

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PADOVA
Dipartimento di Agronomia Animali Alimenti Risorse
Naturali E Ambientali (DAFNAE)

Corso di laurea triennale in
Tecnica e Gestione delle Produzioni Biologiche Vegetali

**Dinamica di popolazione di fitofagi e nemici naturali
in coltivazioni di Stella di Natale**

Relatore
Prof. Lorenzo Marini

Laureanda
Sonia Battistello
Matricola n.
2008235

ANNO ACCADEMICO 2022/2023

RIASSUNTO

La densità di popolazione degli insetti non è costante nel tempo, ma è soggetta a fluttuazioni. Queste variazioni sono dovute a fattori biotici e abiotici che agiscono sulla densità di popolazione opponendosi alla sua crescita, o favorendola. È per questo motivo che le dimensioni di una popolazione di insetti variano intorno ad una media generale chiamata capacità portante dell'ambiente.

Talvolta i fattori che favoriscono lo sviluppo degli insetti possono causare un accrescimento esponenziale delle popolazioni, provocando quindi delle pullulazioni; a questo si oppone la resistenza ambientale, cioè la resistenza che l'ambiente pone ad un aumento ulteriore della popolazione. Essa può essere data da fattori abiotici (condizioni climatiche avverse, mancanza di cibo, di acqua, di habitat), o da fattori biotici (predatori, parassiti e parassitoidi).

In ambiente protetto alcuni fattori abiotici sono modificati dall'uomo e diventa difficile la regolazione delle popolazioni.

La resistenza che l'ambiente oppone alle pullulazioni degli artropodi in serra è notevolmente ridotta e non ci sono antagonisti naturali in grado di regolare le popolazioni di fitofagi, questi trovano quindi le condizioni adatte al loro sviluppo, riuscendo a proliferare velocemente.

Con la richiesta da parte dell'Unione Europea di ridurre l'utilizzo dei prodotti fitosanitari si è visto aumentare l'impiego della lotta biologica in tutto il settore florovivaistico per combattere fitofagi chiave di colture nelle quali l'impiego della lotta chimica era molto spinto, vista la difficoltà di abbattimento e le poche molecole chimiche rimaste efficaci a causa delle resistenze sviluppate.

C'è quindi un avvicinamento sempre più repentino alla lotta biologica classica, che consiste nel lancio, in ambiente protetto, di insetti predatori o parassitoidi al fine di tenere sotto controllo le popolazioni di insetti dannosi.

Nel presente elaborato si prendono in considerazione due fitofagi chiave di Stella di Natale: *Bemisia tabaci* e *Tetranychus urticae*; viene valutata la loro dinamica di popolazione in relazione al lancio di insetti antagonisti quali predatori e parassitoidi (*Eretmocerus eremicus*, *Phytoseiulus persimilis*, *Amblyseius swirskii*) e in relazione all'umidità relativa presente nelle serre, alla temperatura giornaliera media, massima e minima, alla differenza in vigore, superficie fogliare, sviluppo, forma delle foglie e crescita delle varietà prese in considerazione.

Dai risultati è emersa la diversa sensibilità alla temperatura del parassitoide *E. eremicus* e del fitofago *B. tabaci*: il primo non resiste alle basse temperature e agli sbalzi termici, mentre il secondo si è molto adattato ai nostri climi, riuscendo ad arrecare danno anche con temperature fino ai 10°C. Un effetto varietale si è visto nella morfologia della foglia sulla presenza di acari, i quali risultano molto condizionati dall'umidità relativa.

ABSTRACT

The population density of insects is not constant over time but is subject to fluctuations. These variations are due to biotic and abiotic factors which affect the population density by opposing or favoring its growth. For this reason, the size of an insect population varies around a general average called the environment's carrying capacity.

Sometimes the factors that favor the development of insects can cause exponential growth of the populations, causing outbreaks; this is opposed by environmental resistance, the resistance that the environment poses to a further increase in population. It can depend on abiotic factors (adverse climatic conditions, lack of food, water, habitat), or biotic factors (predators, parasites and parasitoids).

In greenhouses, man modifies some abiotic factors, and population regulation becomes difficult.

The resistance that the environment opposes to the outbreaking of arthropods in greenhouses is considerably reduced and there aren't natural enemies capable of regulating the populations of phytophages, that find the right conditions for their development, managing to proliferate quickly.

With the request from the European Union to reduce the use of plant protection products, we have seen an increase in the use of biological control throughout the horticultural sector to contain key pests of crops.

Classical biological control consists in introducing, in a protected environment, predatory or parasitic insects to keep the populations of harmful insects under control.

In the present thesis, two key pests of Poinsettia are considered: *Bemisia tabaci* and *Tetranychus urticae*; their population dynamics are evaluated in relation to the release of natural enemies such as predators and parasitoids (*Eretmocerus eremicus*, *Phytoseiulus persimilis*, *Amblyseius swirskii*) and in relation to the humidity, and temperature of the greenhouse, the vigor, leaf area, leaf shape and growth of the Poinsettias' varieties considered.

The results revealed the different sensitivity to temperature of the parasitoid *E. eremicus* and the phytophagous *B. tabaci*: the first does not resist low temperatures and sudden temperature changes, while the second is highly adapted to our climates, managing to cause damage even with temperatures up to 10°C. A varietal effect was seen in the morphology of the leaf on the presence of mites, which are highly conditioned by the relative humidity.

SOMMARIO

1. INTRODUZIONE.....	- 1 -
1.1. IL PANORAMA FLOROVIVAISTICO VENETO.....	-1-
1.2. LA POINSETTIA	- 2 -
1.2.1.La pianta.....	- 2 -
1.2.2.La coltivazione.....	- 3 -
1.2.3.Le avversità: parassiti, malattie	- 4 -
1.3. LA LOTTA BIOLOGICA.....	- 6 -
1.3.1.Metodi di lotta biologica	- 7 -
1.4. I PRINCIPALI FITOFAGI DELLA POINSETTIA	- 9 -
1.4.1. <i>Bemisia tabaci</i>	- 9 -
1.4.2. <i>Tetranychus urticae</i>	- 10 -
1.5. ANTAGONISTI NATURALI UTILIZZATI NELLA LOTTA BIOLOGICA IN POINSETTIA	- 11 -
1.5.1. <i>Phytoseiulus persimilis</i>	- 11 -
1.5.2. <i>Amblyseius swirskii</i>	- 12 -
1.5.3. <i>Eretmocerus eremicus</i>	- 13 -
1.6. OBIETTIVO DELLA TESI	- 14 -
2. MATERIALI E METODI	- 14 -
2.1. AREA OGGETTO DI STUDIO	- 14 -
2.2. METODI DI CAMPIONAMENTO E MATERIALI	- 15 -
3. RISULTATI.....	- 16 -
3.1. EFFETTO DELLE TEMPERATURE SULLA PRESENZA DI ADULTI DI <i>BEMISIA TABACI</i> E DEL SUO PARASSITOIDE <i>ERETMOCERUS EREMICUS</i>	- 16 -
3.2. DINAMICA DI POPOLAZIONE DEL PEST <i>BEMISIA TABACI</i> E IL SUO PARASSITOIDE <i>E. EREMICUS</i>	- 18 -
3.3. EFFETTO VARIETALE SULLA PRESENZA DI NEANIDI DI <i>BEMISIA TABACI</i> VIVE, MORTE, PARASSITIZZATE E SFARFALLATE	- 20 -
3.4. EFFETTO DEL PARASSITOIDE <i>E. EREMICUS</i> SUL CONTROLLO DELLE POPOLAZIONI DI <i>B. TABACI</i>	- 22 -
3.5. EFFETTO DELLA VARIETA' SULLA PRESENZA DI ACARI E CARCASSE DI ACARI FITOFAGI.....	- 25 -
3.6. EFFETTO DEGLI ACARI FITOSEIDI SUL CONTROLLO DEGLI ACARI FITOFAGI	- 27 -
4. DISCUSSIONE DEI RISULTATI.....	- 29 -
5. CONCLUSIONI	- 33 -
6. BIBLIOGRAFIA	- 35 -
7. APPENDICE.....	- 37 -

1. INTRODUZIONE

1.1. IL PANORAMA FLOROVIVAISTICO VENETO

Il Veneto detiene il 7,1% di aziende florovivaistiche sul totale italiano, e oltre il 60% di queste - cioè 1082 aziende - sono attive nella produzione vivaistica (vivaiismo frutticolo, viticolo, forestale, ornamentale, ecc.). Il restante 40% conta 400 aziende con produzione di fiori e piante ornamentali, 250 aziende di sementi e piantine e 19 aziende di alberi di Natale.

In riferimento al numero di aziende, prendendo in considerazione solo il comparto vivaistico ed escludendo quelle che operano su fiori e piante finite, sementi e piantine e alberi di Natale, il Veneto si colloca sul podio, al terzo posto con un'incidenza dell'11,6% sul totale delle aziende vivaistiche nazionali.

Nel panorama florovivaistico nazionale il Veneto conta circa 4500 ettari dedicati al florovivaiismo, di cui la quota maggiore - quasi 3000 ettari - è dedicata esclusivamente a vivaio (il 67% della superficie florovivaistica regionale). Emergono poi 262 ettari di fiori e piante ornamentali e 1180 ettari a sementi e piantine.

Si rileva una maggiore incidenza della superficie in pien'aria rispetto a quella in coltura protetta: contano rispettivamente 1815 ettari, e 635 ettari. Nello specifico in coltura protetta si contano 303 ettari circa di vasetteria e ombrai, 72 ettari di serre fredde e 259 ettari di serre condizionate. L'indagine regionale ha rilevato che tra i diversi comparti produttivi, il vivaiismo ornamentale ha un'incidenza dell'87% sul totale: è cioè il più numeroso e vi operano 1222 aziende.

Secondo elaborazioni e stime di Veneto Agricoltura su dati forniti dal Servizio Fitosanitario Regionale del Veneto, la produzione florovivaistica in Veneto dovrebbe attestarsi a oltre 1,95 miliardi di pezzi nel 2022, con un incremento del 1,7% rispetto al 2021. In questo totale incide in maniera molto rilevante il materiale vivaistico, con oltre 1,54 miliardi di pezzi, cioè il 79% del totale; mentre il rimanente 21% è costituito da piante finite, con circa 413 milioni di pezzi.

In questa analisi assume notevole rilievo il vivaiismo orticolo, dove il prodotto è costituito da piccole piantine, che incide con una quota dell'83% sulla produzione totale regionale. È proprio il vivaiismo orticolo che porta la tendenza in crescita, visto l'aumento di produzione sia di materiale vivaistico destinato al consumo professionale, sia di piantine finte per *hobbismo*. Anche nei comparti meno produttivi si registra una crescita, maggiore nel vivaiismo frutticolo e minore in quello viticolo e di piante ornamentali.

Per quanto riguarda la provenienza del materiale di coltivazione, nell'analisi regionale spicca il valore dell'autoproduzione, che rappresenta il 79% sul totale, la restante parte di aziende si approvvigiona a livello nazionale o estero da paesi UE.

È da segnalare, tuttavia, che il dato è fortemente influenzato dal vivaismo orticolo, dove il processo di produzione parte dalla semente, in questo comparto infatti la percentuale di autoproduzione del materiale di approvvigionamento supera l'80%.

Escludendo il vivaismo orticolo dall'analisi, per gli altri comparti la quota di materiale di base prodotta internamente si colloca attorno al 30%. Le forniture provenienti da un ambito locale o regionale rappresentano circa il 18%, mentre le quote di approvvigionamento provenienti dal territorio nazionale o da paesi esteri all'interno dell'UE rappresentano rispettivamente circa il 30% e il 19% del materiale di base di coltivazione. Residuale la parte di acquisti provenienti da paesi esteri extra-UE, inferiore al 3%.

Per quanto riguarda l'area di commercializzazione dei prodotti, la parte di vendite destinate in ambito locale è stabile al 39,3% e, considerando anche le vendite destinate a livello regionale (18%), il prodotto che rimane all'interno dei confini veneti sfiora il 60% della produzione complessiva.

1.2. LA POINSETTIA

1.2.1. La pianta

La stella di Natale, anche chiamata Poinsettia o *Euphorbia pulcherrima*, nelle sue zone di origine, il Messico e il Guatemala settentrionale, è un arbusto che può raggiungere un'altezza di 3-4 metri.

L'enorme interesse per la stella di Natale è dato dalla sua fioritura vistosa, e di solito tipicamente rossa, ma il colore rosso non è dato dal vero fiore, il ciazio, bensì dalle brattee, ovvero delle foglie modificate, di colore variabile, che non presentano il parenchima a palizzata e hanno l'epidermide formata da un solo strato di cellule. Rispetto alle foglie, nelle brattee la densità stomatica, la traspirazione, il contenuto di clorofilla e la fotosintesi sono molto ridotti, per cui a maturazione sono degli organi completamente eterotrofici, non in grado cioè di produrre nutrimento attraverso la fotosintesi.

Il fiore di interesse commerciale è perciò la combinazione di ciazii e brattee.

La poinsettia presenta, in tutti gli organi dei vasi laticiferi che contengono un latex bianco ricco di terpenoidi, con la funzione di proteggere la pianta da eventuali attacchi di animali erbivori e cicatrizzare le ferite provocate ai tessuti.

La Poinsettia è una pianta sensibile alla lunghezza del giorno, è una specie definita “a giorno corto” perché passa dallo stato vegetativo a quello generativo quando il numero di ore giornaliere scende sotto ad un valore soglia chiamato fotoperiodo critico. È curioso notare come anche solo la presenza di fonti luminose come una strada molto trafficata, lampioni interni all’azienda, ecc. possano disturbare la fioritura della Poinsettia.

1.2.2. La coltivazione

La Poinsettia è una pianta molto esigente in termini di luce, temperatura, caratteristiche del substrato, irrigazioni, concimazioni, per cui la sua coltivazione non è di semplice attuazione. La maggior parte dei coltivatori acquista talee già radicate. La data di invaso della Poinsettia è diversa in funzione della dimensione finale che si vuole ottenere: per un vaso di dimensioni maggiori dovrà essere anticipata, in quanto lo sviluppo della chioma di una pianta di Poinsettia dipende dal numero di foglie formate prima dell’inizio del fotoperiodo induttivo, poiché il numero di abbozzi fogliari contenuti nel meristema al momento dell’induzione fiorale è determinato e abbastanza costante, infatti dopo la fioritura la crescita vegetativa della pianta si arresta.

Le piante appena invasate, per il primo periodo si dispongono vaso a vaso, per permettere la creazione di un microclima favorevole alla radicazione, e per facilitare le successive operazioni di cimatura.

La cimatura è una pratica attuata per ottenere una ramificazione omogenea e consiste nella rimozione dell’apice vegetativo per stimolare il germogliamento delle gemme laterali che produrranno ramificazioni laterali. La cimatura può essere tenera, tenera con rimozione delle foglie immature, o dura. Nelle piante cimare con il metodo della “cimatura dura” le ramificazioni fioriscono circa tutte alla medesima altezza. Importante è mantenere l’ambiente ad una elevata umidità relativa e ad una temperatura non troppo alta per favorire il germogliamento delle gemme ascellari.

Una corretta e tempestiva spaziatura è uno dei fattori che incidono maggiormente sulla qualità finale del prodotto. Una densità eccessiva nella coltivazione causa l’allungamento eccessivo degli steli e il loro indebolimento, oltre che favorire l’insorgere di malattie a causa

del microclima che si instaura tra le piante troppo vicine. Solitamente in coltivazione si effettuano due spazature: la prima entro quattro settimane dalla cimatura e la seconda a fine settembre, avendo accortezza che le piante tra di loro non si tocchino.

Due parametri molto importanti sono luce e temperatura.

È importante ricordare che *Euphorbia pulcherrima* è una pianta brevidiurna, cioè che fiorisce quando il numero di ore di luce è inferiore al numero di ore di buio. Per varietà molto precoci è consigliato ricorrere all'illuminazione fotoperiodica per ritardare la fioritura e permettere l'ottenimento di un adeguato sviluppo vegetativo.

L'umidità relativa è anch'essa un parametro rilevante: nelle prime fasi di coltivazione è bene che sia elevata, ma nella fase finale di sviluppo, in cui il clima di per sé sfavorisce l'asciugatura delle piante, potrebbe favorire lo sviluppo di patogeni fungini o creare un ambiente adatto alla proliferazione di parassiti.

Per quanto riguarda l'irrigazione, è importante che sia manuale il primo periodo post invasore, in quanto le radici non si sono ancora allungate ad esplorare il pane di terra del vaso, e la quantità somministrata deve essere molto poca, in modo che il terriccio si asciughi in fretta per evitare l'asfissia radicale. Le piante, dopo una adeguata radicazione, possono essere bagnate in vari modi: con irrigazione localizzata a microtubuli, flusso e riflusso sui bancali oppure subirrigazione su feltro.

In un confronto fra i diversi sistemi d'irrigazione, la qualità finale delle piante era molto simile.

1.2.3. Le avversità: parassiti, malattie

La Poinsettia è una coltura molto suscettibile ad attacchi parassitari, sia animali (insetti e acari), sia fungini.

Le malattie fungine che possono interessare la Poinsettia possono essere localizzate al colletto della pianta, causate spesso da *Rhizoctonia solani*, un fungo generalmente combattuto in modo preventivo, evitando l'insorgenza delle condizioni adatte all'infezione. Tra le modalità di lotta, è da citare l'utilizzo di prodotti a base di funghi antagonisti, in particolare *Tricoderma*, che, forniti al substrato in fase di inizio coltivazione, presentano, oltre alla funzione antibiotica diretta contro il patogeno, un'azione preventiva: evitano la colonizzazione delle radici da parte di funghi patogeni, perché occupano gli stessi siti del

patogeno. Il segreto è la precocità di azione, per poter permettere al *Tricoderma* di occupare gli spazi.

Altre malattie fungine possono essere *Sclerotinia sclerotiorum*: un marciume basale della pianta, che coinvolge fusto e rami. Al termine dell'infezione, la pianta va incontro ad avvizzimento e morte, e si può notare una muffa biancastra con all'interno delle formazioni nerastre, gli sclerozi, forme di sopravvivenza del fungo. Anche in questo caso la lotta è preventiva, nell'evitare le condizioni adatte allo sviluppo del patogeno, come ristagni idrici ed eccessiva umidità causata da una insufficiente spazatura; inoltre bisogna assicurarsi di non riutilizzare terriccio esausto e disinfettare bancali e materiali, perché gli sclerozi si conservano a lungo nei residui colturali e nel terriccio.

Thielaviopsis basicola si presenta con un marciume nero secco sulle radici superficiali, si osservano spaccature ed indurimenti sul fusto, sul quale possono anche formarsi organi di conservazione del fungo, le clamidiospore. Nelle piante colpite le foglie basali ingialliscono e si accartocciano verso l'alto, per poi cadere. La Poinsettia è sensibile in tutte le fasi di coltivazione, ma soprattutto all'abbassamento della temperatura, nel periodo della fioritura. I metodi di lotta sono preventivi, simili ai patogeni precedenti, in caso di identificazione del patogeno è bene agire nell'immediato per evitare la diffusione delle clamidiospore che si conservano a lungo.

Un altro fungo temuto nelle coltivazioni di Poinsettia è la *Botrytis cinerea*: il fungo è estremamente favorito dall'elevata umidità relativa, i sintomi dell'infezione sono un disseccamento fogliare che si ricopre poi di un'evidente muffa grigia scura, mentre sulle brattee avviene l'emissione di lattice sulla pagina inferiore in corrispondenza di macchie rosso scure sulla pagina superiore. In condizioni di elevata umidità relativa compare la fruttificazione del fungo. L'incidenza della malattia aumenta verso la fine del ciclo di produzione, ciò è dovuto alla grande suscettibilità degli organi fiorali e delle brattee, in concomitanza con la riduzione delle temperature che crea condizioni climatiche più favorevoli al fungo.

Anche l'Oidio può colpire questa coltura, causando decolorazioni tondeggianti sulla pagina superiore, alle quali corrispondono sulla pagina inferiore muffa bianca polverulenta. Si manifesta in genere a fine coltura, quando le condizioni di alta umidità relativa e bassa temperatura favoriscono il patogeno.

Molto temuti nelle coltivazioni di Poinsettia sono insetti e acari fitofagi, che si nutrono della linfa della pianta e arrecano seri danni alle coltivazioni. I fitofagi maggiori sono *Bemisia tabaci*, un aleurodide, e *Tetranychus urticae*, un acaro fitofago. Di questi si parlerà nel capitolo a loro dedicato.

Altri insetti molto pericolosi per la Poinsettia sono gli Sciaridi. Si tratta di piccoli ditteri di colore bruno, con ali chiare e il corpo sottile lungo 2-5 mm, con lunghe zampe e antenne. Le larve vivono nei primi strati del terriccio, e in caso di stress idrico migrano verso tessuti succulenti e umidi come le radici e la base dei fusticini, di cui poi iniziano a nutrirsi. Sono particolarmente temibili durante la fase di propagazione perché si nutrono del callo cicatriziale, degli abbozzi radicali e penetrano all'interno del fusto provocando il marciume delle talee e aprendo la strada ad altri patogeni fungini. La difesa viene attuata in prevenzione con un'attenta pulizia e disinfezione delle serre, ed evitando l'utilizzo di terricci ricchi di sostanza organica marcescente (di cui le larve si nutrono). Sul lato della difesa curativa invece, buoni risultati dà la lotta biologica con utilizzo di nematodi entomopatogeni *Steinernema feltiae*, somministrati in soluzione liquida nell'acqua d'irrigazione.

1.3. LA LOTTA BIOLOGICA

La lotta biologica consiste nel controllo delle popolazioni di insetti fitofagi utilizzando antagonisti naturali quali predatori e parassitoidi, sfruttando quindi a vantaggio dell'uomo i rapporti antagonistici tra i diversi organismi.

Essendo i BCA (*Biological control agent*) organismi viventi, l'efficacia del biocontrollo è soggetta a molte variabili, come temperatura, umidità relativa, vitalità ecc. Pertanto, non sorprende che l'efficacia del biocontrollo sia maggiore nelle coltivazioni in ambiente protetto, dove queste variabili sono in parte controllate dall'uomo.

La lotta biologica richiede conoscenze molto approfondite sull'ecologia degli individui bersaglio e degli antagonisti, sulla loro biologia, sulle loro interazioni e sulla dinamica delle loro popolazioni. Inizialmente il controllo biologico veniva realizzato prevalentemente in modo classico, introducendo fitofagi alloctoni, questo però ha creato danni agli equilibri esistenti, dimostrando l'importanza della conoscenza delle dinamiche di popolazione e dei risvolti che l'introduzione di organismi vivi può avere sulle popolazioni. Oggi si ricorre quasi esclusivamente ad antagonisti autoctoni per non compromettere gli equilibri naturali.

L'industria del biocontrollo ha fatto grandi progressi negli ultimi anni, portando ad arrivare ad avere più di 230 specie di nemici naturali disponibili per il controllo biologico in tutto il mondo.

L'interesse per il controllo biologico si è sviluppato più fortemente in questi ultimi anni per una maggiore attenzione della tutela dell'ambiente tra le autorità, i coltivatori, e il pubblico: tutto ciò ha promosso lo sviluppo di pratiche agricole più sostenibili in concomitanza con il sempre più rapido sviluppo di resistenze ai fitofarmaci da parte di un certo numero di parassiti. Infine, la sempre più crescente attenzione da parte dei consumatori alla salubrità dei prodotti e alla coltivazione sostenibile ha lasciato gli agricoltori alla ricerca di una gestione alternativa.

Questa tecnica non ha come scopo l'eliminazione delle specie dannose, ma un loro contenimento sotto la soglia di danno economico. È per questo motivo che è importante non attenderla, ma intervenire quando la densità di popolazione del fitofago raggiunge la soglia di intervento, cioè la densità di popolazione del fitofago massima che la pianta può tollerare senza che per il coltivatore subisca un danno economico.

1.3.1. Metodi di lotta biologica

Il termine controllo biologico fu usato per la prima volta da Smith (1919) per descrivere l'introduzione di insetti esotici come nemici naturali per la soppressione permanente degli insetti nocivi. Secondo le definizioni tradizionali la lotta biologica si limita a favorire l'azione dei parassitoidi, dei predatori e dei parassiti per frenare le pullulazioni dei patogeni, mentre in tempi recenti il concetto si è notevolmente ampliato anche all'uso di prodotti di organismi viventi e biotecniche.

Escludendo il controllo biologico attuato mediante l'utilizzo di ausiliari, di cui si parlerà successivamente, i metodi di lotta biologica sono molteplici.

Tra i prodotti di origine vegetale si annoverano numerosi formulati insetticidi a base di estratti vegetali, due esempi sono piretrine e azadiractina, i quali sono registrati regolarmente come prodotti fitosanitari. Le piretrine sono l'insetticida biologico più utilizzato, agiscono per contatto con un effetto abbattente su tutta la popolazione, ma sono molecole fotolabili, ovvero vengono velocemente degradate dalla luce e da altri agenti di degradazione naturale. L'azadiractina è anch'esso un estratto vegetale, dall'albero del *Neem*. Agisce per ingestione e secondariamente per contatto: ha effetto fagoinibitore

inducendo inappetenza fisiologica, e interferisce con la fitness biologica dell'organismo bersaglio riducendo fecondità e ovideposizione.

Nelle biotecniche si includono, invece, tutte le utilizzazioni di feromoni sintetici, applicati sia in pieno campo che in coltura protetta (con metodo della confusione sessuale e disorientamento sessuale), ma sono comprese anche le tecniche *Attract&kill* che sfruttano l'azione attrattiva di esche alimentari. La confusione sessuale, nello specifico, è un tipo di lotta preventiva, che punta a creare nell'ambiente una massiccia concentrazione di feromone (l'analogo sintetico del feromone prodotto naturalmente dalle femmine della specie considerata) con lo scopo di mascherare la scia feromonica emessa dalla femmina e interferire quindi con la sua ricerca da parte del maschio e conseguentemente, con l'accoppiamento. Per garantire il funzionamento di questa tecnica, è importante distribuire gli erogatori tempestivamente e in maniera omogenea.

Infine, nella lotta biologica sono utilizzati anche agenti microbiologici quali virus, batteri e funghi entomopatogeni. Anch'essi sono regolamentati a livello nazionale e devono essere registrati come prodotti fitosanitari prima di essere messi in commercio.

In merito alla lotta biologica effettuata mediante l'utilizzo di ausiliari, esistono quattro approcci principali per il controllo biologico: classico, inoculativo, inondativo e conservativo. Il controllo biologico classico consiste nell'introduzione di antagonisti naturali alloctoni, per combattere insetti esotici introdotti accidentalmente. Questo tipo di controllo è sempre meno utilizzato a causa dei grossi danni che l'introduzione di fitofagi alloctoni ha creato agli equilibri naturali autoctoni in passato. Per evitare di alterare gli equilibri è cresciuto l'interesse verso organismi di controllo autoctoni.

Il controllo biologico inoculativo consiste nell'introduzione periodica di agenti di controllo in ambienti in cui non sono in grado di sopravvivere perché non in grado di adattarsi alle condizioni ambientali. L'effetto di contenimento è svolto soprattutto dalla progenie.

Il controllo biologico inondativo invece prevede il rilascio nell'ambiente di un grande numero di insetti utili per controllare il fitofago rapidamente. L'azione di contenimento è svolta direttamente dagli individui liberati e può essere necessario programmare più lanci qualora il problema dovesse ripresentarsi.

Infine, il controllo biologico conservativo si pone l'obiettivo di attuare delle pratiche di gestione dell'*habitat* volte a incrementare le possibilità di sopravvivenza di antagonisti

naturali, ad esempio mediante il potenziamento e la creazione di siepi, fasce tampone, infrastrutture ecologiche, inerbimenti con fioriture e vegetazione spontanea.

1.4. I PRINCIPALI FITOFAGI DELLA POINSETTIA

In questo elaborato si prenderanno in considerazione i due fitofagi maggiormente temuti nella coltivazione della poinsettia: *Bemisia tabaci* e *Tetranychus urticae*.

1.4.1. *Bemisia tabaci*

Bemisia tabaci è un aleurodide, appartenente all'ordine dei Rincoti. È un patogeno molto temuto sia nelle coltivazioni in pieno campo che in serra, in quanto può attaccare oltre 500 specie diverse, sia coltivate che spontanee, permettendole di essere onnipresente sul territorio, facilitando il movimento da una coltura all'altra; e il suo elevatissimo tasso di riproduzione (può produrre oltre 300 uova per femmina) rende molto difficile il suo controllo con nemici naturali.

Bemisia tabaci non aveva rappresentato un serio problema per la Poinsettia finché, alla fine degli anni '80 è stato introdotto un ceppo (Biotipo B), molto simile alla specie, ma più polifago ed estremamente aggressivo anche a temperature elevate.

Il ciclo di vita di *Bemisia tabaci* consta di sei fasi: l'uovo, quattro stadi immaturi (neanidi senza abbozzi alari, ninfe quando sviluppano abbozzi alari), e la fase adulta. Le uova vengono deposte preferibilmente sulla pagina inferiore delle foglie, e sono di colore bruno dorato a maturità e disposte singole o a piccoli gruppi. Dall'uovo dopo un numero di giorni variabile, in funzione della temperatura, nasce la neanide al primo stadio che si stabilisce in un posto adatto cominciando a nutrirsi. Arrivate al quarto stadio le ninfe hanno un colore bianco-giallastro e gli occhi sono visibili attraverso il tegumento; questo stadio è conosciuto anche come pupa e precede la fase adulta. L'adulto completamente formato fuoriesce dalla superficie dorsale della custodia pupale attraverso una fessura a forma di "T" invertita e a maturità è ricoperto di uno strato di cera bianca.

Il danno inferto alla Poinsettia è notevole in quanto l'abbondante sottrazione di linfa provoca un evidente sbiancamento degli steli, dei ciazzi e lo schiarimento della colorazione rossa delle brattee rendendo impossibile la commercializzazione delle piante colpite.

Spesso penetra dall'esterno, quindi l'attacco è maggiore nei periodi autunnali, nei quali la temperatura interna è maggiore di quella esterna, ma focolai di *B. tabaci* possono esplodere anche in dicembre, quando la coltivazione è quasi giunta al termine.

1.4.2. *Tetranychus urticae*

Tetranychus urticae, noto come "ragnetto rosso", è un acaro fitofago appartenente alla famiglia dei Tetranychidi, estremamente polifago.

La femmina adulta non è visibile ad occhio nudo, ha colore rosso e dimensioni di 0,5-0,6 mm. L'intensità della colorazione si accentua con il sesso (è maggiore nelle femmine) e con l'età. La femmina sverna fecondata, e all'uscita dalla diapausa depone le uova sulla pagina inferiore delle foglie. Le uova, trasparenti appena deposte, si scuriscono con il procedere dello sviluppo e da esse emerge una larva esapoda, trasparente anch'essa, che a seguito dell'attività trofica assumerà colorazione più scura. Presenta due evidenti macchie oculari di colore rosso. Si susseguono due stadi prima della forma adulta, entrambi attivi, già dall'ultimo stadio prima della forma adulta è possibile la distinzione dei sessi. *T. urticae*, infatti, presenta dimorfismo sessuale: i maschi hanno forma più affusolata e dimensioni inferiori rispetto alle femmine.

La riproduzione oltre che per anfigonia, cioè dall'incontro dei due sessi, può avvenire anche per partenogenesi. La partenogenesi consiste nella produzione di uova non fecondate: la femmina è quindi in grado di riprodursi anche in assenza del maschio e creare grandi colonie. In condizioni ottimali una femmina può arrivare a produrre oltre un centinaio di uova.

T. urticae vive prevalentemente sulla pagina inferiore delle foglie, il danno è inflitto dall'apparato boccale pungente succhiante, che inserisce all'interno dell'epidermide fogliare per suggerire fluidi cellulari.

Sebbene il danno causato da un solo acaro non sia così elevato, è proprio il loro elevato tasso di accrescimento che causa una rapida esplosione della popolazione una volta che la pianta è colonizzata. La densità di popolazione può diventare così alta che la pianta dissecca come risultato della sottrazione di linfa, in quanto viene causata una progressiva perdita di turgore delle cellule del tessuto lacunoso, e delle cellule di guardia degli stomi, che quindi rimangono sempre chiusi e non funzionali.

Forti attacchi di *Tetranychus urticae* nel nostro paese si verificano soprattutto su colture ortive come melanzana, pomodoro, peperone, cetriolo, fagiolo, zucca ecc., su fragola, mais ed in misura meno grave su soia.

È importante sottolineare che l'entità dei danni è direttamente correlata all'andamento climatico stagionale, in particolare i fattori abiotici che influenzano maggiormente lo sviluppo del fitofago sono temperatura e umidità. *T. urticae* ha un *optimum* di temperatura molto ampio, ma si è notato che all'aumentare della temperatura, aumenta la progenie. Questo è probabilmente dovuto ad una progressiva abbreviazione dei tempi dell'acaro per passare da uno stadio di sviluppo al successivo e ad un aumento del tasso di ovideposizione. La temperatura gioca quindi un ruolo importante sul numero di generazioni prodotte. Anche l'umidità relativa influenza la numerosità della progenie: valori molto elevati di umidità relativa riducono il numero di uova deposte e rallentano la nutrizione.

1.5. ANTAGONISTI NATURALI UTILIZZATI NELLA LOTTA BIOLOGICA IN POINSETTIA

La specie della pianta può determinare il successo o meno di un nemico naturale nel controllo di un fitofago, è per questo che in alcune specie, come in coltivazioni di Poinsettia, si preferiscono utilizzare combinazioni di più antagonisti.

Più nello specifico in Poinsettia è stata messa a punto una tecnica che combatte il fitofago più temuto, cioè *Bemisia tabaci*, su due fronti, mediante l'utilizzo di un predatore (*Amblyseius swirskii*) e un parassitoide (*Eretmocerus eremicus*); il primo si nutre di uova e neanidi di primo stadio, mentre il secondo colpisce le neanidi di secondo e terzo stadio, con il loro utilizzo rimane scoperto solo l'individuo adulto di mosca bianca.

Contro *Tetranychus urticae*, invece, viene sfruttata l'azione predatoria di *Amblyseius swirskii*, unitamente all'utilizzo di un fitoseide più specializzato, *Phytoseiulus persimilis*.

1.5.1. *Phytoseiulus persimilis*

Phytoseiulus persimilis è un acaro appartenente alla famiglia Phytoseiidae ed è l'ausiliare attualmente più utilizzato nel controllo del tetranychide *Tetranychus urticae* soprattutto in coltura protetta. Sverna come femmina fecondata. Come per la maggior parte degli acari fitoseidi, da cui è indistinguibile ad occhio nudo, il corpo è per lo più piriforme. Ha dimensioni maggiori rispetto a *T. urticae* e possiede una colorazione rosso arancio brillante.

Come l'adulto, anche le uova hanno dimensioni maggiori rispetto a quelle di *T. urticae*, circa il doppio. Dall'uovo fuoriesce una larva, poco attiva, che tende a rimanere immobile in assenza di stimoli. Dopo neanche un giorno avviene la prima muta, dalla quale origina il primo stadio di ninfa. Gli stadi ninfali sono due, l'ultimo di essi, la deutoninfa può predare fino a sei uova o stadi giovanili di *Tetranychus urticae*.

Un maschio può generare in media 1214 – 1264 individui con la sua attività riproduttiva.

Phytoseiulus persimilis si alimenta con aggregazioni di *T. urticae* composte anche di 10 – 40 individui per metro quadro. Per l'ovideposizione le femmine di fitoseidi consumano grandi quantità di prede, fino a 4 – 5 volte le uova predate dal maschio, le uova vengono quindi deposte molto concentrate o disperse a seconda della disponibilità di cibo.

La biologia e lo sviluppo dell'acaro è notevolmente influenzata da due importanti fattori: temperatura e umidità relativa. Il fitoseide, al contrario della sua preda, ama una temperatura non troppo alta e un'elevata umidità. All'aumentare dell'umidità relativa aumenta la voracità, la longevità e l'ovideposizione, così come il numero di uova schiuse sul totale.

Phytoseiulus persimilis è un predatore estremamente specifico, si riproduce con una velocità tale da costituire il principale fattore di contenimento della popolazione del fitofago: possiede infatti un tasso di accrescimento addirittura più elevato della sua preda.

È uno dei predatori più efficaci per il *Tetranychus urticae* e uno dei più utilizzati, la sua estrema specializzazione però comporta una notevole difficoltà di allevamento, che al momento è possibile solo su preda naturale. Il carico massimo di prede sostenibili dalla pianta è ora il maggior fattore limitante per la produzione.

1.5.2. *Amblyseius swirskii*

Amblyseius swirskii è un acaro fitoseide molto adatto ai climi caldi, è un predatore generalista ed è al giorno d'oggi impiegato in tutto il mondo per il controllo di diversi fitofagi importanti. Il suo successo è dovuto alla sua capacità di sopravvivenza su un elevato range di prede e capacità di nutrirsi di diverse specie di acari e insetti, così come polline, funghi e molte specie di piante. La sua dieta molto varia permette lo stabilirsi delle sue popolazioni sulle colture interessate ancor prima della presenza del fitofago.

L'adulto è piriforme e possiede un apparato boccale pungente succhiante che utilizza per suggere le sue prede. In coltivazioni di Poinsettia si nutre di *Tetranychus urticae* (tutti gli stadi) e *Bemisia tabaci*, di cui preda uova e forme giovanili fino al secondo stadio.

Nelle coltivazioni di Poinsettia in generale vengono previste le prime introduzioni di questo fitoseide fin dalle prime settimane di coltivazione, per permettergli di riprodursi e colonizzare la coltura grazie alla sua polifagia.

1.5.3. *Eretmocerus eremicus*

Eretmocerus eremicus è un imenottero in grado di parassitizzare le neanidi di *Bemisia tabaci* e *T. vaporariorum*. L'adulto è completamente giallo con occhi verdastri, molto adatto a temperature calde e con forti escursioni termiche.

Attacca prevalentemente ninfe dal secondo al quarto stadio e il danno è arrecato dalla femmina: le femmine adulte ricercano la preda mediante l'ovopositore e in parte mediante l'olfatto.

Le uova vengono deposte sotto le ninfe, tra la ninfa e la superficie fogliare. Possono ovideporre sotto tutti gli stadi immaturi ma preferiscono le ninfe di secondo stadio.

Le femmine spesso praticano l'*host feeding*, sondano cioè la vegetazione in cerca di una preda, ma non per ovideporre, bensì per suggere l'emolinfa al suo interno. Questo avviene perché le femmine necessitano di proteine per poter completare lo sviluppo delle uova.

Nei trattamenti inondativi che prevedono alti tassi di rilascio, si ritiene che il principale contributo alla soppressione delle popolazioni sia proprio dovuto all'*host feeding*. Una femmina adulta, infatti, può deporre da 3 a 5 uova al giorno per cui necessita di un elevato contributo proteico.

L'uovo di *Eretmocerus eremicus* si schiude dopo un tempo variabile, dipendente dalla temperatura (in media 4 giorni), e la larva che ne esce penetra all'interno della ninfa di *B. tabaci* praticando un piccolo foro sulla parte inferiore. La larva all'interno della preda rimane dormiente finché la ninfa diventa pupa; una volta raggiunto lo stadio di pupa della mosca bianca, la larva del parassitoide rilascia enzimi digestivi e si nutre della preda dall'interno.

La larva all'interno della preda attraversa tre stadi larvali e uno di pupa, e diventata adulta, sfarfalla dalla neanide parassitizzata praticando un foro circolare. Questo è un segno distintivo del parassitoide, perché la mosca bianca esegue un foro a "T".

La neanide di *Bemisia tabaci* parassitizzata assume una colorazione marrone ambrato e si presenta leggermente rigonfia e sollevata dalla vegetazione, questo permette di valutare lo stato di parassitizzazione ad occhio nudo.

1.6. OBIETTIVO DELLA TESI

Questa tesi si pone l'obiettivo di valutare la dinamica di popolazione dei due fitofagi maggiormente temuti nelle coltivazioni professionali di *Euphorbia pulcherrima*, in relazione ai loro antagonisti naturali, introdotti tramite lanci periodici da parte degli operatori. Indagando anche l'efficacia dei lanci sul contenimento delle popolazioni di fitofagi. Interessante sarà anche valutare l'effetto varietale e climatico sull'andamento delle popolazioni sia dei fitofagi che degli antagonisti.

2. MATERIALI E METODI

2.1. AREA OGGETTO DI STUDIO

Per questo studio sono state prese in considerazione tre varietà di Poinsettia a brattea rossa coltivate nel Centro Sperimentale Ortofloricolo "Po di Tramontana" di Veneto Agricoltura in Via Moceniga, 7 a Rosolina, in provincia di Rovigo. Le colture facevano parte di una prova varietale di Poinsettia in atto nel periodo luglio – dicembre 2022.

Delle tre varietà prese in considerazione, due sono state coltivate in vaso di 17 cm di diametro (vaso 17) e una in vaso di 14 cm di diametro (vaso 14). La dimensione del vaso influenza tutte le operazioni di coltivazione.

Le varietà sono state coltivate in serre separate in base alla dimensione del vaso: entrambe in serre in ferro vetro, ma su bancali di terracotta con irrigazione a goccia per il vaso 17; mentre in bancali di plastica con irrigazione a flusso e riflusso per il vaso 14. Tutte sono state invasate con lo stesso tipo di vaso e lo stesso substrato, ma in tempi diversi: l'invaso è stato effettuato alla 26esima settimana dell'anno per il vaso 17, e alla settimana 30 per il vaso 14. Anche la densità finale è stata variata in funzione della dimensione del vaso: a fine coltivazione erano presenti 4-5 piante/m² in vaso 17, e 6-8 piante/m² in vaso 14. Il riscaldamento nelle due serre è stato gestito allo stesso modo: dalla settimana 39 è stato impostato a 16°C, abbassato a 15°C per le settimane 45 e 46, e ulteriormente abbassato a 14°C per la settimana 47.

Sono stati effettuati lanci periodici di *Eretmocerus eremicus*, *Amblyseius swirskii* e *Phytoseiulus persimilis* forniti dalla biofabbrica Bioplanet con il seguente schema:

SETTIMANA DELL'ANNO 2022	DATA	SWIRSKIPAK50000 <i>A. swirskii</i> 50.000 individui	ERMEMIPAK3000 <i>E. eremicus</i> 3.000 individui	FITOPAK2000 <i>P. persimilis</i> 2.000 individui
28	13-lug	1	1	
30	27-lug		1	1
31	03-ago	1	1	1
31	05-ago			1
32	10-ago		1	
33	17-ago	1	1	
34	25-ago	1	1	
35	31-ago	1		
35	01-set		1	
36	07-set	1	1	
37	14-set	1	2	
38	20-set		2	
39	28-set		3	
40	03-ott			1
40	05-ott		4	
41	11-ott		4	
41	12-ott			1
42	19-ott		4	
43	26-ott		4	
44	03-nov		3	
45	09-nov		2	

Tabella 1. Schema dei lanci di insetti e acari utili con la settimana e il giorno di lancio e il numero di confezioni utilizzate per ogni prodotto. Sotto al nome del prodotto è indicato cosa contiene.

Le varietà prese in considerazione sono VIP PERFORMANCE RED coltivata in vaso 14; FUEGO in vaso 17 e RED EP 365 anch'essa coltivata in vaso 17.

2.2. METODI DI CAMPIONAMENTO E MATERIALI

Da inizio ottobre sono stati eseguiti periodici campionamenti in vaso, uno ogni due settimane circa (± 2 giorni) su tutte le piante delle tre varietà scelte. Su ogni pianta sono state osservate tutte le foglie per rilevare il numero di: adulti di *Bemisia tabaci*; adulti di *Eretmocerus eremicus*; neanidi di *B. tabaci* vive, morte, parassitizzate e sfarfallate; adulti o giovani di *Tetranychus urticae*; adulti o giovani di *Amblyseius swirskii*; carcasse di *Tetranychus urticae* e adulti o giovani di *Phytoseiulus persimilis*. I campionamenti sono stati eseguiti mediante una lente entomologica con ingrandimento 30X e diametro 21mm, riportati poi in un foglio Excel per la consultazione. Nei casi di maggiore difficoltà di riconoscimento è stato possibile usare anche lo stereomicroscopio.

La temperatura e l'umidità sono state rilevate da una sonda aerea che misura media, massima e minima giornaliere di entrambe.

Il campionamento è stato fatto nei giorni 25 ottobre 2022, 9 novembre 2022, 22 novembre 2022, 7 dicembre 2022 e 21 dicembre 2022.

3. RISULTATI

3.1. EFFETTO DELLE TEMPERATURE SULLA PRESENZA DI ADULTI DI *BEMISIA TABACI* E DEL SUO PARASSITOIDE *ERETMOCERUS EREMICUS*

Per valutare se le temperature avessero qualche influenza sulla presenza di adulti di *B. tabaci* ed *E. eremicus* sono stati messi in relazione i risultati ottenuti dai rilievi effettuati sulle tre varietà prese in considerazione con le temperature delle serre rilevate in tutto il periodo di studio (ottobre – dicembre 2022).

Per quanto riguarda le temperature, per ottenere cinque punti da relazionare ai giorni di campionamento, è stata fatta la media delle temperature rilevate nei quindici (± 2) giorni antecedenti il giorno di campionamento.

È stato costruito un grafico per ogni varietà.

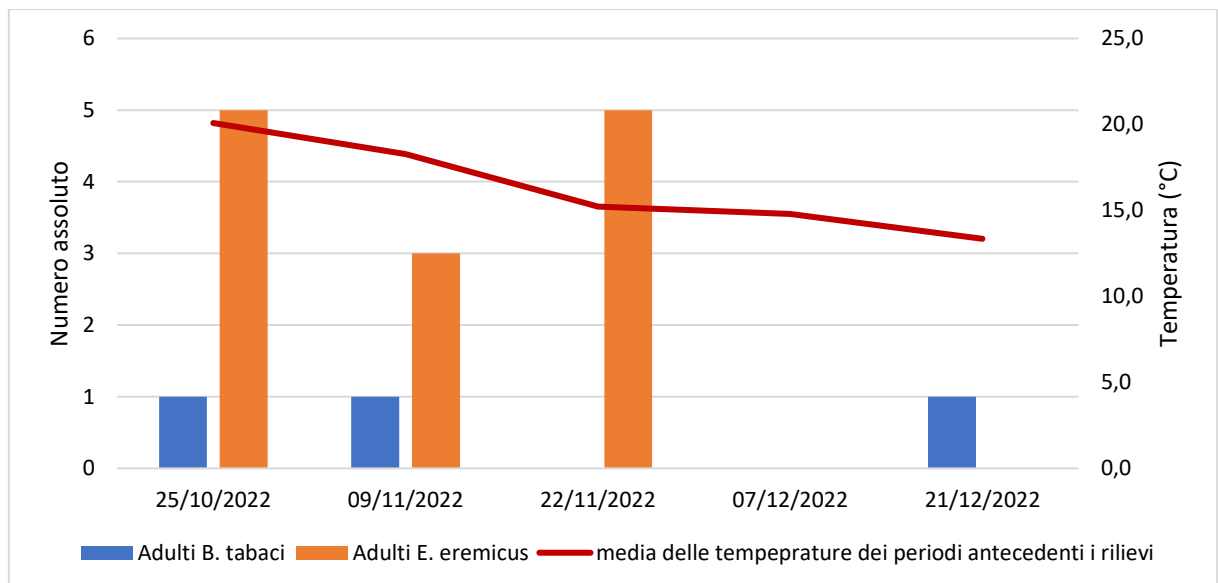


Grafico 1. Adulti di *Bemisia tabaci* ed *Eretmocerus eremicus* rilevati nella varietà Vip performance red in relazione con la temperatura.

La relazione tra il numero assoluto di adulti di *B. tabaci* ed *E. eremicus* e la temperatura misurata nell'intero periodo di monitoraggio è rappresentata nel grafico 1. Il parassitoide *E. eremicus* è stato rilevato solo nei primi tre campionamenti, mentre dal 7 dicembre in poi non è più stato rilevato. *Bemisia tabaci* invece è stata contata sia all'inizio del periodo che

alla fine, con una presenza di un individuo per campionamento. Si discostano dalla media il 22 novembre e il 7 dicembre dove non è stato rilevato nessun individuo.

L'andamento delle temperature si è dimostrato abbastanza costante fra il primo e il secondo campionamento (grafico 1.1), con una media di 18-20°C senza sbalzi termici; mentre nel periodo tra il 9 novembre e il 22 novembre sono stati riscontrati evidenti sbalzi termici (grafico 1.3), con discostamenti di anche 2°C da un giorno all'altro e con il valore minimo rilevato di 13,7°C. Nel periodo successivo le temperature si sono stabilizzate su una media di circa 14,8°C, per poi scendere nuovamente nel periodo compreso tra il 7 dicembre e il 21 dicembre con una media di 13,4°C (grafici 1.4, 1.5).

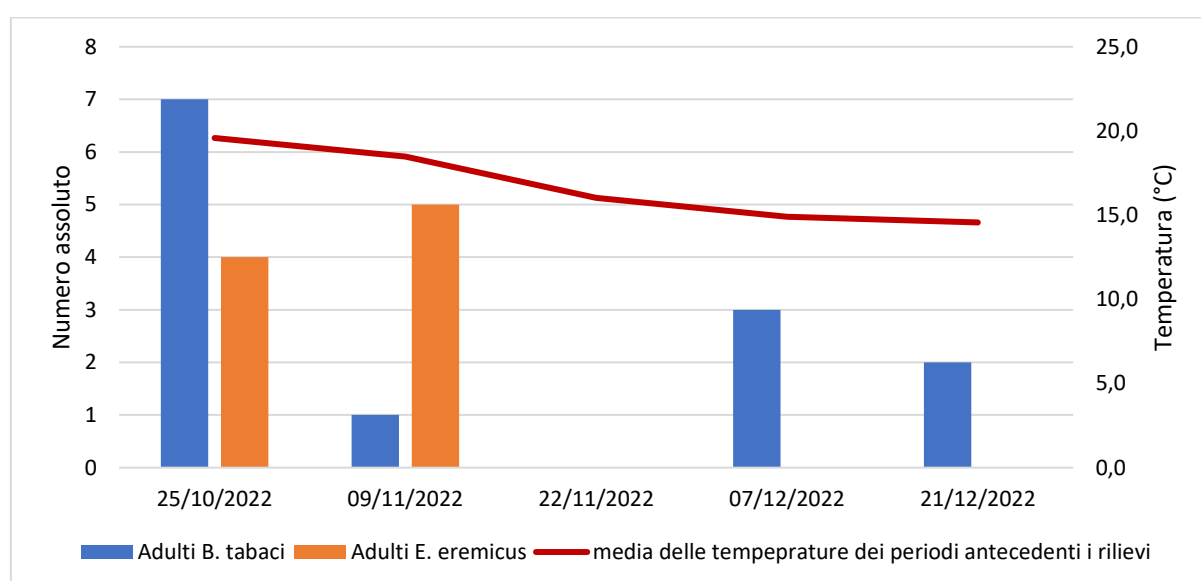


Grafico 2. Adulti di *Bemisia tabaci* ed *Eretmocerus eremicus* rilevati nella varietà Fuego in relazione con la temperatura.

Nel grafico 2 è descritta la varietà Fuego, che si trova in una serra diversa dalla precedente. *E. eremicus* è stato rilevato solo per i primi due campionamenti, con un massimo di 5 adulti totali il 9 novembre. Il campionamento successivo, il 22 novembre non sono stati rilevati né parassitoidi né fitofagi. Il fitofago *B. tabaci* è stato presente tutto il periodo, tranne il 22 novembre, con il massimo di adulti rilevati il 25 ottobre che si attesta a 7 individui. Il minimo rilevato è stato di un individuo il 9 novembre. La temperatura, anche in questa serra, è stata abbastanza elevata e costante nel periodo dal 25 ottobre al 9 novembre (grafico 2.2), con una media di 19,6°C. C'è stato poi un abbassamento della temperatura con sbalzi termici nel periodo dal 10 novembre al 7 dicembre (grafici 2.3 e 2.4), con il minimo rilevato di 13,9°C il 22 novembre. La temperatura si è poi regolata su una media di 14,6 °C alla fine del periodo (grafico 2.5).

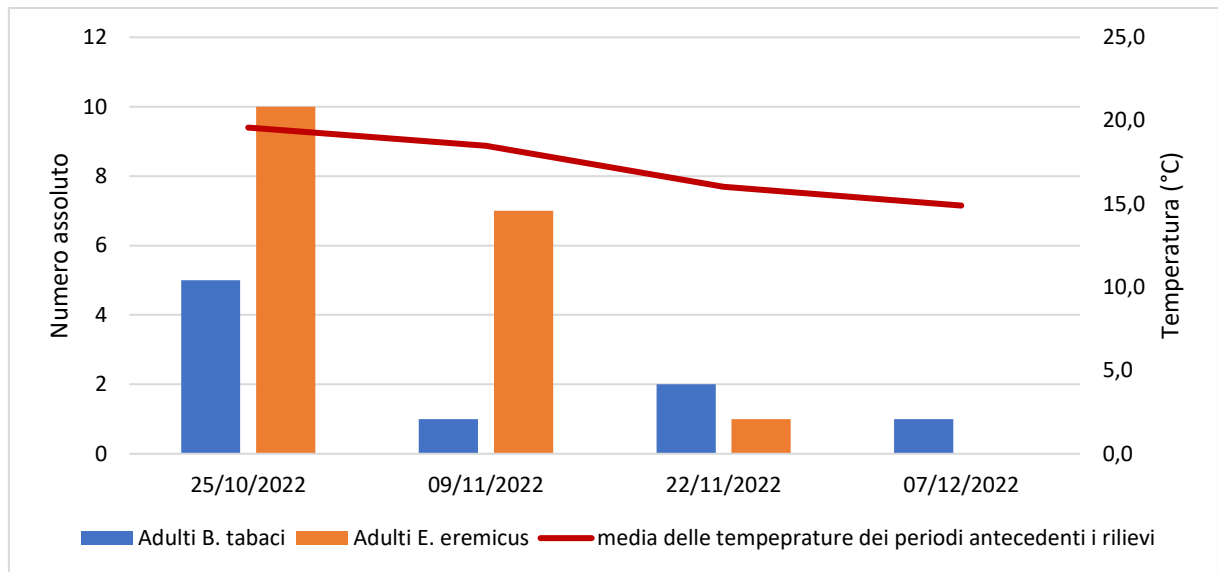


Grafico 3. Adulti di *Bemisia tabaci* ed *Eretmocerus eremicus* rilevati nella varietà Red ep 365 in relazione con la temperatura.

Nel terzo grafico viene descritta la varietà Red ep 365, posta nella stessa serra della Fuego. Anche qui il parassitoide è stato rilevato in misura maggiore il primo campionamento e a calare i rilievi successivi, con un'assenza dal penultimo monitoraggio. Il massimo rilevato è stato di 10 individui il giorno 25 ottobre. *Bemisia tabaci* invece è stata sempre presente, con un massimo di 5 individui il primo campionamento e il minimo di un individuo.

L'andamento delle temperature è stato precedentemente descritto per la varietà Fuego, che si trova nella medesima serra.

I dati relativi al monitoraggio del 21 dicembre non sono stati inseriti, perché non validi per problemi di campionamento.

3.2. DINAMICA DI POPOLAZIONE DEL PEST *BEMISIA TABACI* E IL SUO PARASSITOIDE *E. EREMICUS*

Per valutare la dinamica di popolazione di *B. tabaci* ed *E. eremicus* in relazione alle varietà, sono stati realizzati tre grafici a linee.

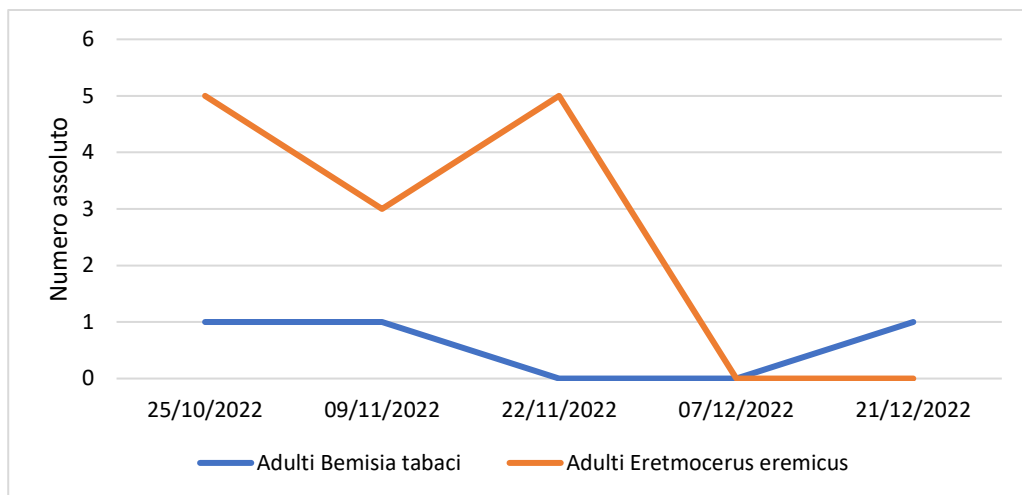


Grafico 4. Adulti di *Bemisia tabaci* ed *Eretmocerus eremicus* rilevati nella varietà Vip performance red.

Nel grafico 4 il numero massimo di adulti di parassitoide contati è stato pari a 5: i giorni 25 ottobre e 22 novembre. *Bemisia tabaci* è stata rilevata per un massimo di un individuo i giorni 25 ottobre, 9 novembre e 21 dicembre. Il giorno 7 dicembre ha evidenziato il minimo per entrambi: sono stati rilevati zero individui adulti.

La specie dominante è *E. eremicus*, sempre presente in misura maggiore rispetto a *B. tabaci*. Nel momento in cui la popolazione del parassitoide scende, quella del pest risale.

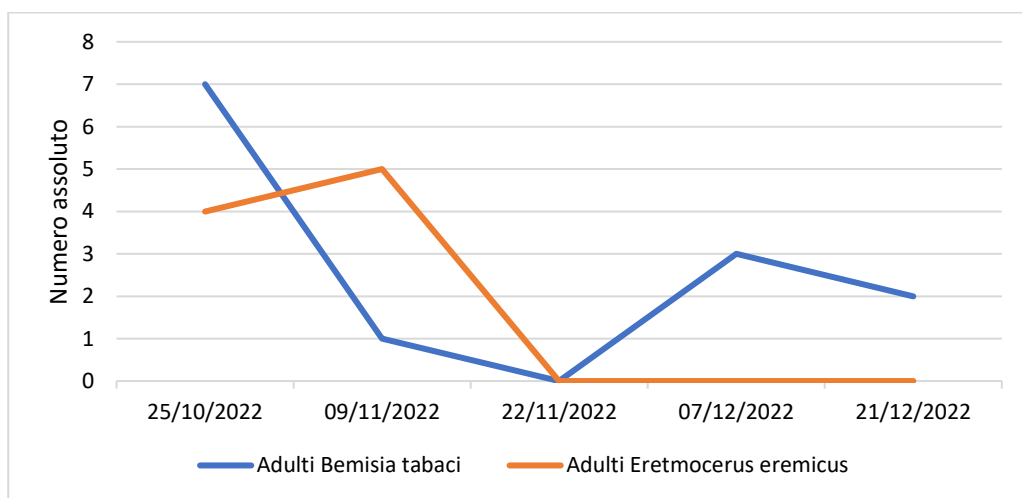


Grafico 5. Adulti di *Bemisia tabaci* ed *Eretmocerus eremicus* rilevati nella varietà Fuego.

Il grafico 5 rappresenta la relazione tra il numero assoluto di adulti di *B. tabaci* ed il suo parassitoide *E. eremicus* osservati nella varietà Fuego. Il 25 ottobre è stato rilevato il numero massimo di individui di *B. tabaci* (7) mentre il minimo si è attestato a zero il 22 novembre, sia per *B. tabaci* che *E. eremicus*. Si nota come in presenza di un numero elevato di parassitoidi la quantità di fitofagi è inferiore, e viceversa.

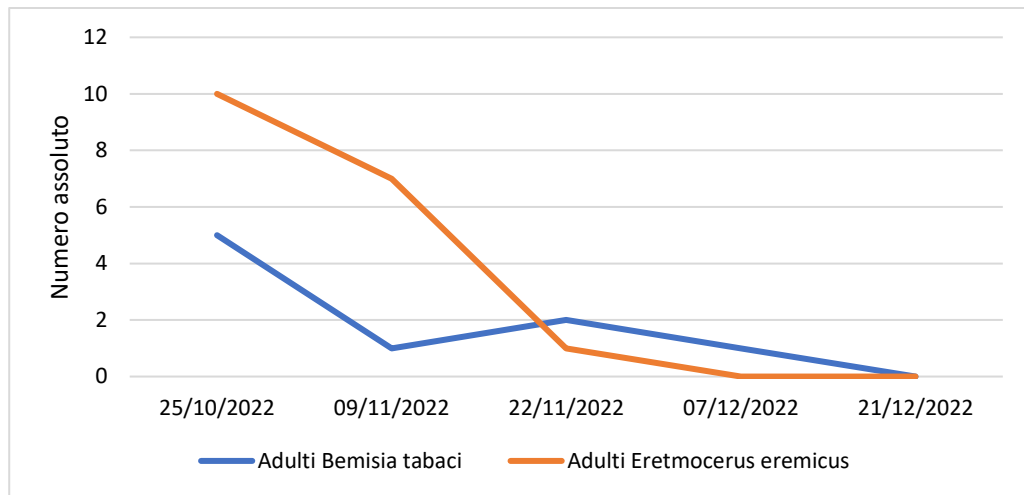


Grafico 6. Adulti di *Bemisia tabaci* ed *Eretmocerus eremicus* rilevati nella varietà Red ep 365.

Dal grafico 6, che descrive la relazione tra il numero assoluto di adulti di mosca bianca (*B. tabaci*) e del suo parassitoide *E. eremicus*, si evince come il valore massimo di individui di *E. eremicus* si attesta a 10 il 25 ottobre.

Anche *Bemisia tabaci* presenta il numero massimo di individui il 25 ottobre, con 5 adulti rilevati. Il 21 dicembre si attestano a zero entrambe le specie.

Anche in questo caso si nota una relazione inversa tra *pest* e parassitoide: all'aumentare di uno diminuisce l'altro.

3.3. EFFETTO VARIETALE SULLA PRESENZA DI NEANIDI DI *BEMISIA TABACI* VIVE, MORTE, PARASSITIZZATE E SFARFALLATE

Per valutare l'abbondanza di neanidi vive, morte, parassitizzate e sfarfallate nelle diverse varietà, è stato rapportato il numero di neanidi vive, morte, sfarfallate e parassitizzate sul totale delle neanidi rilevate in tutti i giorni di monitoraggio. Il dato è stato espresso in percentuale.

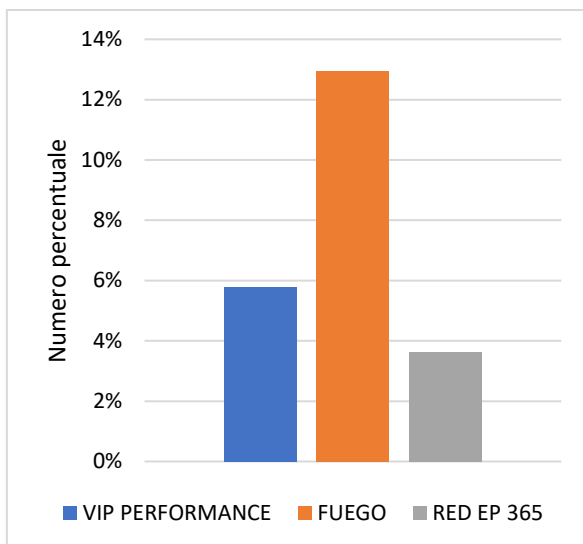


Grafico 7. Media delle neanidi vive sul totale per varietà

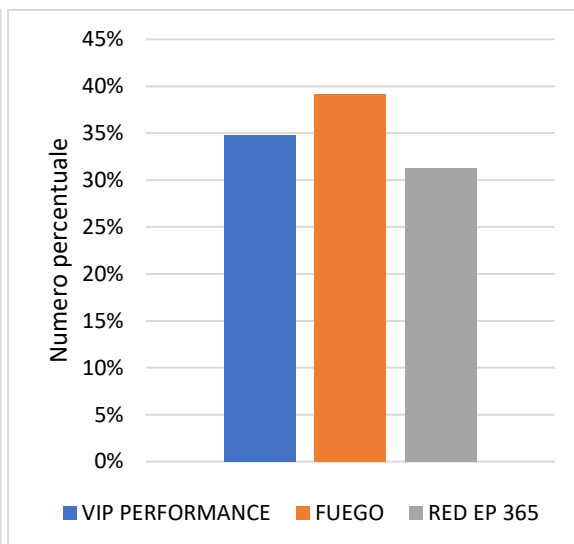


Grafico 8. Media delle neanidi sfarfallate sul totale per varietà.

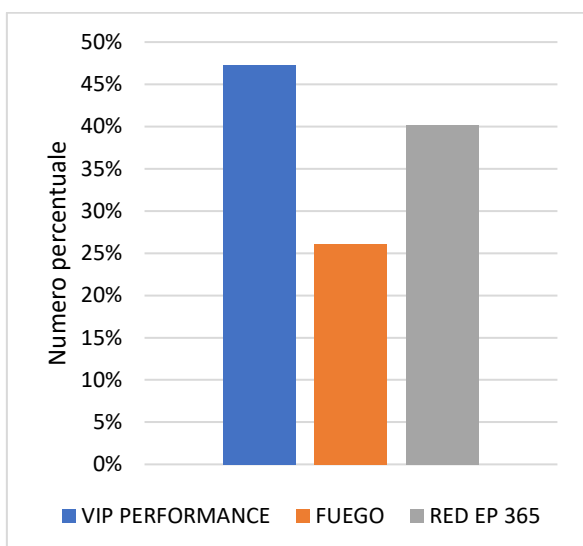


Grafico 9. Media delle neanidi morte sul totale per varietà.

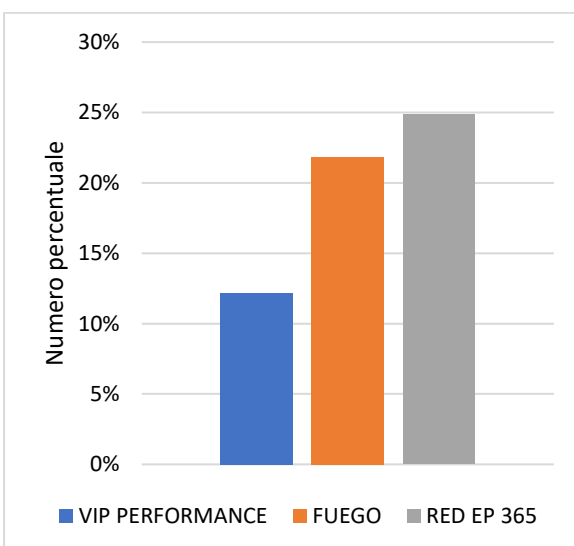


Grafico 10. Media delle neanidi parassitizzate sul totale per varietà.

Fuego è la varietà nella quale vi sono mediamente la maggioranza di neanidi vive (grafico 7), mentre la varietà in cui si osservano meno neanidi vive è la Red ep 365, con una media del 4%. Le neanidi sfarfallate (grafico 8) sono maggiormente presenti nella varietà Fuego con una media del 39%, le altre due varietà si discostano di poco con una media di 35% in Vip performance red e 31% in Red ep 365. Relativamente alla percentuale media di neanidi morte sul totale (grafico 9) essa è minoritaria in Fuego (media 26%) e maggioritaria in Vip performance red (media 47%). Le neanidi parassitizzate (grafico 10) rappresentano in media il 25% in Red ep 365, dalla quale si discosta di un 13% la Vip performance red che registra la minor presenza.

3.4. EFFETTO DEL PARASSITOIDE *E. EREMICUS* SUL CONTROLLO DELLE POPOLAZIONI DI *B. TABACI*

Per valutare l'effetto del parassitoide sulle popolazioni di *B. tabaci* sono stati realizzati dei grafici a colonne in cui sono state messe a confronto la somma delle neanidi vive e sfarfallate rapportate al totale delle neanidi contate in tutti i giorni di monitoraggio ($v+s/\text{totale}$) con la somma delle neanidi morte e parassitizzate sul totale ($m+p/\text{totale}$).

L'attività del parassitoide fa morire le neanidi, o le parassitizza; mettendo quindi a confronto la somma delle neanidi vive e sfarfallate con la somma delle neanidi morte e parassitizzate (rapportate al totale di neanidi), si può dedurre l'effetto del parassitoide sulla popolazione di *Bemisia tabaci*.

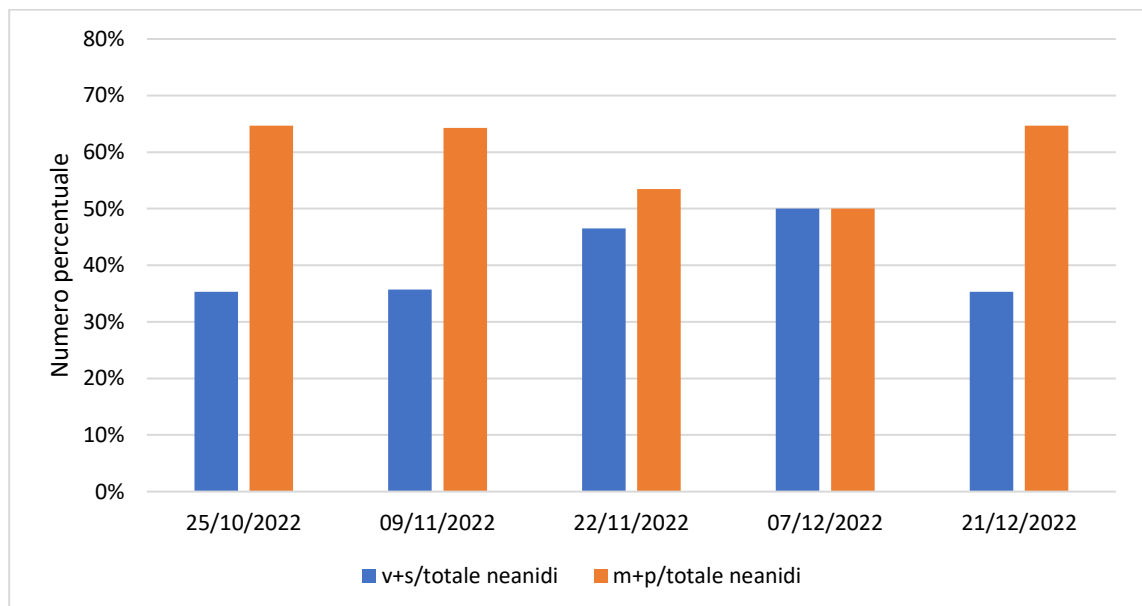


Grafico 11. Effetto del parassitoide normalizzato sul totale delle neanidi, nella varietà Vip performance red.

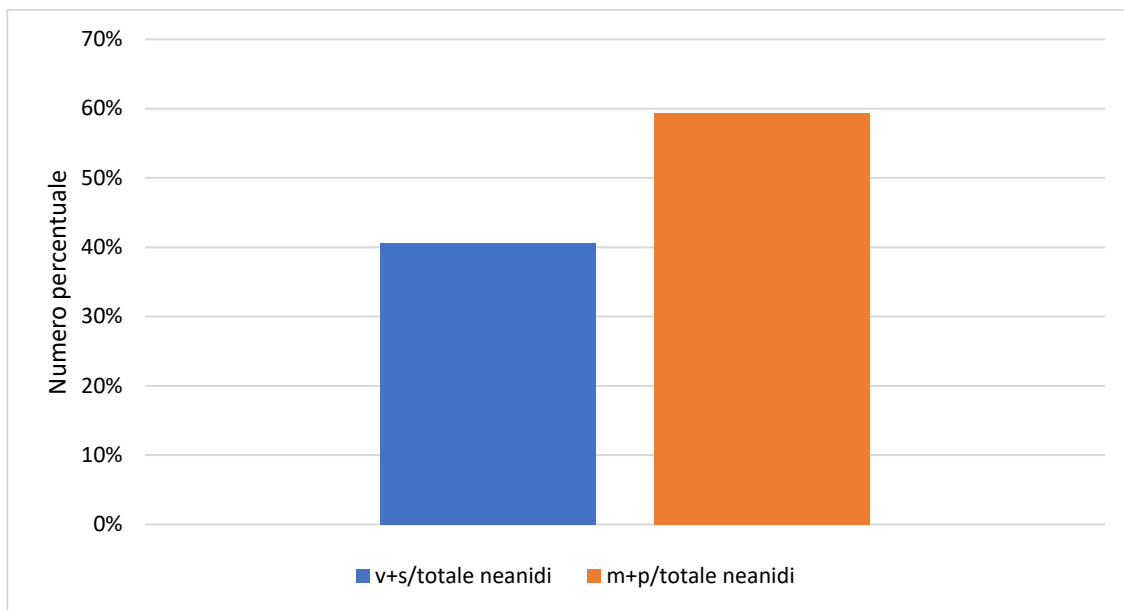


Grafico 12. Effetto del parassitoide normalizzato sul totale delle neanidi, nella varietà Vip performance red, media di tutto il periodo considerato.

Dal grafico 11 si nota come in tutti i giorni tranne uno si siano trovate più neanidi morte e parassitizzate rispetto alle vive e sfarfallate sul totale. Il massimo è stato registrato i giorni 25 ottobre e 21 dicembre, con il 65% di neanidi morte e parassitizzate. Il giorno 7 dicembre il rapporto tra v+s e m+p sul totale è risultato uguale.

Il grafico 12 mostra come in media nell'interezza del periodo considerato, si sia riscontrata la presenza di più neanidi m+p sul totale rispetto alle v+s, con percentuali rispettivamente di 59% e 41%.

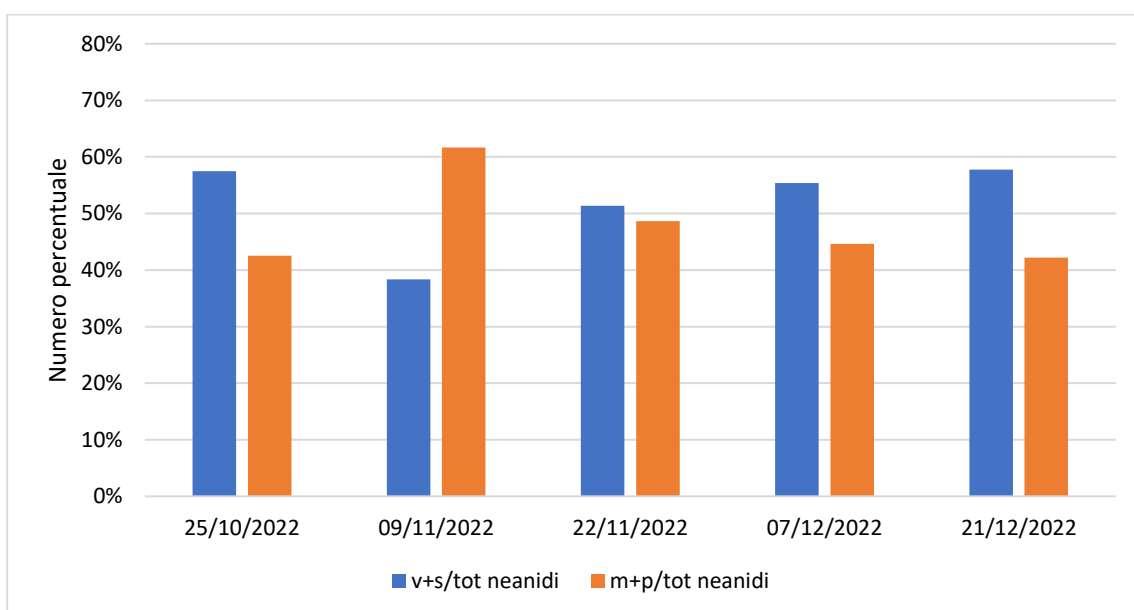


Grafico 13. Effetto del parassitoide normalizzato sul totale delle neanidi, nella varietà Fuego.

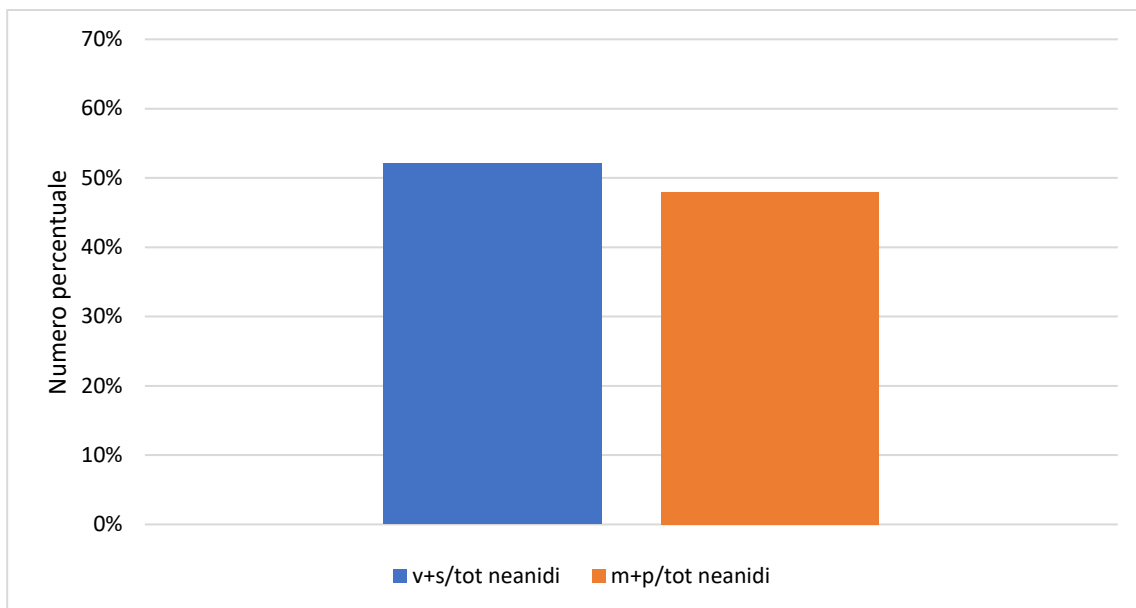


Grafico 14. Effetto del parassitoide normalizzato sul totale delle neanidi, nella varietà Fuego, media di tutto il periodo considerato.

Nella varietà Fuego (grafico 13) in tutti i giorni di monitoraggio tranne uno sono state rilevate più neanidi vive e sfarfallate rispetto alle morte e parassitizzate. L'eccezione è il giorno 9 novembre dove le neanidi interessate dall'attività del parassitoide sono maggiori, con percentuali del 62% e 38%.

Il grafico 14 indica che in media nel periodo considerato sono state maggiori le neanidi vive e sfarfallate (52%) rispetto alle morte e parassitizzate (48%).

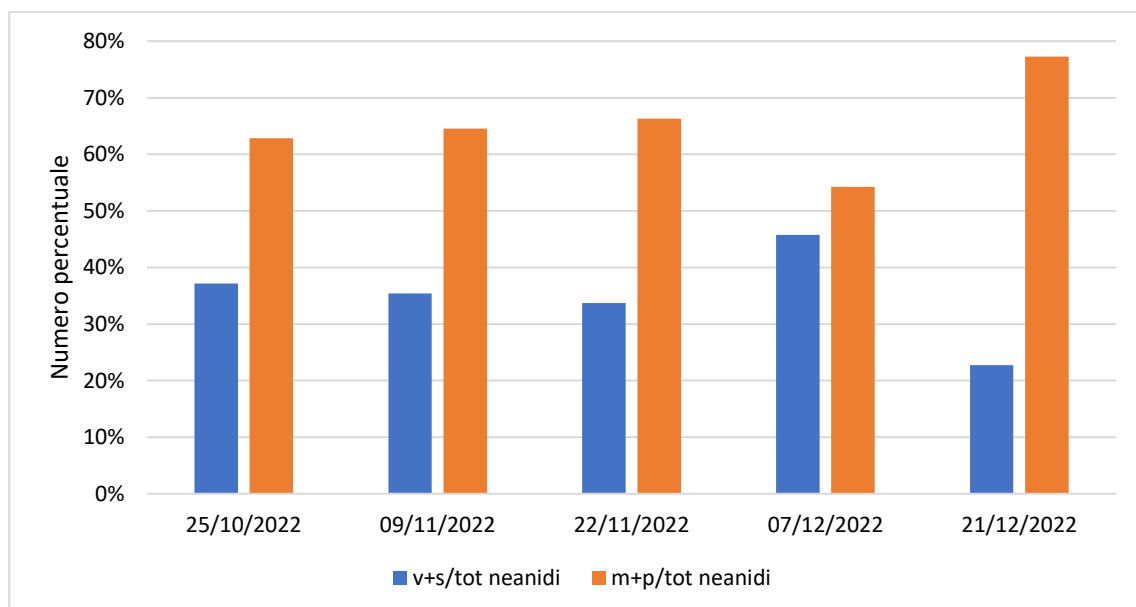


Grafico 15. Effetto del parassitoide normalizzato sul totale delle neanidi, nella varietà Red ep 365.

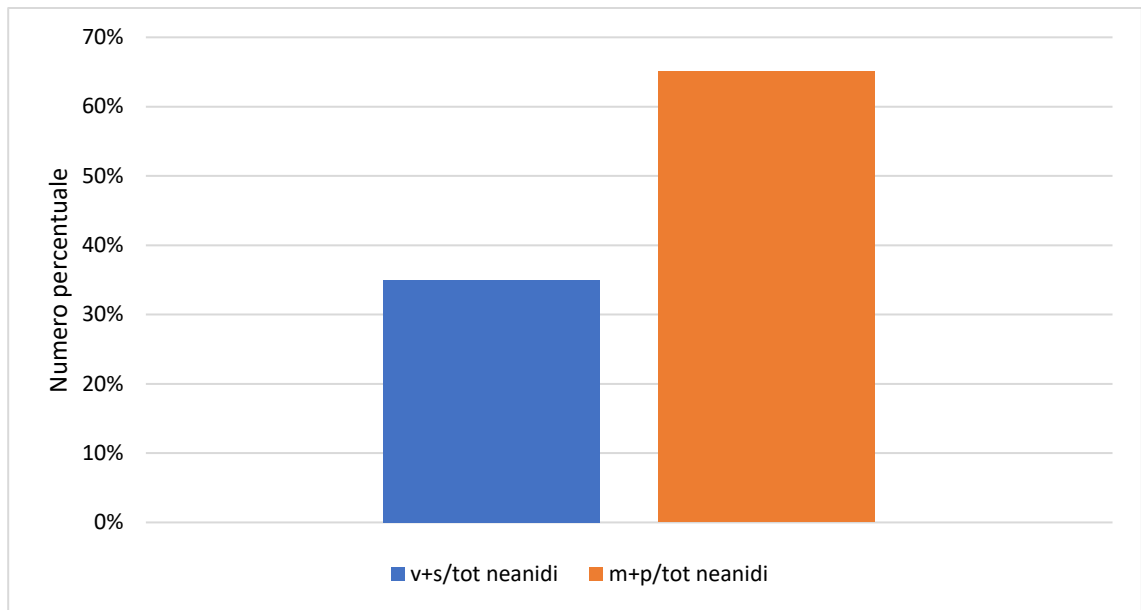


Grafico 16. Effetto del parassitoide normalizzato sul totale delle neanidi, nella varietà Red ep 365, media di tutto il periodo considerato.

Il grafico 15, che rappresenta la varietà Red ep 365, ha rilevato un andamento simile a quello riscontrato nella varietà Vip performance red: in tutti i giorni senza eccezioni le neanidi morte e parassitizzate sono maggiori delle vive e sfarfallate, con il massimo il 21 dicembre (77% di morte e parassitizzate). Anche la media (grafico 16) riflette la stessa situazione: nel periodo considerato, in media, le neanidi morte e parassitizzate erano maggiori del 30%.

3.5. EFFETTO DELLA VARIETA' SULLA PRESENZA DI ACARI E CARCASSE DI ACARI FITOFAGI

Le carcasse rappresentano i resti degli acari fitofagi dopo la predazione da parte dei fitoseidi. Gli acari fitoseidi sono *Amblyseius swirskii* e *Phytoseiulus persimilis*, mentre *Tetranychus urticae* è l'acaro il fitofago.

Il numero assoluto di acari e carcasse rilevati è stato rappresentato nei grafici 17, 18 e 19.

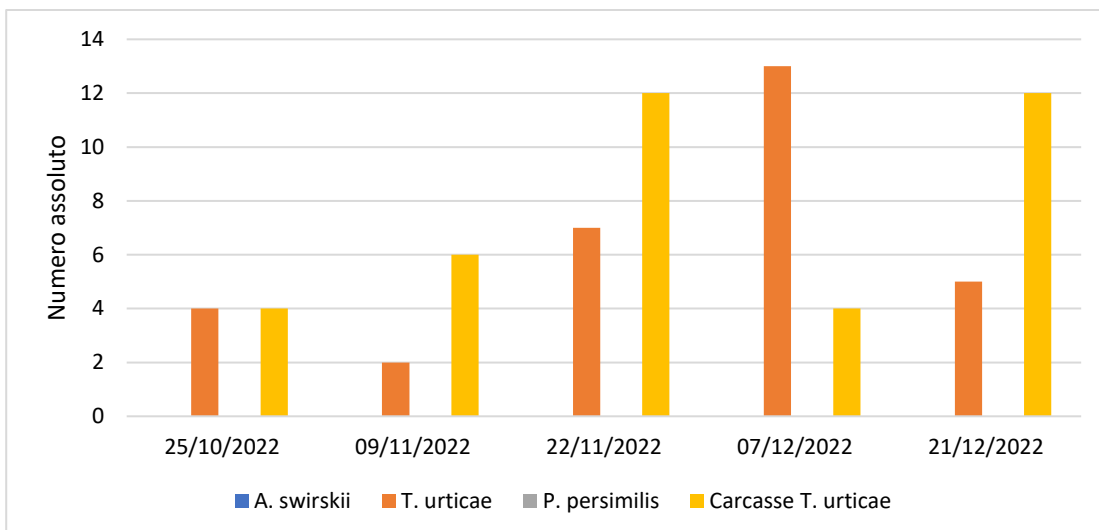


Grafico 17. Acari e carcasse rilevati in numero assoluto, nella varietà Vip performance red.

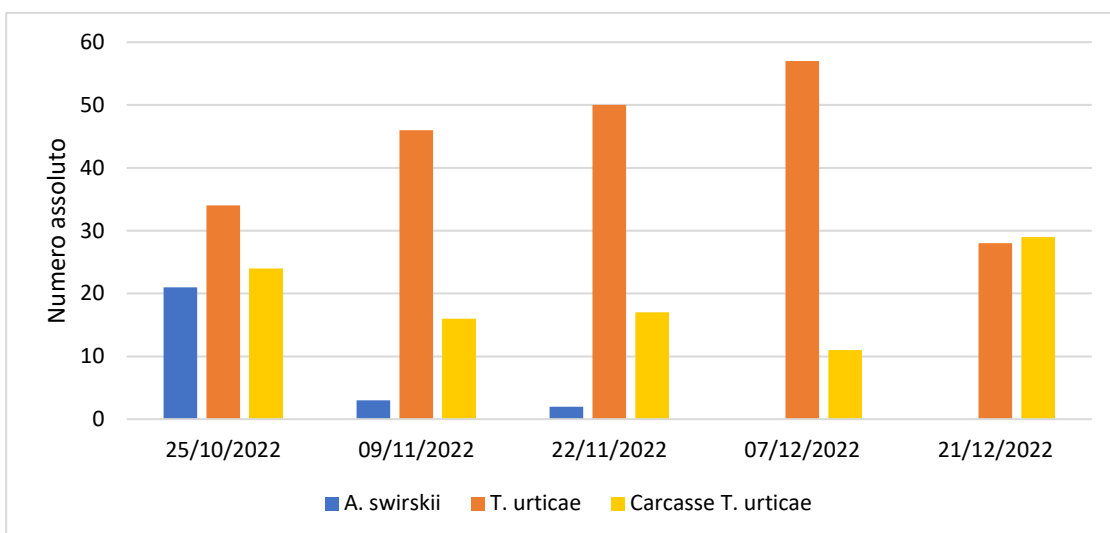


Grafico 18. Acari e carcasse rilevati in numero assoluto, nella varietà Fuego.

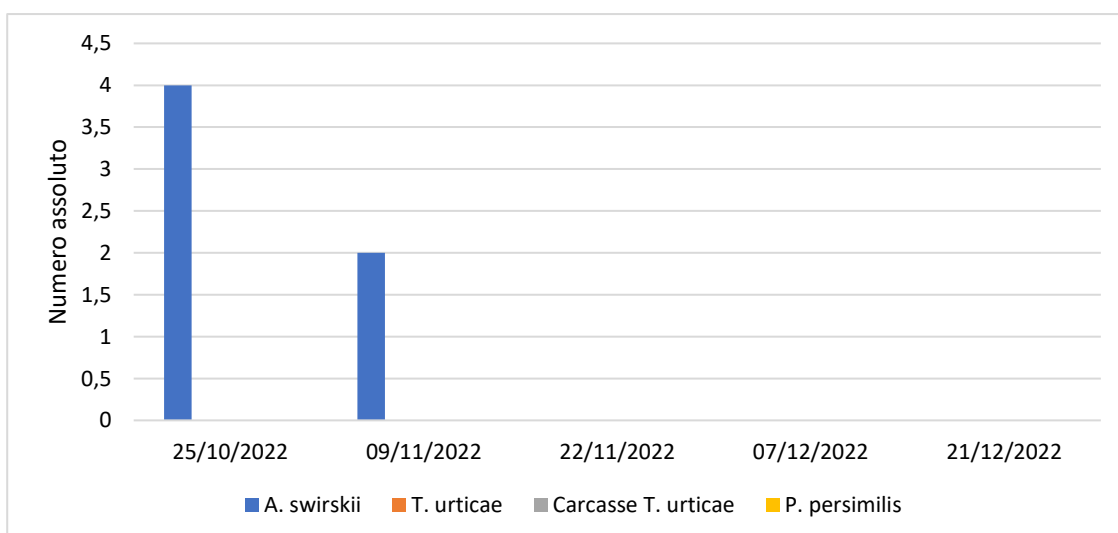


Grafico 19. Acari e carcasse rilevati in numero assoluto, nella varietà Red ep 365.

Nel grafico 17, che descrive la varietà Vip performance red, si nota una assoluta mancanza di acari fitoseidi. Il massimo di *T. urticae* rilevati è 13, il giorno 7 dicembre.

Il grafico 18 rappresenta la varietà Fuego, per la quale non sono stati eseguiti lanci di *Phytoseiulus persimilis*, di conseguenza non sono inseriti nel grafico. In questa varietà il controllo biologico si è quindi basato solo su *A. swirskii*: il primo giorno di monitoraggio ne sono stati rilevati 21, mentre i due monitoraggi successivi rispettivamente 3 e 2 individui, per i restanti due rilievi non è stato trovato niente.

Nella varietà Red ep 365 (grafico 19) gli unici acari rilevati sono stati *A. swirskii*, i primi due giorni di campionamento, in numero di 4 individui il 25 ottobre e 2 individui il 9 novembre. Il numero assoluto di carcasse di *Tetranychus urticae* mostra tendenza crescente in Vip performance red, abbastanza costante in Fuego e nullo in Red ep 365.

3.6. EFFETTO DEGLI ACARI FITOSEIDI SUL CONTROLLO DEGLI ACARI FITOFAGI

Nei seguenti istogrammi si prendono in considerazione due variabili: i resti di *T. urticae* predati (carcasse) e i *Tetranychus urticae* vivi rilevati, e si calcola il rapporto fra carcasse e somma delle due variabili, e il rapporto fra acari vivi e somma delle due variabili per valutare l'efficacia del controllo biologico.

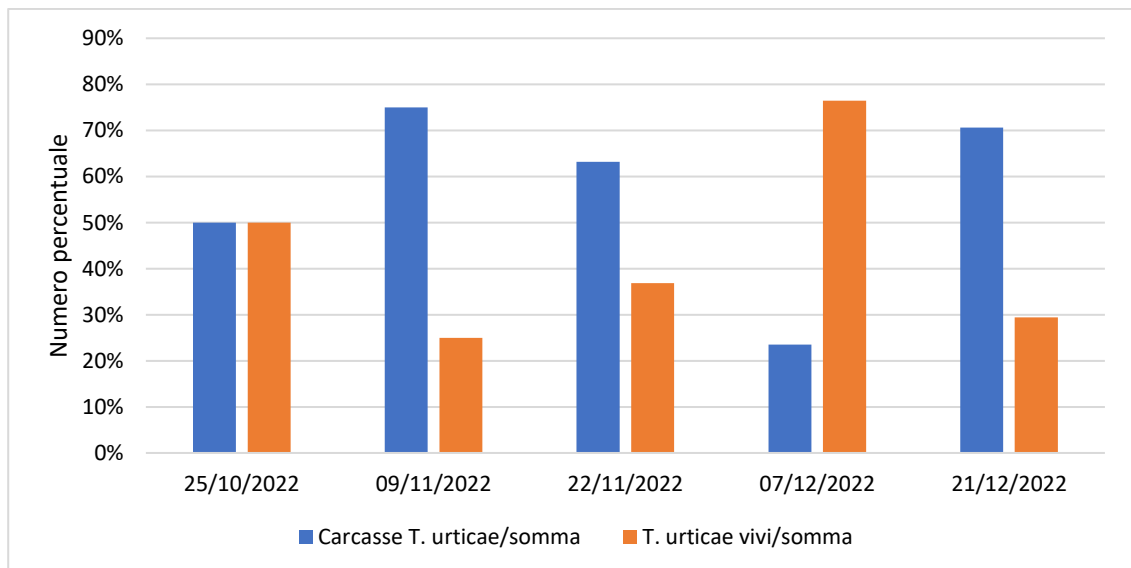


Grafico 22. Effetto dei predatori normalizzato sulla somma fra *T. urticae* vivi e morti, varietà Vip performance red.

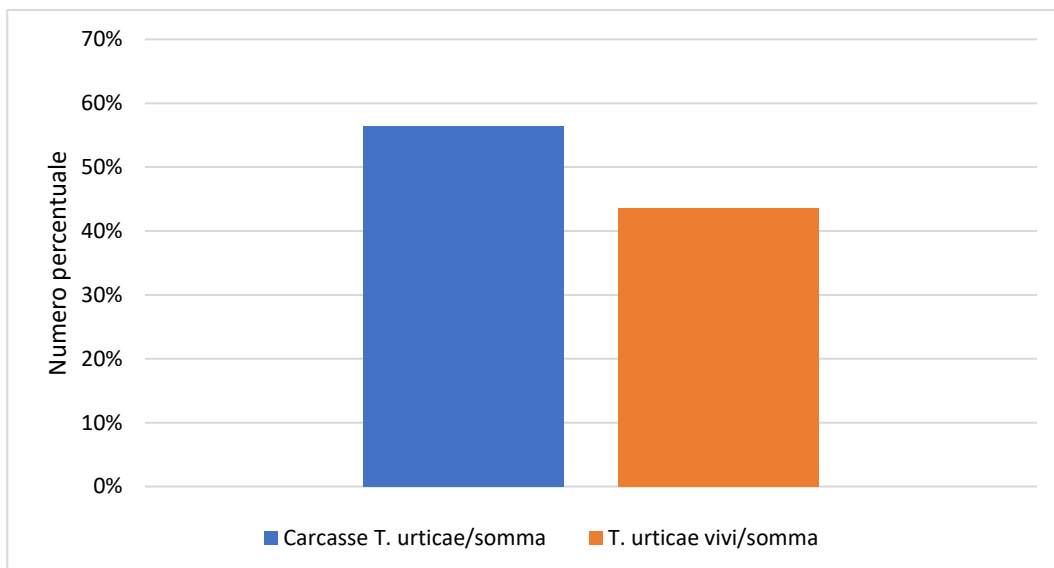


Grafico 23. Effetto dei predatori media normalizzata sulla somma fra *T. urticae* vivi e morti, varietà Vip performance red.

Dal grafico 22 si nota come nella varietà Vip performance red le carcasse sono rilevate sempre in percentuale superiore ai *Tetranychus urticae* vivi in tutti i giorni tranne in uno in cui sono presenti in misura minore, e un altro in cui sono uguali. Eseguendo la media (grafico 23) si nota una differenza del 12%, a favore della presenza di carcasse rispetto ai *T. urticae* vivi.

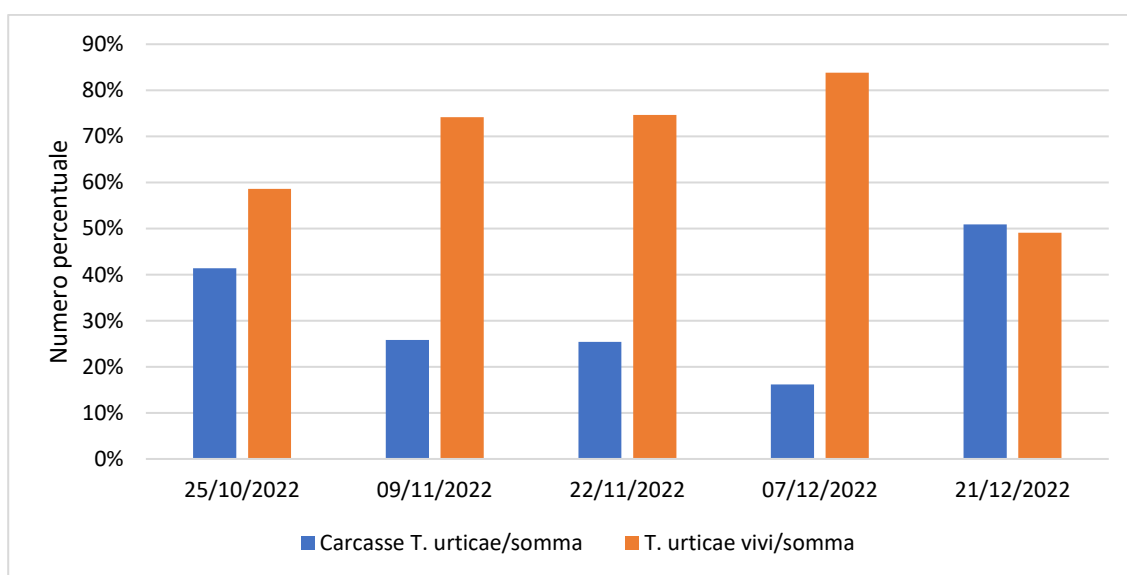


Grafico 24. Effetto dei predatori normalizzato sulla somma fra *T. urticae* vivi e morti, varietà Fuego.

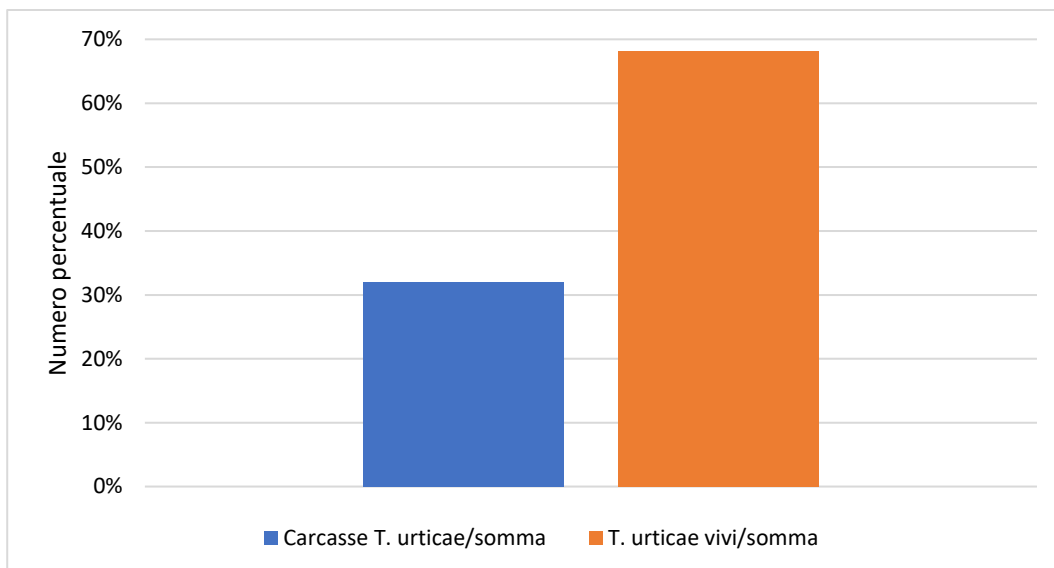


Grafico 25. Effetto dei predatori media normalizzata sulla somma fra *T. urticae* vivi e morti, varietà Fuego.

Nei grafici 24 e 25 è rappresentata la situazione relativa alla varietà Fuego: in ogni giorno di rilievo, tranne l'ultimo, la percentuale di *Tetranychus urticae* vivi rispetto alle carcasse è maggiore. Il massimo si raggiunge il giorno 7 dicembre con una percentuale dell'84%.

Per quanto riguarda la varietà Red ep 365 i dati ottenuti non sono stati sufficienti per realizzare dei grafici.

4. DISCUSSIONE DEI RISULTATI

Con questo studio sono state prese in considerazione diverse variabili da relazionare all'attività degli insetti e agli acari monitorati. Dalle analisi sembra essere la temperatura la più importante. Nella varietà Vip performance red (grafico 1) si nota una presenza del parassitoide *E. eremicus* abbastanza abbondante per i primi tre campionamenti, e una completa assenza a partire dal 7 dicembre. La spiegazione potrebbe trovarsi proprio nell'andamento delle temperature: nel periodo che va dal 22 novembre al 7 dicembre è stata rilevata una diminuzione notevole delle temperature rispetto al periodo precedente, di quasi 4°C con il valore minimo rilevato che si attesta a 13°C. Nel periodo successivo le temperature si sono stabilizzate su valori relativamente bassi, con una media di 13,4°C. L'ipotesi è che il repentino calo di temperature abbia influito sulla capacità di sviluppo del parassitoide che non sopporta grandi escursioni termiche, e l'attestarsi delle temperature su valori attorno ai 13°C ha impedito la ripresa di vigore della popolazione.

Bemisia tabaci, al contrario, ha dimostrato un notevole adattamento: nonostante una scomparsa nei giorni 22 novembre e 7 dicembre, probabilmente dovuta ai grandi sbalzi termici del periodo antecedente il 22 novembre, che potrebbero aver ucciso gli adulti oppure impedito la nascita delle neanidi, è tornata in attività dimostrando quindi la capacità di adattarsi ad un ampio *range* di temperature.

Anche nella varietà Fuego (che si trova in un'altra serra rispetto alla Vip performance red) (grafico 2), la temperatura sembra avere un'influenza sulla presenza dell'imenottero parassitoide: guardando i dati delle temperature nel periodo dal 10 novembre al 21 novembre, si notano molti sbalzi termici, con temperature che variano anche di un grado centigrado da un giorno all'altro, per arrivare poi nei giorni 21-22 novembre ad un repentino calo di circa 3°C: dai 16,5°C del 21/11 ai 13,9°C del 22/11. La temperatura si è poi stabilizzata su valori relativamente bassi, con una media che oscilla tra 14 e 15°C nei periodi antecedenti gli ultimi due rilievi.

È possibile quindi mettere in relazione la mancanza di parassitoide con la diminuzione delle temperature, avvalorando l'ipotesi che l'imenottero non sia attivo nei periodi con temperature più basse.

Anche in questo caso, però, *B. tabaci* ha dimostrato una grande capacità di adattamento, essendo sempre presente, tranne nel momento in cui si è verificato il drastico calo di temperatura.

Anche per la varietà Red ep 365, posta nella stessa serra della Fuego, la diminuzione delle temperature ha influenzato la presenza del parassitoide, ma non quella della mosca bianca, che continua ad essere presente anche dopo i bruschi sbalzi termici del periodo 10-22 novembre (grafico 3).

Interpretando i tre grafici sopra citati, si può quindi concludere che a seguito dell'abbassamento delle temperature si è verificato un calo del numero di parassitoidi, che non sono stati più rilevati in nessuna varietà. Al contrario, il fitofago ha continuato ad essere presente per tutto il periodo, anche se con qualche interruzione. Questo dimostra una diversa sensibilità alle basse temperature: il parassitoide *Eretmocerus eremicus* all'abbassarsi delle temperature sparisce oppure rallenta moltissimo il suo sviluppo, mentre *Bemisia tabaci* si è adattata molto bene anche agli sbalzi termici dei nostri climi riuscendo a sopravvivere, con un rallentamento più lieve del ritmo di crescita, e rimanendo in grado di arrecare danno.

Dagli studi emerge infatti che il tempo di sviluppo da uovo ad adulto di *E. eremicus* diminuisce esponenzialmente all'aumentare delle temperature. A 15°C il tempo di sviluppo è di 79,3 giorni,

mentre a 25°C è di 18,6 giorni. E la soglia termica minima di sviluppo stimata è di 13°C (Yu Tong Qiu et al., 2004). In conclusione, quindi, a temperature superiori ai 20°C *E. eremicus* è più performante.

Anche per *B. tabaci* il tempo di sviluppo da uovo ad adulto diminuisce all'aumentare delle temperature: è di 65,1 giorni a 14,9°C e di 16,6 giorni a 30°C (G. D. Butler et al., 1983). Ma la soglia termica minima è stimata a 10,2 °C, inferiore quindi ai 13°C del parassitoide (Bonato O. et al., 2007).

La diversa sensibilità alle temperature è un fattore da tenere bene in considerazione nella programmazione dei lanci in base all'ambiente in cui ci si trova.

La dinamica di popolazione di *B. tabaci* e *E. eremicus* è descritta nei grafici 4, 5 e 6: in tutte le varietà è possibile notare come quando la popolazione dell'imenottero parassitoide è più numerosa, gli individui del fitofago sono presenti in numero minore, e viceversa. Questo indica come *E. eremicus* aumenta di numero quando la popolazione del fitofago che combatte è ampia, e diminuisce quando la popolazione del fitofago si è abbassata. Di conseguenza se il parassitoide si svilupperà molto, abbasserà la popolazione dell'ospite, e quando l'ospite presenterà una popolazione ridotta anche il parassitoide diminuirà perché senza ospiti da parassitizzare.

Per quanto riguarda l'effetto varietale sulla presenza di neanidi di *Bemisia tabaci* vive, morte, parassitizzate o sfarfallate, questo è un dato difficile da quantificare, tuttavia, è possibile fare alcune ipotesi.

Dagli istogrammi 7, 8, 9 e 10 è possibile dedurre come la varietà Fuego detenga il primato sia in termini di numero di neanidi vive, sia per numero di neanidi sfarfallate. Questo può essere correlato alla dimensione del vaso: questa varietà è stata coltivata in un vaso di diametro 17, quindi è stata invasata prima e di conseguenza è stata più esposta agli attacchi parassitari. Inoltre, essendo una varietà molto vigorosa è possibile che la forma delle sue foglie, molto aperta ed estesa, abbia favorito la deposizione da parte dell'aleurodide e reso più difficoltoso per il parassitoide la ricerca delle neanidi.

Vip performance red è tra le varietà quella che presenta il maggior numero di neanidi morte mentre Red ep 365 è quella che registra il maggior numero di neanidi parassitizzate.

Quest'ultimo valore potrebbe essere dovuto al fatto che Red ep 365 ha una morfologia della foglia particolare: presenta una foglia arricciata verso il basso e verso il fusto della pianta, di

conseguenza la pagina fogliare che rimane disponibile all'ovideposizione è di dimensioni ridotte, questo può rendere più facile la ricerca dell'ospite da parte del parassitoide.

L'effetto varietale è stato considerato anche in relazione alla presenza o meno di acari fitofagi o fitoseidi.

Nella varietà Red ep 365 (grafico 19) non sono stati rilevati acari, né fitoseidi né fitofagi, se non in numero molto basso all'inizio. Anche in questo caso la motivazione si potrebbe ricercare nella morfologia della foglia che, presentando notevoli arricciamenti soprattutto in direzione del fusto, e bolle tra le nervature potrebbe creare un ambiente maggiormente umido, che sfavorisce lo sviluppo del fitofago *T. urticae*. Poiché esso preferisce ambienti a minor umidità, in mancanza del fitofago, non sono presenti neanche popolazioni di fitoseidi, soprattutto per quanto riguarda *Phytoseiulus persimilis* che è un predatore molto specializzato. *A. swirskii*, invece, è stato rilevato nei primi campionamenti, proprio perché è un predatore generalista, che è in grado di utilizzare anche altre fonti alimentari.

Anche in Vip performance red (grafico 17) non è stato rilevato nessun fitoseide, solo il fitofago *Tetranychus urticae*. Delle carcasse però sono state rilevate, questo potrebbe indicare che il fitoseide che ha lavorato nel controllo biologico è stato *P. persimilis*, che è molto più difficile da vedere perché si nasconde tra le nervature per cercare l'umidità.

Nella varietà Fuego, il fitoseide *P. persimilis* non è stato introdotto, di conseguenza è comprensibile che non sia stato rilevato. Gli acari si muovono camminando e possono coprire piccole distanze, solitamente non riescono a muoversi da una pianta all'altra, ma solo tra le foglie della stessa pianta. Il grafico 17 mostra, infatti, che è stato rilevato solo *A. swirskii* nei primi campionamenti, e si nota un numero inferiore di carcasse, questo è conforme a quanto atteso considerando che il controllo è stato eseguito da una sola specie di fitoseide, e non due come nelle varietà precedentemente descritte.

Per valutare l'efficacia del controllo dell'acaro fitofago *Tetranychus urticae* da parte delle due specie di fitoseidi, sono stati normalizzati i dati, rapportando dapprima il numero di carcasse rilevate e poi il numero di *T. urticae* vivi, sulla somma di queste due variabili, per capirne l'incidenza sulla varietà.

Dal grafico 22, che descrive il lavoro degli acari nella varietà Vip performance red, emerge come l'incidenza delle carcasse sul totale è maggiore rispetto ai *T. urticae* vivi, in tutti i giorni tranne

in uno in cui è minore, e uno in cui è uguale. Considerando la media del numero di carcasse e acari vivi, sulla somma delle due variabili (grafico 23) si può quindi concludere che il controllo abbia funzionato: le carcasse rilevate hanno un'incidenza maggiore dei *T. urticae* vivi, per tutto il periodo considerato.

Al contrario, nella varietà Fuego (grafico 24), in tutti i giorni tranne uno, i *T. urticae* vivi sono stati rilevati in percentuale maggiore rispetto alle carcasse. Anche qui è stata eseguita la media dei rapporti del periodo (carcasse/ somma e *T. urticae* vivi/somma) (grafico 25) e, al contrario della precedente varietà si nota che il controllo non sembra aver funzionato, il motivo potrebbe essere la mancanza del fitoseide *P. persimilis*, che è un predatore molto più specializzato e vorace.

5. CONCLUSIONI

Dagli studi condotti si può concludere che il controllo biologico contro *Bemisia tabaci* in questa serra, in queste condizioni ambientali e di coltivazione, ha prodotto risultati ottimali: non sono stati infatti necessari trattamenti insetticidi in serra. Il controllo biologico di *Tetranychus urticae* invece si è rilevato più difficoltoso, ed ha necessitato di interventi acaricidi su parcelle che presentavano focolai.

La raccolta dei dati per questo studio non è stata semplice, dal momento che molte variabili possono influire sulle misure.

La maggior fonte di variabilità dei dati è rappresentata dall'errore umano: l'identificazione delle neanidi vive, morte, parassitizzate o sfarfallate non è ovvia, neanche con l'ausilio della lente entomologica o dello stereomicroscopio. Inoltre, è possibile che nella distinzione tra neanide viva e parassitizzata sia impossibile identificarle visto che nei primi giorni la parassitizzazione non è ancora visibile.

Anche i trattamenti acaricidi effettuati hanno sicuramente influenzato le popolazioni di acari presenti nelle parcelle, e, anche se non sono stati effettuati all'interno del periodo di campionamento, il conteggio delle popolazioni potrebbe essere stato alterato.

Inoltre, è da tenere in considerazione la gestione della coltura: le varietà campionate non sono state isolate, sono state trattate allo stesso modo di tutte le altre, sono stati eseguiti spostamenti, sono state maneggiate, le foglie possono essere cadute o essersi rotte; quindi, il numero di foglie campionate sicuramente non è stato il medesimo per ogni campionamento.

Tutte queste variabili hanno influenzato il conteggio delle popolazioni, e sono quindi da tenere in considerazione.

Per queste ragioni, questo elaborato non ha l'intento di chiarire definitivamente l'efficacia del controllo biologico in Poinsettia, alla luce anche della vasta disponibilità in letteratura di studi che confermano la validità di questo strumento e del suo vasto impiego in coltivazioni di Poinsettia. (L'elaborato si propone di analizzare nello specifico il funzionamento del controllo biologico nell'azienda in esame).

Il metodo di controllo biologico eseguito su Poinsettia è stato studiato per colpire il fitofago più temuto, cioè *Bemisia tabaci*, su due fronti tramite l'utilizzo di un predatore abbinato ad un parassitoide. Il primo si nutre di uova e di neanidi al primo stadio, mentre il secondo colpisce le neanidi dal secondo al quarto stadio. Con il loro utilizzo sfugge al controllo solo l'individuo adulto di mosca bianca. Con l'introduzione di un predatore per il controllo di *B. tabaci*, viene colpito su due fronti anche l'acaro *Tetranychus urticae*, tramite un fitoseide più specializzato (*P. persimilis*) che lavora su focolai, e un fitoseide generalista (*A. swirskii*), che lavora anche a basse densità di preda.

L'utilizzo di BCA è anche una valida alternativa al metodo classico che sempre più spesso non è risolutivo, in quanto i fitofagi citati sviluppano resistenza agli insetticidi molto velocemente: entrambi sono resistenti alla maggioranza dei prodotti autorizzati e sono molto difficili da controllare con prodotti che agiscono per contatto, perché vivono prevalentemente sulla pagina inferiore della foglia.

Gli insetti e acari antagonisti non aumentano il rischio di insorgenza di resistenze, non necessitano di dispositivi di protezione, non presentano tempi di rientro e sono sicuri per l'ambiente e le persone, ma sono soprattutto affidabili se attentamente studiati e testati, dal momento che il loro utilizzo è in grado di mantenere le popolazioni sotto la soglia economica di danno.

Tuttavia, è necessario adottare delle accortezze anche nel loro impiego, poiché alcuni fattori potrebbero alterarne i risultati. Essendo organismi vivi il trasporto, che dev'essere veloce, è la procedura più delicata e il trattamento deve essere effettuato il prima possibile per evitare fenomeni di moria.

Complessivamente il controllo biologico ha ormai conquistato un posto fisso nella gestione dei parassiti e non è probabile che venga rimosso.

6. BIBLIOGRAFIA

1. Accati E. e Remotti D., 2002. *La tecnica colturale della stella di Natale*. L'informatore agrario 17: 46-50.
2. Bonato O., Lurette A., Vidal C. e Fargues J., 2007, *Modelling temperature-dependent bionomics of Bemisia tabaci (Q-biotype)*. Physiological Entomology, 32: 50-55
3. Calvitti M., 1995. *Caratterizzazione biologica ed ecologica di due acari (Tetranychus urticae e Phytoseiulus persimilis) interagenti in alcuni ecosistemi agrari*. Master centro ricerche casaccia, Roma, ENEA dipartimento innovazione.
4. Clamer informa. *Scheda colturale di stella di Natale cv. Freedom*. [https://www.clamerinforma.it/SAIF/Stella di Natale cv Freedom.htm](https://www.clamerinforma.it/SAIF/Stella%20di%20Natale%20cv%20Freedom.htm)
5. Erfan K. Vafaie, H. Brent Pemberton, Mengmeng Gu, David Kerns, Micky D. Eubanks, e Kevin M. Heinz, 2021. *Using multiple natural enemies to manage sweetpotato whiteflies (Hemiptera: Aleyrodidae) in commercial Poinsettia (Malpighiales: Euphorbiaceae) production*. Journal of Integrated Pest Management, 12(1): 18; 1–13
6. F. Javier Calvo, Markus Knapp, Yvonne M. van Houten, Hans Hoogerbrugge, José E. Belda, 2015. *Amblyseius swirskii: What made this predatory mite such a successful biocontrol agent?* Exp Appl Acarol 65:419–433
7. G. D. Butler, Jr. et al., 1983. *Bemisia tabaci (Homoptera: Aleyrodidae): development, oviposition, and longevity in relation to temperature*. Annals of the Entomological Society of America, Volume 76, Issue 2, Pages 310–313
8. Gerling D., Alomar O. e Arnó J., 2001. *Biological control of Bemisia tabaci using predators and parasitoids*. Crop protection 20.
9. Hoddle M.. *Eretmocerus eremicus (=Eretmocerus sp. nr. californicus, Arizona strain) (Hymenoptera: Aphelinidae)*. Biological control, Department of Entomology, University of California, Riverside. <https://biocontrol.entomology.cornell.edu/parasitoids/eretmocerus.php>
10. J. K. Waage e D. J. Greathead, 1988. *Biological control: challenges and opportunities*. Phil. Trans. Royal society London. B318, 111-128.
11. Janssen A. e Sabelis M.W., 1992. *Phytoseiid life-histories, local predator-prey dynamics, and strategies for control of tetranychid mites*. Exp. Appl. Acarol., 14: 233-250.
12. Mutti F., 2017. *Intraguild predation in Harmonia axyridis, coccinellide di interesse nel controllo biologico*. Dipartimento di scienze agrarie, alimentari e agro-ambientali. Produzioni agroalimentari e gestione degli agroecosistemi. Università di Pisa.

13. Rampinini G., 2000. *La poinsettia – tecnica colturale e patologia*. Arese, pentagono editrice sas.
14. Rampinini G., 2002. *La poinsettia – tecnica di coltivazione e patologia*. Arese, Pentagono editrice sas.
15. Reina P., 2019. *Impiego di agenti biologici e mezzi biotecnici nella lotta contro gli insetti dannosi*. Bollag vol. 52, n. 382.
16. Ripamonti L., 2022. *Controllo biologico degli aleurodidi su pomodoro da industria in coltura protetta mediante *Macrolophus Pygmaeus**. Dipartimento di agronomia animali alimenti risorse naturali e ambiente. Tecnica e gestione delle produzioni biologiche vegetali. Università degli studi di Padova.
17. Ronco R., Galletto L. e Bassi I., 2002. *Il florovivaismo veneto: l'assetto produttivo e il mercato*. In *La filiera florovivaistica nel Veneto*. Veneto Agricoltura in collaborazione con Università degli studi di Padova.
18. Rossetto R., 2023. *Dati strutturali e produttivi del settore florovivaistico Veneto*. Atti del convegno *Floricoltura sostenibile*. Po di Tramontana – Rosolina, 19 maggio 2023.
19. Sani I., Siti Izera I., Sumaiyah A., Johari J., Syari J. and Norsazilawati S., 2020. *A review of the biology and control of whitefly, *Bemisia tabaci* (Hemiptera: Aleyrodidae), with special reference to biological control using entomopathogenic fungi*. *Insects* 2020, 11, 619.
20. Veneto agricoltura, Ragnetto rosso.
https://www.venetoagricoltura.org/upload/File/erbacee_bollettino/Ragnetto%20rosso.pdf
21. Yu Tong Qiu, Joop C. Van Lenteren, Yvonne C. Drost e Connie J.A.M. Posthuma-Doodeman, 2004. *Life-history parameters of *Encarsia formosa*, *Eretmocerus eremicus* and *E. mundus*, aphelinid parasitoids of *Bemisia argentifolii* (Hemiptera: Aleyrodidae)*. *Eur. J. Entomol.* 101: 83-94.
22. Zangirolami A., 2015. *Aleurodidi, difesa integrata su stella di Natale*. *Colture protette, Edagricole*.

7. APPENDICE

In appendice i grafici delle temperature nei periodi antecedenti i rilievi nelle due serre.

Nominata “serra B1” la serra in cui è posta la varietà Vip performance red, e “serra A4” la serra in cui sono poste le varietà Fuego e Red ep 365.

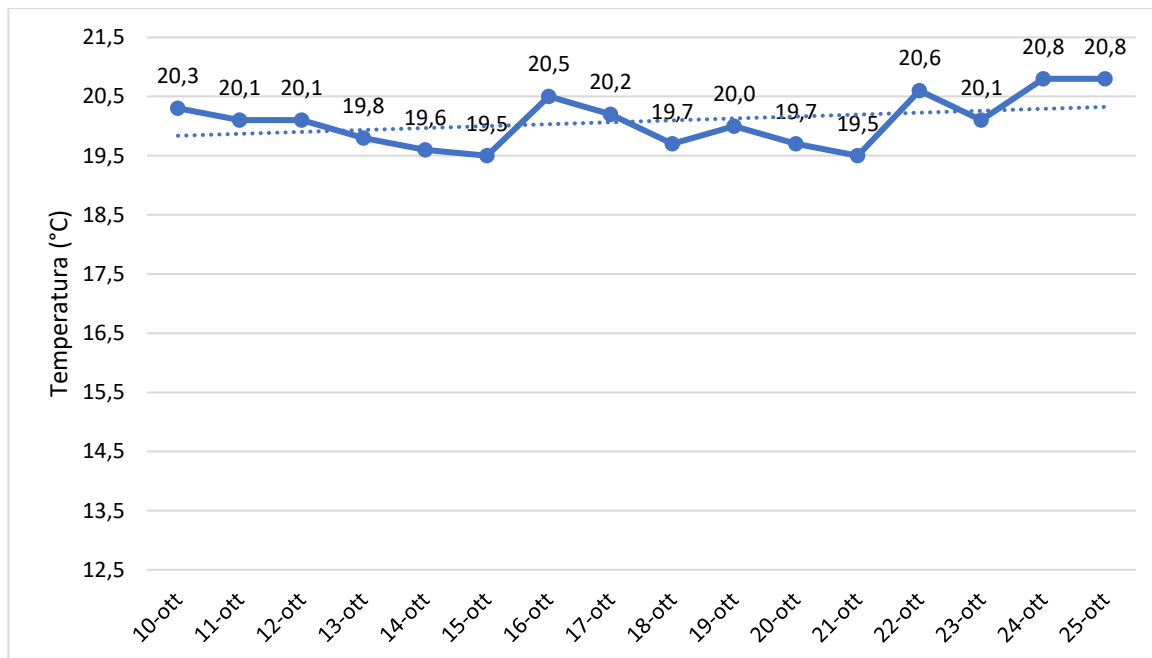


Grafico 1.1. Temperatura media serra B1, periodo 15 ottobre – 25 ottobre.

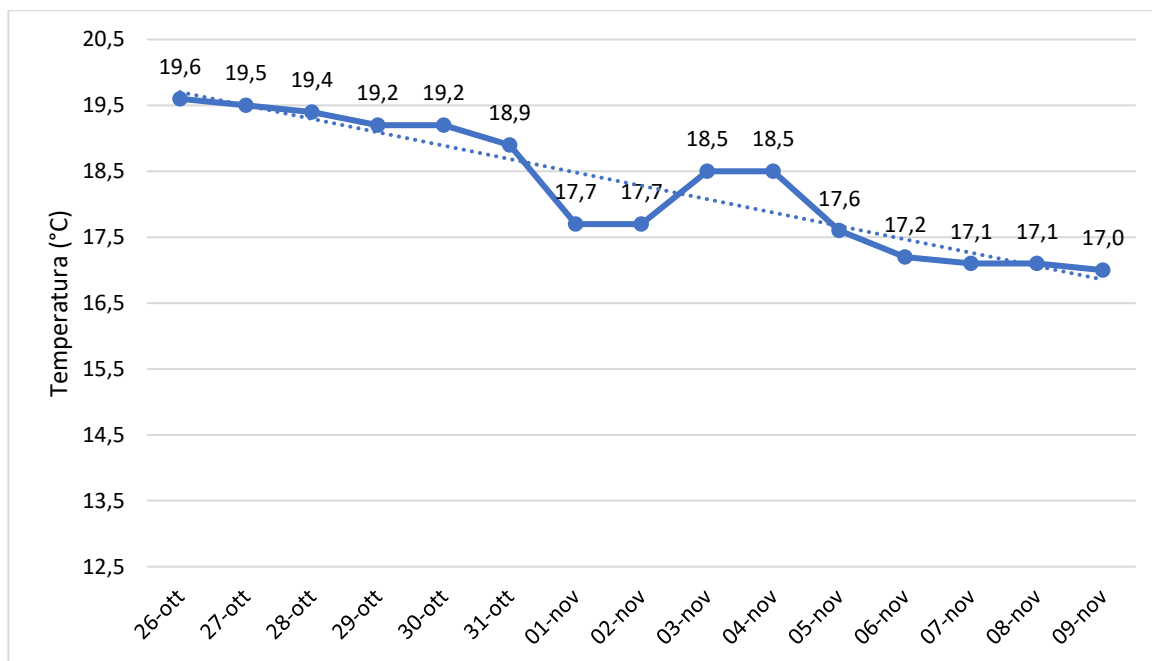


Grafico 1.2. Temperatura media serra B1, periodo 26 ottobre – 9 novembre.

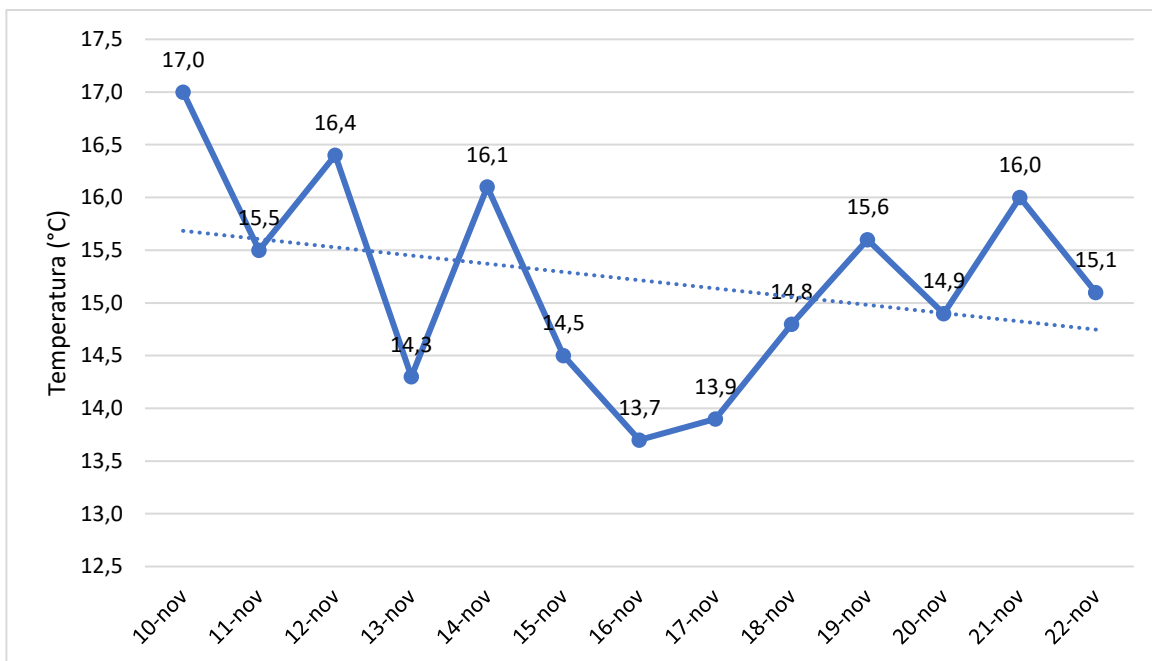


Grafico 1.3. Temperatura media serra B1, periodo 10 novembre – 22 novembre.

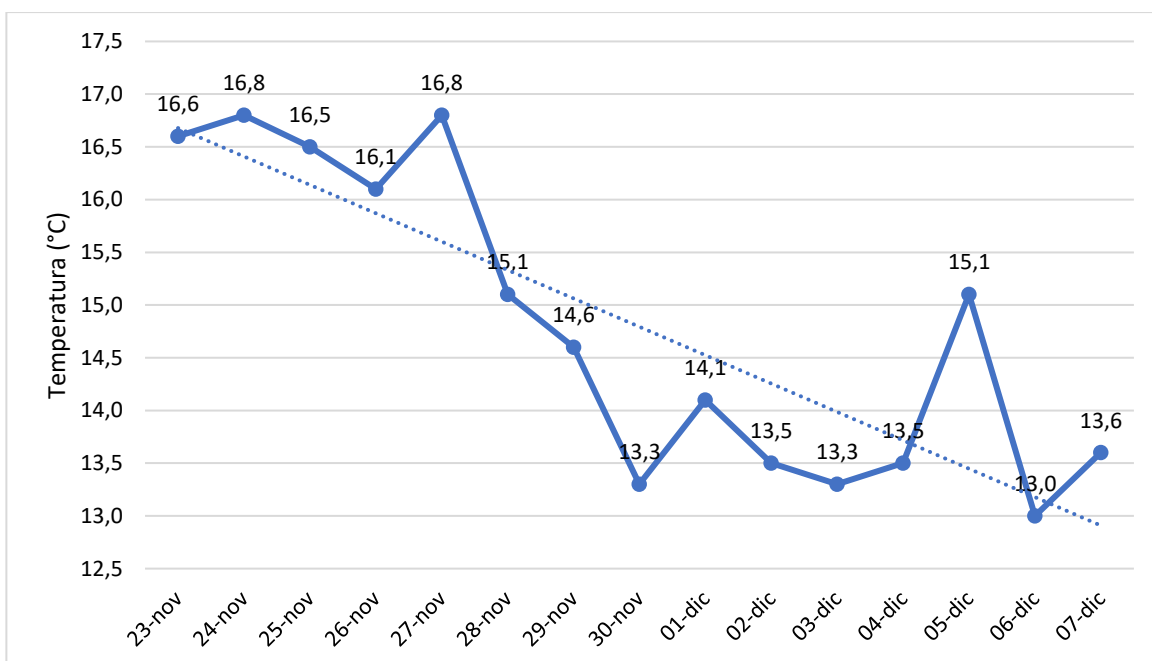


Grafico 1.4. Temperatura media serra B1, periodo 23 novembre – 7 dicembre.

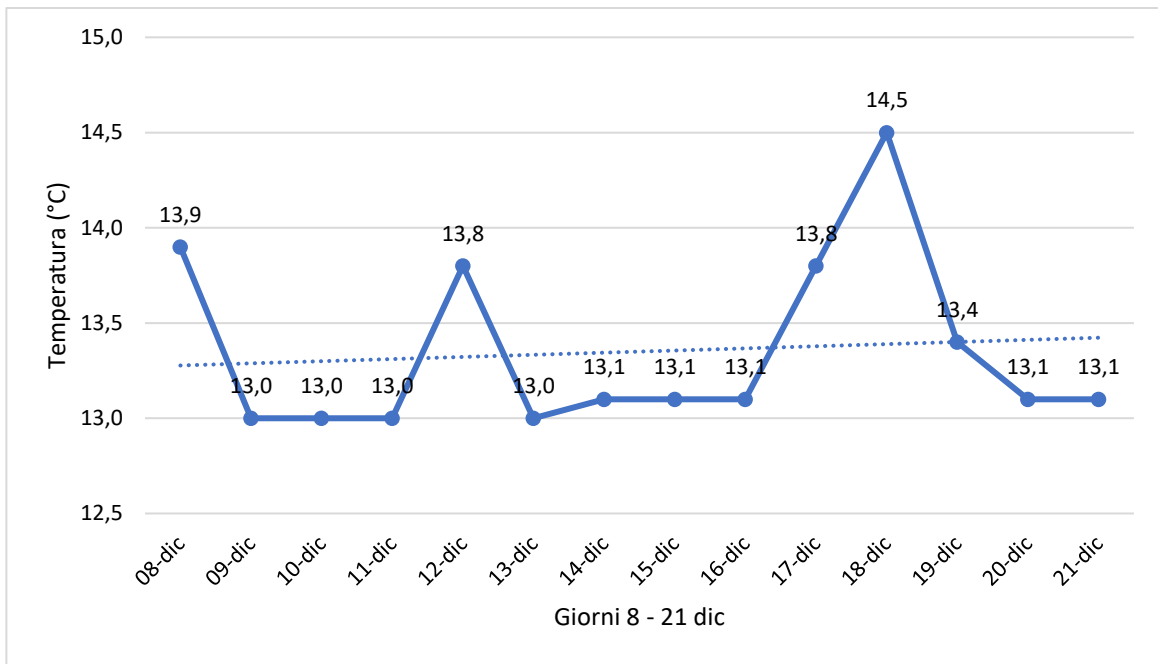


Grafico 1.5. Temperatura media serra B1, periodo 8 dicembre – 21 dicembre.

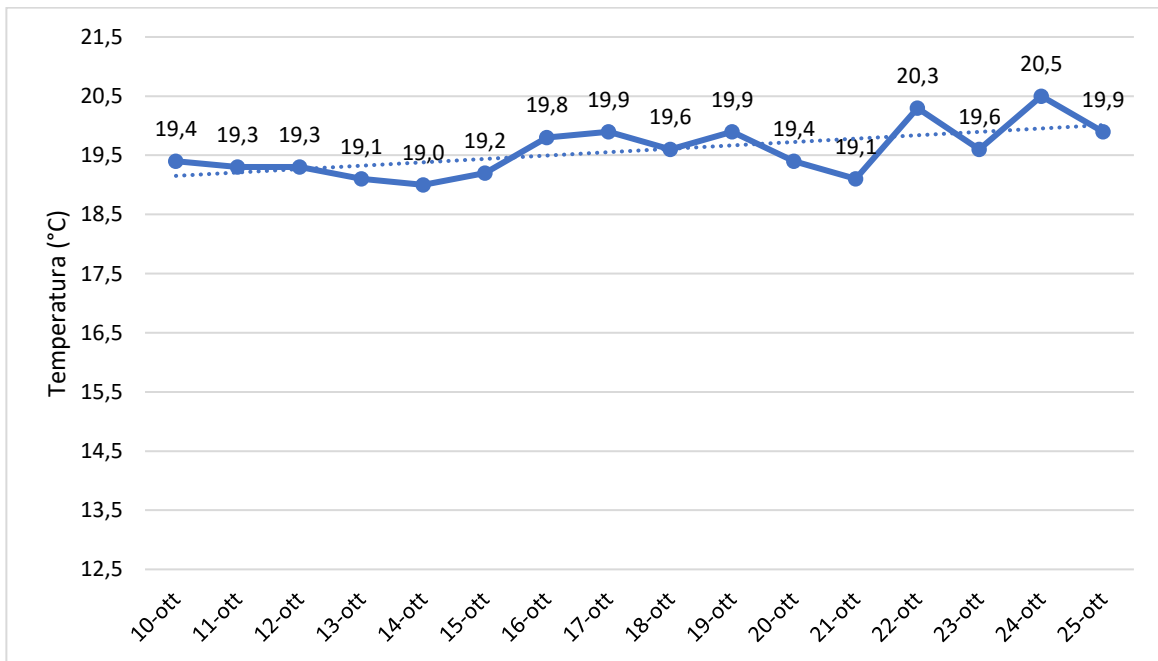


Grafico 2.1. Temperatura media serra A4, periodo 15 ottobre – 25 ottobre.

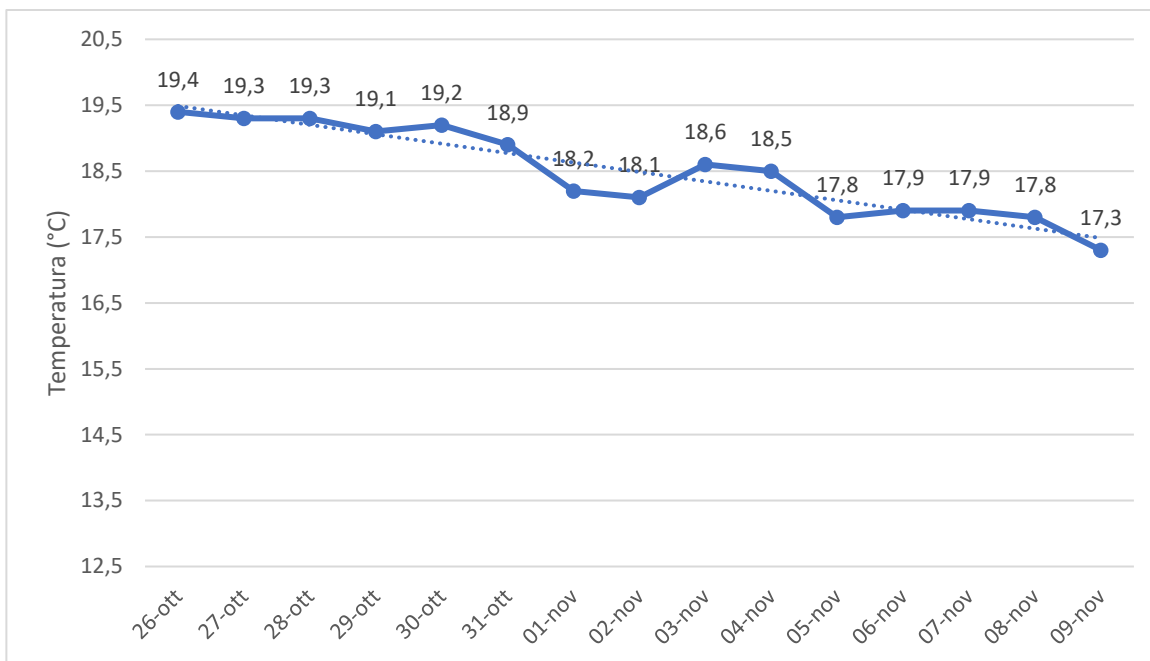


Grafico 2.2. Temperatura media serra A4, periodo 26 ottobre – 9 novembre.

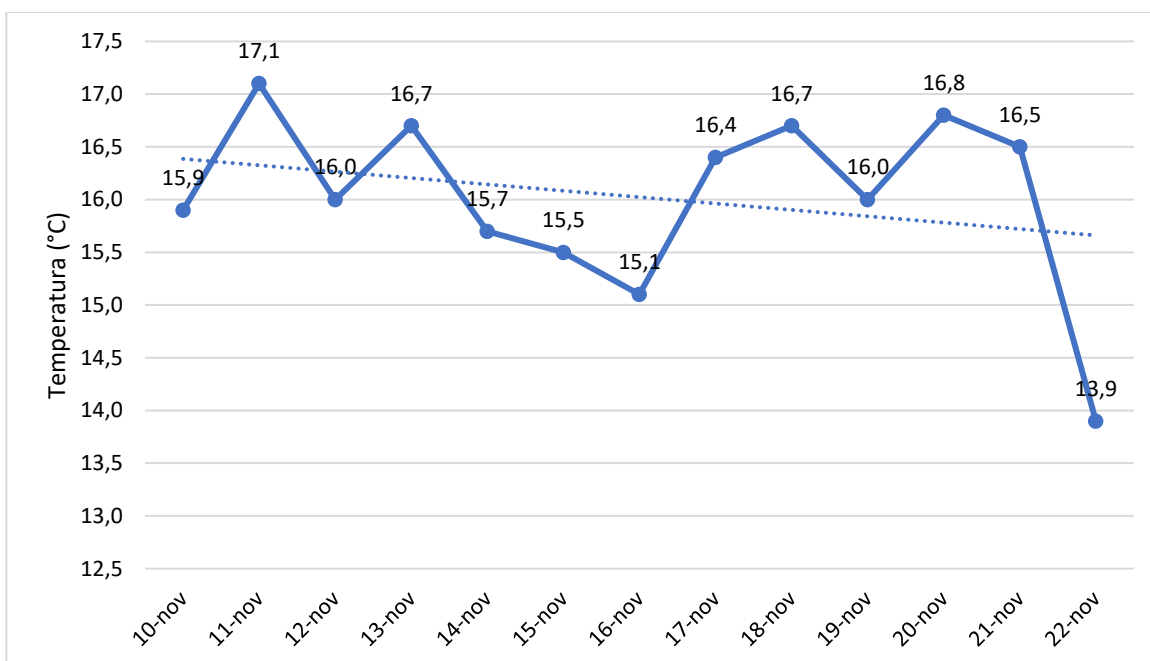


Grafico 2.3. Temperatura media serra A4, periodo 10 novembre – 22 novembre.

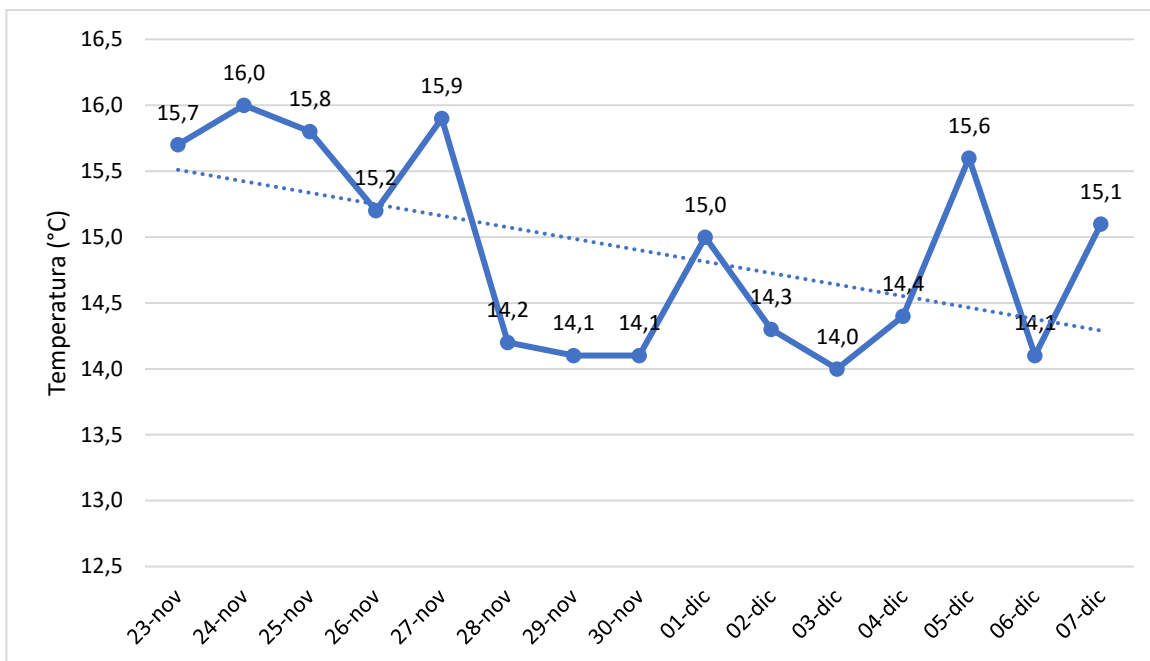


Grafico 2.4. Temperatura media serra A4, periodo 23 novembre – 7 dicembre.

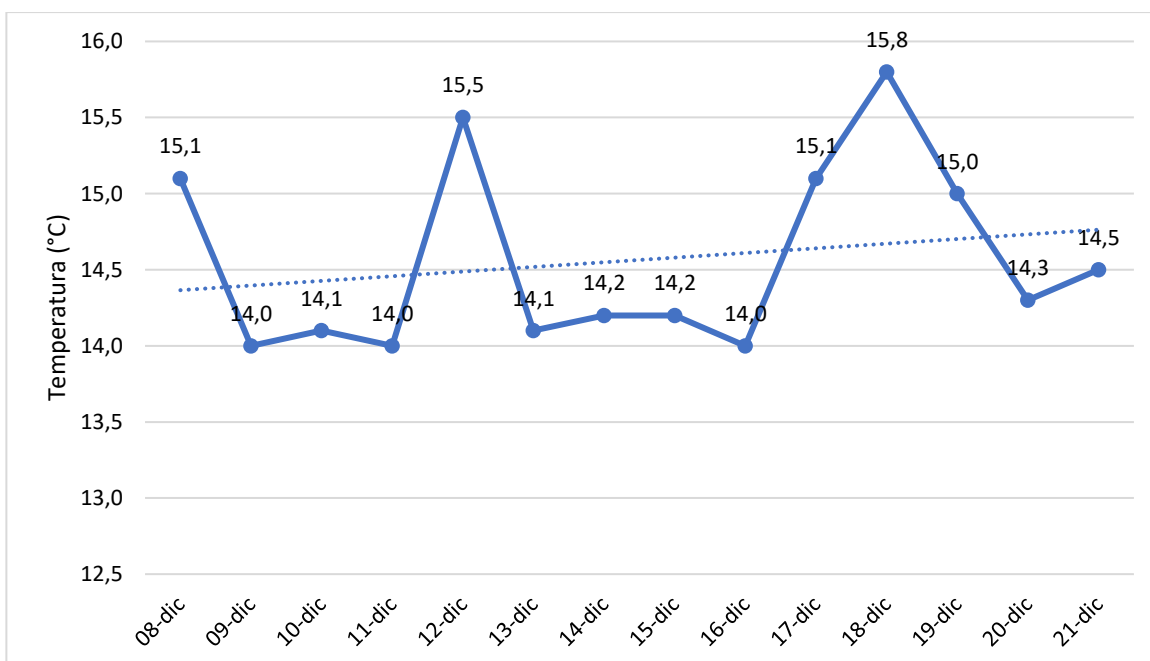


Grafico 2.5. Temperatura media serra A4, periodo 8 dicembre – 21 dicembre.