi M. e altri, 1999 – Reg. 2078: progetti dimostrativi. Settore Vitivinicolo. Agricoltura biologica: difesa fitosanitaria. Agricoltura, 5: 44-45.

Girolami V., 1981. - Danni, soglie di intervento, contro degli acari della vite. - Atti 3 incontro difesa integrata della vite. Osservatorio per le Malattie delle Piante del Lazio, Latina. 320 pp.

Girolami V., Duso C., 1984 – Ruolo positivo del rame nelle strategie di controllo biologico degli acari della vite. Vignevini, 5 : 90-94.

Girolami V., Duso C., 1985 – Controllo biologico degli acari nei vigneti. L'Informatore Agrario LVI (18): 83-89.

Girolami V., Casarotto A., Ferrari V., Graziani N., Piccirillo F., Posenato G., Scannavini M., Tosi L., 1999- Selettività del Folpet nei confronti dei fitoseidi. Inf. Agrario, LV (17): 77-82.

Grogan W. L., Navai S., 1975 – New record of mites associated with ceratopogonids (Diptera: Ceratopogonidae). Proc. Entomol. Soc. Wash., 77: 214-215 pp.

Helle W. & Sabelis M.W., 1985 – Spider mites: their biology, natural enemies and control. Elsevier, vol I b: pp. 458.

Hofmann U., 2000 - Plant Protection Strategies Against Downy Mildew in Organic Viticulture Copper Reduction and Copper Replacement Results and Experiences of 10 Years on Farm Research. Proceedings 6th International Congress on Organic Viticulture, 25 and 26 August 2000 Convention Center Basel: 173-174 pp.

Hoy M.A., 1977 – Inbreeding of the “arrehnotokus” predator, *Metaseiulus occidentalis* (Acarina: Phytoseiidae) demonstrated by X-irradiation of males. Entomol. Exp. Appl. 26: 97-104.

Hoy M.A., 1979 – Parahaploidy of the “arrehnotokus” predator, *Metaseiulus occidentalis* (Acarina: Phytoseiidae) demonstrated by X-irradiation of males. Entomol. Exp. Appl. 26: 97 - 104.

Hoy M.A. et Alii, 1982 – Large-scale release of pesticide-resistant spider mite predators. California agriculture, 36 (January – February): 8-10.

Hoy M.A., 1982a – Aerial dispersal and field efficacy of genetically improved strain of spider mite predator *Metaseiulus occidentalis*. Ent. Exp. & Appl. 32: 205-212. Ned. Entom. Ver. Amstredam.

Hoy M.A., 1982b – Genetics and genetic improvement of Phytoseiidae. In “Recent advances in Knowledge of the Phytoseiidae”. Agric. Sci. Univ. Calif. Berkeley, Special. Publ.: 72-89.

Hoy M.A., 1984 – Genetic improvement of a biological control agent: multiple pesticide resistance and nondiapause in *Metaseiulus occidentalis*. Biological Control of Acari: 673-679.

Ivancich Gambaro P., 1982 – Le infestazioni da acari sulla vite: vent’anni dopo. L’Informatore Agrario, 38: 77-80.

Kauer R., Gaubatz B., Wöhrle M., Kornitzer U., Schultz H.R., Kirchner B., 2000 - Organic Viticulture Without Sulfur? 3 Years of Experience With Sodium and Potassiumbicarbonate. Proceedings 6th International Congress on Organic Viticulture, 25 and 26 August 2000 Convention Center Basel: pp. 180 – 182.

Kostiainen T. S. & Hoy M.A., 1996 – A bibliography (1960 – 1994). Florida Agricultural Experiment Station, Monograf 17: 1-355.

Kranz G. W., 1973 – Dissemination of *Kampimodromus aberrans* by Filbert Aphid. J. Econ. Ent., 66(2): 575-576 pp.

Lameri P., Paci F., 2002 - Fitoil coadiuvante naturale a base di olio di soia per prodotti rameici: risultati di un biennio di prove sperimentali su vite e pomodoro. Atti Giornate Fitopatologiche 2002, 2:151-158.

Li J., Hoy M.A., 1996 – Adaptability and efficacy of transgenic and wild-type *Metaseiulus occidentalis* (Acari: Phytoseiidae) compared as part of risk assessment. *Exp. Appl. Acar.*, 20: 563-573.

Mazzone P., Pellizzari G., 1991 – Effetti collaterali di fitofarmaci su artropodi utili. In MAF, Atti del Convegno “Lotta Biologica”, Acireale. Coord. G. Viggiani.

McMutry J.A., Oatman E.R. & Fleschner C.A., 1970 – Phytoseiid mite on some tree and row crops and adjacent wild plants in southern California. *Jour. Econ. Entom.*, 64: 405-408.

McMutry J.A., 1982 – The use of phytoseiid mites for biological control: progress and future prospects. In M. A. Hoy (Ed.), *Recent advances in the knowledge of Phytoseiidae*. Div. Agric. Univ. California Publ., 3284 pp.: 23-48 pp.

McMutry J.A. & Rodriguez J. G., 1987_ Nutritional ecology of Phytoseiid mites. In F. Slansky Jr. and J. G. Rodriguez (Ed.), *Nutritional ecology of Insects, Mites and Spiders*. John Wiley, New York: 609-644 pp.

McMutry J.A. & Croft B.A., 1997 – Life – style of phytoseiid mites and their roles in biological control. *Annu. Rev. Entomol.*, 42: 291 – 321.

Mescalchin E., Pertot I., 2003 - La riduzione del rame in viticoltura biologica. *Bioagricoltura*, (81): pp. 27-29.

Morando A., Moiraghi G., Sozzoni F., 2005 – Difesa antiperonosporica con rameici a basso dosaggio. *Informatore Agrario*, 22: 45-48.

Morse J.G. & B.A. Croft, 1981 – Developed resistance to azinphosmethyl in a predator-prey mite system in greenhouse experiments. *Entomophaga* 26(2): 191-201.

Murray R.A., Solomon M.G., 1978 – A rapid technique for analysing diets of invertebrate predators by electrophoresis. *Ann. Appl. Biol.*, 90: 7-10, Printed in Great Britain.

Nelson F.R.S., 1973 – Reproduction and consumption rate of *Amblyseius hibisci* on a diet of pollen and *Panonychus citri*. Ann. Entomol. Soc. Am. 66(4): 918-919.

Nelson-Rees W.A., 1980 – Heterochromatization, chromatin elimination and haploidization in the parahploid mite *Metaseiulus occidentalis* (Nesbitt) (Acarina: Phytoseiidae). Chromosoma (Ben.), 77: 263- 276.

Nesbitt H.H.J., 1951 – A taxonomic study of phytoseiid (family Laelaptidae) predacious upon Tetranychidae mites of economic importance: Zool. Verh. Leiden, 12: 1-64.

Nicoli G., 1995 – L'agroecologia, una nuova strategia per la difesa delle piante. Il divulgatore, Quaderno di Informazione agroambientale. Anno XVIII, n° 2, marzo 1995: 6-13.

Nicòtina M., Tsolakis H., 1994 – Ulteriori indagini sugli acari fitoseidi della vite in Campania. Atti del XVII Congr Naz. Ital. Entomol., Udine, 13 –18 Giugno, 1994: 663 – 666.

Nicòtina M., Caprio E., 1996 – Prove di selettività su *Amblyseius andersoni* (Chant) e lotta chimica contro *Panonychus ulmi* (Koch) su melo in provincia di Caserta. Inf. Fitop., 4: 48-53.

Nicòtina M., Cioffi E. A. 1997a – Densità delle popolazioni di acari fitoseidi in vigneti del Lazio, Campania e Basilicata. L'Inf. Agr., 19: 59 – 62.

Nicòtina M., Cioffi E. A. 1998a – Il Dinocap nei programmi di difesa antioidica e compatibilità con i fitoseidi. L'Inf: Agr., 20: 60-61.

Nicòtina M., Cioffi E. A., 1998b – Incidenza dei fitofarmaci e della morfologia fogliare sugli acari fitoseidi della vite nei vigneti della Basilicata. Atti XVIII Congr. Naz. It. Entomol., Maratea, 21-26 giu 1998: 253.

Nicòtina, M. 1999 – Acari fitoseidi (Acarina, Phytoseiidae) della vite nel centro sud Italia: dieci anni di studi faunistici. Informatore Fitopatologico 11: 30-35.

Nicòtina M., Cioffi E., 1999 – Selettività di antioidici e antiperonosporici su acari fitoseidi della vite. L'inf. Agr., 11: 93-97.

Nicòtina M., Cioffi E., 1999a – Selettività di antioidici e antiperonosporici su acari fitoseidi della vite. L'informatore Agrario 11: 93-97.

Nicòtina M., Cioffi E., 1999b – Distribution of the Phytoseiid mites (Acarina, Phytoseiidae) in hazel-nut-growing areas in Campania. REDIA LXXXI (1998): 115-124.

Nicòtina M., Cioffi E., 2000 – Acari fitoseidi della vite in tre vigneti del centro-sud Italia. Rapporti tra dinamiche di popolazione, temperatura e calendario dei trattamenti fitosanitari. Atti Giorn. Fitopat. 2000 (1): 479-486.

Nicòtina M., Cioffi E., 2001 – Dispersion of *Amblyseius andersoni* (Chant) (Parasitiformes, Phytoseiidae) on grapevines and hazelnut near apples and peaches in the province of Caserta (South Italy). Proceeding of IV Symp. Europ. Ass. Acarol., Siena 24-27 July 2001: 277-281.

Nicòtina M., Cioffi E., Di Matteo A., 2001 – Selettività su acari fitoseidi della vite di strategie antioidiche. L'Inf. Agr., 5: 69-73.

Nicòtina M., Cioffi E., Capone G. C., 2002 – Defence strategies with fungicides and impact on *Typhlodromus exhilaratus* Ragusa, *Kampimodromus aberrans* Oudemans and *Phytoseius finitimus* Ribaga sensu Denmark (1966) (Parasitiformes, Phytoseiidae) populations in Italian vineyards. XI International Congress of Acarology, Merida – Mexico: 8-13 September 2002: 241-242.

Nicòtina M., Capone G. C. e Cioffi E., 2003 – Selettività di alcuni fungicidi su acari fitoseidi in vigneti del Centro-sud Italia. L'Inf. Agr., 20: 63-67.

Overmeer W.P.J., 1985 – Toxicological Methods. In: “Spider Mites: their Biology, Natural Enemies and Control.” W.Weile & M.W. Sabelis. Amsterdam. Elsevier. Vol.IB: pp.183-190.

Overmeer W.P.J., 1985a – Alternative prey and other food resources. In : “ Spider Mites: their biology, natural enemies and control”. W. Welle & M.W. Sabelis. Amsterdam. Elsevier, Vol. 1b.

Overmeer W.P.J., 1985c – Toxicological Methods. In: “Spider Mites: their Biology, Natural Enemies and Control.” W.Weile & M.W. Sabelis. Amsterdam. Elsevier. Vol.IB: pp.183-190.

Paoletti M.G., Bertonecello Brotto G., 1985 - Side effects of fungicide residues (Cu,Zn) on soil invertebrates in vineyard and meadow agrosystems in north east Italy. In: Hascoet M., Scheupp H., Steèn. (eds), "Behaviour and side effects of pesticide in soil" - Les colloques de l'INRA, Paris, n.31: 233-254.

Perrot-Minnot M.J., Navajas M., 1995 – Biparental inheritance of RAPD marks in males of the pseudo-arrhenotokous mite *Typhlodromus pyri*. Genome, 38: 5,838-844;25 ref

Pertot I., Gobbin D., Dagostin S., Ferrari A., Gessler C., 2005 – La PERONOSPORA della vite. Istituto Agrario di San Michele all’Adige: 64 pp.

Post A., 1962 – Effect of cultural measures on the population density of the fruit tree red spider mite *Metatrenychus ulmi* Koch (Acari, Tetranychidae). Diss. Univ. Leiden: 110 pp.

Quinche J.P., 1985 - Teneurs en cuivre, zinc, plomb, cadmium et mercure des sols de quelques vignes de la suisse romande et du Tessin. Rev, suisse Vitic. Arboric. Hortic., 17(5). 341-344

Radford C.D., 1950 – Systematic check list of mite genera and type species. International Union of Biological Sciences Ser.C, n°1: 1-232.

Ragusa S, 1979 – Laboratory studies on the food habits of the predaceous mite *Typhlodromus exhilaratus*. In Recent advances in acarology, vol. 1', (Rodriguez JG ed) Academic Press, New York, USA, (1979) pp.485-490.

Ragusa Di Chiara S. & Tsolakis H., 1995 – Influences of different kinds of food substances on the postembryonic development and oviposition rate of *Amblyseius andersoni* (Chant) (Parasitiformes, Phytoseiidae).- In: The Acari - Physiological and Ecological Aspects of Acari-Host Relationships (Kropczynska D., Boczek J. and Tomczyk A. Editors): 411-419.

Raimber A.,1958 – Les tetraniques nuisibles la vigne en France continentale. Revue Zool. Agr. Appl., 3:1-20.

- Rosseau J., 1993 - Cuivre: les alternatives à l'essai. *Alter Agri*, 4: 7-9.
- Rossi M., Goggin F. L., Milligan S. B., Kaloshian I., Ullman D. E., Williamson V. M., 1998 - The nematode resistance gene *Mi* of tomato confers resistance against the potato aphid. *Agricultural Sciences*, Vol. 95: 9750-9754.
- Ryszkowski L. & Karg J., 1993 – La biodiversità negli agroecosistemi. Il Caso Polacco. Atti di “Biodiversità negli agroecosistemi” Cesena 9.05.1992: 9-21.
- Sabelis M.W., 1985a – Development. In: "Spider Mites: their Biology, Natural Enemies and Control." W. Welle & M.W. Sabelis. Amsterdam. Elsevier, vol. I B: pp. 43-54.
- Sabelis M.W., 1985b – Capacity for Population Increase. In: "Spider Mites: their Biology, Natural Enemies and Control." W. Welle & M.W. Sabelis. Amsterdam. Elsevier, vol. I B: pp. 35-42.
- Sabelis M.W., Dicke M., 1985 – Long-Range Dispersal and Searching Behaviour. In: "Spider Mites: their Biology, Natural Enemies and Control." W. Welle & M.W. Sabelis. Amsterdam. Elsevier, vol. I B: pp. 141-158.
- Scannavini M., 2004 - Impiego di un biostimolante su vite nella difesa antiperonosporica. *L'Informatore agrario*, 27: pag. 68-72.
- Schausberger Von P., 1992 – Comparative investigations on the effect of different foods on development and reproduction of *Amblyseius aberrans* (Oud.) and *Amblyseius finlandicus* (Oud.) (Acarina, Phytoseiidae). *J. Appl. Ent.* 113 (1992), 476-486.
- Schulten G. G. M., 1985b – Pseudo-Arrenotoky. In: "Spider Mites: their Biology, Natural Enemies and Control." W. Welle & M. W. Sabelis. Amsterdam. Elsevier, vol. IB: pp. 67-71.
- Soyez J.L., 1992 - Le tallate de cuivre. *Phytoma*, 439: 36-38.
- Solomon M.G., Fitzgerald J.D., 1984 – The role of resistant *Typhlodromus pyri* in apple orchards. British Crop Protection Conference. Brighton Metropole, England, November 19-22. Vol. 3: 1113-1116.

Statistica for Windows, 1997 – Realease 6.0 StatSoft Inc.

Stefanelli G., 1993 - Utilizzo del rame in viticoltura: luci ed ombre su uno dei più importanti anticrittogamici. Atti dell'incontro tecnico, Comunità montana del Gemonese, 12-13 novembre 1993.

Stefanelli G., 1994 – I residui di rame nel terreno. *Bioagricoltura*, 27: 23-24.

Tixier M. S., Kreiter S., Auger P. & Weber M., 1998. Colonization of Languedoc vineyards by phytoseiid mites (Acari: Phytoseiidae): influence of wind and crop environment. *Experimental & Applied Acarology* 22: 523-542.

Treat A. E., 1969 – Behavioural aspects of the association of mites with noctuid moths. Proc. II° Int. Congr. Acarol., Sutton Bonington, England, 1967: 275-286 pp.

Tsolakis H., Ragusa Di Chiara S., 1994 – Biological and life table parameters of *Amblyseius andersoni* (Chant) (Parasitiformes, Phytoseiidae) on different kinds of food substances. *Phytophaga*, 5: 21-28 XX.

Tsolakis H., Ragusa E. & Ragusa Di Chiara S., 1998 – *Polyphagotarsonemus latus*, una vecchia conoscenza degli agrumeti siciliani. *Infotore Fitopatol.*, 11: 17-20 X.

Tsolakis H., Ragusa S., 1999 – Overwintering of phytoseiid mites (Parasitiformes, Phytoseiidae) on hazelnut (*Corylus avellana*) in Sicily (Italy). III° symp. EURAAC 1-5 July 1996, Amsterdam: 625-635 pp.

Van Der Geest L.P.S., Overmeer W.P.J., 1985 – Experiences with polyacrilamide gel electrophoresis for the detection of gut contents of phytoseiid mites. *Med. Fac. Landbou. Gent* 50/2a: 469-472.

Van De Vrie M. & Boersma A., 1970 – The influence of the predaceous mite *Typhlodromus potentillae* (Garman) on the development of *Panonychus ulmi* (Koch) on apple grown under various nitrogen condition. *Entomophaga*, 15: 291-304.

Vettorello G., Girolami V., 1992 – Popolazioni di *Amblyseius aberrans* (Oud.) tolleranti i ditiocarbammati. L'Informatore agrario XLVIII (18): 111-112.

Viggiani G., 1994 – Lotta biologica e integrata nella difesa fitosanitaria. Ed. Liguori, Napoli, Vol. 1: 517 pp.

Viggiani G., 1997 – Lotta biologica e integrata nella difesa fitosanitaria. Ed. Liguori, Napoli, Vol. 2: 445 pp.

Wicks T.J., Magarey P.A., Wachtel M.F., Frensham A.B., 1991 - Effect of Postinfection Application of Phosphorous (Phosphonic) Acid on the Incidence and Sporulation of *Plasmopara viticola* on Grapevine. - Plant Disease, 75(1):40-43.

Zangheri S., Pellizzari G., 1987 – Parassitologia animale dei vegetali. Cleup Editore, Bologna, 200 pp.

Zhimo Z., McMurtry J.A., 1990 – Development and reproduction of three *Euseius* (Acari: Phytoseiidae) species in the presence and absence of supplementary foods. Exp. Appl. Acaral., 8: 233-242.

6. MATERIALE FOTOGRAFICO

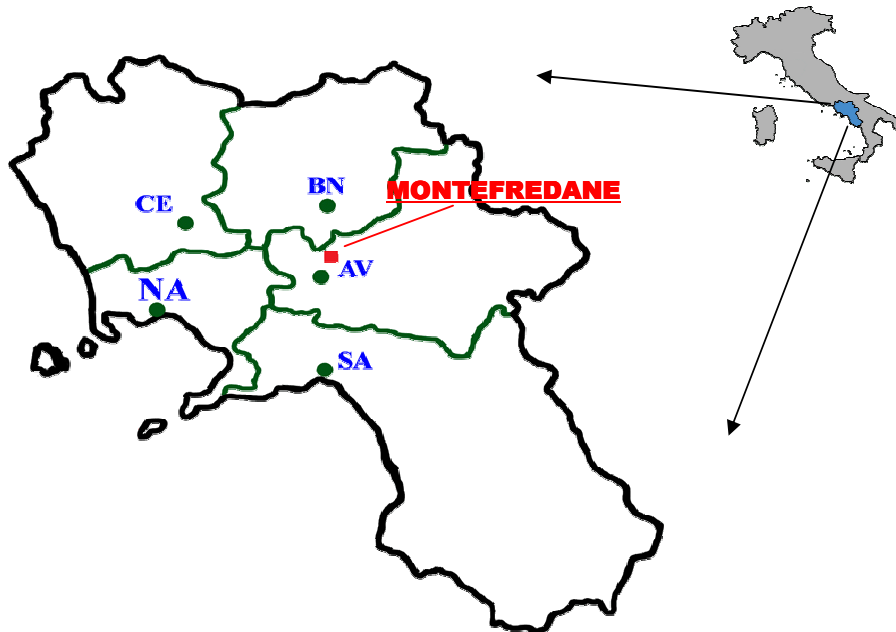


Foto 1: Localizzazione della zona d'indagine.



Foto 2: individuazione dei campi sperimentali e suddivisione in tesi.



Foto 3: Particolare della fase di esecuzione dei trattamenti fungicidi nel vigneto



Foto 4: Altro particolare della fase di esecuzione dei trattamenti fungicidi nel vigneto



Foto 5: Individuazione delle stazioni di prelievo con un numero arabo e con una lettera dell'alfabeto, che indicano rispettivamente la tesi e la ripetizione.

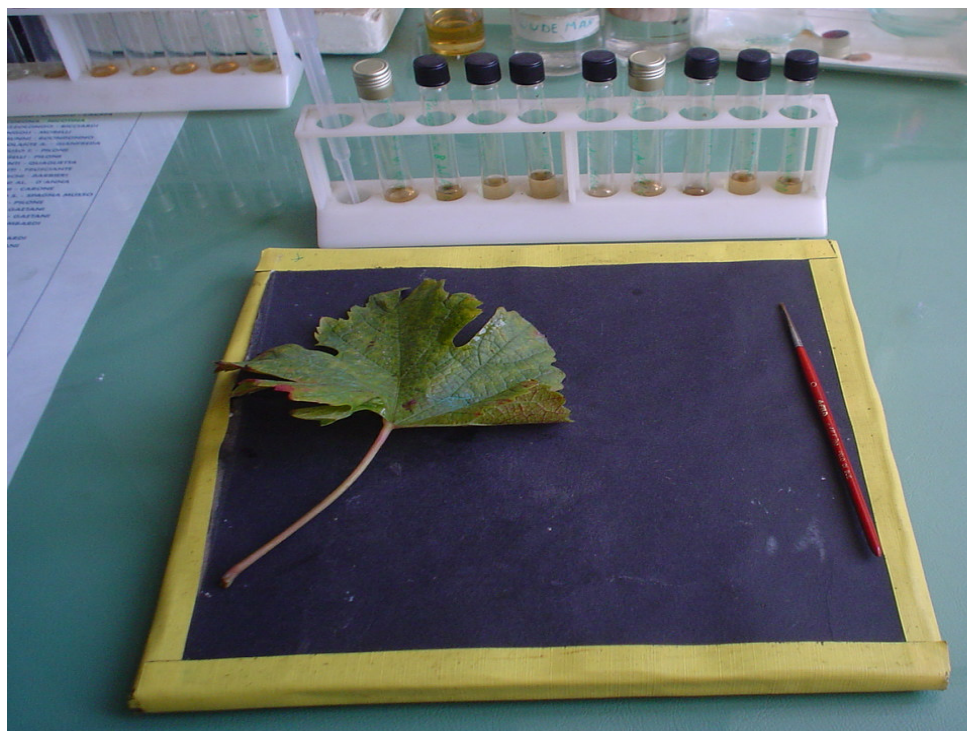


Foto 6: Tavoletta impiegata per l'individuazione dei fitoseidi

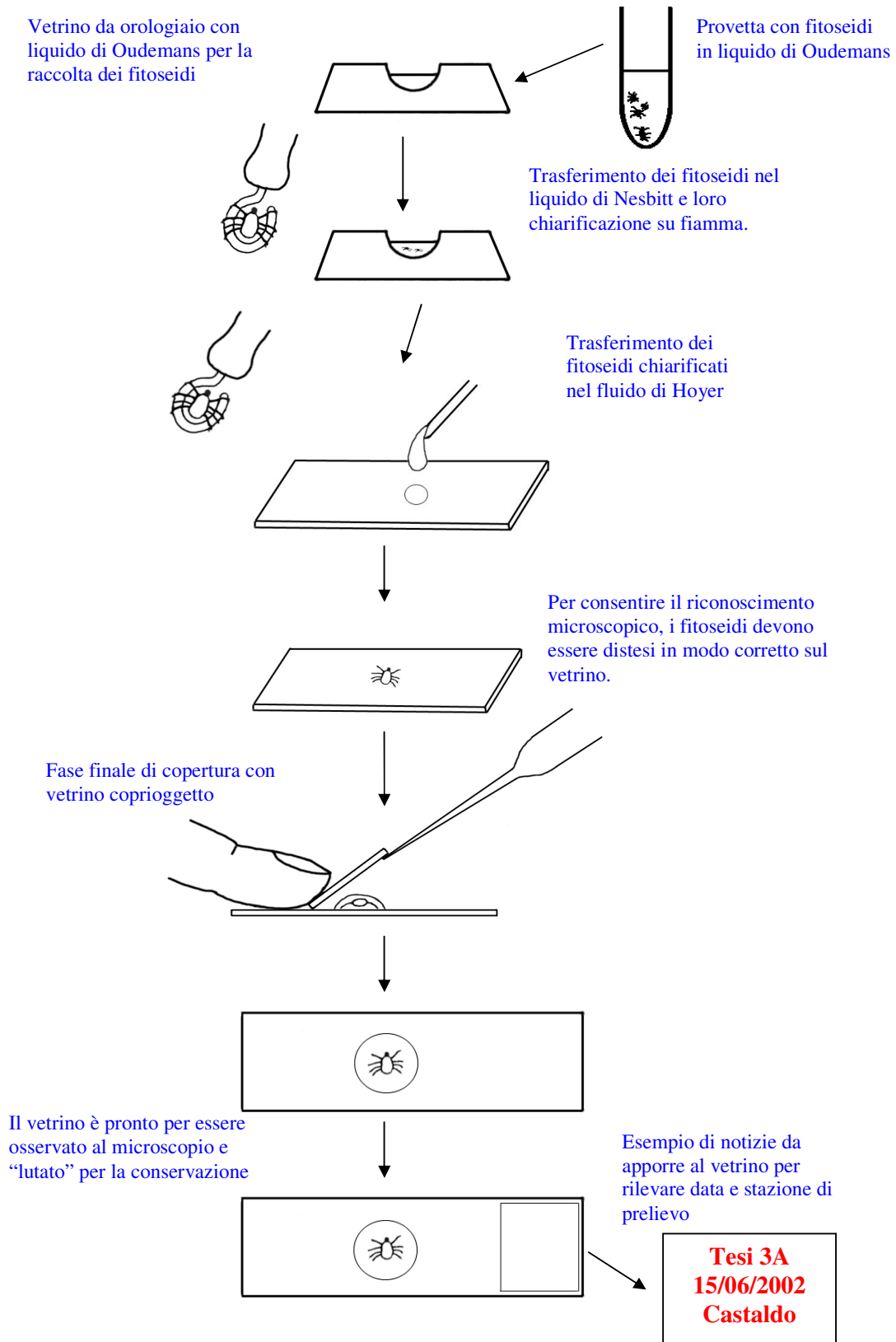


Foto 7: Fasi di preparazione del vetrino



Foto 8: Particolare di fitoseide visto al microscopio elettronico a scansione.



Foto 9: Attacco di peronospora su vite.



Foto 10: vescicole di *A. nodosum*.

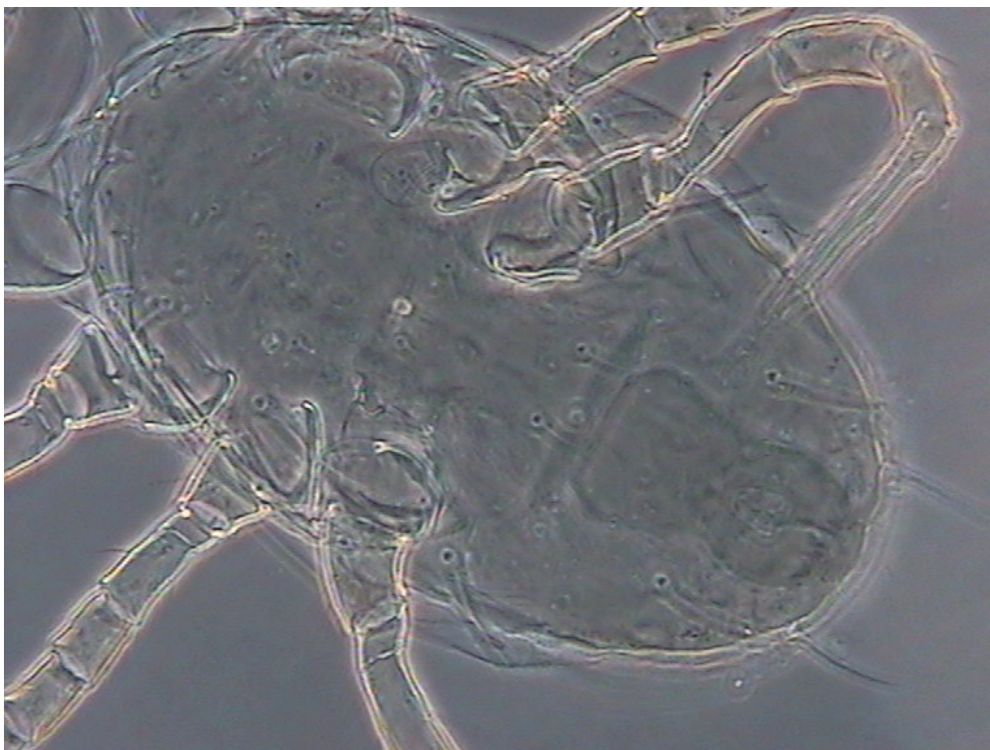


Foto 11: Particolare della placca ventriale di *K. aberrans*



Foto 12: Particolare della placca ventrianale di *E. finlandicus*