



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PADOVA

Dipartimento Territorio e Sistemi Agro-Forestali

Dipartimento Agronomia Animali Alimenti Risorse Naturali e Ambiente

Corso di Laurea Magistrale in Scienze Forestali ed Ambientali

Prime osservazioni sull'afide asiatico

Tuberocephalus (T.) tianmushanensis Zhang in Italia

First observations of asiatic aphid

Tuberocephalus (T.) tianmushanensis Zhang in Italy

Relatore

Prof.ssa Giuseppina Pellizzari

Correlatore

Dott.ssa Gabriella Frigimelica

Laureanda Giulia Zanettin

matricola n. 1038984

ANNO ACCADEMICO 2013-2014

Indice

Riassunto.....	5
Abstract.....	7
1. L'introduzione accidentale di insetti esotici in Europa e in Italia	9
2. Gli afidi galligeni dioici	19
3. Ritrovamento di <i>Tuberocephalus (T.) tianmushanensis</i> in Italia.....	27
4. Il genere <i>Tuberocephalus</i> Shinji	29
5. Scopo della tesi	39
6. Materiali e Metodi.....	41
7. Risultati.....	49
8. Considerazioni finali.....	57
Bibliografia	59

Riassunto

Il ritrovamento di *Tuberocephalus* (*Trichosiphoniella*) *tianmushanensis* (Hemiptera Aphididae) in Italia è avvenuto per la prima volta il 30 maggio 2012 quando, sui due esemplari di *Prunus subhirtella* cv. *pendula* (Rosaceae) da tempo presenti nell'Orto Botanico di Padova, sono state notate le caratteristiche galle indotte dall'afide asiatico. Tempo addietro la specie era stata segnalata in Francia (e successivamente eradicata con successo); da allora l'afide non era più stato ritrovato in Europa.

Il monitoraggio e l'osservazione del ciclo biologico dell'afide, effettuati a partire dal mese di ottobre 2012 fino agli inizi di ottobre 2013, permettono di affermare che la specie sia acclimatata nel nostro ambiente in quanto la sua popolazione è presente in misura numerica sufficiente a persistere indefinitamente nel nuovo territorio.

Dalle ricerche effettuate la specie appare presente sul territorio in modo limitato e frammentario. La presenza in un vivaio di piante ornamentali, sito nel comune di Saonara (PD), è sicuramente legata all'importante ruolo che i vivai di piante ornamentali hanno nell'introduzione e nella diffusione di specie esotiche attraverso gli scambi commerciali di specie vegetali.

L'ospite secondario rimane incerto in quanto il tentativo di trasferimento delle femmine fondatrigenie alate (migranti) su *Artemisia vulgaris*, specie riportata come ospite secondario in letteratura, non ha avuto esito positivo.

Abstract

The Asiatic aphid *Tuberocephalus* (*Trichosiphoniella*) *tianmushanensis* Zhang (Hemiptera Aphididae) was first detected in May 2012 on *Prunus subhirtella* cv. *pendula* (Rosaceae) trees growing outdoors at the University Botanical Garden of Padua (Italy). This heteroecious species forms leaf galls on *Prunus subhirtella*, the primary host, whereas the secondary host plants, when known, are mostly Asteraceae of the genus *Artemisia*. Further investigations demonstrated that the species is also present in a plant nursery in the Veneto region.

Observations on the biology of this alien species have been carried out during 2013. In winter 2012 the overwintering eggs were recorded on the primary host. The first leaf galls were observed in early May 2013. Data are reported on the presence of different stages, on the number of aphids that develop inside the galls and on the time of migration of the alatae. The attempt to transfer the alatae on the secondary host *Artemisia vulgaris* plants in screen house failed till now. Nevertheless, the record of leaf galls on *Prunus* plants for two consecutive years demonstrates that the aphid *Tuberocephalus* (*Trichosiphoniella*) *tianmushanensis* is established in the Veneto region. So far this species was considered eradicated in Europe, after its first incursion in France in 1993.

1. L'introduzione accidentale di insetti esotici in Europa e in Italia

L'invasione biologica

L'invasione biologica è un processo di diffusione di una specie al di fuori del suo originario areale di distribuzione, in seguito al quale la specie viene, nel nuovo ambiente, definita specie alloctona o esotica. L'invasione può avvenire per opera di naturali processi di diffusione o, più frequentemente, ad opera dell'uomo che, in modo volontario o involontario, introduce la specie nel nuovo ambiente.

Per indicare l'anno di introduzione di una specie esotica in un nuovo ambiente solitamente ci si riferisce all'anno in cui è stata per la prima volta segnalata la sua presenza con una pubblicazione in una rivista scientifica. È però evidente come l'anno considerato possa talvolta non rappresentare la realtà dei fatti in quanto la specie può essere già da tempo presente sul territorio ma essere passata inosservata fino a quel momento. In seguito all'arrivo di una specie alloctona si distinguono tre differenti possibili condizioni di acclimatazione (Pellizzari e Dalla Montà, 1997):

- specie non acclimatata;
- specie acclimatata e ampiamente distribuita sul territorio;
- specie acclimatata ma presente in modo limitato e spesso isolato sul territorio (si considera acclimatata una specie che presenta una popolazione di consistenza numerica sufficiente a persistere indefinitamente nel nuovo territorio).

Secondo la legge empirica del 10%, su 100 specie introdotte solo il 10% di esse sopravvive e di queste un altro 10% (ovvero 1/100) si rivela essere invasiva.

Gli insetti sono tra gli organismi che con maggiore frequenza vengono accidentalmente trasportati da un continente all'altro ma non mancano altri artropodi, funghi, batteri e virus nonché specie vegetali ed animali.

Breve disamina degli insetti introdotti in Italia

Inizialmente gli scambi tra i diversi continenti avvenivano mediante mezzi di trasporto a vela ed il numero di introduzioni accidentali era piuttosto basso. In Italia a partire dalla scoperta dell'America fino al 1840 solamente tre insetti vennero introdotti con questa modalità. Successivamente l'utilizzo dei mezzi di trasporto a vapore ebbe un imponente impatto sulla storia in quanto furono accidentalmente introdotte in Europa un gran numero di specie che ebbero conseguenze talvolta drammatiche sulle produzioni agricole e sulla popolazione europea. A tal proposito si ricordano l'arrivo del fungo oomicete *Phytophthora infestans* (Mont.) De Bary responsabile della Peronospora della patata, che tra il 1845 ed il 1849 fu la principale causa della grande carestia che colpì l'Irlanda alla quale seguì una forte emigrazione in America, e l'introduzione dell'emittero *Viteus vitifolia* (Fitch.), noto come Fillossera della vite, che dalla seconda metà dell'Ottocento si diffuse rapidamente in tutti i vigneti europei causandone la distruzione di circa due milioni di ettari.

Dalla seconda metà del XX secolo si è assistito ad un ancor più significativo incremento delle nuove introduzioni. La globalizzazione dei mercati e l'impiego del mezzo di trasporto aereo hanno portato infatti ad un ancor maggiore flusso degli scambi tra i diversi continenti e ad una notevole intensificazione dei traffici, ai quali è conseguito un considerevole aumento del numero degli organismi accidentalmente introdotti. In Europa, per quanto riguarda gli artropodi, nel periodo 2000-2008 si è osservato un incremento medio di 19.6 nuove specie esotiche all'anno. Un valore quasi doppio rispetto a quello osservato nel precedente periodo 1950-1974 dove la media era di 10.9 nuove specie annualmente segnalate (Roques, 2010). L'incremento del numero di insetti esotici è stato osservato principalmente per le specie fitofaghe, molte delle quali presenti su piante ornamentali, ed è probabilmente legato al fatto che gli scambi commerciali di piante tra i vari Paesi sono andati intensificandosi negli ultimi decenni. Tra i Paesi Europei, l'Italia è sicuramente uno dei maggiormente esposti al fenomeno delle introduzioni accidentali sia per la sua posizione geografica, che lo rende il crocevia di numerosi traffici internazionali (Pellizzari e Dalla Montà, 1997), sia per la molteplicità di habitat e di condizioni climatiche che ne caratterizzano il territorio. L'eterogeneità di ambienti aumenta infatti le probabilità che la specie introdotta riesca ad insediarsi nel nuovo ambiente e l'ampio range dei parametri climatici favorisce, specialmente nelle regioni meridionali, l'acclimatazione delle specie di origine subtropicale (Pellizzari e Dalla Montà, 1997).



Figura 1 - A sinistra individui adulti di *Metcalfa pruinosa* Say; a destra adulto di *Anoplophora chinensis* (Forster).

Il nostro Paese inoltre è stato, molto spesso, il primo focolaio di specie esotiche che in seguito hanno colonizzato gli altri Paesi europei (Pellizzari e Dalla Montà, 1997). È il caso dell'emittero flatide polifago di origine nord americana *Metcalfa pruinosa* Say, segnalato per la prima volta in Europa nel 1979 nei pressi dell'aeroporto internazionale di Treviso, e dell'emittero tingide *Corythucha ciliata* Say, anch'esso segnalato per la prima volta in Veneto nel 1966, sui platani di Piazza degli Emeritani a Padova, e successivamente diffusosi negli altri Paesi europei.

Sono prime segnalazioni europee in Italia anche quelle di due cocciniglie polifaghe: *Ceroplastes japonicus* Gray, che in seguito alla prima segnalazione, avvenuta a Padova e Roma nel 1983, risulta ora ampiamente diffuso su tutto il territorio nazionale e nei Paesi limitrofi, e la più recentemente segnalazione, avvenuta nel 2001, di *Ceroplastes ceriferus* Fabricius che attualmente è invece presente solo localmente.

Sempre nel 2001 furono rinvenute nella nostra penisola altre due specie esotiche mai segnalate prima in Europa. Si tratta della psilla dell'Albizzia, *Acizzia jamatonica* Kuwayama, segnalata in Piemonte, e del cerambicide *Anoplophora chinensis* (Forster) segnalato invece in provincia di Milano e che rappresenta una grave minaccia per le latifoglie di ecosistemi sia urbani che forestali.

Altre volte invece le specie di origine esotiche giungono in Italia da altri Paesi europei. È il caso di due pericolosi fitofagi che hanno messo a dura prova le palme del bacino del Mediterraneo: il lepidottero di origine sudamericana *Paysandisia archon* Burmeister introdotto nel 2003 e il coleottero curcuglionide *Rhynchophorus ferrugineus* Olivier, ben più noto come Punteruolo rosso delle palme, giunto nella nostra penisola nel 2005 e per il quale la lotta è obbligatoria su tutto il territorio nazionale. Le due specie sembrano

essere state introdotte con l'importazione di palme ornamentali infestate da parte della Spagna e che da lì hanno successivamente raggiunto anche il nostro Paese.

In questa breve disamina di specie esotiche accidentalmente introdotte infine, come non ricordare l'arrivo di *Dryocosmus kuriphilus* Yasumatsu, l'imenottero cinipide esclusivo del genere *Castanea*. Questo galligeno di origine cinese è arrivato in Italia nel 2002 e da allora ha notevolmente compromesso la vigoria degli esemplari di castagno provocando ingenti danni alla produzione di frutti.

Non mancano tuttavia, anche per quanto riguarda gli insetti, esempi di introduzioni volontarie sebbene, nella maggioranza dei casi, queste riguardino soprattutto le specie vegetali diffuse nei giardini a scopo ornamentale e le specie animali da compagnia. In questo caso l'introduzione volontaria di un insetto viene effettuata con il preciso scopo di controllare la diffusione di un altro insetto fitofago anch'esso esotico che, nell'ambiente nel quale è stato introdotto, si rivela essere una specie dannosa.

Si ricorda a tale proposito l'introduzione volontaria del coleottero coccinellide *Rodolia cardinalis* Mulsant, predatore specifico di *Icerya purchasi* Maskell.

La cocciniglia cotonosa degli agrumi, specie molto polifaga, si era dimostrata esiziale per l'agrumicoltura quando, nel 1868 dall'Australia, giunse dapprima in America e, successivamente nel 1900, anche in Italia. Alla fine del XIX secolo l'introduzione in America del suo antagonista naturale, originario anch'esso dall'Australia, permise il controllo efficace della cocciniglia.

L'introduzione di *Rodolia cardinalis* Mulsant è tuttora ricordata come il primo e più famoso esempio di controllo biologico nella storia, tuttavia si ricorda che qualsiasi introduzione, volontaria o involontaria, rappresenta sempre una minaccia per la conservazione della biodiversità. Ciascuna specie esotica infatti, nell'ambiente di introduzione, può compromettere gli equilibri ecologici locali e gli habitat naturali, nonché dar luogo ad ibridazioni con le specie native. A queste implicazioni di natura ecologica se ne possono aggiungere altre di natura economica e politica legate alle azioni che devono essere intraprese per il controllo, o l'eradicazione, della specie esotica ed il contenimento dei danni da essa provocati, qualora questa risulti essere invasiva. È pertanto fondamentale valutare con attenzione tutti i rischi legati all'introduzione di qualsiasi specie in un nuovo ambiente.

Origine e tassonomia degli artropodi esotici presenti in Europa

Dall'osservazione dei dati raccolti nel 2009 con il Progetto DAISE (Delivering Alien Invasive Species Inventories for Europe) è possibile affermare che attualmente in Europa gli insetti esotici rappresentano l'87% delle 1950 specie di artropodi introdotte. Per quanto riguarda l'origine delle specie alloctone presenti in Europa, esse provengono per la maggior parte dall'Asia (26.7%) e dal Nord America (21.9%). Il maggiore contributo da parte di questi continenti è legato principalmente a motivazioni di carattere storico e alle analogie climatiche che si osservano nelle zone poste alle stesse latitudini. Gli altri continenti contribuiscono in misura minore: il 14.4% delle specie è di origine africana, il 6.3% proviene dall'Oceania, il 10.6% dal Sud America mentre il restante 5.8% delle specie è di origine tropicale. Per le specie cosmopolite (14.3%) non è possibile indicare con certezza la provenienza geografica.

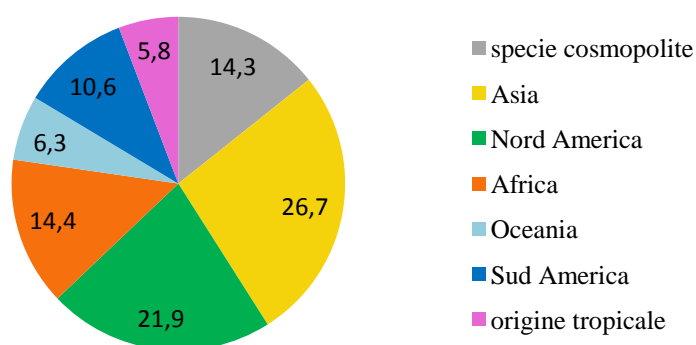


Figura 2 - Regioni di origine degli artropodi esotici introdotti in Europa (Dati Progetto DAISE 2009).

Per quanto riguarda invece la tassonomia, si riscontra che il 63.7% gli insetti esotici presenti in Europa appartiene all'ordine Coleoptera (25%), Hemiptera (20%) e Hymenoptera (18.7%). Le altre specie appartengono agli ordini Diptera (6.2%), Lepidoptera (6.1%), Thysanoptera (3.3%), Psocoptera (3.1%) ed altri ordini in misura ancor minore.

L'ordine degli Emitteri, in particolare, è rappresentato in prevalenza da specie appartenenti alle famiglie Aphididae, Diaspididae e Pseudococcidae. La predominanza di tali famiglie è molto probabilmente dovuta alle ridotte dimensioni degli individui e alla loro peculiare caratteristica di localizzarsi in parti nascoste delle piante. Questo fa sì che gli individui presenti sul materiale vegetale passino inosservati ai controlli effettuati dagli organi di frontiera.

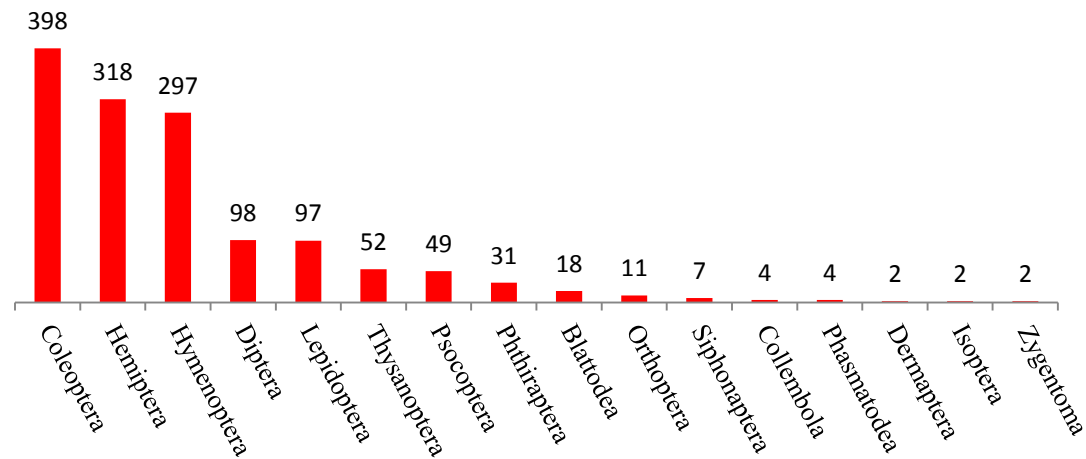


Figura 3 - Importanza relativa di ciascun ordine di insetti esotici presente in Europa.

L'arrivo di nuove specie esotiche in Europa ha significativamente modificato la composizione della fauna autoctona. Prima delle introduzioni 30 famiglie non erano rappresentate, nella fauna europea, da nessuna specie ad esse appartenente. In alcune famiglie le specie esotiche appaiono addirittura presenti in misura eccessiva.

È il caso delle cocciniglie appartenenti alla famiglia Diaspididae, dove quasi metà (44.6%) delle specie presenti in Europa sono di origine alloctona (60 su 130 specie). Anche nelle famiglie Coccoidae e Pseudococcidae le specie esotiche sono abbondantemente presenti, rispettivamente per il 32.3% ed il 25.7% sul totale delle specie.

Per quanto riguarda infine la distribuzione delle specie esotiche in Europa, si osservano notevoli differenze tra i diversi Paesi. La nostra penisola presenta il maggior numero di specie alloctone, con 700 differenti specie segnalate, seguito da Francia (690 specie), Gran Bretagna (533 specie), Spagna (486 specie) e Germania (362 specie).

Il numero di specie esotiche diminuisce sensibilmente con la longitudine mentre la latitudine sembra non avere su di esso un'influenza significativa.

Vi è una forte correlazione tra il numero di specie esotiche presenti in un Paese ed il volume del commercio di importazione, la densità della rete viaria e il numero di abitanti del Paese stesso. Ciò conferma l'importanza che gli scambi commerciali rivestono sull'introduzione accidentale di specie esotiche.

Gli afidi esotici introdotti in Europa e in Italia

Per quanto riguarda gli afidi esotici, in Europa sono presenti 98 specie originarie da altri continenti, alle quali si vanno ad aggiungere quattro specie cosmopolite di origine

incerta, per un totale di 102 specie esotiche presenti. Considerato che la fauna afidica europea include attualmente 1373 differenti specie, si può affermare che la fauna esotica rappresenta il 7.4% di quella europea.

Per quanto riguarda l'origine geografica delle specie afidiche esotiche presenti in Europa, la maggior parte di esse proviene dalle regioni temperate del Nord America e dell'Asia che contribuiscono ciascuna per il 43.1%. Solamente quattro specie (3.9%) sono originarie dell'Africa; il 5.9% è di origine tropicale mentre il rimanente 3.9% sono specie cosmopolite di origine non accertata. Nessuna specie proviene dall'Oceania e dal Sud America. La proporzione del contributo dato da ciascuna regione biogeografia alla composizione della fauna afidica europea è, nel corso degli anni, rimasta pressoché invariata e sembra rispecchiare la diversità di ciascun continente.

Le specie esotiche appartengono a 12 differenti sottofamiglie, molte delle quali sono già ben rappresentate dalle specie native mentre altre tre sottofamiglie (Greenideinae, Lizerinae e Neophyllaphidinae) erano sconosciute in Europa prima dell'introduzione di specie appartenenti ad esse. Ciascuna di queste tre sottofamiglie è rappresentata da una sola specie introdotta. Cinque sottofamiglie contribuiscono ciascuna per più di cinque specie ad arricchire la fauna esotica. Tra queste predomina la sottofamiglia Aphidinae (per il 59%), alla quale seguono Callaphidinae (16%), Lachninae (5.8%), Eriosomatinae (4.8%) e Chaitophorinae (4.8%). Queste cinque sottofamiglie sono anche tra le più rappresentate dalle specie native. Mentre le altre sette sottofamiglie contribuiscono per meno dell'1% al totale delle specie esotiche.

La composizione tassonomica delle specie esotiche è fortemente eterogenea a livello di genere. Le specie appartengono a 58 differenti generi, 32 dei quali (55%) sono, in Europa, rappresentati unicamente da specie alloctone e 40 dei quali (69%) contribuiscono soltanto con una singola specie. Ad essere maggiormente rappresentato è il genere *Aphis*, con otto differenti specie. Ciò non sorprende molto considerato che il genere comprende più del 10% delle specie conosciute nel mondo e che è abbondantemente presente in tutte le regioni biogeografiche.

Come già detto in precedenza, per molte specie esotiche la data di prima segnalazione non corrisponde con la data di introduzione; per molte di esse infatti la precisa data di introduzione è sconosciuta in quanto si tratta di arrivi non intenzionali, tuttavia le informazioni a disposizione permettono di affermare che, nella maggioranza dei casi, le due date siano piuttosto ravvicinate nel tempo.

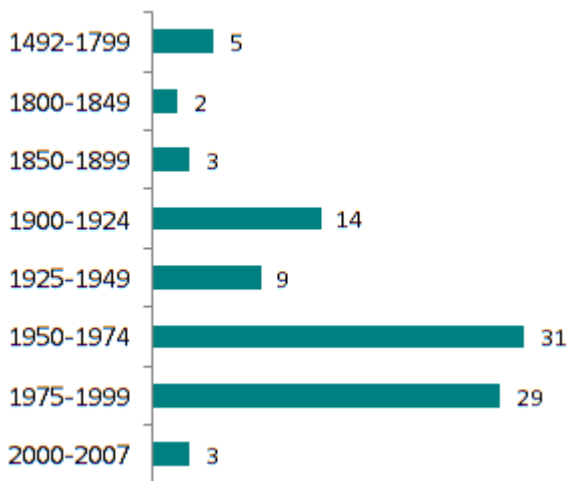


Figura 4 - Numero di prime segnalazioni di artropodi esotici in Europa da 1492 al 2007.

Considerando quanto detto, si può osservare che fino all'Ottocento il numero medio di nuove introduzioni era di 0.5 specie per anno. Il numero è poi andato aumentando a partire dalla seconda metà del XX secolo, quando da 0.3-0.4 specie introdotte per anno prima del 1950 si è passati a registrare il valore di 1.3 specie per anno tra il 1950 e il 1974. Le nuove segnalazioni sono poi nuovamente diminuite nel periodo tra il 2000 ed il 2007, durante il quale si è

osservato un valore di 0.42 specie per anno. Considerata la variabilità dei valori osservati nei diversi periodi di tempo non è possibile fare una previsione per il futuro.

L'Italia è il terzo Paese europeo per numero di afidi esotici presenti (con 58 differenti specie segnalate), al quale seguono la Gran Bretagna e la Francia che contano rispettivamente 64 e 63 specie introdotte. In Sicilia sono presenti 45 diverse specie di afidi.

Non è noto nessun caso di introduzione volontaria in Europa per quanto riguarda gli afidi. Tutte le specie esotiche sono quindi state accidentalmente introdotte. In molti casi risulta però difficile descrivere con certezza la modalità di introduzione della nuova specie, che molto spesso viene dedotta dalle sue caratteristiche biologiche. Si ipotizza che buona parte degli afidi esotici siano giunti in Europa attraverso l'introduzione delle loro piante ospiti, considerato l'elevato grado di specificità che essi hanno nei confronti delle specie vegetali.

Anche la distribuzione degli afidi è legata alla presenza delle loro piante ospiti. Si osserva pertanto che gli afidi strettamente legati a poche specie esotiche, non presenti nei siti naturali ma tipiche invece delle colture agrarie, delle serre e dei giardini, sono confinati negli habitat artificiali. Le specie tropicali e subtropicali, in Europa, sono presenti solamente all'interno di serre dove le condizioni climatiche sono loro più favorevoli. Altre specie ancora, sono state trovate solo una o due volte e non è ancora chiaro se si siano acclimatate o meno.

Per quanto riguarda l'impatto ecologico ed economico, numerosi afidi esotici sono considerati dannosi sulle colture agrarie ed orticole, sulle piante di interesse ornamentale

e forestali. In particolare, sulle colture agricole ed orticole sono considerate dannose 52 specie delle 102 complessive specie esotiche che su di esse sono state segnalate (Blackman and Eastop, 2000).

Gli afidi causano sulla vegetazione un danno diretto dovuto alla sottrazione di linfa e di sostanze nutritive e all'immissione di saliva nella pianta. L'effetto combinato delle due azione provoca riduzione dello sviluppo e conseguenti indebolimenti, deformazioni e neoplasie sugli organi colpiti, colatura di fiori e frutti. I danni indiretti sono invece legati all'abbondante emissione di feci liquide zuccherine (melata) in seguito alla quale si sviluppano funghi saprofiti responsabili dell'annerimento della vegetazione, la cosiddetta fumaggine, che oltre a ridurre la superficie fotosintetizzante della pianta può anche ridurre l'eventuale valore ornamentale.

Un danno di tipo estetico, oltre che economico, si verifica anche quando gli afidi, pungendo con il loro apparato boccale pungente-succhiante, provocano la malformazione dei tessuti vegetali. Le alterazioni più appariscenti si manifestano con deformazioni morfologiche degli organi vegetali infestati o addirittura con la produzione di caratteristiche strutture neoplastiche. È il caso delle galle e pseudogalle prodotte dagli afidi galligeni.

Infine gli afidi possono anche essere responsabili della trasmissione di virus da una pianta infetta ad una non infetta.



Figura 5 - Colonie di afidi, a sinistra, su foglia di melo e, a destra, sui boccioli fiorali di oleandro.

2. Gli afidi galligeni dioici

Fin da tempi remoti le galle, con le loro caratteristiche forme ed i loro colori, hanno rappresentato un affascinante soggetto di studio per entomologi, ecologi e naturalisti. Tra gli organismi in grado di indurre la formazione di queste particolari deformazioni morfologiche sugli organi vegetali, gli afidi galligeni sono sicuramente tra i più singolari sia per il loro ciclo biologico complesso ed inusuale, strettamente legato all'alternanza delle generazioni su differenti piante ospiti, sia per ciò che la galla rappresenta per essi. Per gli afidi galligeni infatti, a differenza di quanto avviene per altri organismi galligeni, la galla non rappresenta solamente un riparo ma anche una sorta di "incubatrice riproduttiva" nella quale gli afidi vengono riprodotti partenogeneticamente e nella quale trovano un microambiente ed un substrato alimentare favorevoli al loro sviluppo. Le disponibilità alimentari sicuramente accentuate all'interno delle galle (Forrest, 1971) e delle pseudogalle (Kennedy, 1958) indirettamente spiegano l'elevata densità degli esemplari per unità di superficie che abitualmente si rinviene al loro interno (Barbagallo, 1985).

È possibile identificare, anche in modo piuttosto facile, l'autore di una galla semplicemente dall'osservazione della sua forma su una determinata pianta ospite, in quanto ciascuna galla presenta forma, struttura e colore caratteristici a seconda dell'organismo che l'ha indotta. Gli organismi galligeni sono strettamente specifici: inducono infatti su una ben determinata specie di pianta ospite, e solo su quella, una caratteristica galla, di forma e colore costanti, e quindi facilmente identificabile anche quando il galligeno l'abbia abbandonata, al termine del suo sviluppo (Pellizzari, 2010).

Origine e distribuzione geografica degli afidi galligeni

Sono conosciute specie di afidi galligeni provenienti da tutti i continenti ad eccezione dell'Antartide (Wool, 1984). Secondo Mani (Mani, 1964) gli afidi galligeni attualmente identificati sono oltre 700 differenti specie e, di queste, circa la metà è di

origine olartica mentre solo una minima parte è di origine tropicale. Differenti individui di una stessa specie sono stati descritti, nel corso degli anni, su differenti specie di piante ospiti ed in differenti parti del mondo. Ciò ha fatto sì che, di conseguenza, molte delle specie più conosciute presentino in letteratura numerosi sinonimi invalidi. Appare perciò evidente come la classificazione tassonomica degli afidi non sia particolarmente semplice a causa, tra le altre motivazioni, del loro complesso ciclo biologico. Inoltre la maggior parte delle specie risulta ancora poco conosciuta ed è quindi possibile che il valore di oltre 700 differenti specie di afidi galligeni riportato da Mani (Mani, 1964) possa essere stato eccessivamente sovrastimato (Wool, 1984).

Per quanto riguarda la distribuzione degli afidi galligeni, questa risulta essere, volontariamente o involontariamente, fortemente condizionata dalle attività antropiche. Gli scambi commerciali di piante, ornamentali e non solo, che avvengono tra i diversi Paesi ed i continenti hanno infatti portato al trasferimento di afidi in zone nelle quali essi in precedenza non erano mai stati segnalati (Wool, 1984). Il genere *Tetraneura*, di origine probabilmente asiatica, è oggi presente in tutti i continenti ma la sua distribuzione sembra essere quasi certamente non attribuibile a naturali fenomeni di dispersione (Hille Ris Lambers, 1970).

Va ricordato inoltre che la distribuzione di ciascuna specie è necessariamente limitata dalla distribuzione dell'ospite primario. Tuttavia gli afidi che, sull'ospite secondario vivono in forma libera, possono presentare una maggiore distribuzione (Hille Ris Lambers, 1957) e laddove l'ospite primario non è presente, possono comunque vivere ma senza mai formare galle (anolociclo).

Le piante dicotiledoni sono, tra le piante ospiti primarie, quelle principalmente interessate dalla formazione di galle e tra le famiglie con importanza economica, le Rosaceae, Rutaceae, Saxifragaceae e Solanaceae sono quelle attaccate in misura maggiore (Forrest, 1987).

Il ciclo biologico degli afidi galligeni

Gli afidi galligeni presentano un ciclo biologico complesso, che prevede il susseguirsi di generazioni che si alternano tra due piante ospiti, quasi sempre appartenenti a gruppi tra loro botanicamente diversi e definite ospite primario e ospite secondario. Tale ciclo è detto ciclo dioico (o eteroico) ed è caratterizzato dal susseguirsi di generazioni partenogenetiche telitiche (cioè di soli individui femminili) nel periodo

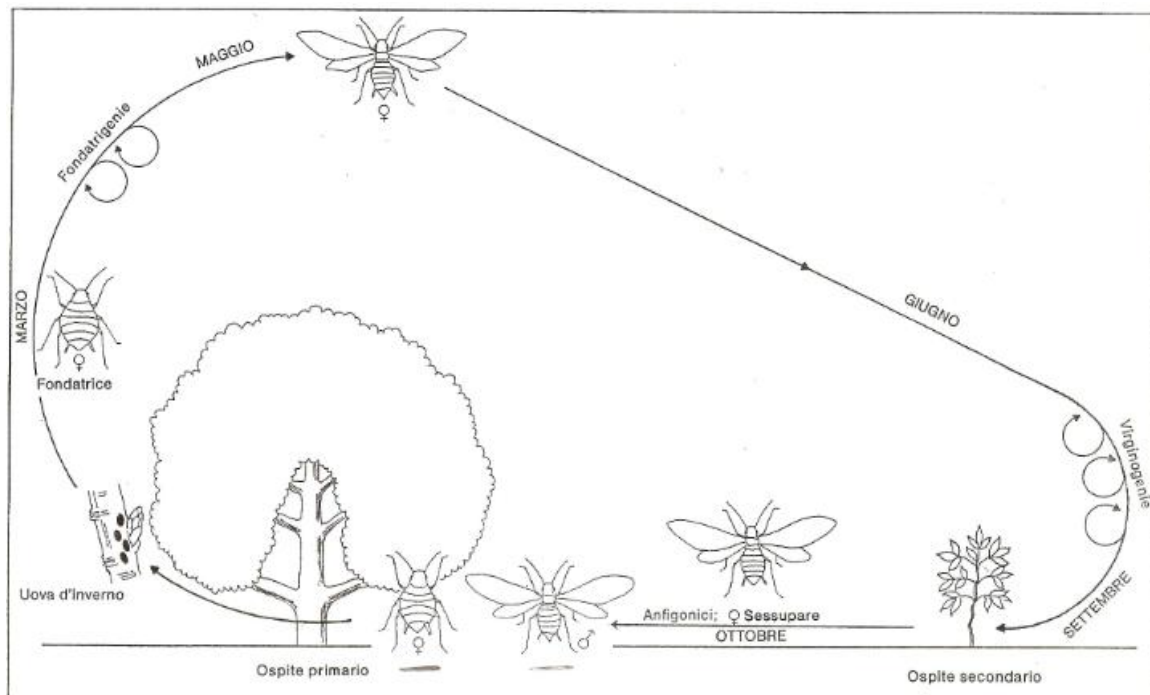


Figura 6 – Rappresentazione schematica di un olociclo dioico. Durante la tarda primavera avviene la migrazione dall'ospite primario al secondario sul quale si verificano più generazioni di virginogenie. In autunno le femmine andropare e ginopare danno origine rispettivamente a maschi e femmine (gli anfigonici). L'incontro tra i due sessi avviene sull'ospite primario e qui vengono deposte le uova d'inverno (Da Cravedi e Bolchi Serini, modificato).

primaverile-estivo, alle quali segue una generazione anfigonica autunnale con diapausa invernale allo stadio di uovo.

Sulla corteccia della pianta ospite primaria (solitamente una specie arborea o arbustiva) sverna la specie allo stadio di uovo. L'uovo, detto uovo durevole d'inverno, è solitamente di colore nero lucido e viene deposto singolarmente o in piccoli gruppi, generalmente in vicinanza di una gemma.

In primavera, in seguito alla schiusura delle uova d'inverno, compaiono le femmine attere e partenogenetiche (dette fondatrici) dalle quali discendono 2-3 generazioni di femmine fondatrigenie anch'esse partenogenetiche. Le forme alate delle fondatrigenie (migranti) si spostano sull'ospite secondario (solitamente una specie erbacea), dove danno origine alle generazioni di esuli o virginogenie.

Con il sopraggiungere dell'autunno, tra le esuli compaiono le sessupare ginopare alate che fanno ritorno sull'ospite primario per partorire le femmine ovipare. Nel frattempo, tra le esuli sull'ospite secondario compaiono anche le sessupare andropare attere che originano i maschi, i quali si comportano da re-immigranti e raggiungono, sull'ospite primario, le femmine ovipare per l'accoppiamento. Dopo l'incontro tra i due sessi, le

femmine ovipare depongono sulla corteccia l'uovo durevole d'inverno destinato a svernare.

Un ciclo biologico che si svolge con il completamento di una serie eterogonica di generazioni con alternanza di partenogenesi e anfigonia, sia esso monoico o dioico, viene definito olociclo.

Il ciclo dioico nasce dall'esigenza, da parte dell'afide, di assicurarsi nuove fonti alimentari in quanto, in un determinato momento stagionale, la composizione biochimica dell'ospite primario risulta essere non più idonea alle sue necessità fisiologiche. Il passaggio dall'ospite primario a quello secondario permette dunque all'afide di disporre dell'alimento necessario per proseguire le sue generazioni stagionali. Nel periodo estivo infatti, l'ospite primario, solitamente una pianta arborea o arbustiva, è caratterizzato da un'abituale stasi dell'attività vegetativa mentre l'ospite secondario, una pianta erbacea, è in fase di sviluppo.

Il ciclo monoico, nel quale tutte le generazioni annuali si svolgono sulla medesima specie vegetale ospite, rappresenta un successivo adattamento evolutivo nei rapporti afide-pianta ospite che ha portato alcune specie a rimanere in permanenza sull'ospite secondario.

Morfologia delle galle indotte da afidi

Le galle presentano notevole varietà di forme, dimensioni, colori e strutture caratteristiche della specie che le ha indotte, possono essere per semplicità ricondotte a tre differenti tipologie. La maggior parte delle galle indotte dagli afidi sono costituite da un semplice arrotolamento o ripiegamento verso il basso del lembo fogliare. Esse sono, tra le numerose tipologie di galle ad essere state descritte, le più primitive (Akimoto, 1983). Il ripiegamento interessa la lamina fogliare in senso longitudinale a quello della nervatura principale e può essere più o meno richiuso su se stesso. La sua formazione viene attribuita ad una differente crescita tra la superficie superiore della lamina fogliare e quella inferiore. La superficie esterna di questa tipologia di galle può apparire spiegazzata o arricciata, come nel caso delle galle prodotte da *Dysaphis plantaginea* (Passerini) su melo, oppure può essere ordinata e liscia come invece accade per quelle indotte da *Myzus ligustri* (Mosley) su *Ligustrum sp.* e da *Dysaphis devectora* (Walker) su melo.

Assomigliano ad un piccolo astuccio, poco rigonfio, le galle fogliari prodotte da *Forda formicaria* Von Heiden su *Pistacia palaestina* e quelle indotte da alcune specie appartenenti al genere *Thecabius* su *Populus sp.*



Figura 7 – Da sinistra verso destra, galle di: *Forda formicaria* Von Heiden su *Pistacia palaestina*, genere *Thecabius* su *Populus* sp., *Baizongia pistaceae* (Linneaus) e *Geoica utricularia* (Passerini) entrambe su *Pistacia* sp.

Hanno forma allungata le galle di *Geoica utricularia* (Passerini) che si possono osservare su *Pistacia* sp. mentre hanno forma globosa quelle di *Baizongia pistaceae* (Linneaus), che appaiono spesso completamente sigillate e quindi prive di qualsiasi fessura.

Presentano una forma particolare anche le galle prodotte da *Chermes (Adelges) abietis* (Linneaus) e da *Chermes (Adelges) strobilobius* (Kaltenbach) sul genere *Picea*, che si formano in seguito all'accorciamento degli internodi sui giovani germogli apicali. Nella parte basale essi si ingrossano ed assumono la forma tipicamente simile a quella di un ananas. Ciascuna gemma si trasforma così in una galla chiusa, il cui asse diviene una cavità larvale con funzione protettiva.

Un altro tipo di galla chiusa ma con forma simile ad un marsupio, è quella indotta dalla specie *Pemphigus bursarius* (Linneaus) sul picciolo fogliare di *Populus nigra* var. *Italica*. La galla consiste in una escrescenza cava che contiene al proprio interno la fondatrice e la sua progenie per 8-9 settimane. Raggiunta la maturità, la galla si apre così da permettere la fuoriuscita degli individui.

Un'altra tipologia di galle è rappresentata dalle galle tumorali. Tra queste le più comuni sono quelle prodotte dall'afide *Eriosoma lanigerum* (Hausmann) su *Pirus malus*, sui cui



Figura 8 – Da sinistra verso destra, galle di: *Chermes (Adelges) abietis* (Linnaeus), *Pemphigus bursarius* (Linnaeus), *Mordwilkoja vagabunda* Walsh e *Slavum wertheimae* HRL.

giovani rami compaiono delle protuberanze, rigonfie e screpolate dovute all'ipertrofia e all'iperplasia delle cellule vegetali. Altre galle di questo tipo sono quelle indotte da *Mordwilkoja vagabunda* Walsh sul genere *Populus* e quelle indotte da *Slavum wertheimae* HRL su *Pistacia sp.*, simili ad un corallo o all'infiorescenza di un cavolfiore.

Induzione e formazione delle galle (cecidogenesi)

Come già ricordato in precedenza, le galle sono alterazioni che si manifestano con deformazioni morfologiche degli organi vegetali infestati o addirittura con la formazione di caratteristiche strutture neoplastiche (Barbagallo, 1985). Esse rappresentano per la pianta ospite un meccanismo difensivo (Zucker e Evans, 1985), seppur costruito secondo un progetto non suo, atto a limitare il danno causato dalla popolazione dell'afide che, rimanendo così confinata all'interno della struttura, non si distribuisce sulla vegetazione formando colonie libere.

La formazione della galla è senza dubbio stimolata dalle punture degli afidi sulla vegetazione ed appare essere specie-specifica in quanto diverse specie di afidi inducono sulla stessa pianta ospite galle molto differenti tra loro (Koach e Wool, 1977). Poiché la

forma della galla è il risultato della durata, dell'intensità e della distribuzione della stimolazione (Rohfritsch, 1977), ciascuna di esse rappresenta una specifica reazione della pianta ad un altrettanto specifica azione del parassita. Se il parassita muore o viene rimosso la formazione della galla subisce un arresto (Forrest, 1987).

Tuttavia l'agente responsabile della cecidogenesi non è fino ad ora conosciuto. Esperimenti di laboratorio suggeriscono che le due sostanze candidate al ruolo di "sostanze cecidogeniche" potrebbero essere l'acido indol-3-acetico (IAA), l'ormone di crescita delle piante, ed alcuni amminoacidi liberi presenti nella saliva (Miles, 1968 e 1972). L'agente cecidogenico potrebbe essere lo stesso in tutti gli Emitteri e la forma specifica di ciascuna galla potrebbe dipendere dalla tipologia e dallo stadio del tessuto attaccato, e/o dalle abitudini alimentari dell'insetto (Dunn, 1960).

Le condizioni nelle quali si trova la pianta al momento dell'attacco sono molto importanti per quanto riguarda la formazione della galla. Nella maggioranza dei casi gli afidi attaccano i giovani tessuti in accrescimento, come le gemme o le foglie non ancora completamente distese. Alcuni autori suggeriscono l'esistenza di un gradiente di resistenza all'effetto delle sostanze cecidogeniche da parte dei tessuti della pianta (Prat, 1955) e di come la complessità della galla si riduca con il progressivo invecchiamento dei tessuti (Mani, 1964).

Come avvenga il processo di cecidogenesi non è ancora ben chiaro. In uno studio di Maresquelle (1935), l'autore aveva ipotizzato che il primo passo nella formazione della galla fosse la riduzione dell'allungamento dei tessuti della pianta nella normale direzione. Si è osservato invece che le cellule tendono a svilupparsi egualmente in tutte le direzioni e che è quindi la continua attività dell'afide a controllare lo sviluppo della galla.

Inibizione e stimolazione della crescita dei tessuti possono entrambe derivare dall'attività di assaggio da parte degli afidi e possono essere il risultato della concentrazione delle sostanze iniettate. La crescita dei tessuti appare infatti inibita in presenza dell'elevata concentrazione osservata in vicinanza del punto di iniezione, mentre la stimolazione si verifica laddove la concentrazione è più diluita (Forrest, 1987). In alcuni casi, come per *Dysaphis devectora* (Walker) (Savzdar, 1955), la femmina fondatrice della specie produce sulla lamina fogliare una galla di ridotte dimensioni. Successivamente la sua prole induce la formazione di altre galle vere e proprie, caratteristiche della specie. Si è osservato che il ripiegamento degli steli e l'arrotolamento delle foglie si sviluppa già in poche ore di alimentazione degli afidi (Dunn, 1960; Akomoto, 1981).

In altri casi invece, la formazione della galla avviene attraverso "controllo remoto".

È il caso di *Eriosoma harunire* Akimoto su *Ulmus sp.*, la cui femmina fondatrice si posiziona sul germoglio ed inizia a pungerne i tessuti. Di conseguenza le foglie che si trovano qualche centimetro al di sopra della zona di iniezione iniziano ad arrotolarsi. Successivamente, quando il lembo fogliare è quasi completamente arrotolato, la fondatrice cessa di pungere i tessuti e prende posto all'interno della cavità neo-formata per portare a compimento lo sviluppo della galla.

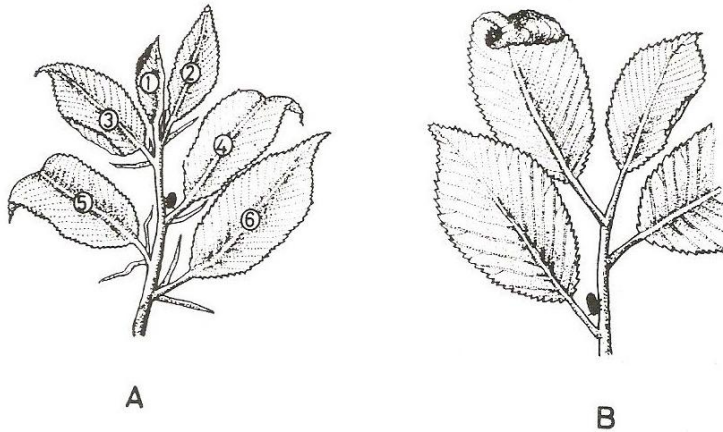


Figura 9 – Germoglio in fase di sviluppo influenzato dalla presenza di una femmina fondatrice che punge i tessuti tra le foglie 3 e 4 (A). Formazione di una galla sulla foglia 2 (B) (Da Forrest, 1987).

La figura 9 suggerisce quale possa essere la zona influenzata dall'attività della fondatrice. Le sostanze vengono certamente traslocate verso l'alto ma si può osservare come l'afide abbia un lieve effetto anche localmente. Talvolta accade infatti di riscontrare su alcune foglie la presenza di piccoli arrotolamenti, quasi degli abbozzi, non occupati dalla colonia afidica. Questi potrebbero essere dovuti per l'appunto alla lieve influenza dell'azione della fondatrice o ai cosiddetti "assaggi" (probing) che l'afide compie sulla vegetazione. In figura 10 si osserva come la saliva iniettata nei tessuti mediante lo stiletto dell'afide, sia capace di influenzare un considerevole numero di elementi floematici con elevata precisione.

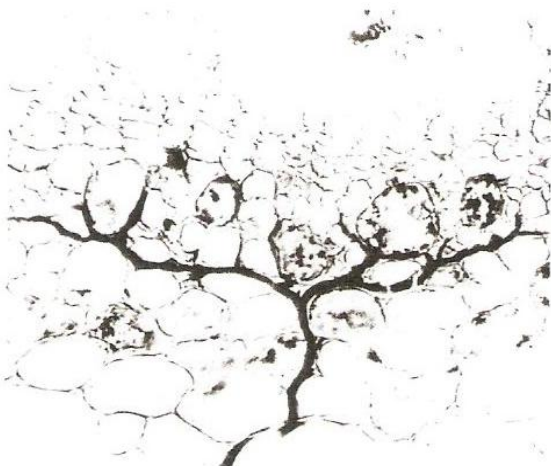


Figura 10 – Traccia dello stiletto di un individuo attero di *Aphis devector* (Walker) che si nutre su melo (Da Forrest, 1987).

3. Ritrovamento di *Tuberocephalus* (*T.*) *tianmushanensis* in Italia

La specie *Tuberocephalus* (*T.*) *tianmushanensis* Zhang è stata osservata per la prima volta in Italia il 30 maggio 2012, quando durante una visita all'Orto Botanico dell'Università di Padova, sono state notate molte foglie con galle di color rosa-rossastro sugli esemplari di *Prunus subhirtella* cv. *pendula*. I due esemplari di ciliegio giapponese da fiore dell'Orto Botanico hanno un'età di circa quarant'anni e si trovano rispettivamente in prossimità dell'ingresso dell'Orto Botanico e in vicinanza della serra delle piante carnivore.

Al momento del ritrovamento nelle galle erano presenti i seguenti stadi: poche neanidi, ninfe, fondatrigenie alate (migranti).

Questa specie era stata segnalata per la prima volta in Europa da Remaudière & Sorin in Francia nel 1993. Nella primavera del 1991, esemplari di afidi furono osservati su giovani piante di *Prunus subhirtella* cv. *pendula*, nel piccolo comune francese di Putanges-Pont-Ecrepin, situato nel dipartimento dell'Orne nella regione della Bassa Normandia. I ciliegi da fiore, circa mille esemplari, apparivano fortemente infestati e presentavano sul bordo delle foglie galle di colore rossastro. Secondo gli Autori i ciliegi erano stati importati dal Giappone e messi a dimora nel comune francese nell'autunno dell'anno precedente a quello del ritrovamento.

L'afide fu identificato come *Tuberocephalus higansakurae* (Monzen) e descritto quale nuova sottospecie *Tuberocephalus* (*T.*) *higansakurae hainnevilleae* Remaudière & Sorin. Il genere *Tuberocephalus* (Shinji, 1929) non era mai stato, prima di allora, segnalato in Europa.

Remaudière e Sorin (1993), nella loro pubblicazione, riportano che tutte le foglie con galle furono con cura rimosse ed eliminate, e che tutte le piante di ciliegio furono sottoposte a trattamento chimico. In occasione del sopralluogo effettuato nella primavera dell'anno successivo, 1992, su nessuna foglia furono osservate galle e pertanto si ritenne

la specie eradicata con successo; da allora l'afide non è stato più ritrovato in Europa (Coeur D'Acier *et al.*, 2010).

Nella loro pubblicazione, gli Autori riportano inoltre che, al momento del trattamento chimico, parte degli individui migranti aveva già lasciato le galle per raggiungere l'ospite secondario ancora sconosciuto, presumibilmente piante appartenenti al genere *Artemisia*. Furono effettuati tentativi di allevamento in condizioni controllate trasferendo le fondatrigenie alate, presenti all'interno delle galle, su *Artemisia vulgaris*. Gli afidi sembravano gradire l'ospite secondario in quanto si nutrivano di esso, ma non diedero origine a nessuna nuova generazione.

Nel 1998, in una revisione del genere *Tuberocephalus*, gli stessi Autori hanno ipotizzato la possibilità che *Tuberocephalus (T.) higansakurae hainnevilleae* Remaudière & Sorin possa essere considerato quale sinonimo di *Tuberocephalus (T.) tianmushanensis* Zhang data la notevole somiglianza osservata tra le due specie.

Su *et al.* (2010), dopo aver comparato *Tuberocephalus (T.) tianmushanensis* con la descrizione originale e i disegni di *Tuberocephalus (T.) higansakurae hainnevilleae* di Remaudière and Sorin (1993) hanno confermato la sinonimia tra le due specie che, è apparentemente, accettata anche in Aphid Species File Data Base (Favret, 2013).



Figura 11 – *Tuberocephalus (T.) tianmushanensis*: a sinistra una caratteristica galla, a destra individui alati e atteri all'interno della galla.

4. Il genere *Tuberocephalus* Shinji

Il genere *Tuberocephalus* Shinji (1929) appartiene alla subfamiglia Aphidinae e comprende 13 differenti specie distribuite in Giappone, Corea, Cina, Taiwan, Malesia, Pakistan, India e nell'Est della Russia (Remaudière & Sorin, 1998).

L'ospite primario è rappresentato da piante arboree appartenenti al genere *Prunus* sp., sulle cui foglie le fondatrici formano delle galle che presentano caratteristiche diverse e peculiari di ogni singola specie.

L'ospite secondario è invece rappresentato da specie vegetali erbacee. Quando l'ospite secondario è noto, si tratta molto spesso di specie appartenenti al genere *Artemisia* (Fam. Asteraceae). Alcune specie di *Tuberocephalus* sono state segnalate anche su *Chrysanthemum* sp. (Fam. Asteraceae) ed *Elsholtzia* sp. (Fam. Lamiaceae).

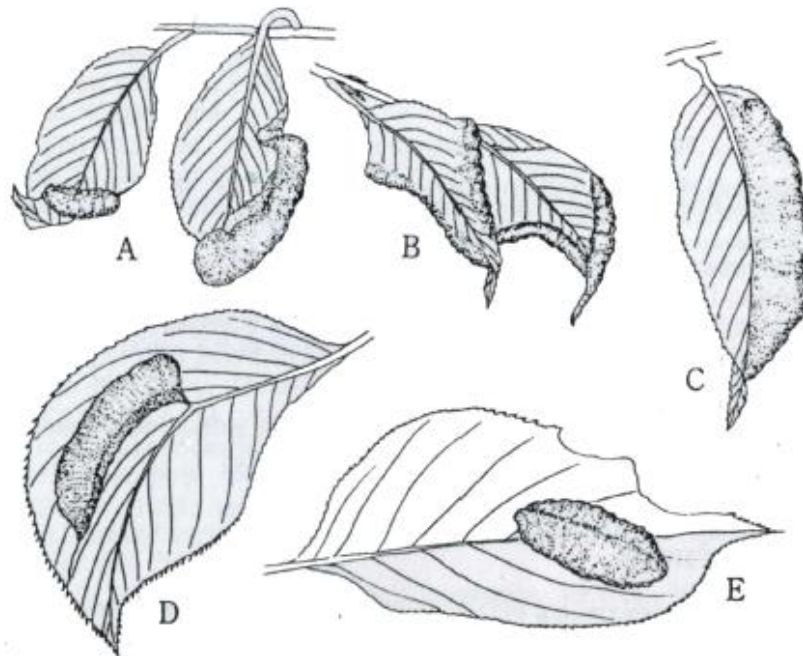


Figura 12 - Galle di *Tuberocephalus higansakurae hainnevilleae* Remaudière & Sorin (A e B), galla di *Tuberocephalus* sp. (C), galla di *Tuberocephalus artemisiae* Shinji (D) e galla di *Tuberocephalus sasakii* (Matsumura) (E) (Da Moritsu e Hamasaki, 1983).

Dalla pubblicazione sul genere *Tuberocephalus* di Miyazaki del 1971, molte altre specie sono state descritte dal Giappone, dalla Cina e dal Pakistan (Chang & Zhong, 1976; Zhang & Zhong, 1980; Moritsu & Hamasaki, 1983; Remaudière & Sorin, 1993). Per alcune di queste specie il ciclo biologico è stato ulteriormente descritto e chiarito negli anni successivi (Sorin, 1993, 1994; Sorin & Imura, 1996, Sorin & Remaudière, 1998).

In una revisione del genere *Tuberocephalus*, Sorin & Remaudière (1998) hanno presentato nuove informazioni riguardo alla biologia di alcune specie e descritto nuove forme e nuove unità tassonomiche.

Quando Miyazaki nel 1971 descrisse come *Tuberocephalus* sp. la prima specie rinvenuta sulle radici di *Artemisia*, capì che essa non apparteneva al gruppo *T. sasakii* – *T. artemisiae*. Successivamente nel 1998, Sorin & Remaudière, grazie alla maggiore disponibilità di informazioni sul comportamento e sul ciclo biologico di varie specie, separarono *Tuberocephalus sakurae*, *Tuberocephalus laoningensis*, *Tuberocephalus higansakurae hainnevilleae* e *Tuberocephalus uwamizusakurae* in un particolare sottogenere, scegliendo di utilizzare per esso il nome *Trichosiphoniella* Shinji, 1929.

Le specie che appartengono al genere *Tuberocephalus* sensu stricto colonizzano la pagina inferiore delle foglie di *Artemisia*, mentre le specie del sottogenere *Trichosiphoniella* colonizzano le radici o gli stoloni di *Artemisia*.

Di seguito si riporta la suddivisione nei due sottogeneri proposta dagli Autori:

Sottogenere *Tuberocephalus* Shinji s. str.

Tuberocephalus artemisiae Shinji, 1929

Tuberocephalus naumanni Sorin & Remaudière, 1998

Tuberocephalus pakistanicus Remaudière & Sorin, 1993

Tuberocephalus sasakii (Matsumura, 1917)

Sottogenere *Trichosiphoniella* Shinji

Tuberocephalus (*T.*) *higansakurae hainnevilleae* Remaudière & Sorin, 1993

Tuberocephalus (*T.*) *higansakurae higansakurae* (Monzen, 1927)

Tuberocephalus (*T.*) *jinxensis* Zhang G. & Zhong, 1976

Tuberocephalus (*T.*) *laoningensis* Zhang G. & Zhong, 1976

Tuberocephalus (*T.*) *misakurae* Moritsu & Hamasaki, 1983

Tuberocephalus (*T.*) *momonis* (Matsumura, 1917)

Tuberocephalus (T.) sakurae (Matsumura, 1917)

Tuberocephalus (T.) tianmushanensis G. Zhang, 1980

Tuberocephalus (T.) uwamizusakurae Sorin & Remaudière, 1998

Attualmente per alcune specie di *Tuberocephalus* non sono ancora note le piante ospiti secondarie e non si conoscono informazioni riguardo il loro ciclo biologico. Tuttavia, con il presente lavoro, si è cercato di fornire un quadro riassuntivo delle specie fin ad ora descritte mettendo assieme i dati bibliografici al momento disponibili. Per ciascuna specie si riportano le piante ospiti primarie e ospiti secondarie, la sua distribuzione e, quando note, alcune informazioni riguardo alla biologia.

***Tuberocephalus artemisiae* Shinji, 1929**

Ospite primario: *Prunus donarium* var. *spontanea* sub-var. *speciosa*, *Prunus serrulata*, *Prunus yedoensis*

Ospite secondario: *Artemisia* sp., *Artemisia montana*, *Artemisia princeps*, *Artemisia stolonifera*, *Artemisia vulgaris* var. *indica*

Distribuzione: Giappone, Russia Est

Note biologiche: La specie era nota inizialmente solo sull'ospite secondario, sulle cui foglie era stata osservata da Miyazaki (1971). Successivamente è stata segnalata anche sull'ospite primario e ne è stato descritto il ciclo biologico (Sorin, 1996).

La specie produce, lungo la nervatura principale sulla pagina superiore delle foglie dell'ospite primario, galle di forma simile ad una borsa, lunghe 27-33mm e larghe 6.0-7.5mm; spesso erette, con cresta irregolare e frastagliata. La parte inferiore di esse si presenta richiusa sul lembo fogliare quasi a sigillare la cavità della galla. Le galle sono di colore verde giallognolo; tendono a diventare rossastre in seguito all'esposizione al sole.

La fondatrice, con tegumento di colore verde scuro, compare in maggio e dà origine alle fondatrigenie, le quali diventano tutte femmine vivipare alate (migranti).

Le femmine migranti sono di colore giallo-verdastro, con capo e torace di colore nero. All'inizio del mese di giugno, queste fuoriescono dalla galla per migrare sull'ospite secondario, attraverso la fessura presente sulla parte inferiore della galla stessa. Sulla pagina inferiore delle foglie di *Artemisia sp.* si nutrono le femmine vivipare attere. Le ginopare sono di colore verde; compaiono da ottobre a novembre per poi fare ritorno, nel mese di novembre, sull'ospite primario dove viene depresso l'uovo d'inverno, di forma ovale e di colore nero lucente.

***Tuberocephalus naumanni* Sorin & Remaudière, 1998**

Ospite primario:	<i>Prunus cornuta</i>
Ospite secondario:	sconosciuto
Distribuzione:	Pakistan
Note biologiche:	Le galle mature appaiono di grosse dimensioni e con pareti spesse (3-4mm); di colore brillante, da verde chiaro a bianco. Esse contengono fino a tre generazioni di afidi. Tutti gli afidi sono di colore da verde chiaro a verde brillante. Gli individui della terza generazione sono tutti alati e migranti e fanno la loro comparsa nel mese di maggio. La specie mostra una forte somiglianza con <i>Tuberocephalus pakistanicus</i> Remaudière & Sorin.

***Tuberocephalus pakistanicus* Remaudière & Sorin, 1993**

Ospite primario:	<i>Prunus cornuta</i>
Ospite secondario:	sconosciuto
Distribuzione:	Pakistan
Note biologiche:	Le galle mature appaiono di consistenza cartacea, da verde scuro a rosso; sono ricoperte da macchioline rossastre del diametro di circa 1 mm che spesso si fondono tra loro a formare un'unica macchia rossa sulla parte superiore della

galla. Ciascuna galla contiene una sola femmina fondatrice e numerosi stadi ninfali di femmine fondatrigenie alate. Quando anche gli ultimi stadi sono maturi, la galla inizia ad aprirsi. In giugno le foglie che presentano galle appaiono pressoché normali se non per la presenza di qualche macchiolina rossastra e per il bordo leggermente allargato ed irregolare. Gli afidi sono di color bruno rossastro. Le forme migranti appaiono nel mese di maggio.

Tra gli afidi rivenuti su *Prunus cornuta* in Pakistan questa specie è la più frequente.

Tuberocephalus sasakii (Matsumura, 1917)

Ospite primario: *Prunus* sp., *Prunus donarium*, *Prunus donarium* var. *spontanea*, *Prunus itosakura* var. *ascendens*, *Prunus jamasakura*, *Prunus leveilleana*, *Prunus leveilleana* var. *spontanea*, *Prunus sachalinensis*, *Prunus serrulata* var. *glabra* (= *Prunus leveilleana* var. *spontanea*), *Prunus serrulata* var. *spontanea*, *Prunus sieboldii*, *Prunus tomentosa*, *Prunus yedoensis*

Ospite secondario: *Artemisia* sp., *Artemisia capillaris*, *Artemisia feddei*, *Artemisia princeps*, *Artemisia stolonifera*, *Artemisia vulgaris*, *Artemisia vulgaris* var. *indica*

Distribuzione: Pakistan, Giappone, Taiwan, Malesia, Russia

Note biologiche: Sulla pagina superiore delle foglie dell'ospite primario, lungo una delle nervature laterali, la femmina fondatrice forma galle di forma simile a quella di una borsa o di un marsupio, Le galle somigliano molto a quelle prodotte dalla specie *Tuberocephalus artemisia* Shinji.

Le femmine vivipare attere presentano corpo appiattito e di colore biancastro; sull'ospite secondario esse vivono sulla pagina inferiore delle foglie.

***Tuberocephalus (T.) higansakurae hainnevilleae* Remaudière & Sorin, 1993**

Ospite primario: *Prunus* sp., *Prunus donarium* var. *spontanea*, *Prunus itosakura*, *Prunus pendula*, *Prunus pseudocerasus*, *Prunus subhirtella*, *Prunus subhirtella* var. *pendula*

Ospite secondario: *Artemisia* sp., *Artemisia vulgaris* var. *indica*

Distribuzione: Giappone, Cina

La specie è stata accidentalmente introdotta in Francia nel 1990 ed eradicata nell'anno successivo (Remaudière & Sorin, 1993).

Note biologiche: La specie compie sull'ospite primario due generazioni con formazione di due differenti tipologie di galle. Si osservano galle a forma di borsa e galle di forma allungata e tubulare. Le galle a forma di borsa sono prodotte dalla fondatrice sul bordo delle tenere foglie.

La fondatrice adulta compare in maggio e dà origine a numerosi individui. Le fondatrigenie attere inducono sul margine delle nuove tenere foglie galle di forma tubulare, arricciate e rugose. Qui danno origine a neanidi che diverranno fondatrigenie alate (migranti). Le fondatrigenie alate compaiono tra la fine di maggio e gli inizi di giugno, per poi migrare sull'ospite secondario e dare origine alle neanidi. Gli stadi giovanili di virginogenia si spostano nel terreno dove si nutrono a carico dei giovani rizomi.

Le ginopare emergono dalla fine di ottobre fino alla metà di novembre; fanno poi ritorno sull'ospite primario dove partoriscono le femmine vivipare, le quali, dopo l'accoppiamento, depongono le uova svernanti in prossimità delle gemme.

Questa sottospecie è morfologicamente uguale a *Tuberocephalus (Trichosiphoniella) tianmushaensis* Zhang tanto che si ipotizza si tratti di un'unica specie.

Tuberocephalus (T.) higansakurae higansakurae (Monzen, 1927)

Ospite primario:	<i>Prunus sp.</i> , <i>Prunus cerasus</i> , <i>Prunus itosakura</i> , <i>Prunus pseudocerasus</i> , <i>Prunus serrulata spontanea</i> , <i>Prunus subhirtella</i> , <i>Prunus tomentosa</i>
Ospite secondario:	sconosciuto
Distribuzione:	Giappone, Cina
Note biologiche:	La fondatrice è di colore verde scuro. La biologia della specie non è nota.

Tuberocephalus (T.) jinxiensis Zhang G. & Zhong, 1976

Ospite primario:	<i>Prunus humilis</i> , <i>Prunus pseudocerasus</i>
Ospite secondario:	sconosciuto
Distribuzione:	Cina
Note biologiche:	Non si dispone di informazioni riguardo alla biologia della specie. Risulta inoltre difficile confrontare la specie con le altre dello stesso sottogenere in quanto la sua descrizione è stata effettuata sulla base del solo stadio morfologico finora osservato, quello della femmina fondatrigenia.

Tuberocephalus (T.) laoningensis Zhang G. & Zhong, 1976

Ospite primario:	<i>Prunus pseudocerasus</i> , <i>Prunus tomentosa</i> , <i>Prunus yedoensis</i>
Ospite secondario:	<i>Artemisia vulgaris</i> var. <i>indica</i>
Distribuzione:	Giappone, Cina
Note biologiche:	La fondatrice è di colore verde intenso o nerastro mentre la fondatrigenia è di colore bruno-nerastro. Gli stadi migranti compaiono, sull'ospite primario, dalla metà maggio e poi migrano sull'ospite secondario, sui cui giovani rizomi si le virginogenie. In Giappone, su <i>Prunus tomentosa</i> , la specie provoca un'infestazione importante, che si manifesta con l'arricciatura delle foglie. Il colore delle galle mature appare simile ad un mosaico: macchie gialle, verdi e alcune viola-rossastre.

***Tuberocephalus (T.) misakurae* Moritsu & Hamasaki, 1983**

- Ospite primario: *Prunus pseudocerasus*, *Prunus pauciflora*, *Prunus takenakae*, *Prunus yedoensis*
- Ospite secondario: *Chrysanthemum sp.*, *Chrysanthemum morifolium* var. *sinense* (= *Dendranthema sinense*), *Hibiscus syriacus* (?)
- Distribuzione: Giappone, Cina
- Note biologiche: Per quanto riguarda questa specie, originariamente erano state descritte solo tre forme (fondatrice, fondatrigenie attere e migranti). L'intero ciclo biologico è stato descritto da Sorin & Imura (1996) grazie al trasferimento sull'ospite secondario, che ha confermato la specie ipotizzata dagli Autori. La fondatrice compare agli inizi di marzo, forma lungo il margine delle foglie delle galle a forma di borsa. Le fondatrigenie alate (migranti) fanno la loro comparsa agli inizi di maggio e, in seguito, migrano sull'ospite secondario. Le virginogenie attere, di color bruno-verdastro, si nutrono sulle sottili radici laterali dell'ospite secondario provocando caratteristiche malformazioni radicali. Durante il periodo estivo si osservano tutte virginogenie attere. Le ginopare compaiono tra la fine di ottobre e gli inizi di dicembre e, dall'ospite secondario, ritornano su quello primario dove partoriscono le femmine ovipare. Anche i maschi alati fanno ritorno sull'ospite primario dalla metà di novembre agli inizi di dicembre. Dopo l'incontro tra i sessi, le femmine ovipare depongono le uova d'inverno, solitamente in prossimità delle gemme.

***Tuberocephalus (T.) momonis* (Matsumura, 1917)**

- Ospite primario: *Prunus sp.*, *Prunus cerasus*, *Prunus davidiana*, *Prunus glandulosa*, *Prunus ishidoyana*, *Prunus itosakura*, *Prunus jamasakura*, *Prunus leveilleana*, *Prunus leveilleana* var. *spontanea*, *Prunus mume*, *Prunus persica*, *Prunus*

pseudocerasus, *Prunus serrulata*, *Prunus subhirtella*,
Prunus tomentosa, *Prunus yedoensis*

Ospite secondario: *Artemisia princeps*, *Elsholtzia ciliata* (?)

Distribuzione: Giappone, Taiwan, Cina, Corea

Note biologiche: Sono state descritte solamente le forme di fondatrigenia attera e di femmina migrante.
 La biologia della specie non è nota.

Tuberocephalus (T.) sakurae (Matsumura, 1917)

Ospite primario: *Malus formosana*, *Prunus sp.*, *Prunus ansu*, *Prunus cerasus*,
Prunus donarium, *Prunus ishidozana*, *Prunus jamasakura*,
Prunus leveilleana, *Prunus leveilleana* var. *spontanea*
 (= *Prunus yamasakura*), *Prunus mume*, *Prunus pauciflora*,
Prunus persica, *Prunus pseudocerasus*, *Prunus sachalinensis*,
Prunus sargentii, *Prunus serrulata*, *Prunus serrulata* var. *spontanea*,
Prunus subhirtella, *Prunus tomentosa*, *Prunus yedoensis*

Ospite secondario: *Artemisia sp.*, *Artemisia montana*, *Artemisia princeps*,
Artemisia vulgaris var. *indica*, *Elsholtzia ciliata* (?)

Distribuzione: Giappone, Cina, Corea, Russia Est

Note biologiche: La fondatrice adulta compare dagli inizi di aprile fino alla metà di maggio; partorisce le neanidi all'interno di galle, arricciate longitudinalmente verso la nervatura centrale a formare, sulla pagina inferiore della foglia, una cavità tubulare con superficie increspata.
 Le fondatrigenie attere formano nuove galle e danno origine a nuove generazioni. Le fondatrigenie alate (migranti) compaiono tra gli inizi di maggio e la fine di luglio e, successivamente, migrano sull'ospite secondario sulle cui pagine inferiori delle foglie partoriscono nuova prole.
 Il primo stadio di virginogenia si sposta nel terreno lungo le radici dove si nutre dei giovani rizomi dell'ospite secondario. Tutti gli stadi di virginogenia sono privi di ali.

Verso la metà di ottobre compaiono i maschi alati e le ginopare che ritornano entrambi sull'ospite primario.

***Tuberocephalus (T.) tianmushanensis* G. Zhang, 1980**

Ospite primario: *Prunus sp.*
Ospite secondario: sconosciuto
Distribuzione: Cina
Biologia: La biologia della specie è ancora sconosciuta.
La specie è considerata sinonimo di *Tuberocephalus (T.) higansakurae hainnevilleae* Remaudière & Sorin.

***Tuberocephalus (T.) uwamizusakurae* Sorin & Remaudière, 1998**

Ospite primario: *Prunus grayana*
Ospite secondario: *Artemisia vulgaris var. indica*
Distribuzione: Giappone
Note biologiche: Sull'ospite primario la fondatrice forma, lungo il margine della foglia, delle galle di colore verde-giallastro o verde-brunastro, di forma allungata (simile ad un marsupio) che si richiudono verso il basso. La galla matura è lunga 50-60 mm e larga circa 10 mm. Talvolta può occupare anche metà della foglia. La fondatrice matura, di colore verde scuro, appare all'inizio del mese di aprile. La seconda generazione compare dalla fine di aprile fino agli inizi di maggio e successivamente migra sull'ospite secondario. Le femmine migranti partoriscono le nuove generazioni sulla pagina inferiore delle foglie e sugli steli dell'ospite secondario. Gli stadi giovanili di virginogenia si spostano sulle radici per nutrirsi di quelle laterali che, in seguito all'attività trofica, appaiono distintamente malformate. Alla fine di novembre le femmine oviapare depongono le uova durevoli d'inverno in vicinanza delle gemme sull'ospite primario. La specie mostra notevole somiglianza con *T. (T.) misakurae*.

5. Scopo della tesi

Questa tesi si è proposta come obiettivo il monitoraggio e l'osservazione del ciclo biologico dell'afide asiatico *Tuberocephalus (Trichosiphoniella) tianmushanensis* Zhang. La specie è stata notata, per la prima volta in Italia, verso la fine del mese di maggio 2012 su due esemplari di *Prunus subhirtella* cv. *pendula* presenti all'interno dell'Orto Botanico dell'Università di Padova.

A rendere interessante il ritrovamento di *Tuberocephalus (T.) tianmushanensis* è il fatto che la specie non era riportata in nessuna delle liste elencanti le specie esotiche presenti in Europa e nel nostro Paese: si trattava quindi di una specie nuova per il nostro territorio. Tempo addietro la specie era stata segnalata in Francia da Remaudière & Sorin (1993) con il sinonimo di *Tuberocephalus (T.) higansakurae hainnevilleae*. In seguito alla sua eradicazione, avvenuta con successo nell'anno successivo alla segnalazione, quella dell'afide è stata considerata una semplice incursione.

Poiché il reperto di *Tuberocephalus (T.) tianmushanensis* risulta una prima segnalazione per l'Italia, la tesi si è proposta di verificare, mediante controllo di altre piante di ciliegio ornamentale distribuite o coltivate nel territorio veneto, sia l'eventuale presenza e diffusione della specie sia la fenologia della specie.

Il lavoro di tesi ha avuto inoltre l'obiettivo di fornire un quadro riassuntivo delle specie appartenenti al genere *Tuberocephalus* fino ad ora descritte. Consultando il materiale bibliografico si è cercato di riunire tutte le informazioni al momento disponibili riportando per ciascuna specie identificata le piante ospiti primarie e ospiti secondarie, la sua distribuzione e, quando note, alcune informazioni riguardo alla biologia. Tali informazioni sono inserite nella trattazione del genere *Tuberocephalus*.

6. Materiali e Metodi

Allo scopo di monitorare il ciclo biologico di *Tuberocephalus (Trichosiphoniella) tianmushanensis* Zhang sono stati effettuati rilievi su popolazioni dell'afide in più siti di osservazione. Poiché si tratta di un afide con ciclo biologico dioico i campionamenti sono stati eseguiti sia sull'ospite primario, *Prunus subhirtella* cv. *pendula*, sia sul presunto ospite secondario, *Artemisia vulgaris*. Ciascuna tipologia di rilievo ha avuto un obiettivo diverso a seconda della stagione nella quale esso è stato effettuato.

Il lavoro ha previsto sia attività di campo sia attività di laboratorio.

La ricerca di piante ospiti primarie

Sono state effettuate ricerche preliminari al fine di individuare la presenza di eventuali altre piante di ospite primarie con galle fogliari oltre ai due esemplari di *Prunus subhirtella* cv. *pendula* presenti all'interno dell'Orto Botanico dell'Università di Padova. L'osservazione è iniziata verso la metà del mese di ottobre 2012 ed ha interessato anche altre specie oltre alla cultivar sulla quale si è inizialmente trovata la specie.

Le ricerche hanno interessato il comune di Padova ed i limitrofi comuni di Legnaro, Saonara e Peraga di Vigonza, dove è ampiamente diffusa la presenza di vivai di piante ornamentali. In queste occasioni ci si è recati personalmente ad osservare le piante di ciliegio giapponese da fiore, cercando di individuare sulla chioma la presenza di eventuali galle fogliari.

L'osservazione di piante di ciliegio ornamentale è poi continuata durante tutto il lavoro di tesi. In molte occasioni infatti ci si è soffermati ad osservare la vegetazione sia di piante che ci si era volutamente recati a vedere col preciso scopo di poter individuare gli afidi, sia di piante incontrate durante altre attività.

Gli esemplari di ciliegio osservati si trovavano sia in giardini privati che in luoghi pubblici che in vivai di piante ornamentali, in comuni del Nord Italia e più precisamente nella zona Pedemontana veneta.

Dopo questa iniziale fase preliminare si è iniziato a monitorare il ciclo biologico della specie effettuando una serie di campionamenti sui due ciliegi presenti nell'Orto Botanico di Padova e su altro esemplare di *Prunus subhirtella* cv. *pendula* coltivato nel garden di un vivaio nel comune di Saonara (PD).

Ricerca dell'uovo d'inverno sull'ospite primario

Con l'obiettivo di individuare sull'ospite primario la presenza dell'uovo durevole d'inverno sono stati prelevati, dai ciliegi oggetto di campionamento, giovani rametti cresciuti durante l'ultima stagione vegetativa. Tali rametti sono stati misurati e successivamente esaminati allo stereoscopio. I rilievi sono stati effettuati nell'autunno 2012 e verso la fine dell'inverno 2013. Alla fine di ottobre 2012 è stato effettuato il primo campionamento; sono stati osservati 3100 cm di rametti, prelevati dai due esemplari di *Prunus subhirtella* cv. *pendula* presenti all'Orto Botanico di Padova.

Un secondo campionamento è stato effettuato verso la metà del mese di febbraio 2013. In questa occasione i rametti di ciliegio sono stati prelevati sia dalle piante presenti all'Orto Botanico (970 cm) sia dall'esemplare presente nel garden del vivaio di Saonara (1566 cm). I rametti sui quali, durante il rilievo, era stato trovato l'uovo durevole d'inverno sono stati conservati al buio e in ambiente freddo in modo da consentire il consueto svernamento della specie.

Successivamente, nel mese di marzo, i rametti sono stati legati, mediante dei laccetti, sui giovani rami di due ciliegi da fiore posti nella screen-house situata accanto alla serra di entomologia presente nel complesso di Agripolis (Legnaro, PD). Con l'avanzare della stagione primaverile ci si è recati quotidianamente ad osservare le piante sui quali erano stati posti i giovani rametti con l'intento di poter notare eventuali cambiamenti sulla vegetazione.



Figura 13 – Posizionamento dei rametti, sui quali è stato osservato l'uovo durevole d'inverno, in prossimità delle gemme dei ciliegi presenti nella screen-house.

Un terzo campionamento sui rametti, sempre allo scopo di poter osservare l'uovo d'inverno, è stato effettuato nella seconda decade del mese di marzo 2013, quando i ciliegi avevano da poco emesso i boccioli fiorali. In questa occasione sono stati esaminati allo stereoscopio circa 3900 cm di giovani rametti prelevati dai due ciliegi dell'Orto Botanico di Padova.

Ricerca della specie sull'ospite secondario

Nel periodo tra fine ottobre e metà novembre 2012 sono stati effettuati campionamenti sul terreno con lo scopo di verificare la presenza di *Tuberocephalus (T.) tianmushanensis* sui rizomi dell'ospite secondario riportato in letteratura, *Artemisia vulgaris*. A tal fine sono stati effettuati due campionamenti su appezzamenti incolti posti ciascuno nelle vicinanze di ciliegi sui quali si erano osservate le galle fogliari. Più precisamente si è trattato di un rilievo effettuato a Saonara ed un altro a Rossano Veneto (VI). In entrambi i casi sono stati prelevati ed osservati allo stereoscopio dei campioni di terreno contenente giovani rizomi di *Artemisia vulgaris*.

Monitoraggio delle galle

Agli inizi del mese di maggio 2013 è stata osservata la presenza delle galle fogliari sugli esemplari di *Prunus subhirtella* cv. *pendula*, sia nell'Orto Botanico sia nel vivaio a Saonara. Si è deciso di procedere nei due siti a disposizione in due differenti modi per verificare rispettivamente:

- 1) l'entità della popolazione che si sviluppa entro una galla;
- 2) la fenologia degli stadi presenti entro una galla, periodo di comparsa degli alati migranti e periodo di abbandono della galla stessa.

1) Entità della popolazione entro una galla

La prima settimana di maggio alcune delle galle fogliari presenti sui ciliegi dell'Orto Botanico sono state racchiuse in un sacchettino cilindrico di tulle chiuso nella parte apicale applicando un laccio attorno al rametto.

L'operazione è stata eseguita con la massima delicatezza per non danneggiare le galle e con l'accortezza di inserire in ciascun sacchettino una sola galla con al suo interno, al momento dell'operazione, una sola femmina fondatrice.



Figura 14 - Sacchettino di tulle che racchiude al suo interno una galla di *T. tianmushanensis* sulla chioma di *Prunus subhirtella* cv. *pendula*.

Così facendo nessuno degli afidi che erano presenti nella galla, una volta raggiunto lo stadio alato (migrante), ha potuto abbandonarla per raggiungere l'ospite secondario. Complessivamente sono state isolate n°6 galle sul ciliegio posto all'entrata dell'Orto Botanico e n°8 galle sull'altro ciliegio presente vicino alla serra delle piante carnivore.

Le galle sono state scelte con l'accortezza di isolare galle che si trovavano in porzioni diverse della chioma e ad altezze tra loro differenti, tuttavia si è scelto in modo casuale tra l'una o l'altra galla fogliare.

Quando, intorno alla metà di giugno, tutti gli individui presenti nelle galle insacchettate erano morti, ed anche le altre galle presenti sulla chioma risultavano essere state abbandonate dalla colonia di afidi, si è proceduto alla raccolta dei sacchettini. Successivamente, in laboratorio, è stato preso nota di tutto ciò che in ogni sacchetto vi era contenuto e sono stati contati tutti gli individui presenti per ciascuno degli stadi presenti. Tutti gli afidi sono poi stati conservati in provette contenenti etanolo al 70%, assegnando a ciascuna un codice così da poter conoscere con esattezza l'appartenenza ad ogni singola galla.

Le altre galle presenti sulla chioma dei ciliegi sono state lasciate libere al fine di poterle monitorate con frequenza settimanale. In occasione delle visite, talvolta, solo poche foglie con galle sono state raccolte per essere poi portate in laboratorio dove, il giorno stesso, sono state osservate allo stereoscopio. Si è ritenuto opportuno non prelevare un elevato numero di galle così da non ridurre eccessivamente la popolazione e da permettere quindi la prosecuzione del ciclo sull'ospite secondario.

2) Fenologia degli stadi presenti entro una galla

Al fine di conoscere gli stadi presenti all'interno della galla durante la stagione primaverile, sono state prelevate galle fogliari soprattutto dall'esemplare di *Prunus subhirtella* cv. *pendula* presente nel vivaio di Saonara e, in misura minore, dai ciliegi

dell'Orto Botanico. Per fare ciò ci si è recati con frequenza settimanale ad osservare le galle fogliari e a prelevarne, di volta in volta, una piccola quantità per poterne osservare il loro contenuto allo stereoscopio.

I tentativi di allevamento in laboratorio

Due differenti tentativi di allevamento degli afidi sono stati messi in atto in laboratorio rispettivamente il 07 maggio ed il 21 maggio 2013.

All'inizio del mese di maggio 2013 sono state raccolte n°16 foglie che dal vivaio di Saonara sono state rapidamente portate in laboratorio, dove il contenuto delle galle è stato osservato allo stereoscopio ed annotato. Successivamente da ciascuna galla, con l'aiuto di un pennellino, si è cercato di rimuovere accuratamente il maggior numero possibile degli individui alati presenti lasciandovi all'interno solamente la femmina fondatrice e le femmine fondatrigenie non alate. Le galle così "ripulite" sono state poste sotto una campana di vetro, avendo cura di immergere il picciolo della foglia in una provetta con acqua allo scopo di mantenerla fresca per alcuni giorni. Nei giorni successivi il contenuto delle galle è stato quotidianamente osservato, annotato e poi rimosso (ad eccezione della fondatrice e delle fondatrigenie non alate). Gli individui alati che, di volta in volta, sono stati asportati dalle galle sono stati accuratamente posti in scatole Petri per poi essere immediatamente trasferiti su piante di artemisia.

Verso la seconda decade del mese di maggio, dal ciliegio presente nel garden del vivaio di Saonara, sono state raccolte n°23 foglie con galle. Come sempre le foglie sono state portate in laboratorio per poter osservare allo stereoscopio il contenuto delle galle. Successivamente le foglie sono state poste su cotone imbibito d'acqua all'interno di scatole Petri chiuse. Il cotone ha permesso di mantenere fresche le foglie per un più lungo periodo di tempo. Nei giorni seguenti le galle sono state osservate allo stereoscopio e il numero di individui presenti è stato annotato. Anche in questa occasione gli afidi alati sono stati accuratamente raccolti per essere trasferiti sui vasi di artemisia mediante piccoli contenitori.

Poiché in questa data sono state osservate per la prima volta alcune galle più piccole e piuttosto richiuse sul lembo fogliare rispetto a quelle fino ad allora osservate, si è deciso di classificare ciascuna delle galle raccolte, in base alla sua forma, in galla di tipo A o di tipo B. Tale distinzione si è ritenuta opportuna in quanto la comparsa delle galle di tipo B non era mai stata osservata prima sui ciliegi monitorati. Sono state classificate come galle

di tipo A quelle di maggiori dimensioni, di forma simile ad una borsa e caratterizzate da una maggiore cavità mentre sono state classificate come galle di tipo B quelle galle molto piccole, piuttosto strette e richiuse sul lembo fogliare.



Figura 15 - Sulla sinistra galla di tipo A e, a destra, galla di tipo B.

A distanza di qualche giorno ci si è recati all'Orto Botanico per posizionare accanto ad alcune foglie con galle di tipo B un segno che ne rendesse facile ed immediata l'individuazione sulla chioma. In occasione dei successivi campionamenti settimanali, oltre al monitoraggio di routine, è stata osservata l'evoluzione di queste galle comparse solo successivamente nel corso della stagione.

Prova di trasferimento degli afidi sull'ospite secondario



Figura 16 - Vasi di Artemisia vulgaris.

Contemporaneamente al monitoraggio della specie sull'ospite primario è stata condotta una prova di colonizzazione su *Artemisia vulgaris*. La prova ha avuto l'obiettivo di verificare se *Artemisia vulgaris*, indicata in letteratura quale pianta ospite secondaria, lo fosse veramente e, in caso positivo, di continuare a monitorare il ciclo biologico della specie anche sull'ospite secondario.

A tal fine sono stati preparati vasi con piante di *Artemisia vulgaris*. Questi vasi sono stati posti all'interno di gabbie in una screen-house, in modo che

le piante non potessero essere infestate da altri insetti. I rizomi di *Artemisia* sono stati raccolti da un appezzamento incolto e messi a dimora nei vasi agli inizi del mese di marzo 2013. In questo modo le piante hanno avuto il tempo di svilupparsi ed accrescersi in previsione del loro successivo impiego. Su queste piante sono poi state trasferite le fondatrigenie alate raccolte durante i campionamenti.

All'inizio del mese di maggio 2013 anche sull'esemplare presente nel vivaio di Saonara sono state racchiuse in un sacchettino di tulle n°8 galle. In questo caso però i sacchetti sono stati posizionati con lo scopo di trattenere le fondatrigenie alate (migranti) per poi trasferirle sulle piante di artemisia presenti nella screen-house.

Campionamenti estivi ed autunnali sull'ospite secondario

Durante il periodo estivo sono iniziati i campionamenti allo scopo di verificare la presenza di *Tuberocephalus (T.) tianmushanensis* sull'ospite secondario riportato in letteratura, *Artemisia vulgaris*.

I campionamenti sono stati effettuati con cadenza ogni dieci giorni circa, a partire dalla seconda metà del mese di luglio fino agli inizi del mese di ottobre 2013. Ad ogni campionamento è stato prelevato un campione di terreno contenente giovani rizomi di *Artemisia vulgaris*.

Per quanto riguarda il vivaio di Saonara sono stati prelevati campioni di terreno da un appezzamento incolto presente all'interno della proprietà e posto nelle vicinanze del ciliegio. In ciascuna data sono stati prelevati tre campioni da tre differenti zone del prato nelle quali si è osservata la presenza di piante di artemisia.

Per quanto riguarda invece i vasi, in cui era stato effettuato il trasferimento degli individui alati di volta in volta raccolti ad ogni campionamento, è stata osservata una quantità di terreno pari alla metà di quella contenuta in ciascun vaso.

Ogni campione di terreno, sia quello proveniente dal campo sia quello da vaso, è stato esaminato allo stereoscopio e gli eventuali afidi in esso ritrovati sono stati raccolti e conservati in etanolo al 70%, in piccoli contenitori. Ad ogni contenitore è stato assegnato un codice così da poter conoscere con esattezza la data e la provenienza di ciascun rilievo effettuato. Al termine dei campionamenti si è proceduto a preparare dei vetrini con gli esemplari raccolti durante l'estate.

Preparazione dei vetrini

Il protocollo utilizzato per la preparazione dei vetrini prevede i seguenti passaggi:

1. Rimuovere gli esemplari dall'alcool al 70% nel quale erano conservati e praticare loro, mediante un microspillo, un piccolo foro nella parte centrale del dorso;
2. Far bollire dolcemente a bagnomaria per 1-2 minuti gli esemplari, ponendoli in piccole provette contenenti alcool 95%. Il passaggio deve avere durata differente a seconda delle dimensioni degli insetti;
3. Togliere l'alcool dalle provette ed aggiungervi circa un centimetro di Idrossido di Potassio (KOH) al 10%, dopodiché cuocere a bagnomaria a fuoco lento per 3-5 minuti;
4. Rimuovere gli esemplari dalla soluzione KOH. Effettuare 2-3 lavaggi con acqua distillata, lasciando le specie per almeno 10 minuti ad ogni lavaggio. In questo modo viene facilitata la fuoriuscita degli eventuali residui presenti all'interno del corpo degli insetti;
5. Effettuare rapidamente dei passaggi in alcol 75%, alcol 85%, alcol 95% ed alcol assoluto. Così facendo viene eliminato l'eventuale eccesso di acqua presente negli esemplari;
6. Trasferire uno o due esemplari su di una goccia di balsamo del Canada posta su vetrino. Quindi coprire con copri vetrino e lasciare riposare in posizione orizzontale;
7. Riportare sull'etichetta del vetrino la data ed il luogo di raccolta, la pianta ospite e lo stadio presente.

I vetrini così realizzati, sono stati successivamente inviati allo specialista Prof. Barbagallo, Università di Catania, affinché venissero correttamente identificati.

7. Risultati

Vengono di seguito esposti i risultati ottenuti dal monitoraggio del ciclo biologico di *Tuberocephalus (T.) tianmushanensis* Zhang, effettuato su popolazioni dell'afide presenti presso l'Orto Botanico dell'Università di Padova e il garden di un vivaio nel comune di Saonara (PD).

La ricerca di piante ospiti primarie

Per quanto riguarda le ricerche preliminari, effettuate a partire dal mese di ottobre 2012, non sono state riscontrate galle fogliari sulla chioma di nessuno degli esemplari di ciliegio giapponese da fiore osservati nel comune di Padova.

Nei vivai di piante ornamentali presenti nei limitrofi comuni di Legnaro, Saonara e Peraga di Vigonza non sono state trovate piante infestate ad eccezione di un solo vivaio sito nel comune di Saonara dove sono state rinvenute alcune piante di *Prunus subhirtella* cv. *pendula* le cui foglie mostravano le caratteristiche galle. Nel garden del vivaio è presente un esemplare di ciliegio coltivato in una grande aiuola da circa una ventina d'anni a scopo ornamentale. La chioma del ciliegio appariva ben infestata dalle galle. All'interno del vivaio sono stati trovati altri esemplari di ciliegio coltivati in vaso, di età inferiore rispetto a quella dell'esemplare coltivato in terra. Parlando con il responsabile si è appreso che il vivaio è solito acquistare giovani piantine a radice nuda di *Prunus subhirtella* cv. *pendula* da altri vivai presenti nella zona di Saonara, che a loro volta acquistano le piante da altri vivai italiani; le giovani piantine acquistate vengono allevate in pieno campo, successivamente rizzollate e quindi portate nel garden dove giacciono in attesa di essere vendute.

Un altro ciliegio giapponese da fiore con galle fogliari è stato osservato all'interno di un giardino privato nel comune di Rossano Veneto (VI). La pianta appariva piuttosto sofferente e sulla sua chioma erano presenti un numero piuttosto ridotto di galle. Parlando

con il proprietario si è appreso che la pianta sarebbe stata rimossa l'anno seguente e pertanto non ci si è più recati ad osservarla nella primavera successiva.

Ricerca dell'uovo d'inverno sull'ospite primario

La presenza dell'uovo durevole d'inverno sull'ospite primario è stata osservata in occasione del campionamento effettuato il 14 febbraio 2013 ed il successivo, effettuato il 20 marzo 2013 quando i ciliegi avevano da poco emesso i boccioli fiorali. La presenza dell'uovo durevole è stata riscontrata sia sui due ciliegi dell'Orto Botanico di Padova sia sul ciliegio presente nel garden del vivaio a Saonara. Di seguito si riportano i dati raccolti durante l'osservazione allo stereoscopio dei giovani rametti cresciuti durante l'ultima stagione vegetativa, effettuata tra l'autunno 2012 e la fine dell'inverno 2013.

Data Rilievo	<i>Prunus subhirtella cv. pendula</i>	Rametti osservati (cm)	N° uova contate
17.10.2013	Orto Botanico PD - Pianta vicino alla serra	1420,0	0
	Orto Botanico PD - Pianta vicino alla entrata	1681,0	0
14.02.2013	Orto Botanico PD - Pianta vicino alla serra	408,5	25
	Orto Botanico PD - Pianta vicino alla entrata	561,5	2
	Garden vivaio Saonara (PD)	1197,0	13
20.03.2013	Orto Botanico PD - Pianta vicino alla serra	2509,0	0
	Orto Botanico PD - Pianta vicino alla entrata	1405,0	1

Tabella 1 Risultati della ricerca dell'uovo durevole d'inverno

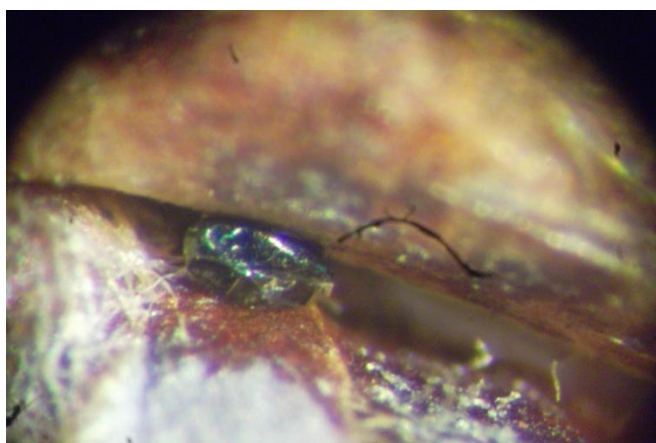


Figura 17 - Uovo durevole d'inverno di *Tuberocephalus tianmushanensis* fotografato in occasione dei campionamenti.

Verso la fine del mese di ottobre 2012 è stato inoltre contato il numero di foglie infestate da galle presenti sull'esemplare di ciliegio posto in vicinanza dell'ingresso dell'Orto Botanico di Padova, in modo da avere un'indicazione approssimativa del livello di infestazione. Per fare ciò sono stati osservati 208 cm di giovani rami di ciliegio con n°83 foglie; su n°7 di queste foglie (8.4%) erano state indotte le caratteristiche galle.

Il tentativo di trasferimento sull'ospite primario.

Come descritto nel capitolo precedente i rametti, sui quali era stato osservato l'uovo durevole d'inverno durante i campionamenti invernali, sono stati conservati al buio e in ambiente freddo per poi essere, nel mese di marzo, posizionati sui giovani rami di due ciliegi da fiore posti nella screen-house. Durante la stagione primaverile ci si è recati quotidianamente ad osservare i ciliegi ma non sono stati notati cambiamenti sulla vegetazione legati alla presenza della specie.

Va detto che i ciliegi erano probabilmente di una varietà diversa da quella presente all'Orto Botanico di Padova. Inoltre i rametti, considerato il loro ridotto diametro, avevano sicuramente perso parte del loro contenuto idrico e ciò potrebbe aver compromesso la sopravvivenza delle uova presenti su essi.

Monitoraggio delle galle

La comparsa delle caratteristiche galle fogliari, sintomo della presenza di *Tuberocephalus (T.) tianmushanensis* Zhang, sugli esemplari di *Prunus subhirtella* cv. *pendula* monitorati durante il lavoro di tesi è stata osservata all'inizio di maggio 2013.

1) Entità della popolazione entro una galla

In data 17.6.2013, una volta morti tutti gli afidi presenti nelle galle, i sacchetti che inglobavano le galle sono stati rimossi ed si è preso nota del loro contenuto.

Si è osservato che la maggioranza degli individui presenti nei sacchetti erano femmine fondatrici alate (migranti), oltre alla presenza delle femmine fondatrici che avevano dato loro origine e, in solo poche galle, di alcuni individui atteri.

È stato osservato un numero medio di 80.4 afidi alati per ciascuna galla. Solamente in tre sacchetti è stata riscontrata la presenza di pochi afidi privi di ali, con un valore medio di 2.6 individui per galla. In un'altra galla (sacchetto n°8) è stata invece osservata la presenza di 74 afidi atteri (29%) sul totale degli afidi presenti.

Si è osservato inoltre che la maggior parte degli individui alati si trovava raccolta sul fondo del sacchetto. Confrontando il dato con l'osservazione del ciclo biologico dioco è possibile affermare che molto probabilmente gli individui avevano abbandonato la galla per poi migrare sull'ospite secondario. È evidente come, nel nostro caso, ciò non sia potuto avvenire in quanto ciascun sacchetto erano stato richiuso attorno al rametto.

In alcuni sacchetti, più precisamente nei n°1, n°5 e n°10, è stata osservata, oltre alla presenza degli afidi, anche quella di un Dittero Sirfide. Osservando il grafico sottostante si potrebbe affermare che la presenza del predatore possa aver influenzato il numero di afidi presenti nella galla per quanto riguarda i sacchetti n°1 e n°10, mentre sembra meno evidente per il sacchettino n°5.

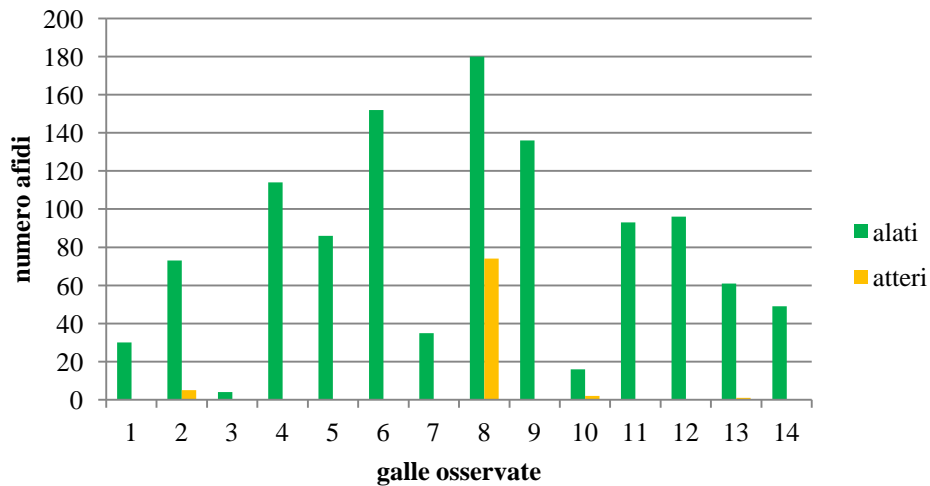


Figura 18 – Individui alati ed atteri presenti in ciascuna delle galle osservate in data 17.06.2013.

In figura 6 è possibile osservare la presenza percentuale degli individui alati rinvenuti sul totale degli individui presenti in ciascun sacchettino.

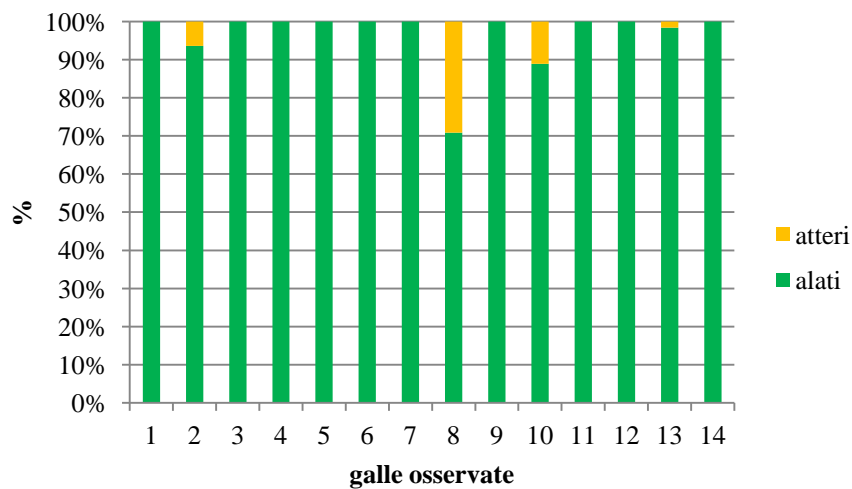


Figura 19 - Percentuale di individui alati ed atteri presenti in ciascuna delle galle osservate in data 17.06.2013.

2) Fenologia degli stadi presenti entro una galla

Il giorno 7 maggio 2013 sono state raccolte n°16 galle fogliari dall'esemplare di *Prunus subhirtella* cv. *pendula* presente nel vivaio di Saonara.

All'interno delle galle è stata osservata la presenza dei seguenti stadi: fondatrice, fondatrigenie attera, neanide e alata. Sono state osservate due differenti forme di femmina fondatrice, entrambe di colore nero: alcuni individui presentano una forma sub-triagonale mentre altri hanno una forma più rotondeggiante e sono caratterizzati dalla presenza di due linee scure sull'addome. Gli stadi di neanide e di ninfa invece, presentano il corpo di color giallo intenso ed hanno i sifoni di colore nero. Gli individui alati presentano il capo ed il torace di colore nero mentre l'addome è giallo con macchie più scure.

Si è osservata la prevalenza degli stadi di ninfa con un valore medio di 60.9 individui per galla e, in misura minore ma comunque significativa, degli stadi di neanide con un valore medio di 34.4 individui per galla. Per gli alati invece è stato osservato un valore medio inferiore, pari a circa 9.75 afidi per galla.

Nel grafico sottostante si può osservare la presenza numerica di ciascuno degli stadi presenti in ciascuna delle galle al momento dell'osservazione allo stereoscopio.

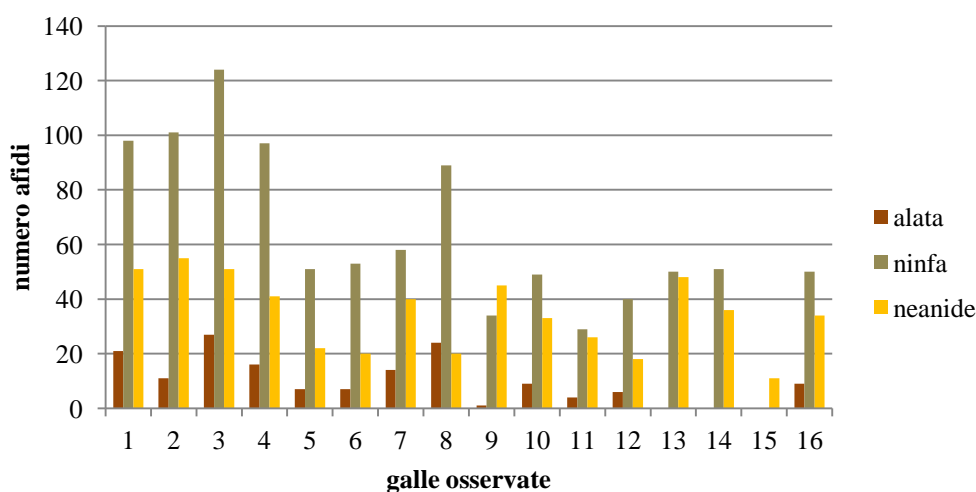


Figura 20 - Stadi presenti in ciascuna delle galle osservate in data 07.05.2013.

Nel grafico successivo invece è possibile osservare la presenza percentuale degli stadi presenti in ciascuna galla. Si nota la prevalenza degli stadi di ninfa ed, in misura minore, degli stadi di neanide.

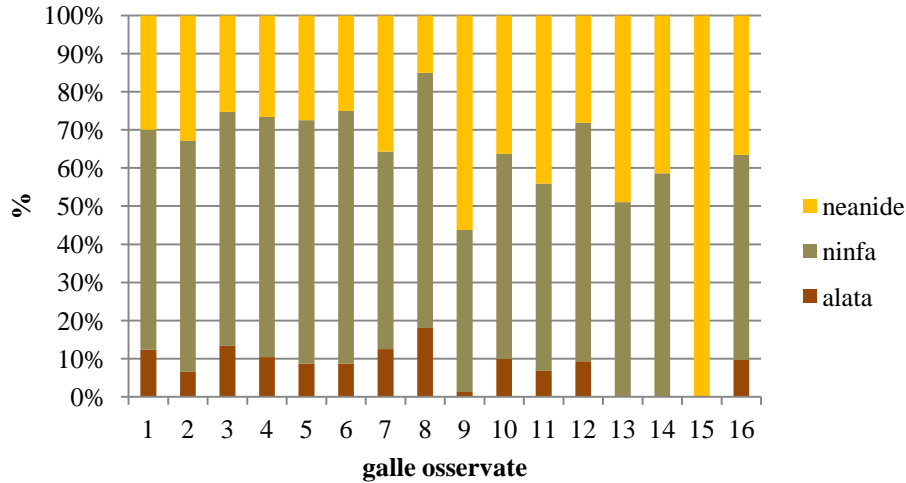


Figura 21 - Percentuale di ciascuno degli stadi presenti in ciascuna delle galle osservate in data 07.05.2013.

Il giorno 14 maggio 2013 sono state raccolte, sempre dall'esemplare di ciliegio presente nel vivaio di Saonara, n°16 galle fogliari. In questa occasione sono stati osservati solamente le femmine fondatrici e gli stadi di fondatrigenie alate (migranti), ad eccezione di due galle nelle quali non erano presenti individui alati. Il numero medio di afidi alati osservato in questa occasione è stato di 6.2 afidi per ciascuna galla. Nel grafico che segue si riportano i risultati del campionamento.

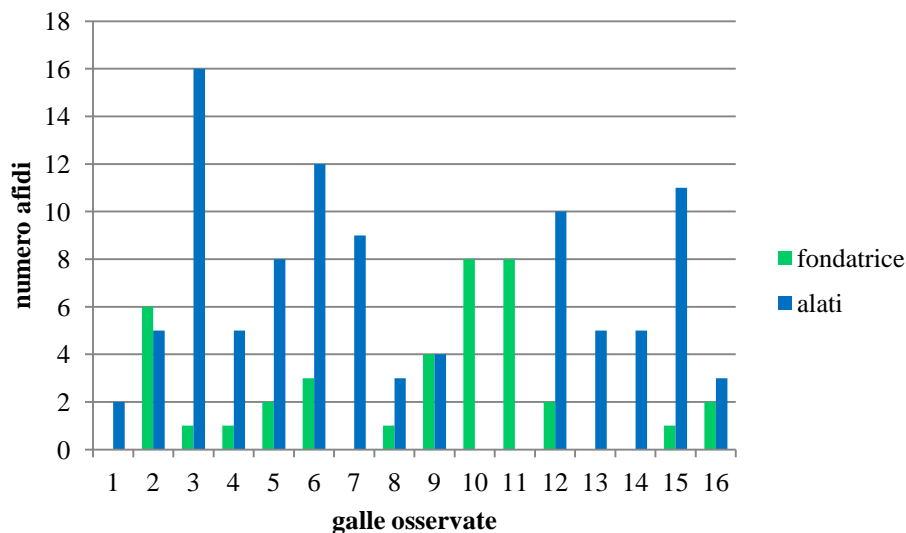


Figura 22 – Stadi presenti all'interno di ciascuna delle galle osservate in data 14.05.2013.

Sullo stesso esemplare di ciliegio, il giorno 21 maggio 2013 sono state notate per la prima volta alcune galle più piccole e piuttosto rchiuse sul lembo fogliare rispetto a quelle fino ad allora osservate. Sono state raccolte n°23 foglie, individuate in modo casuale sulla

chioma; alcune foglie presentavano più di una galla, per un totale di n°30 galle raccolte. Ciascuna galla è stata classificata in base alla sua forma ed al suo aspetto; sono state osservate n°13 galle di forma simile ad una borsa e di maggiori dimensioni, classificate come galle di tipo A, e n°17 galle di più piccole dimensioni e strette classificate invece come galle di tipo B.

Confrontando i dati raccolti per tipologia di galla, si è potuto osservare che nelle galle di tipo A erano presenti pochi stadi di neanide (2-3 individui per galla), ad eccezione di tre galle nelle quali invece gli stadi erano presenti in numero abbondante, dai 20 ai 30 individui per galla. Mentre nelle galle di tipo B il numero di neanidi presenti era decisamente superiore, con valori osservati di 10-30 individui per un numero medio di 14.9 individui per ciascuna galla.

Per quanto riguarda invece gli individui alati si è osservato che nelle galle di tipo A gli afidi con ali erano relativamente pochi (da 2 a 3 individui per galla); anche in questo caso si è osservato un dato eccezionale: in una sola galla il numero di afidi alati era di circa una quindicina di individui. In nessuna delle galle di tipo B invece era presente lo stadio alato.

Il campionamento effettuato il 27 maggio 2013 ha permesso di stabilire che oramai la prima parte del ciclo, sull'ospite primario, stava volgendo al termine in quanto si è osservato che le galle presenti sulla chioma del ciliegio posto in vicinanza della serra delle piante carnivore, nell'Orto Botanico di Padova, risultavano essere state abbandonate dalla colonia di afidi ed che gli individui presenti nelle galle insacchettate erano morti. Mentre all'interno delle galle dell'altro ciliegio, quello vicino all'entrata, vi erano ancora individui vivi, alcuni atteri ed altri alati.

I tentativi di allevamento in laboratorio

Due differenti tentativi di allevamento degli afidi sono stati messi in atto in laboratorio rispettivamente il 07 maggio ed il 21 maggio 2013 secondo le modalità riportate nel capitolo precedente.

In entrambi i casi, fin da subito si è osservato che le femmine fondatrici e gli individui alati fuoriuscivano dalle galle e vagavano al di sotto della campana di vetro o sul cotone imbibito d'acqua. Il tentativo di allevamento in laboratorio dunque non ha avuto un esito positivo, nonostante vi sia stata l'accortezza di somministrare alle foglie, in modi diversi, l'acqua di cui esse avevano bisogno per rimanere turgide. Molto probabilmente gli afidi,

in quanto insetti succhiatori di linfa, hanno immediatamente percepito la diminuzione del flusso linfatico all'interno delle galle fogliari nelle quali si trovavano.

Ricerca della specie sull'ospite secondario

La presenza di *Tuberocephalus (T.) tianmushanensis* non è stata riscontrata sull'ospite secondario *Artemisia vulgaris*.

Gli afidi ritrovati nel terreno in occasione dei campionamenti effettuati nell'autunno 2012 sono stati identificati come *Macrosiphoniella artemisiae* B.D.F., molto comune sul genere *Artemisia*, e *Neotoxoptera violae* (Perg.), una specie cosmopolita, in Italia nota su *Viola odorata*.

Gli afidi ritrovati in occasione dei rilievi effettuati nell'estate 2013 sono stati identificati come *Pleotrichophorus glandulosus* (Kalt.), ovunque comunissimo sulle foglie di *Artemisa vulgaris*, e nuovamente *Neotoxoptera violae* (Perg.).

8. Considerazioni finali

Il ritrovamento dell'uovo durevole d'inverno e la successiva comparsa delle caratteristiche galle indotte dall'afide asiatico *Tuberocephalus (Trichosiphoniella) tianmushanensis* Zhang sulla vegetazione, nell'anno successivo a quello della prima segnalazione, permettono di affermare che la specie sia acclimatata nel nostro ambiente. Il completamento del ciclo biologico indica che la popolazione dell'afide è presente in misura numerica sufficiente a persistere indefinitamente nel nuovo territorio nel quale è stata introdotta.

La specie è stata osservata, sull'ospite primario, unicamente su esemplari di *Prunus subhirtella* cv. *pendula*, e risulta presente sul territorio in modo limitato e frammentario. Tale distribuzione potrebbe essere dovuta all'altrettanto limitata presenza delle piante ospiti primarie. In occasione delle ricerche preliminari, effettuate al fine di individuare altre piante infestate da galle, si è infatti osservato che i ciliegi giapponesi da fiore non sono largamente utilizzati a scopo ornamentale a differenza di altre specie che invece più frequentemente vengono impiegate nella realizzazione di spazi verdi.

Per quanto riguarda i due siti nei quali è stata osservata la presenza dell'afide asiatico, è possibile affermare che all'interno dell'Orto Botanico sono presenti numerose specie vegetali che nel corso degli anni sono state introdotte da differenti zone del mondo e non è nuovo il ritrovamento di insetti esotici.

La presenza della specie nel vivaio di Saonara (PD), sia sull'esemplare di ciliegio in terra, sia sui ciliegi coltivati in vaso, è invece sicuramente legata all'importante ruolo che i vivai di piante ornamentali hanno nell'introduzione e nella diffusione di specie esotiche. L'incremento del numero di insetti esotici è, come visto, probabilmente legato al fatto che gli scambi commerciali di piante, soprattutto ornamentali, tra i vari Paesi sono andati intensificandosi negli ultimi decenni.

Le osservazioni sulla biologia effettuate in laboratorio, anche se relative ad una sola stagione, hanno confermato che l'afide compie su *Prunus* due generazioni con

formazione di due tipi di galle diverse sul margine delle foglie, come riportato da Sorin (1993).

Per quanto riguarda l'ospite secondario alla conclusione della sperimentazione, non è stato possibile verificare con certezza che la pianta ospite secondaria, riportata in letteratura, sia un'Artemisia. Il tentativo di trasferimento delle femmine fondatrigenie alate (migranti) su *Artemisia vulgaris*, infatti non ha avuto, in questo primo tentativo, esito positivo.

Come osservato durante il periodo di monitoraggio della specie, gli afidi presenti sull'ospite primario, una volta raggiunto lo stadio adulto alla fine di maggio- inizi di giugno, hanno regolarmente abbandonato le galle nelle quali si trovavano per raggiungere le piante ospiti secondarie. Quale sia l'ospite secondario rimane in questo caso incerto. Tuttavia il ritrovamento, per due anni consecutivi, della specie sull'ospite primario è un indice certo che l'ospite secondario è presente sia nella zona di Saonara, sia in prossimità dell'Orto Botanico di Padova. È solo dall'ospite secondario che parte la reimmigrazione degli afidi verso l'ospite primario dove avverrà l'incontro tra i due sessi e la deposizione dell'uovo d'inverno, che segna la conclusione con successo dell'olociclo dioico.

Bibliografia

- AKIMOTO S., 1981 - Gall formation by *Eriosoma fundatrices* and gall parasitism in *Eriosoma yangi* (Homoptera, Pemphigidae). *Kontyû* 49 : 426-436.
- AKIMOTO S., 1983 - A revision of the genus *Eriosoma* and its allied genera in Japan (Homoptera, Aphidoidea). *Insecta Matsamurana, New Series*, 27 : 37-106.
- BARBAGALLO S., 1985 – Gli afidi: organizzazione, comportamenti bio-ecologici, rapporti con le piante ospiti : 17-49. In: *Gli afidi e le colture agrarie. L'Italia agricola. Anno 122 – n°3. Reda*. 237 pp.
- BLACKMAN R.L., EASTOP V.F., 1994 - *Aphids on the World's Trees. An Identification and Information Guide*: 919-921. CAB International, Wallingford, 986 pp.
- BLACKMAN R.L., EASTOP V.F., 2000 - *Aphids on the World's Crops. An identification and Information Guide*. 2nd edn. Chichester UK: John Wiley & Sons. 476 pp.
- COEUR D'ACIER A., PÉREZ HIDALGO N., PETROVIĆ-OBRAĐOVIĆ O., 2010 - Chapter 9.2: Aphids (Hemiptera, Aphididae): 435-474. In: *Alien terrestrial Arthropods of Europe* (ROQUES A., KENIS M., LEES D., LOPEZ-VAAMONDE C., RABITSCH W., RASPLUS J.Y., ROY D. B. Editors), *BioRisks* (4).
- DUNN J.A., 1960 - The formation of galls by some species of *Pemphigus* (Homoptera, Aphidoidea). *Marcellia*, 30 : 155-167.
- FORREST J.M.S., 1971 - The growth of *Aphis fabae* as an indicator of the nutritional advantage of galling to the apple aphid *Dysaphis devectora*. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 14 : 477-483.
- FORREST M.S.J., 1987 – Chapter 5.4 Galling Aphids: 341-353. In: *Aphids: Their Biology, Natural Enemies and Control, World Crop Pests, Volume A*. Edited by A.K. Minks and P. Harrewijn. Research Institute for Plant Protection, Wageningen, The Netherlands. 450 pp.
- HILLE RIS LAMBERS D. 1957 - On some *Pistacia* aphids (Homoptera, Aphididae) from Israel. *Bull. Res. Counc. Israel* 6B :170-175.
- HILLE RIS LAMBERS D. 1970 - A study of *Tetraneura* Hartig, 1841 (Homoptera, Aphididae) with descriptions of a new subgenus and new species. *Boll. Zool. Agr. Bachicoltura* 2 : 21-101.
- HOLMAN J., 2009 - *Host Plant Catalog of Aphids. Palaearctic Region*. Springer, 1216 pp.

- KENNEDY J.S., 1958 - Physiological condition of the host plant and susceptibility to aphid attack. *Ent. Exp. Appl.*, 1 : 50-65.
- KOACH J., WOOL D. 1977 - Geographic distribution and host specificity of gall-forming aphids (Homoptera, Fordinae) on *Pistacia* trees in Israel. *Marcellia* 40 : 207-216.
- MANI M.S. 1964 - Ecology of Plant Galls. Dr. W. Junk, The Hauge, 434 pp.
- MARESQUELLE H.J., 1935 - Défaut d'allongement et dépolariation de la croissance dans les morphoses parasitaires. *Revue Générale de Botanique*, 47 : 131-143, 193-214, 273-293.
- MILES P.W. 1968 - Studies on the salivary physiology of plant bugs: experimental induction of galls. *Journal of Insect Physiology*. 14 : 97-106.
- MILES P.W., 1972 - The saliva of Hemiptera. *Adv. Insect Physiol.* 9 : 183-255.
- MORITSU M., HAMASAKI S., 1983 - A new gall forming aphid of the genus *Tuberocephalus* Shinji (Homoptera, Aphididae) on cherry trees in Japan. *Kontyû*, Tokyo, 51: 221-227.
- PELLIZZARI G. 2010 – Galle della flora italiana. Rassegna iconografica. *Atti Accademia Nazionale Italiana di Entomologia*, LVIII: 67-71
- PELLIZZARI G., FRIGIMELICA G. 2014 - First record and establishment of *Tuberocephalus* (*Trichosiphoniella*) *tianmushanensis* Zang, (Hemiptera Aphididae) on ornamental cherry trees in Italy. *Journal of Entomological and Acarological Researches* 46 (1) (in press).
- PRAT H., 1955 - Relations existant entre les notions de gradient chimique et de rayon d'activité cécidogénétique. *Marcellia*, 30 : 51-53.
- REMAUDIÈRE G., SORIN M., 1993 - Two new aphids of the genus *Tuberocephalus* Shinji (Homoptera, Aphididae). *Japan. Jour. of Ent.*, 61: 683-690.
- ROHFRITSCH O., 1977 - Morphogenesis und Pflanzengallen. *Berichte der Deutsche Botanische Gesellschaft*, 90 : 339-350.
- ROQUES A., 2010 – Chapter 2: Taxonomy, time and geographic patterns: 11-26. In: *Alien terrestrial Arthropods of Europe* (ROQUES A., KENIS M., LEES D., LOPEZ-VAAMONDE C., RABITSCH W., RASPLUS J.Y., ROY D. B. Editors), *BioRisks* (4).
- SAVZDARG V.E., 1955 - Peculiarities of seasonal development and nutrition of the red galling apple aphid (Homoptera, Aphidoidea). *Entomologicheskoe Obozrenie*, 34 : 77-87 (in Russian).
- SORIN M., 1993 - The life cycle of Japanese species of *Tuberocephalus*. In: Kindlman P., Dixon A.F. (Eds.): *Critical issues in aphid biology. Proceedings 4th international Symposium on aphids*, Ceske Budejovice:123-126.
- SORIN M., 1994 - Life history of *Tuberocephalus artemisiae* (Aphididae, Homoptera). *Spec. Bull. Trans. Essa Entomol. Soc.*, 2: 109-112.

- SORIN M., IMURA H., 1996 - Life history of *Tuberocephalus misakurae* Moritsu et Hamasaki (Homoptera Aphididae). *Rostria* 45: 1-6.
- SORIN M., REMAUDIÈRE G., 1998 - A Review of the genus *Tuberocephalus* Shinji (Hemiptera, Aphididae) with Description of Two New Species from Pakistan and Japan. *Bulletin of the faculty of Literature, Kogakkan University*, 37: 91-146.
- SU X.M., JIANG L.T. & QIAO G.X. 2010 - *Tuberocephalus* (Hemiptera: Aphididae) from China with description of a new species. *Oriental Insects Volume 44 (1)*: 157-191.
- WOOL D., 1984 – Chapter 2: Gall-forming Aphids: 11-29. In: *Biology of Gall Insects*. Editor T.N.Ananthakrishnan. Entomology Research Institute Loyola College, Madras Oxford & IBH Publishing Co. 362 pp.
- ZUCKER W.V., EVANS P.D., 1985 -Tannin-protein interaction and evidence for resource limitation in a galling aphid system, *Ecology* (in review).