



**UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PADOVA
FACOLTÀ DI AGRARIA**

Dipartimento di Agronomia Ambientale e Produzioni Vegetali

TESI DI LAUREA IN SCIENZE FORESTALI E AMBIENTALI

INDAGINI SUL CINIPIDE DEL CASTAGNO (*Dryocosmus kuriphilus*) NELL'ITALIA NORD-ORIENTALE

Relatore:

Prof. Andrea Battisti

Correlatrice:

Dott.ssa Fernanda Colombari

Laureanda:

Isadora Benvegnù

Matricola n. 444879

ANNO ACCADEMICO 2010- 2011

Indice

Riassunto	3
Summary	5
1. Introduzione	7
2. Materiali e metodi	13
2.1 Generalità sull'area di studio	13
2.1 Attacco e produzione.....	14
2.3 Mortalità naturale	15
2.4 Parassitoidi associati alle galle.....	16
2.5 Prelievo di campioni di galle su querce nelle zone oggetto dei rilievi e in altre località...	17
3. Risultati	19
3.1 Attacco e produzione.....	19
3.2 Mortalità naturale	20
3.3 Parassitoidi associati alle galle.....	24
3.4 Prelievo di campioni di galle su querce nelle zone oggetto dei rilievi e in altre località..	30
4. Discussione	33
4.1 Incidenza del driocosmo sulla produzione di marroni commerciali.	33
4.2 Mortalità naturale delle galle	34
4.3 Azione dei parassitoidi associati alle galle.....	36
5. Conclusioni	39
Bibliografia	41
Tavole	47
Ringraziamenti	49

Riassunto

Dryocosmus kuriphilus Yasumatsu è un Imenottero cinipide, galligeno esclusivo del genere *Castanea*, che compromette la vigoria della pianta provocando ingenti danni. Originario della Cina, si è diffuso dapprima in Giappone e Nord America, per arrivare in Italia nel 2002, provocando notevoli danni. Le aree oggetto di studio sono ubicate in Veneto e Friuli. I dati ottenuti confermano che all'aumentare del livello d'attacco, si assiste a un decremento significativo della produzione di castagne, con perdite intorno al 50% in corrispondenza di 4-6 galle per rami della lunghezza di circa 50 cm, raccolti in inverno. Su rami raccolti in estate in quattro località è stata indagata la variazione stagionale del numero medio di galle per gemma, di loculi per galla e di individui vivi per loculo. Sono state osservate forti variazioni sia stagionali sia tra le località.

Sono state inoltre condotte indagini sulla ricchezza/diversità degli imenotteri parassitoidi sfarfallati dagli allevamenti di galle raccolte in inverno e in estate, confrontando il numero di specie e il numero di individui tra le località, così come le epoche di comparsa delle specie più abbondanti. I rappresentanti delle principali famiglie (Pteromalidae, Eupelmidae, Eurytomidae e Torymidae) sono tutti noti parassitoidi generalisti di cinipidi galligeni su querce, ad ampia distribuzione geografica. La percentuale di parassitizzazione è piuttosto bassa (<1%), apparentemente perché *D. kuriphilus* compie una sola generazione all'anno rispetto alle due degli altri cinipidi, e risulta pertanto sfasato rispetto alle due generazioni dei parassitoidi generalisti. *Torymus sinensis*, specie esotica e utilizzata per la lotta biologica classica, sembra avere maggiori probabilità di successo perché presenta una sola generazione all'anno, ben sincronizzata con quella dell'ospite. In un sito di rilascio del parassitoide nel 2010 (Cavaso del Tomba TV) si è proceduto alla verifica dell'insediamento di *T. sinensis* nella primavera del 2011, ottenendo un risultato positivo con lo sfarfallamento di 19 adulti da 9.975 galle invernali, sex ratio pari a 32 % e una parassitizzazione delle galle pari a 0,19 %.

Summary

Dryocosmus kuriphilus Yasumatsu (Hymenoptera) is an exclusive cynipid gallmaker developing on the genus *Castanea*. It is able to compromise the vigour of the plant and making serious economic damage. Indigenous to China, it has spread before in Japan and Northern America, then in Italy in 2002. The locations of this study are settled in Veneto and Friuli regions. The data about the yield loss confirm that an heavier attack brings a significant reduction of chestnut production, with losses of about 50% at a density of 4-6 galls per branch long about 50 cm, picked up during winter. In summer, the seasonal and site variation were assessed for the number of galls per shoot, the number of chambers per gall, and the number of alive individuals per chamber.

In addition, a survey about the richness/diversity of Hymenopteran parasitoids has been done on galls from winter and summer sampling, by comparing the number of species and the number of individuals among the locations and the sampling periods. The species belong to the most common families of parasitoids (Pteromalidae, Eupelmidae, Eurytomidae and Torymidae) and are all well-known generalist parasitoids on oak gall cynipids, with wide geographical distribution. The parasitization was rather low (<1%) so far, possibly because the *D. kuriphilus* has only one generation instead of the two known for most cynipids, impairing the success of the local parasitoids. *Torymus sinensis*, an exotic parasitoid used for classical biological control, is perhaps more successful because, having only one generation per year, is synchronized with the host. The settlement of *Torymus sinensis* in an area of release in 2010 (Cavaso del Tomba TV) has been positively verified during the spring 2011, by obtaining 19 adults out of 9.975 winter galls, with a sex ratio of 32% and a parasitization of 0,19%.

1. Introduzione

Dryocosmus kuriphilus Yasumatsu, comunemente detto cinipide galligeno o vespa del castagno, appartiene all'ordine Hymenoptera, famiglia Cynipidae, sottofamiglia Cynipinae, tribù Cynipini (EFSA, Panel on Plant Health, 2010). Insetto monofago, esclusivo del genere *Castanea*, è in grado di indurre la formazione di galle, ingrossamenti tondeggianti sui germogli o sulle foglie che ospitano il ciclo vitale delle larve ed in grado di compromettere la vigoria della pianta (Regione del Veneto - Unità Periferica per i Servizi Fitosanitari, 2010).

Originario della Cina, è conosciuto come 'oriental chestnut gall wasp' o 'CGW' in inglese, 'japanische Esskastanier-Gallwespe' in tedesco, 'chalcide du chatagnier' in francese e 'kuri-tamabati' in giapponese. Prima di essere descritto nel 1951 da Yasumatsu, che gli assegnò l'attuale nome scientifico, era conosciuto come una non meglio identificata specie appartenente al genere *Biorhiza* (EPPO Bulletin, 2005).

Si è diffuso dapprima in Giappone, a partire dal 1941, quindi in Corea, dove la presenza è stata registrata sin dal 1958. Dal 1974 si è affermato anche nel sud-est degli Stati Uniti e nel 1999 è stato trovato in Nepal. Infine è giunto per la prima volta in Europa nel 2002, precisamente in Italia, in un'area pedemontana piemontese a Sud di Cuneo. A partire da questo focolaio, ha cominciato a diffondersi rapidamente in tutte le regioni italiane. Nel frattempo l'area di attacco si è estesa ad altri paesi europei, quali Francia e Slovenia a partire dal 2005, Ungheria e Svizzera dal 2009 (EFSA, Panel on Plant Health, 2010). In Veneto si è diffuso in tutta la zona pedemontana, nella provincia di Treviso nel 2007 e in quella di Padova, presso i Colli Euganei nel 2009 (Regione Veneto - Unità Periferica per i Servizi Fitosanitari, 2010).

A differenza di altri cinipidi galligeni che alternano due generazioni, sessuata e asessuata, nell'arco dell'anno (Stone *et al.*, 2002), il *driocosmo* è una specie univoltina (compie una sola generazione l'anno, di tipo asessuato). Si riproduce quindi per partenogenesi telitoca, con uova che producono esclusivamente esemplari di sesso femminile, mentre i maschi risultano assenti. Per questo motivo è sufficiente un solo esemplare per dare il via ad una nuova colonizzazione (EFSA, Panel on Plant Health, 2010). Lo sfarfallamento e l'ovideposizione avvengono nel periodo tra giugno ed inizio agosto a seconda delle condizioni stagionali, dell'andamento stagionale e della varietà di castagno (Bosio *et al.*, 2009). Le femmine adulte forano le galle e le abbandonano per poi andare a deporre sulle gemme dell'anno corrente per mezzo di un sottile

ovipositore. Ciascuna femmina depone gruppi di 3-5 uova per ogni gemma, arrivando a deporre complessivamente oltre 100 uova, fino a 200 (Servizio fitosanitario regione Lazio, 2010); al termine, ciascuna gemma può arrivare ad ospitare anche 40-50 uova (EPPO Bulletin, 2005).

La schiusa delle uova avviene dopo circa 40 giorni e le larve al primo stadio si annidano nelle gemme dove permangono per tutto l'autunno e l'inverno, sviluppandosi molto lentamente. In questa fase la loro presenza sul castagno è asintomatica e perciò molto difficile da individuare, tuttavia le ferite da ovideposizione sono riconoscibili mediante un'osservazione accurata (Viggiani e Tesone, 2009). La primavera successiva, alla ripresa vegetativa, le larve inducono una forte reazione nella gemma che, nel giro di due settimane, porta alla formazione delle galle, di diametro variabile da 0,5 a 2-3 cm, lunghe fino a 3-4 cm e di colorazione dal verde al rosso (EPPO Bulletin, 2005; Assessorato all'agricoltura e Servizio fitosanitario regione Campania, 2010). Queste caratteristiche formazioni tondeggianti possono interessare sia i germogli sia le foglie lungo la nervatura centrale ed, a seconda dei casi, provocare il blocco della crescita apicale o la deformazione delle strutture. Possono inoltre presentarsi più raramente su rametti ed infiorescenze (Maltoni *et al.*, 2010), in particolare alla base degli amenti maschili (Associazione tutela marroni di Castione, 2005). Le galle possono essere uniloculari o multiloculari, a seconda che ospitino una o più larve, fino a 7-9. Queste si nutrono, per circa 20-30 giorni, dei tessuti circostanti la camera di sviluppo grazie a un apparato boccale masticatore modificato (Viggiani e Nugnes 2010), attraversando i successivi quattro stadi fino al quinto, per poi impuparsi. Al termine di quest'ultima fase dalle galle emergono le femmine adulte, lunghe circa 2,5-3 cm, dal corpo di colore nero con un grosso addome dalla forma piuttosto tondeggiante e zampe giallo-brunastre ad eccezione dell'ultimo segmento tarsale bruno scuro. Esse vivono in media circa quattro giorni (Graziosi e Santi, 2008), più in generale da due a dieci (EFSA, Panel on Plant Health, 2010). Le uova si presentano ialine, piriformi e dotate di un lungo peduncolo (Viggiani e Nugnes, 2010). Le larve, cieche e prive di zampe, sono dapprima trasparenti, poi bianche; le pupe invece da bianche diventano nere a maturità. Le galle che avevano colpito i germogli disseccano lentamente e sono visibili sui rami anche durante gli anni successivi (ERSAF, Regione Lombardia, 2010).

La diffusione di questa specie avviene con varie modalità, sia attraverso il volo attivo delle femmine, spesso trasportate dal vento, sia ad opera dell'uomo attraverso gli scambi di parti di pianta infette, specialmente materiale vivaistico come marze ed astoni infestati durante il periodo autunno-invernale, quando non presentano sintomi evidenti (Regione Veneto - Unità Periferica per i Servizi Fitosanitari, 2010).

Questo imenottero galligeno attacca la quasi totalità delle specie di castagno, da quello europeo, *Castanea sativa*, sia selvatico sia innestato, a quelli asiatici, *C. mollissima* in Cina e *C. crenata* in Giappone, e nordamericani, *C. dentata*, così come gli ibridi da essi ottenuti. In nord America, molto poco soggetta agli attacchi sembra essere *C. pumila* (Rieske, 2007), mentre *C. alnifolia* sarebbe addirittura immune (EPPO Bulletin, 2005). Considerando invece le diverse varietà selezionate dall'uomo, tra le più suscettibili si sono distinte la euro-giapponese 'Marsol' e la piemontese 'Madonna'; risulta invece immune agli attacchi la francese 'Bouche de Bétizac' la cui produzione però non si è rivelata di eccelsa qualità (Ministero delle politiche agricole, Protocollo di attuazione, 2010).

Alcune fonti indicano che attacchi molto gravi possano portare alla morte delle piante colpite (Dixon *et al.*, 1986), ma nella realtà dei castagneti piemontesi non si è mai registrata tale evenienza. Nel peggiore dei casi si è verificata la morte di alcuni dei rami più infestati (Bosio *et al.*, 2009), oppure le piante indebolite sono state in seguito colpite da altri agenti patogeni (Quacchia *et al.*, 2007). Gli attacchi intensi sembrano invece causare ingenti perdite produttive, come osservato nei castagneti piemontesi dove la produzione annuale di castagne è scesa del 60-80% (EFSA, Panel on Plant Health, 2010). Tuttavia mancano dati precisi al riguardo. Ciò aggrava ulteriormente la problematica fitosanitaria di una specie che ha già subito pesanti attacchi da parte di organismi fungini quali *Cryphonectria parasitica*, cancro della corteccia, e *Phytophthora cambivora*, il cosiddetto 'mal dell'inchiostro' (Turchetti *et al.*, 2010).

Nel tentativo di arginare l'infestazione sono stati provati vari tipi di lotta. Come prescritto dal decreto relativo alla lotta obbligatoria del 30 ottobre 2007 e successive modifiche, in applicazione delle direttive europee, sono state istituite zone focolaio e zone di insediamento. Nelle prime il parassita è già stato rilevato ma si ritiene ancora possibile la sua eradicazione mediante la distruzione di tutto il materiale infetto; nelle seconde il fitofago è già talmente diffuso che non è più possibile eliminarlo in tempi brevi. Attorno a queste zone sono state delimitate fasce tampone della larghezza minima di 15 km. All'interno di tali aree vige il divieto di spostamento di materiali vegetali e l'obbligo di procedere alla lotta contro l'organismo nocivo. Ogni regione ha emanato i propri decreti per la delimitazione delle specifiche zone (Ministero delle politiche agricole alimentari e forestali, 2007. DM 30/10/07).

Le possibilità di lotta non sono attualmente molte nei castagneti del Veneto. Quando l'infestazione è ancora nelle prime fasi si può tentare di eliminare la presenza del cinipide

mediante interventi meccanici di potatura primaverile, con asporto totale delle galle e relativa distruzione del materiale. Nelle zone focolaio tale pratica è obbligatoria ma non si è purtroppo rivelata efficace per vari motivi, primo tra tutti la già menzionata capacità del driocosmo di dare vita a intere generazioni partendo da singoli individui. Inoltre, affinché l'operazione sia resa possibile, le piante devono essere non troppo alte (Regione del Veneto - Unità Periferica per i Servizi Fitosanitari, 2010). Un ulteriore punto a sfavore di questo rimedio è che, in seguito a potature drastiche, il riscoppio di un gran numero polloni ha fornito all'insetto una notevole quantità di nuove gemme su cui insediarsi (Gragnoli, 2009). C'è da dire poi che l'asporto delle galle andrebbe evitato, specialmente in autunno per non danneggiare l'azione di eventuali parassitoidi locali che potrebbero essersi adattati ad attaccare il cinipide (Servizio Fitosanitario Regione Emilia-Romagna, 2010). Un'altra controindicazione non indifferente sta nel fatto che il taglio di numerose branche può compromettere la produzione per molti anni senza avere effetto sul cinipide (Paparatti e Speranza, 2010).

La lotta mediante insetticidi è stata sperimentata negli Stati Uniti dove si sono ottenuti buoni risultati (Rieske, 2007). Tuttavia, secondo prove condotte in Piemonte contro uova e larve nelle gemme e larve nelle galle, tali interventi sarebbero inefficaci (EFSA, Panel on Plant Health, 2010), mentre prove condotte in Campania contro gli adulti hanno dato risultati soddisfacenti, tanto da consentire la registrazione temporanea di un prodotto adulticida nel corso del 2010 e del 2011. Nei castagneti italiani considerati come superficie forestale, come ad esempio nella Regione del Veneto, l'impiego di insetticidi è comunque vietato in quanto andrebbe ad alterare gli equilibri dell'ecosistema, oltre che, ancora una volta, ad incidere sull'azione dei parassitoidi. L'unica strada per il momento percorribile è quella della lotta biologica mediante agenti biotici (batteri, funghi, nematodi, insetti) in grado di contrastare l'incremento delle popolazioni degli organismi infestanti e ricondurle ad una condizione di equilibrio con l'ecosistema, allo scopo di mantenerli sotto alla soglia di danno economico (Servizio fitosanitario Regione Toscana, 2010). Si tratta in particolare di antagonisti naturali del driocosmo, parassitoidi degli stadi larvali; un largo numero di questi agenti si trova già nell'ambiente naturale, in quanto parassitoidi già insediati a spese dei cinipidi delle querce. Questi ultimi in particolare sembrano avere buone possibilità di adattarsi ad attaccare il driocosmo, anche se la soluzione migliore rimane sempre quella di utilizzare parassitoidi specifici (Servizio fitosanitario regione Veneto, 2010).

La maggior parte dei parassitoidi dei cinipidi sono per lo meno bivoltini, ossia compiono due generazioni l'anno, e generalisti, in quanto possono sfruttare più di un ospite. I loro ospiti, i

galligeni, sono di norma bivoltini e svolgono una generazione sessuata e una asessuata, dando origine a due galle distinte che possono differenziarsi per posizione sulla pianta, per periodo di comparsa e talvolta per specie di piante attaccate. Le galle possono essere abitate anche da inquilini, i quali si nutrono dei tessuti delle galle stesse, sia sessuate sia asessuate, e sono perciò potenzialmente bivoltini. Si hanno infine altri insetti che sfruttano le galle come semplice rifugio (Stone *et al.*, 2002; Aebi *et al.*, 2007).

Nel contesto specifico riguardante *D. kuriphilus*, cinipide monovoltino specifico del genere *Castanea*, esso può essere parassitizzato nelle aree di origine da *Torymus sinensis*, che per alte densità del galligeno diviene specialista (monofago) (Zhi Yong 2009), e da parassitoidi bivoltini e multivoltini generalisti (Aebi *et al.*, 2007). Come inquilini si possono trovare cinipidi a esempio del genere *Synergus* e Lepidotteri Tortricidi, solitamente sfruttati da parassitoidi generalisti ma, talvolta, anche da specialisti (come i microimenotteri oofagi). Infine si trovano vari altri insetti ospiti delle galle che possono essere a loro volta sfruttati da parassitoidi di varia origine. La complessità delle specie gravitanti intorno alle galle rende quindi particolarmente problematico l'attribuire i parassitoidi usciti negli allevamenti alle diverse specie di insetti ospiti.

T. sinensis Kamijo è un imenottero calcidoideo appartenente alla famiglia dei torimidi ed è un antagonista nelle zone di origine del *D. kuriphilus* Yasumatsu in Cina, dove contribuisce spontaneamente, assieme a tutta una serie di altri imenotteri che agiscono da limitatori naturali, ad esercitare un effetto di controllo sulle popolazioni locali del cinipide. Si tratta di un ectoparassitoide che si nutre a spese delle larve di driocosmo ed è perciò stato introdotto in vari stati come presidio di lotta biologica (Servizio fitosanitario regione Toscana, 2010).

Il Giappone, primo paese colpito dall'infestazione, fu anche il primo ad avviare un progetto di lotta biologica che prevedesse l'uso di *T. sinensis*. Dopo innumerevoli studi riguardanti i parassitoidi, sia indigeni sia importati dalla Cina mediante galle in allevamento, fu verificato il suo alto grado di specificità nei confronti del driocosmo e nel 1982 iniziarono le introduzioni in pieno campo (Servizio fitosanitario regione Toscana, 2010). Nel corso di otto anni tale intervento ha consentito di ridurre l'incidenza dell'infestazione sotto i limiti desiderati (Moriya *et al.*, 2003). In seguito altri paesi, tra cui l'Italia, hanno iniziato ad utilizzarlo come agente di lotta al driocosmo, dapprima in Piemonte nel 2005 (Quacchia *et al.*, 2008), poi anche in altre regioni tra le quali il Veneto nel 2010.

Il parassitoide viene ottenuto da galle raccolte in zone infestate dal driocosmo e già inoculate mediante l'introduzione di esemplari importati direttamente dalla zona di origine (Otake *et al.*, 1982). In seguito vengono allestite delle aree di pre-moltiplicazione in cui, nel corso di qualche anno, si riesce ad ottenere un buon numero d'individui. Sempre per mezzo dell'allevamento delle galle si ricava la quantità di adulti necessaria ad effettuare un lancio in una zona infestata dal cinipide, solitamente un centinaio, suddivisi in maschi e femmine (Servizio fitosanitario regione Toscana, 2010).

Durante gli anni successivi si verifica l'avvenuto insediamento del *Torymus* seguendo la procedura descritta nel protocollo definito da Quacchia *et al.* (2008) e successiva documentazione.

Nell'ambito del presente studio sono stati affrontati tre aspetti dell'infestazione di driocosmo nell'ambito dell'Italia nord-orientale, in particolare:

- 1 – la relazione tra livello di attacco e la perdita di produzione di castagne a uso commerciale (marroni) in aziende caratterizzate da diverse epoche di colonizzazione e livelli di attacco da parte del driocosmo;
- 2 – la mortalità naturale di alcune popolazioni locali in siti dove è avvenuto il rilascio inoculativo di *T. sinensis* nel 2010 e nel 2011, nonché in un'area di controllo;
- 3 – la diversità dei parassitoidi associati alla galle nelle diverse località, sulla base di campioni prelevati nel periodo invernale e nel periodo estivo, da castagno e da altri ospiti affini che possono condividere specie di insetti parassitoidi.

2. Materiali e metodi

2.1 Generalità sull'area di studio

Gli studi sono stati condotti principalmente in sei siti, raggruppabili in tre aree distinte nelle regioni del Veneto e del Friuli Venezia Giulia: in provincia di Verona (Tavernole); in provincia di Treviso, destra Piave (Cavaso) e sinistra Piave (Combai) (figura 1); in provincia di Udine (Magnano in Riviera, Cassacco, Sedilis) (figura 2). Tutti i boschi monitorati in Veneto sono di proprietà di castanicoltori e condotti con funzione produttiva a scopo alimentare, quelli friulani invece appartengono al demanio pubblico e non hanno attualmente funzioni di produzione.

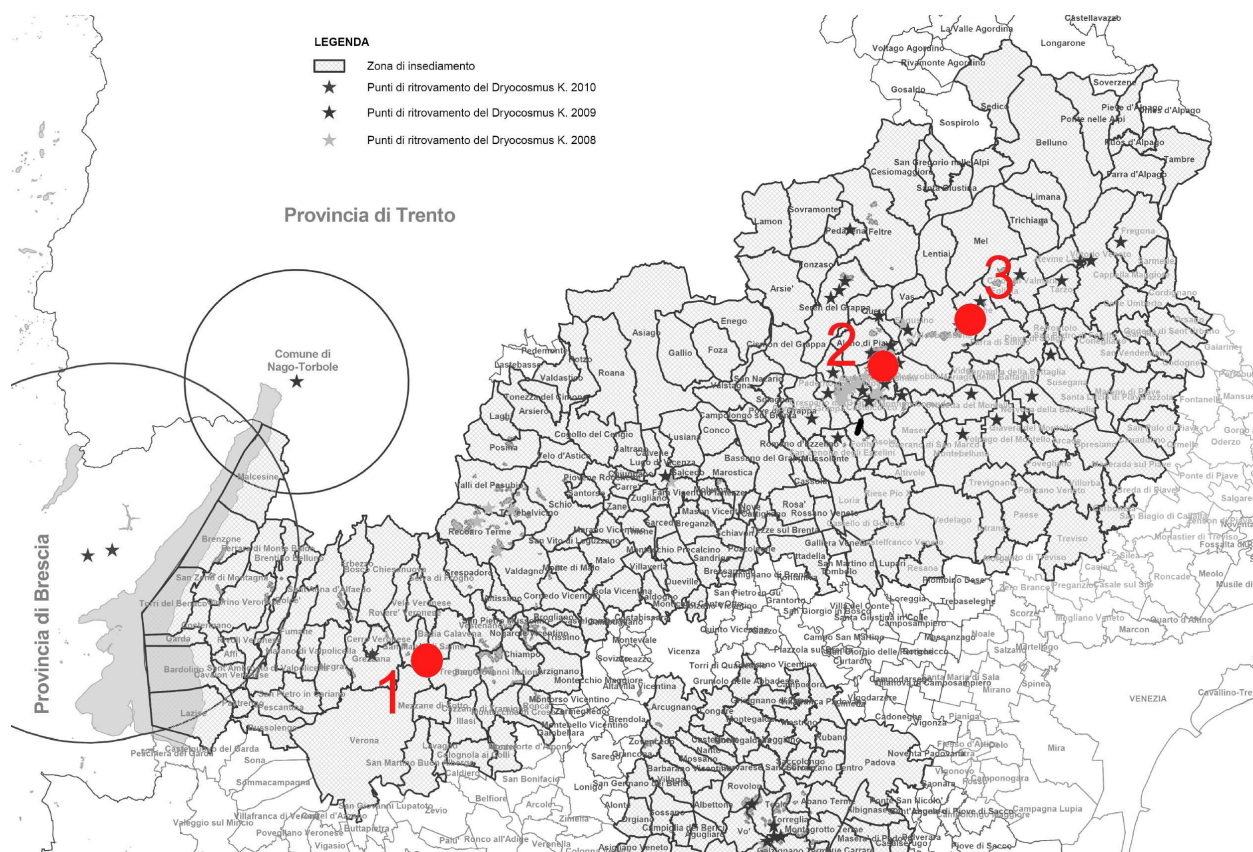


Figura 1. Siti di studio in Veneto: Tavernole VR (1), Cavaso TV (2) e Combai TV (3) (cartografia di base ottenuta dal Sito Regione Veneto; mappa allegata al decreto 11 del 17 novembre 2010).

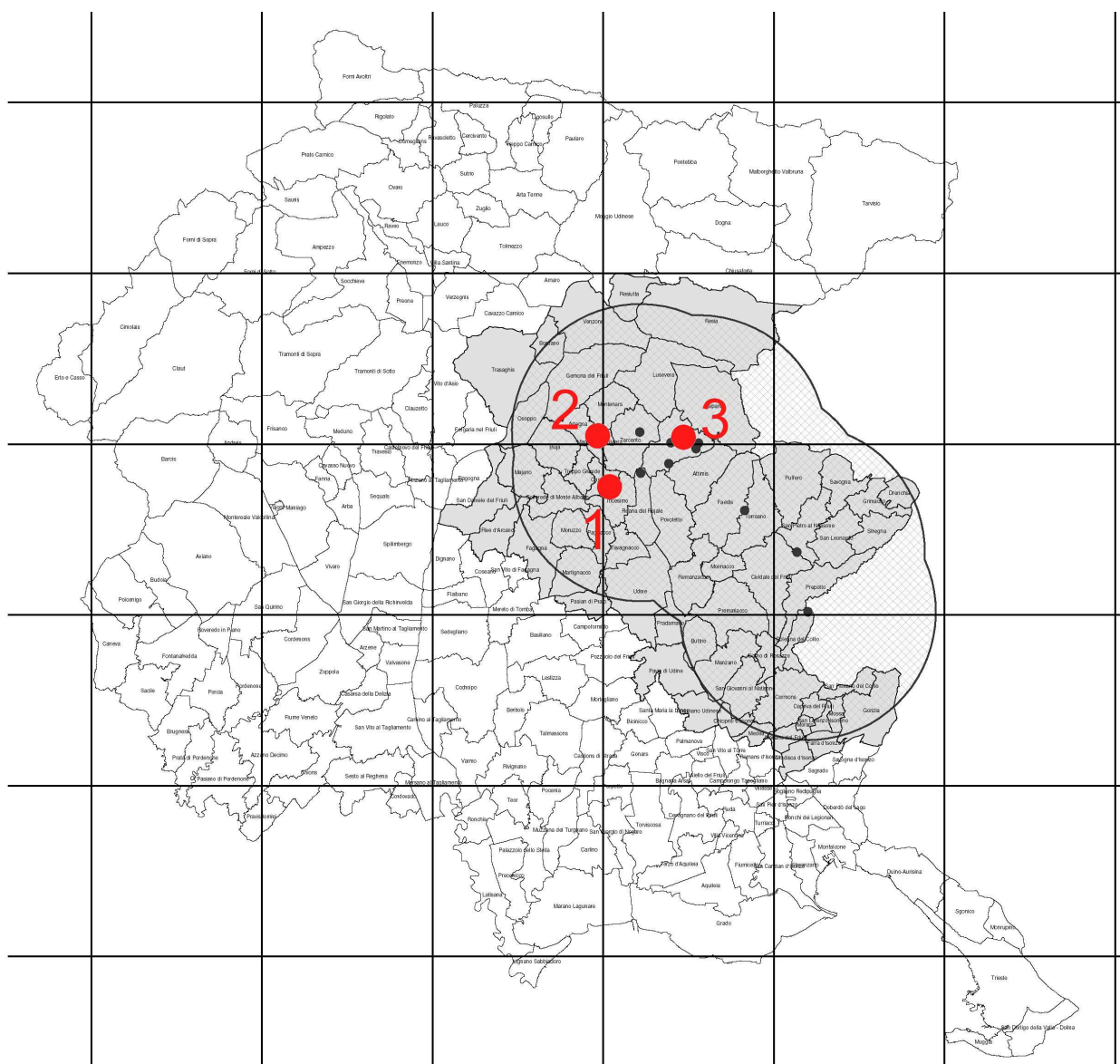


Figura 2. Siti di studio in Friuli Venezia Giulia; Magnano in Riviera UD (1), Cassacco UD (2) e Sedilis UD (3) (cartografia di base ottenuta dal sito dell'ERSA della Regione Friuli-Venezia Giulia; mappa della localizzazione di D. kuriphilus in Friuli Venezia Giulia nel 2009 – punti di ritrovamento in nero e area di sorveglianza in grigio).

2.2 Attacco e produzione

La relazione tra livello di attacco e la perdita di produzione di castagne a uso commerciale (marroni) è stata studiata in aziende situate in provincia di Treviso e caratterizzate da diverse epoche di colonizzazione e livelli di attacco da parte del driocosmo.

In particolare sono state individuate due zone: destra Piave (tavole 1 e 2, figure 3 e 4), dove l'attacco è risultato visibile sin dal 2009, e sinistra Piave (tavola 3, figura 5), dove il cinipide si è manifestato con un ritardo di un anno. All'interno di ciascuna zona sono state identificate alcune aziende per le quali si disponeva di dati certi relativi alla produzione totale di marroni nei quattro anni precedenti, in collaborazione con il Consorzio per la tutela del marrone di Monfenera (destra Piave) e di Combai (sinistra Piave) e dei Servizi Forestali di Treviso. Nel corso dell'inverno 2011 sono state effettuate visite in ciascuna azienda, durante le quali sono state scelte in maniera casuale dieci piante, da ciascuna delle quali sono stati prelevati casualmente dieci rami della lunghezza di circa 50 cm, utilizzando uno svettatoio della lunghezza massima di 5 m. Per ciascun ramo è stato eseguito il conteggio e la raccolta delle galle, considerando come un'unica unità quelle non separabili. L'analisi è stata svolta confrontando la produzione del 2010, anno in cui si sono formate le galle trovate nel campione, con la media dei tre anni precedenti, durante i quali l'infestazione era del tutto assente o assai modesta (2009 per la destra Piave). È stata applicata la tecnica statistica della regressione lineare tra la variazione di produzione e il livello di attacco nel 2010.

2.3 Mortalità naturale

La mortalità naturale delle galle e degli individui in esse contenute è stata studiata in siti dove è avvenuto il rilascio inoculativo di *T. sinensis* nel 2010 e nel 2011 (Regione del Veneto: 2010 Cavaso del Tomba TV e 2011 Combai TV e Tavernole San Mauro di Saline VR), nonché in un'area di controllo (Regione Friuli Venezia Giulia: Magnano in Riviera UD). A partire da aprile 2011 sono stati fatti prelievi mensili di 10 rami scelti a caso da 10 alberi, evitando gli alberi sui quali è stato svolto il rilascio di *T. sinensis*, fino alla fine di luglio 2011 quando lo sfarfallamento delle femmine di driocosmo era terminato. In ciascuna località sono state inoltre raccolte circa 400 galle dagli stessi alberi per l'allevamento dei parassitoidi (vedere punto 3). I rami raccolti in ciascuna data sono stati analizzati in laboratorio per rilevare vari parametri, quali il numero di gemme producenti germogli per ramo e il numero di galle totale e per gemma. Poi mediante sezione al microscopio sono stati contati numero di loculi per galla e totale, numero di individui vivi (larve, pupe, adulti) di driocosmo per galla e totale, dando una stima relativa della mortalità. Sono stati inoltre annotati il numero di galle dell'anno precedente ancora attaccate al ramo, le condizioni delle galle analizzate ed eventuali osservazioni di carattere generale.

2.4 Parassitoidi associati alle galle

Lo studio sulla diversità dei parassitoidi associati alle galle è stato compiuto in diverse località di Veneto e Friuli Venezia Giulia, sulla base di campioni prelevati nel periodo invernale e nel periodo estivo. In particolare sono stati indagati i seguenti aspetti:

- verifica, a un anno di distanza dal lancio, dell' insediamento di *T. sinensis* (Cavaso, Veneto);
- indagine sulla ricchezza/diversità dei parassitoidi in vari siti di raccolta di galle invernali (Veneto/Friuli) (Tab. 1 e 2);
- indagine sulla ricchezza/diversità dei parassitoidi nei tre siti di raccolta di galle estive (Veneto) (Tab. 1).

Per verificare l'insediamento di *T. sinensis*, sono stati eseguiti prelievi di materiale tra la fine di febbraio e l'inizio di marzo presso la località Cavaso del Tomba TV, in cui era stato effettuato il rilascio del parassitoide il 29 aprile 2010. Le galle raccolte sono state pulite e inscatolate seguendo le indicazioni riportate all'interno del "Protocollo di verifica dell'insediamento del parassitoide *Torymus sinensis*" del DIVAPRA per il 2010.

L'indagine sulla ricchezza/diversità dei parassitoidi presenti nelle galle invernali è stata fatta utilizzando sia i campioni prelevati a Cavaso per verificare la presenza di *T. sinensis* sia i campioni prelevati per determinare il rapporto tra attacco e produzione. Sono stati inoltre considerate galle di un'altra località del Veneto (Tregnago - VR) e di tre località del Friuli Venezia Giulia (provincia di Udine).

L'indagine sulla ricchezza/diversità dei parassitoidi presenti nelle galle estive è stata fatta prelevando materiale nelle tre località del Veneto utilizzate per l'analisi della mortalità.

Le galle raccolte in inverno sono state dapprima messe in sacchi di rete per facilitarne il trasporto, quindi, una volta portate presso la sede di Agripolis, Legnaro PD, sono state ripulite da foglie e porzioni di ramo, eliminando eventuali predatori generici, in particolare ragni. In questa fase si è proceduto alla conta delle galle, considerando come un'unica unità quelle non separabili. Infine sono state poste all'aperto in luogo riparato, in scatole di cartone sigillate mediante nastro adesivo ed appositamente predisposte di due lucernai removibili costituiti da barattoli di plastica con innesto a vite. In estate sono state raccolte almeno 400 galle in ciascuno dei prelievi mensili (maggio, giugno, luglio) effettuati nelle tre località per l'ottenimento di

parassitoidi. Le galle sono state fatte asciugare leggermente all'aperto in sacchi di rete (circa 24 ore) prima di essere trasferite nelle scatole di allevamento (vedere punto 2).

Tabella 1. Elenco delle località di raccolta delle galle invernali ed estive.

Località	Data raccolta	Coordinate	Altitudine (m s.l.m.)	Ambiente	Anno di infesta- zione	n° galle raccolte in inverno	Totale galle inverno	n° galle raccolte in estate
Cavaso del Tomba TV	23/02/2011 12/05/2011 09/06/2011 08/07/2011	45°52' N 11°52' E	336	Castagneto da frutto	2007	9975	9975	1455
Destra Piave TV	10/03/2011	45°52' N 11°54' E	336	Castagneto da frutto	2007	1945		-
Sinistra Piave TV	24/03/2011	45°55' N 12°03' E	462	Castagneto da frutto		390		-
Combai TV	13/05/2011 10/06/2011 08/07/2011	45°55' N 12° 03' E	462	Centro sperimentale		-		1866
Magnano in Riviera UD	02/03/2011	46°14' N 13°12' E	333	Bosco d'altofusto	2009	3205		-
Cassacco UD	02/03/2011	46°11' N 13°11' E	192	Bosco d'altofusto	2008	2980		-
Sedilis, Tarcento UD	02/03/2011	46°14' N 13°14' E	410	Ceduo maturo	2008	3690	9875	-
Frindi, Tregnago VR	27/03/2011	45°33' N 11°08' E	608	Castagneto da frutto	2010	710	710	-
Tavernole VR	04/05/2011 31/05/2011 19/06/2011	45°32' N 11°06' E	585		2010	-		1374

In seguito tali allevamenti sono stati controllati quasi ogni giorno allo scopo di prelevare gli adulti di parassitoidi sfarfallati e determinare con precisione il periodo di sfarfallamento.

2.5 Prelievo di campioni di galle su querce nelle zone oggetto dei rilievi e in altre località.

Nel 2010 e nel 2011, in vari periodi dell'anno, sono state raccolte 421 galle di cinipidi legati al genere *Quercus* nelle aree di Cavaso, Combai e in altre località (provincia di Padova e Firenze) prossime a zone di presenza del driocosmo. Le galle sono state classificate mediante chiavi dicotomiche e per comparazione fotografica (Buhr, 1965; Pellizzari, 1988; Hellrigl, 2008). Tutte le galle sono state poste in scatole allestite appositamente per monitorare gli sfarfallamenti di eventuali parassitoidi, suddivise per località e data di raccolta. Il numero delle galle per ogni scatola è variato a seconda della densità degli esemplari ritrovati. Tali campionamenti sono stati eseguiti allo scopo di verificare se i parassitoidi che si stanno adattando a sfruttare *D. kuriphilus*

provengano da galle di altri cinipidi che si sviluppano a spese di varie specie di querce (esponenti delle Fagaceae, al pari del castagno).

Sono state inoltre raccolte 228 galle della generazione su foglia di *Dryocosmus* (= *Plagiotrochus*) *australis*, in quanto congenere di *D. kuriphilus*, per verificare se i due galligeni condividano alcune specie di parassitoidi. Le galle sono state collezionate in una località italiana (Padova: Orto botanico e zona Pontecorvo) e in due località spagnole. Durante il ciclo vitale *D. australis* dà origine a galle su leccio (*Quercus ilex*) e compie, a differenza di *D. kuriphilus*, due generazioni all'anno: quella sessuata forma galle su foglie che cominciano a svilupparsi da aprile-maggio e da cui gli adulti escono a giugno-luglio; quella asessuata origina galle su rametti a partire dall'estate e gli individui sfarfallano la primavera successiva (Stone *et al.*, 2002).

3. Risultati

3.1 Attacco e produzione

I valori di attacco registrati nelle singole aziende e i rispettivi livelli di produzione di marroni forniti dai Consorzi di tutela sono presentati in tabella 2 e in figura 6. Sono stati esclusi dall'analisi quei produttori per cui non erano disponibili dati completi per ciascun anno di osservazione.

Tabella 2. Elenco delle aziende produttrici di marroni, con indicazione della zona geografica, del livello di attacco, della produzione (p) nel 2010, della produzione media 2007-2009 e del rapporto tra 2010 e 2007-2009.

Codice Produttore	Zona - Comune	galle/ramo	p2010	media p2007-2009	p2010/p2007-09
A	sx Piave - Segusino	2,97	114,0	424,1	0,27
B	sx Piave - Miane	2,91	504,5	610,8	0,83
C	sx Piave - Follina	0,71	273,0	258,1	1,06
D	sx Piave - Vittorio Veneto	0,2	712,0	281,0	2,53
E	sx Piave - Cison di Valmarino	1,4	509,0	515,5	0,99
F	sx Piave - Miane	0,71	97,5	154,0	0,63
G	sx Piave - Miane	0,52	145,0	118,2	1,23
H	sx Piave - Follina	1,59	1506,0	1348,3	1,12
I	dx Piave - Pederobba - Fenaroi	6,44	122	544,0	0,22
L	dx Piave - Pederobba - Fenaroi	1,93	495	743,33	0,67
M	dx Piave - Pederobba - S.Margherita	3,57	995	1250,0	0,80
N	dx Piave - Cavaso - Costalunga	5,36	161	505,0	0,32
O	dx Piave - Cavaso - Rizzele	4,08	1025	1106,0	0,93
P	dx Piave - Possagno - Val de la Geda	3,66	233	1024,0	0,23
Q	dx Piave - Pederobba - Fenaroi	2,85	166	368	0,46

In figura 6 sono presentati i dati relativi alla relazione tra il rapporto p2010/p2007-2009 (ultima colonna di tabella 2) e l'entità dell'attacco del driocosmo (galle per ramo). Si osserva una riduzione significativa della produzione all'aumentare del livello di attacco (regressione lineare, $F_{(1, 13)} = 10,3$; $P = 0,007$; $R^2 = 0,44$), con perdite intorno al 50% in corrispondenza di 4-6 galle per rami della lunghezza di circa 50 cm, raccolti nel periodo invernale. Le aziende della sinistra Piave mostrano generalmente valori lievi di attacco e conseguenti perdite limitate (parte sinistra del grafico) mentre le perdite più sostenute sono visibili nella destra Piave (parte destra del grafico).

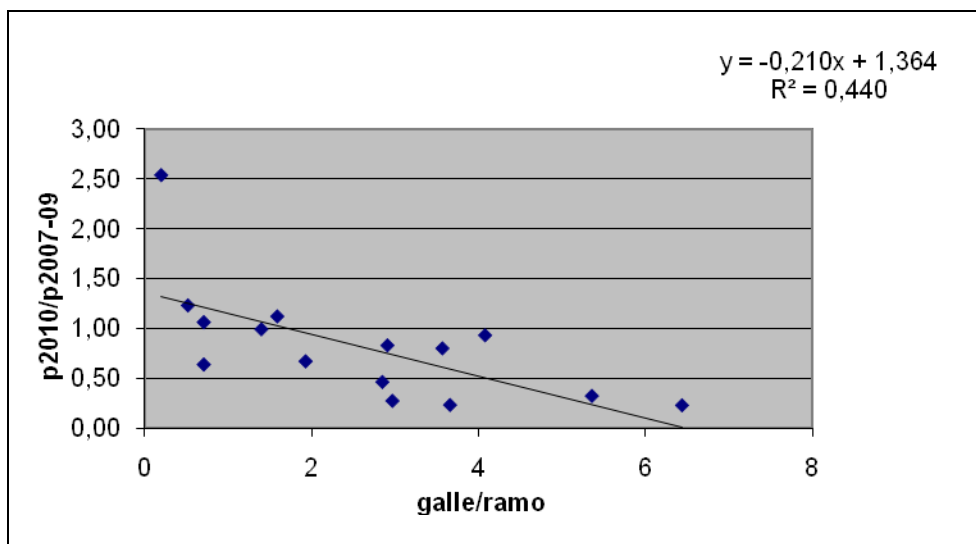


Figura 6. Relazione tra il rapporto di produzione nel 2010 rispetto alla media dei tre anni precedenti (2007-2009) e il livello di attacco osservato nel 2010, presso 15 aziende produttrici di marroni nelle zone di destra e sinistra Piave.

3.2 Mortalità naturale

I dati ottenuti dall'analisi e sezionamento delle galle sono stati in seguito elaborati e sintetizzati mediante l'uso di tre indici. Il primo di questi si riferisce alla figura 7, dove sono presentati i valori del numero medio di galle per gemma dell'anno corrente, suddivisi per località e per mese. In maggio i valori sono significativamente più elevati a Cavaso (ANOVA, $F_{(3, 36)} = 22,6$; $P < 0,01$) rispetto a tutti gli altri siti. Tavernole e Combai non differiscono tra loro ed entrambi presentano indici significativamente più elevati rispetto a Magnano (Tukey test, $p < 0,05$). Nel corso della stagione il numero di galle per gemma diminuisce in modo significativo a luglio per Cavaso (ANOVA, $F_{(2, 27)} = 4,6$; $P = 0,02$) mentre non si osservano variazioni significative per Tavernole e Magnano (i valori di luglio di Combai non sono disponibili per un errore di campionamento). La diminuzione sembra essere dovuta al distacco delle galle dai rami, per vari fattori quali intemperie, attacchi d'insetti, funghi. Sono state infatti spesso osservate galle cadute a terra con segni di tali agenti, si ricorda in particolare eventi di grandine che hanno causato cadute di galle nei siti di Tavernole (fine aprile, prima dell'inizio del campionamento) e di Cavaso (fine maggio).

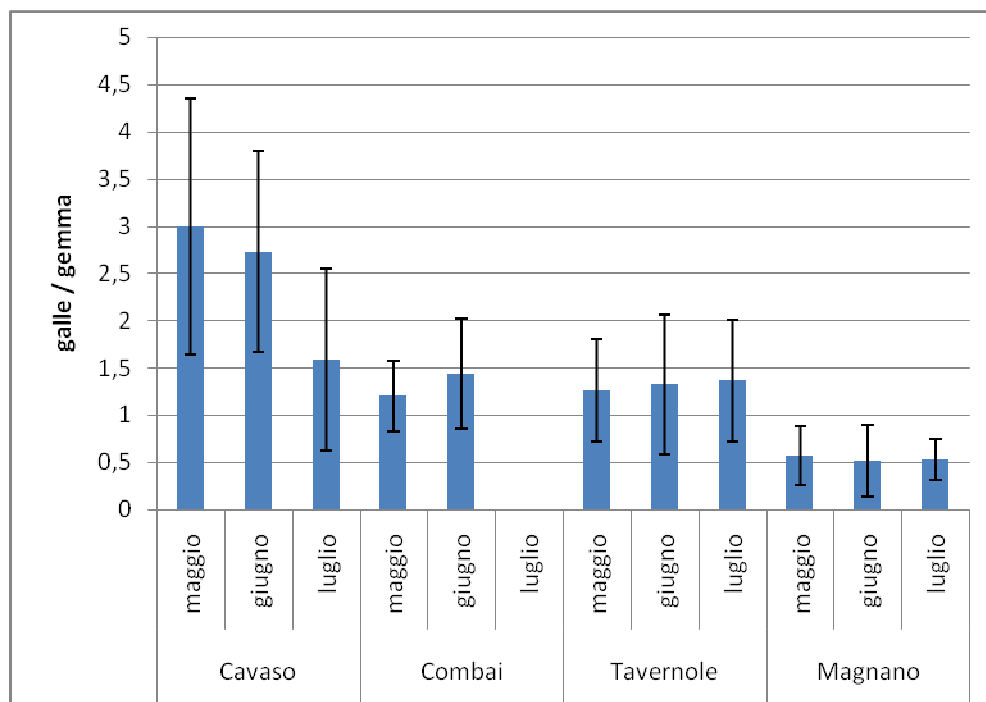


Figura 7. Numero di galle per gemma riportato in relazione alla località ed al periodo di raccolta dei campioni.

Il secondo indice, numero di loculi per galla (figura 8), è direttamente collegato alla grossezza delle galle e non varia in modo significativo né tra le località né tra i periodi di campionamento (ANOVA).

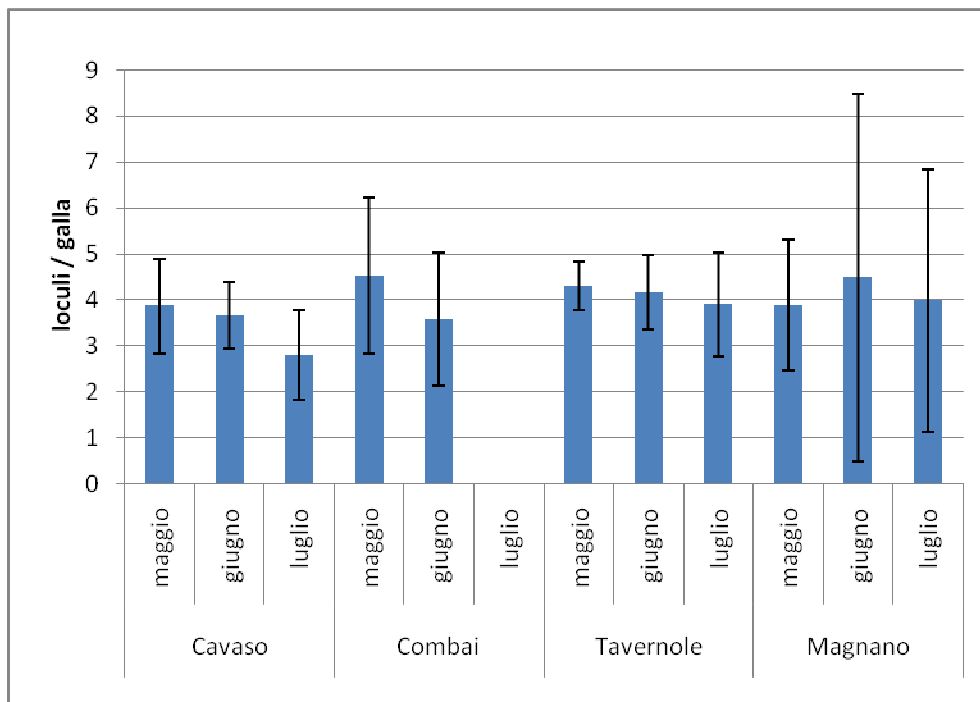


Figura 8. Numero di loculi per galla riportato in relazione alla località e al periodo di raccolta dei campioni.

La terza variabile, numero di individui vivi per loculo (figura 9), rappresenta una sorta di indice di sopravvivenza, seppur molto grossolano in quanto non sappiamo quanti individui adulti sarebbero poi sfarfallati. L'indice in maggio è significativamente più basso per il sito di Magnano (Kruskall-Wallis ANOVA, $H_{(3, 40)} = 27,1$; $P < 0,01$). L'andamento dei valori nel tempo è significativamente decrescente per tutti i siti (Kruskall-Wallis ANOVA, $H_{(1, 80)} = 7,3$; $P = 0,007$), con particolare evidenza per Magnano.

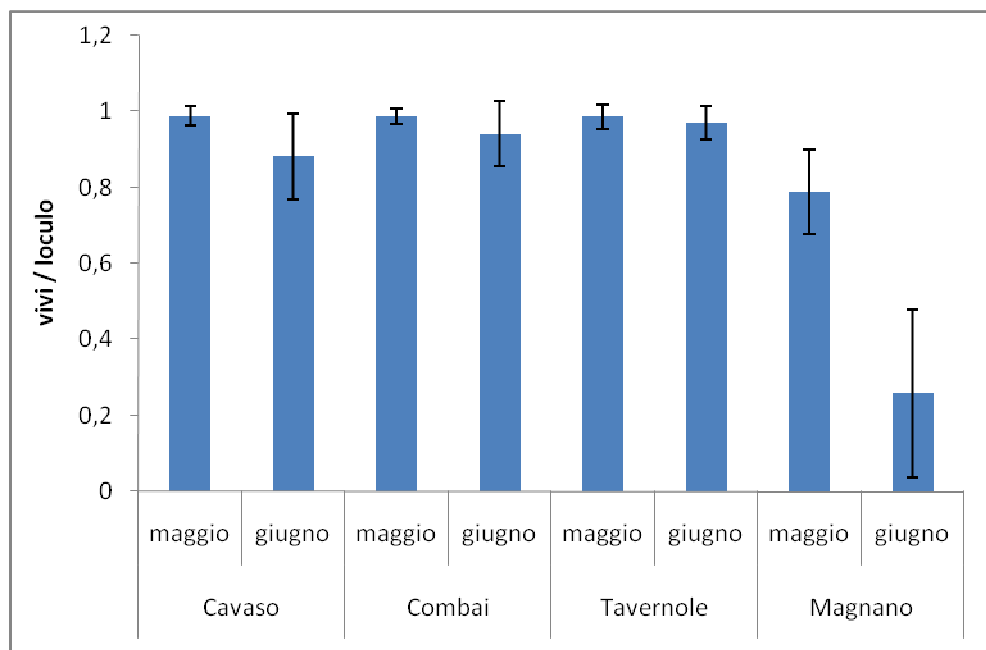


Figura 9. Numero di individui di driocosmo vivi per loculo riportato in relazione alla località ed al periodo di raccolta dei campioni.

3.3 Parassitoidi associati alle galle

In totale da 27.586 galle sono sfarfallati 1.128 parassitoidi, di cui 921 noti su cinipidi, pari al 3,3% di galle con parassitoidi. La differenza rispetto a 1.128 rappresenta parassitoidi di altri insetti che utilizzano le galle per lo sviluppo (inquilini). Di questi ne sono stati ottenuti 904 esemplari e 140 loro parassitoidi. I parassitoidi dubbi (67) non sono stati considerati; il loro numero è maggiore nelle galle invernali (66) per la grande varietà di inquilini (Tabella 3.1).

Il parassitoide utilizzato per la lotta biologica nel 2010 e 2011, *T. sinensis*, è stato come prevedibile rinvenuto nel solo sito di lancio 2010 (Cavaso) nella misura di 19 adulti ottenuti da 9.975 galle invernali (Tab. 3.1) e suddivisi in 6 femmine e 13 maschi, con una percentuale di femmine pari a 32.

I parassitoidi sono stati suddivisi per famiglie e, ove possibile, per specie. Nelle galle invernali gli Eupelmidi (*Eupelmus urozonus* e *E. annulatus*) sono maggiormente rappresentati seguiti dagli Eurytomidi (*Eurytoma* spp.: tre specie diverse) con l'eccezione di Cassacco dove Eurytomidi e Torymidi (*Megastigmus dorsalis*) sono presenti più o meno in egual percentuale; totalmente assenti i Pteromalidi in tutte le località (Tabella 3.2).

Nelle galle estive (figura 10) troviamo in tutte le località molti Torymidi, soprattutto *Torymus flavipes*, seguito da *Torymus* spp., *Megastigmus dorsalis* e *Megastigmus* spp. Seguono gli Pteromalidi (*Mesopolobus tibialis*), con l'eccezione di Cavaso dove gli Eupelmidi (*Eupelmus urozonus* e *E. annulatus*) sono più abbondanti. Gli Eurytomidi estivi comprendono, oltre a *Eurytoma* spp. (*E. brunniventris* soprattutto), anche *Sycophila biguttata*. I parassitoidi usciti dalle galle estive sono presentati in Tabella 4.

I parassitoidi sono usciti tra il 21/03/2011 e il 18/07/2011 per le galle raccolte in inverno e tra il 21/05/2011 e l'08/08/2011 per le galle raccolte in estate.



Figura 10. Esempio di raccolta giornaliera di parassitoidi da galle estive. Sono riconoscibili le specie *Eurytoma brunniventris* (1), *Eupelmus* spp. (femmina 2, maschio 3) e *Megastigmus dorsalis* (femmina 4, maschio 5).

Tabella 3.1. Esemplari di parassitoidi e altri insetti sfarfallati dalle galle raccolte in inverno.

Località	Raccolta galle	n galle in allevam.	Parassit. di <i>D. kuriphilus</i>	% di galle parassitizz.	Inquilini	Parassit. di inquilini	Parassit. 'dubbi'
FRIULI							
Magnano in Riviera UD	02/03/2011	3205	23	0,72	268	8	20
Cassacco UD	02/03/2011	2980	39	1,31	21	8	4
Sedilis UD	02/03/2011	3690	34	0,92	57	8	15
VENETO							
Cavaso TV	23/02/2011	9975	285	2,86	441	90	21
Dx Piave TV (produttori)	10/03/2011	644	1	0,16	6	3	0
	10/03/2011	357	5	1,40	2	0	0
	10/03/2011	944	11	1,17	8	3	6
	10/03/2011						
Sx Piave TV (produttori)	24/03/2011	140	1	0,71	1	0	0
	24/03/2011	71	1	1,41	0	4	0
	24/03/2011	159	1	0,63	1	7	0
	24/03/2011	20	0	0,00	0	4	0
	24/03/2011						
Tregnago VR	27/03/2011	710	5	0,70	14	1	0

Tabella 3.2. Classificazione a livello di famiglia e numero dei parassitoidi di driocosmo usciti dalle galle raccolte in inverno.

Località	Pteromalidi	Eupelmidi	Eurytomidi	Torymidi	Pteromalidi	Eupelmidi	Eurytomidi	Torymidi
	Numero totale				Percentuale			
FRIULI								
Magnano in Riviera UD	0	9	7	7	0,0	39,1	30,4	30,4
Cassacco UD	0	30	4	5	0,0	76,9	10,3	12,8
Sedilis UD	0	22	12	0	0,0	64,7	35,3	0,0
VENETO								
Cavaso TV	0	201	63	21	0,0	70,5	22,1	7,4
Dx Piave TV (produttori)	0	1	0	0	0,0	100,0	0,0	0,0
	0	4	1	0	0,0	80,0	20,0	0,0
	0	9	2	0	0,0	81,8	18,2	0,0
Sx Piave TV (produttori)	0	1	0	0	0,0	100,0	0,0	0,0
	0	0	1	0	0,0	0,0	100,0	0,0
	0	1	0	0	0,0	100,0	0,0	0,0
	0	0	0	0	0,0	0,0	0,0	0,0
Tregnago VR	0	1	3	1	0,0	20,0	60,0	20,0

Tabella 4. Elenco delle specie e numero di individui di parassitoidi usciti dalle galle estive nei tre siti di raccolta e nei tre periodi.

		Data primo svuotamento con ritrovamento di insetti	21/05/2011	03/06/2011	21/06/2011	23/05/2011	14/06/2011	08/07/2011	24/05/2011	14/06/2011	08/07/2011
		Data ultimo svuotamento con ritrovamento di insetti	03/06/2011	26/07/2011	13/07/2011	30/06/2011	14/07/2011	08/08/2011	20/06/2011	11/07/2011	03/08/2011
		Località Raccolta galle Box	Tavernole VR 04/05/2011 20	Tavernole VR 31/05/2011 24	Tavernole VR 19/06/2011 27	Cavaso TV 11/05/2011 21	Cavaso TV 08/06/2011 25	Cavaso TV 07/07/2011 28	Combai TV 11/05/2011 22	Combai TV 08/06/2011 26	Combai TV 07/07/2011 29
Famiglia	Specie										
Pteromalidae	<i>Mesopolobus tibialis</i>		1	3		28	3		35	4	1
Eupelmidae	<i>Eupelmus urozonus</i> , <i>Eupelmus annulatus</i>				1	3	55	5		16	5
Eurytomidae	<i>Eurytoma brunniventris</i>					1	1				
Eurytomidae	<i>Eurytoma spp.</i>						1	2		1	
Eurytomidae	<i>Sycophila biguttata</i>			1						2	
Torymidae	<i>Torymus flavipes</i>		3	6		173	24	6	20	31	
Torymidae	<i>Torymus spp.</i>			1		5	1	6			1
Torymidae	<i>Megastigmus dorsalis</i>			1		10	10	26	2	5	4
Torymidae	<i>Megastigmus spp.</i>							10			1
Tot. Parassitoidi											
<i>D. kuriphilus</i>			4	12	1	220	95	55	57	59	12

L'analisi degli sfarfallamenti di parassitoidi estivi è stata svolta sulla base di due diverse ipotesi. La prima riguarda una maggiore abbondanza di specie e di individui nei siti in cui l'introduzione del driocosmo è avvenuta da maggiore tempo. I risultati sono presentati nelle Figure 11 e 12. Il numero di specie differisce marginalmente tra le località ($p=0,10$) mentre il numero di individui differisce in misura significativa ($p<0.01$).

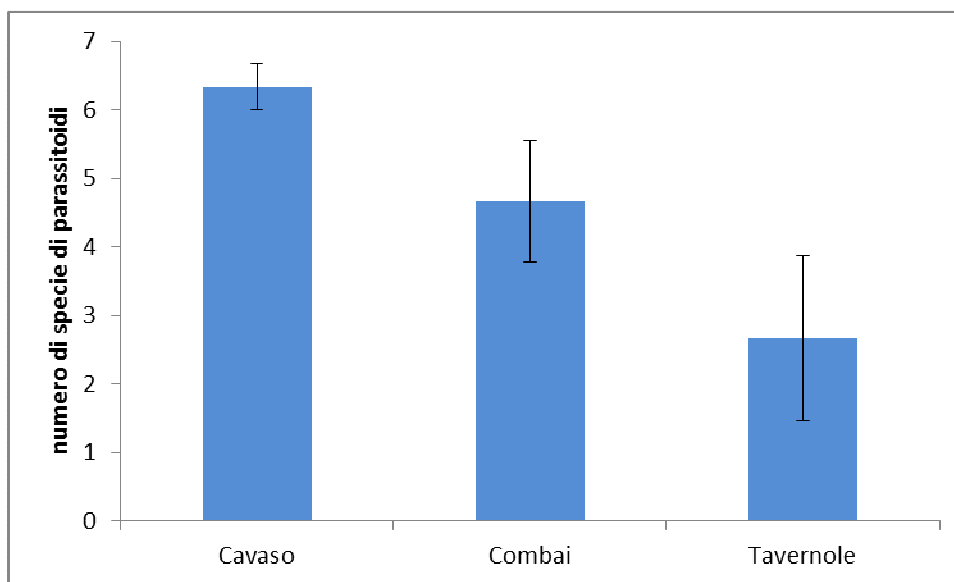


Figura 11. Numero medio di specie di parassitoidi usciti dalle galle nelle tre località caratterizzate da diverse epoche di colonizzazione da parte del cinipide (Cavaso: 2007, Combai: 2009, Tavernole: 2010). I dati sono stati cumulati per epoca di campionamento. Le barre indicano l'errore standard.

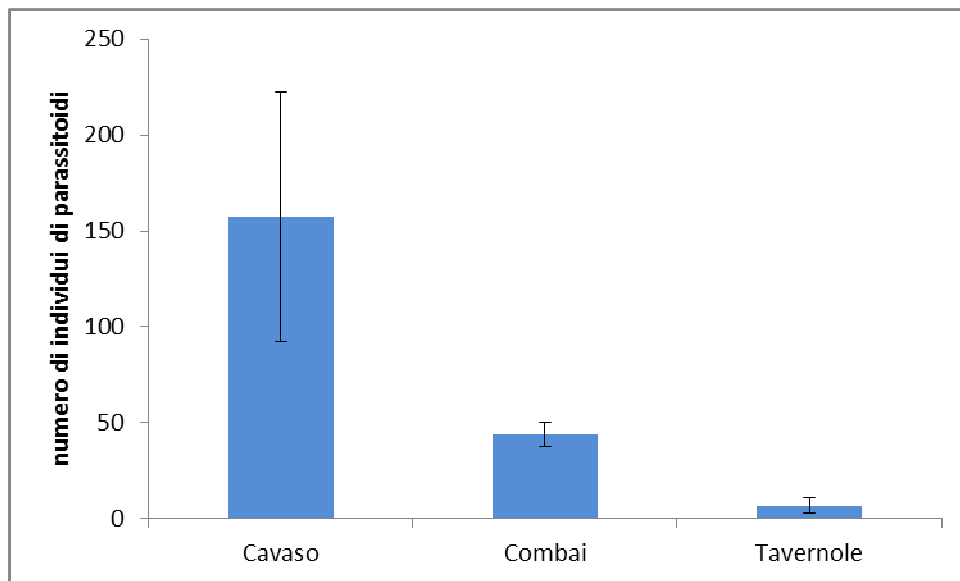


Figura 12. Numero medio di individui di parassitoidi usciti dalle galle nelle tre località caratterizzate da diverse epoche di colonizzazione da parte del cinipide (Cavaso: 2007, Combai: 2009, Tavernole: 2010). I dati sono stati cumulati per epoca di campionamento. Le barre indicano l'errore standard.

La seconda ipotesi prevede un differenziamento temporale nelle epoche di comparsa delle quattro specie più abbondanti di parassitoidi, in modo da ridurre possibili fenomeni di competizione interspecifica (Fig. 13). Anche se le differenze mostrate non raggiungono il livello di significatività statistica, per le forti differenze tra le località, emerge una distribuzione temporale delle uscite fortemente diversa tra le specie e simile in tutte le località. Si possono distinguere specie ad uscita precoce (*Mesopolobus* della coorte svernante come larva matura e *Torymus*), intermedia (*Eurytoma*) e tardiva (*Megastigmus*).

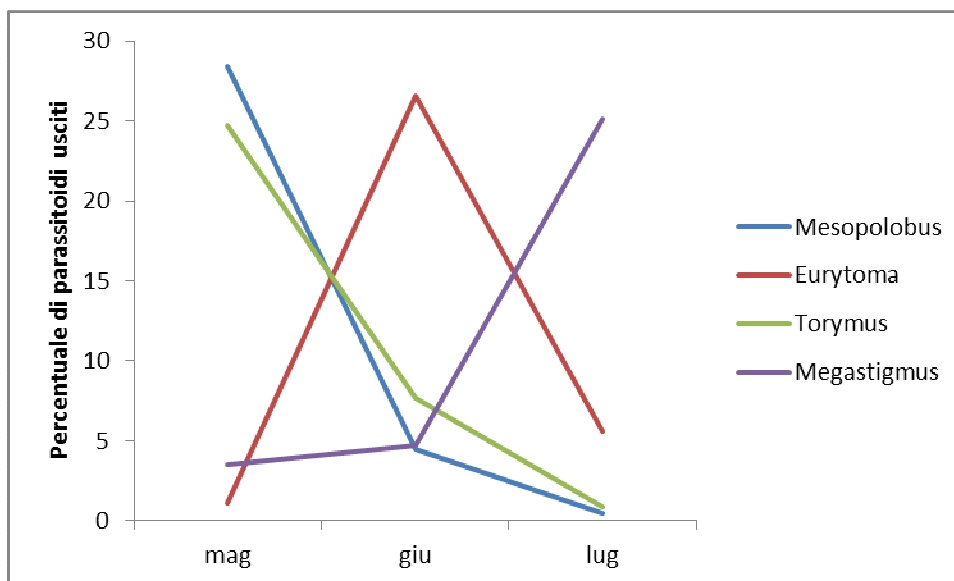


Figura 13. Percentuale di individui delle quattro principali specie di parassitoidi usciti da galle raccolte in tre diverse epoche. Dati cumulati per tre località del Veneto.

3.4 Prelievo di campioni di galle su querce nelle zone oggetto dei rilievi e in altre località.

La determinazione delle specie galligene è riportata in tabella 5; le galle appartengono al genere *Andricus*, *Cynips* e *Dryocosmus*, suddivise in 15 diverse specie. I campioni del 2010 si riferiscono, con una eccezione, alla sola identificazione dei cinipidi galligeni in quanto gli allevamenti non sono stati controllati per la presenza di parassitoidi.

Considerando i campioni raccolti in Italia nel 2011, la popolazione di *D. australis* (generazione sessuata, su foglie), monitorata presso l'Orto botanico di Padova presenta una parassitizzazione pari al 14% (calcolata sul numero di galle). Da queste galle sono emerse solo due specie (*Eupelmus* spp. e *Torymus flavipes*), rinvenute anche nel complesso di parassitoidi emersi dalle galle di *D. kuriphilus*.

Tabella 5. Sintesi delle raccolte di galle di cinipidi su *Quercus* spp. e dei parassitoidi ottenuti.

Località	Data raccolta	Parassita galligeno	nr galle	Pianta	parassitoidi
Cavaso TV	05/03/2010	<i>Neuroterus quercusbaccarum</i>	20	<i>Q. pubescens</i> (roverella)	
Cavaso TV	05/03/2010	<i>Andricus kollari</i>	1	<i>Q. pubescens</i> (roverella)	
Cavaso TV	05/03/2010	<i>Aphelonyx cerricola</i>	1	<i>Q. pubescens</i> (roverella)	
Cavaso TV	05/03/2010	<i>Cynips cornifex</i>	7	<i>Q. pubescens</i> (roverella)	
Cavaso TV	05/03/2010	<i>Andricus infectorius</i>	46	<i>Q. pubescens</i> (roverella)	
Cavaso TV	05/03/2010	<i>Andricus lucidus</i>	3	<i>Q. pubescens</i> (roverella)	
Cavaso TV	05/03/2010	<i>Andricus coriarius</i>	10	<i>Q. pubescens</i> (roverella)	
Cavaso TV	05/03/2010	<i>Cynips quercusfolii</i>	2	<i>Q. pubescens</i> (roverella)	
Cassacco UD	06/04/2010	<i>Andricus inflator</i>	14	<i>Q. pubescens</i> (roverella)	1 (<i>Megastigmus</i>)
Padova, via Facciolati	12/04/2010	<i>Andricus fecundator</i>	2	<i>Q. robur</i> (farnia)	
Padova, via Facciolati	12/04/2010	<i>Andricus aries</i>	1	<i>Q. robur</i> (farnia)	
Padova, via Facciolati	12/04/2010	<i>Andricus mayri</i>	1	<i>Q. robur</i> (farnia)	
Padova, via Facciolati	12/04/2010	<i>Andricus inflator</i>	3	<i>Q. robur</i> (farnia)	
Follina TV	23/03/2011	<i>Andricus kollari</i>	7	<i>Q. pubescens</i> (roverella)	
Follina TV	23/03/2011	<i>Andricus fecundator</i>	1	<i>Q. pubescens</i> (roverella)	
Padova, Orto botanico	13/04/2011	<i>Dryocosmus australis</i>	34	<i>Q. ilex</i> (leccio)	2 Eupelmidi, 3 Torymidi (<i>T. flavipes</i>)
Padova, Orto botanico	22/06/2011	<i>Dryocosmus australis</i>	3	<i>Q. ilex</i> (leccio)	
Padova, Orto botanico	22/06/2011	<i>Dryocosmus australis</i>	4	<i>Q. ilex</i> (leccio)	
Padova, Pontecorvo	11/05/2011	<i>Dryocosmus australis</i>	11	<i>Q. ilex</i> (leccio)	
Padova, Pontecorvo	16/06/2011	<i>Dryocosmus australis</i>	2	<i>Q. ilex</i> (leccio)	
SPAGNA, Espinal	28/06/2011	<i>Dryocosmus australis</i>	52	<i>Q. ilex</i> (leccio)	7 Eurytomidae, 1 Ormyridae, 1 Pteromalidae, 4 Cynipidae (inquilini)
SPAGNA, Trevenque	30/06/2011	<i>Dryocosmus australis</i>	122	<i>Q. ilex</i> (leccio)	8 Eurytomidae, 1 Ormyridae, 3 Cynipidae (<i>D. australis</i>) 3 Torymidae
SPAGNA, Trevenque	30/06/2011	<i>Andricus fecundator</i>	3	<i>Q. ilex</i> (leccio)	
Abano PD	10/07/2011	<i>Andricus quercuscalicis</i>	1	<i>Q. robur</i> (farnia)	
Abano PD	10/07/2011	<i>Andricus infectorius</i>	3	<i>Q. robur</i> (farnia)	
Diacceto e Rufina FI	19/07/2011	<i>Andricus grossulariae</i>	298	<i>Q. cerris</i> (cerro)	

4. Discussione

Il presente lavoro ha consentito di raggiungere i seguenti obiettivi:

- 1 – verificare l'incidenza del driocosmo sulla produzione di marroni commerciali;
- 2 – stimare la mortalità naturale delle galle nel corso della stagione;
- 3 – identificare i parassitoidi presenti in Veneto e valutarne l'azione.

4.1 Incidenza del driocosmo sulla produzione di marroni commerciali.

Per quanto riguarda la riduzione della produzione di marroni commerciali, non si hanno molti dati a disposizione da lavori precedenti. In EPPO Bulletin (2005) si attestano perdite dal 50 all'70% della produzione nei casi di attacco più intenso, ma non viene spiegato come tale stima sia stata effettuata. Altri riferimenti a perdite di produzione riferiscono valori tra 20 e 90%, in combinazione con il tortricide *Cydia fagiglandana* (Speranza e Paparatti, 2010) mentre in Cina, zona di origine del galligeno, vengono riportate perdite tra il 15 e il 30% (Zhi-Yong, 2009). L'unica fonte documentata è contenuta in un rapporto ministeriale sul castagno (Botta *et al.*, 2009), in cui è riportato un grafico che mette in correlazione la produzione rapportata all'area basimetrica con l'entità dell'attacco del cinipide. L'analisi mostra come l'infestazione di *Dryocosmus kuriphilus* (espressa dal rapporto numero di galle per gemma) abbia effetti negativi sull'efficienza produttiva (in questo caso rappresentata dal rapporto tra il peso della produzione di castagne espresso in grammi e l'area basimetrica) della cultivar 'Marsol' durante gli anni 2007, 2008 e 2009. All'aumentare dell'attacco si assiste a un calo medio della produzione da circa 60 g/cm² dove l'attacco è pressoché nullo, fino a circa 12 g/cm² dove l'attacco è di una galla per gemma.

I dati ottenuti nel corso di questo studio sono espressi invece mediante il rapporto tra il calo di produzione nel 2010 rispetto alla media dei quattro anni precedenti e il numero di galle per ramo. L'andamento della funzione conferma quanto già riportato in letteratura a riguardo di un calo di efficienza produttiva come risultato dell'azione del cinipide. Si possono fare alcune ipotesi sulle ragioni fisiologiche di questo calo. In primo luogo la riduzione del numero dei germogli causato dalla formazione delle galle porterebbe al mancato sviluppo dei fiori femminili, che si trovano sempre in infiorescenze miste situate all'apice del ramo. Oltre a questa diminuzione del numero di germogli effettivamente fertili, l'abbassamento di produttività potrebbe essere dovuto al calo di efficienza fotosintetica, determinato dalla riduzione dell'area fogliare dovuto sia alla

formazione di galle fogliari sia al mancato sviluppo di interi germogli, riducendo quindi la quantità di carboidrati necessaria per la costituzione dei frutti.

4.2 Mortalità naturale delle galle

In relazione al grado di attacco dal parte del driocosmo le piante possono essere suddivise in varie categorie, di cui ne vengono di seguito proposte tre.

Alla prima categoria appartengono quelle piante cosiddette resistenti, in quanto non sviluppano galle in seguito all'infestazione del cinipide. Se consideriamo le cultivar secondo una scala di resistenza/suscettibilità all'attacco, ad un estremo abbiamo le varietà 'Marsol' e 'Madonna' come maggiormente soggette alla formazione di galle, all'estremo opposto abbiamo l'ibrido eurogiapponese 'Bouche de Bétizac' che risulta totalmente immune (Botta *et al.*, 2009; Sartor *et al.*, 2009). Si è osservato che su questa varietà l'ovideposizione avviene in modo normale ma non è seguita dalla formazione delle galle. La base di questo meccanismo non è ancora chiara e sono in corso studi per cercare di comprenderla ed eventualmente trasferire tale resistenza su altre varietà mediante miglioramento genetico. Altri esempi di resistenza su base genetica si sono avuti in Giappone quando, alla fine degli anni quaranta, Shiraga (1948, citato da Murakami, 1997) scoprì alcune cultivar resistenti al cinipide; Fukuda e Okudai (1951, citato da Murakami, 1997) studiarono il funzionamento di tale resistenza, scoprendo che non vi era selettività nei confronti dell'oviposizione, ma che nelle varietà resistenti le larve morivano nei loculi all'interno delle galle; numerose varietà resistenti furono diffuse in tutto il Giappone così da scongiurare l'invasione del cinipide per parecchi anni; purtroppo, un nuovo biotipo del galligeno, in grado di attaccare anche queste piante, si differenziò e si diffuse velocemente (Murakami, 1997). Negli Stati Uniti vennero effettuati alcuni esperimenti nel 1995 allo scopo di selezionare varietà resistenti di castagno; i risultati di tali prove suggerirono che il carattere della resistenza fosse controllato da un singolo gene dominante e permise di ipotizzare una relativa facilità di trasferimento da una varietà all'altra (Anagnostakis *et al.*, 2009). Infine, in Cina, sono state studiate tre varietà di castagno diversamente resistenti nei confronti del galligeno. Su tutte le cultivar comunque *T. sinensis* era sempre il principale antagonista del driocosmo (Ding, 2004).

La seconda categoria comprende quelle piante sulle quali avviene la formazione di galle che però in seguito disseccano e non danno origine allo sfarfallamento del parassita. Questo fenomeno può essere dovuto sia ad una reazione da parte dei tessuti della pianta sia ad agenti esterni, biotici o abiotici. Tali agenti possono agire da soli od in combinazione, ad esempio una grandinata può

provocare ferite sulla superficie delle galle e consentire così l'entrata di microorganismi come funghi e batteri che ne causano il disseccamento; lo stesso può accadere in seguito da attacchi di insetti, ad esempio rosicchiature da parte di ortotteri possono permettere a tali microorganismi di attaccare la galla.

Nella terza categoria sono comprese tutte le piante con galle normali ossia che completano il loro ciclo di sviluppo fino allo sfarfallamento degli adulti di cinipide.

Osservando come variano nelle quattro località i tre indici nel corso della stagione, si può notare come la maggior perdita di galle e di individui sia riscontrabile nei siti più colpiti o comunque dove l'attacco del parassita è in corso da più tempo. Indicativi di questa tendenza sono i risultati ottenuti a Cavaso. Le cause di tale andamento possono essere molteplici, ad esempio la predazione da parte di vari animali, come scoiattoli, gliridi ed uccelli che utilizzerebbero le galle come fonte alimentare. Altri danni potrebbero essere arrecati da agenti fungini, come *Gnomoniopsis* spp. (Magro *et al.*, 2010), un genere di funghi che, entrando attraverso ferite e fenditure sulla superficie, causano necrosi e marciumi della galle provocando anche la morte degli individui di driocosmo all'interno dei loculi. Altre cause di notevoli perdite di galle possono essere azioni meccaniche da parte di agenti atmosferici quali piogge o forte vento, che in molti casi portano al distacco dai rami. Infine si può ipotizzare che un'ulteriore causa della perdita di galle sia la reazione dei tessuti della pianta, secondo lo schema riportato all'inizio del paragrafo.

Parallelamente al calo del numero di galle si registra anche un calo del numero medio di loculi (e, conseguentemente, di individui) per galla, con tutta probabilità dovuto al fatto che galle di dimensioni maggiori (ad esempio, quelle multiple) tendono a ridursi in maniera più significativa in quanto sia più appetibili da parte dei predatori sia più pesanti e quindi soggette al distacco ad opera di agenti meccanici.

Come illustrato in figura 7, la località in cui si è registrata la maggior perdita di galle per gemma è Cavaso. Una delle cause di un andamento così marcato è probabilmente da individuarsi in un nubifragio con grandinata manifestatosi tra la fine di maggio e l'inizio di giugno che ha portato sia al distacco diretto di una parte di galle (già visibile nel campionamento di giugno) sia al danneggiamento di un buon numero di quelle rimaste attaccate ai rami, le quali sono cadute in seguito per attacchi fungini, ammuffimento, imbrunimento, marcescenza e necrosi generale, come si evince dal forte calo osservato in luglio.

4.3 Azione dei parassitoidi associati alle galle

Durante il periodo estivo di allevamento e osservazione delle galle è sfarfallato un considerevole numero di Imenotteri suddivisi tra parassitoidi di *D. kuriphilus*, inquilini, parassitoidi di inquilini, parassitoidi ‘dubbi’. I parassitoidi degli inquilini sono stati conteggiati e considerati a parte dato che solo per alcune specie è stato possibile escludere un legame con la presenza del driocosmo, come nel caso di alcuni Icneumonidi e Braconidi associati alle larve dei tortricidi che si nutrono principalmente a spese dei tessuti della galla. Per altre specie, benché note quali parassitoidi di cinipidi, non è stata definita in precedenti studi una diretta relazione col driocosmo e pertanto non è stato possibile includerle nel complesso di nemici naturali in grado di limitare il galligeno.

Per quanto riguarda il complesso di antagonisti sicuramente collegati al driocosmo, nei nostri siti di raccolta si è registrata un’abbondante presenza di rappresentanti appartenenti alle famiglie degli Pteromalidi, Eupelmidi, Eurytomidi e Torymidi. Nel corso di esperimenti analoghi condotti in diversi paesi si sono registrati sfarfallamenti degni di nota anche da parte di parassitoidi appartenenti ad altre famiglie, quali gli Eulofidi (Cina), Encyrtidi e Braconidi (Giappone) e gli Ormiridi (Giappone, Corea, Cina e USA) (Aebi *et al.*, 2006; Cooper e Rieske, 2010). Per quanto riguarda l’Italia gli Ormiridi (*Ormyrus pomaceus*) a esempio sono stati riscontrati in Piemonte e Lazio (Speranza *et al.*, 2009).

Confermando precedenti ricerche, tutti gli imenotteri sfarfallati dalle galle raccolte sono noti parassitoidi generalisti di cinipidi galligeni su querce, come a esempio *Eupelmus urozonus* (Otake *et al.*, 1982), ad ampia distribuzione geografica. È inoltre interessante notare l’emergenza di specie transpaleartiche quali *Eurytoma brunniventris* ed *Eupelmus urozonus* note per attaccare *D. kuriphilus* anche in Cina, Corea e Giappone (Aebi *et al.*, 2006), sebbene tali specie possano comportarsi da iperparassitoidi facoltativi (Quacchia *et al.*, 2008).

Tuttavia, per quanto nei diversi paesi ricorrano sempre gli stessi generi, a livello locale si riscontrano variazioni nelle specie rappresentative di un determinato genere. Data l’abilità del complesso di parassitoidi di individuare rapidamente possibili ospiti alternativi e utilizzare quindi diverse specie ospiti nell’ambito dei cinipidi galligeni (Stone *et al.*, 2002), l’abbondanza relativa dei diversi generi nelle varie località riflette la ricchezza specifica della biodiversità locale, come dimostrato anche dai nostri dati.

La percentuale di parassitizzazione tende a crescere di anno in anno, infatti la più alta tra quelle rilevate si è riscontrata a Cavaso, dove l’infestazione è in corso da un periodo più lungo di tempo rivelando l’esistenza di un meccanismo densità-dipendente. Tuttavia tale percentuale si è rivelata

piuttosto bassa (pari al 25 % ca. delle galle e a meno dell' 1 % degli individui di driocosmo), confermando dati ottenuti da studi precedenti condotti in Italia (da 0,5 a 1,6 %; Aebi *et al.*, 2007) e quindi la scarsa efficacia dei parassitoidi quali fattori limitanti nelle fasi epidemiche del fitofago. Inoltre, la ragione di un impatto così basso da parte degli antagonisti indigeni è da ricercarsi nel differente voltinismo di *D. kuriphilus* rispetto ai cinipidi galligeni nostrani. Questi presentano solitamente due generazioni all'anno (sessuata e asessuata), rendendo possibili due periodi distinti di attacco da parte dei parassitoidi a loro carico (primavera ed estate/autunno) anch'essi per la maggior parte bivoltini (Otake *et al.*, 1982). *D. kuriphilus* è invece monovoltino e le galle sono indotte nel periodo di tempo compreso tra le due generazioni dei cinipidi delle querce, portando alla mancanza di sincronia tra l'emergenza dei parassitoidi locali e la presenza, su castagno, di galle a uno stadio di sviluppo idoneo all'attacco (Aebi *et al.*, 2007). L'assenza di *Mesopolobus tibialis* (Pteromalidae) nelle galle invernali è infatti dovuta al fatto che gli individui di seconda generazione sfarfallano tardivamente (giugno-luglio) (Askew, 1961), quando le galle di *D. kuriphilus* sono state già abbandonate dagli adulti, mentre gli individui di prima generazione che emergono in primavera dopo aver svernato allo stadio di larva matura, sono in grado di attaccare le galle di un elevato numero di cinipidi, tra cui il driocosmo (Askew, 1961). Il ritrovamento delle stesse specie nelle galle raccolte sia in estate sia in inverno (*Eupelmus* spp., *Megastigmus* spp., ecc.), potrebbe ricollegarsi al rapido sviluppo di tali specie (voltinismo) e alla possibilità di attaccare diversi ospiti (polifagia). Ovviamente condizioni stazionali e climatiche possono influire sul sistema di relazioni tritrofiche. Le quattro specie più abbondanti mostrano un marcato differenziamento fenologico in quanto presentano curve di sfarfallamento diverse e questo fatto potrebbe essere indicatore di un adattamento atto a limitare la competizione tra specie che utilizzano la stessa risorsa. È possibile per alcune specie a comparsa tardiva, come *M. dorsalis*, lo svolgimento di una doppia generazione a carico di *D. kuriphilus* in quanto la specie si rinviene frequentemente sia nelle galle estive sia in quelle invernali.

Quanto sopra esposto è d'altra parte alla base del successo di *T. sinensis* quale limitatore naturale nell'areale di origine del driocosmo dato che, per quanto sia considerato un parassitoide generalista, è in grado di comportarsi quale monofago ad alte densità dell'ospite e presenta una sola generazione all'anno ben sincronizzata con quella del cinipide (Aebi *et al.*, 2007).

Mediante la procedura contenuta nel protocollo, è stato verificato l'avvenuto insediamento da parte del *Torymus* nel sito di lancio con un tasso di parassitizzazione delle galle pari a 0,19 %. Tale valore, per quanto basso, è in linea con i dati precedentemente riportati in bibliografia (Quacchia *et al.*, 2009). Sembra quindi possibile che continuando con i lanci nelle località maggiormente infestate tale procedimento si riveli efficace per un futuro contenimento delle

popolazioni del cinipide, come già avvenuto in Giappone negli anni '80, nel corso dei quali l'attacco del galligeno è stato portato al di sotto dei livelli di danno economico (Moriya *et al.*, 2003).

5. Conclusioni

Lo studio ha evidenziato come l'azione di *D. kuriphilus* sia causa di un calo della produzione proporzionale all'intensità dell'attacco. Di conseguenza l'elevato impatto di tale insetto potrebbe comportare rischi per la sussistenza delle economie locali fondate sul prospettato rilancio della castanicoltura. Si conferma perciò la necessità di cercare varietà resistenti che mantengano alta la produzione senza perdere in qualità e di approfondire/incrementare gli studi sulla possibilità di controllo biologico dell'insetto tramite in particolare *T. sinensis*. L'utilizzo di tale parassitoide quale presidio di lotta biologica classica può rivelarsi vincente sul lungo periodo ma pone dubbi a riguardo del rischio di insediamento di una specie esotica: nello specifico sarebbe opportuno accertare i possibili ospiti indigeni di *T. sinensis* e gli eventuali effetti/scompensi sulle comunità di insetti nostrane; sarebbe inoltre utile valutare la possibilità di ibridazioni di questo parassitoide con specie locali appartenenti allo stesso genere, al fine di valutarne la perdita o l'incremento di efficacia del controllo sul driocosmo. Sarà inoltre importante accertare se si stia verificando un progressivo adattamento dei parassitoidi indigeni alla continua presenza dell'ospite e valutare se il loro contributo al controllo della popolazione di *D. kuriphilus* sia crescente.

Infine, per quanto riguarda la mortalità naturale, i fattori biotici e abiotici che la determinano sono sporadici ed imprevedibili (a es. eventi meteorici, funghi patogeni, preatori generici). Tuttavia l'azione rilevante a livello locale (es. Friuli nel 2011) suggerisce la necessità di una più approfondita analisi del loro ruolo.

Bibliografia

Aebi A., Schönrogge K., Melika G., Alma A., Bosio G., Quacchia A., Picciau L., Abe Y., Moriya S., Yara K., Seljak G. and Stone G.N. 2006. Ecology and evolution of galling arthropods and their associates. In: Ozaki K, Yukawa J, Ohgushi T, Price PW (eds) Parasitoid Recruitment to the globally invasive chestnut gall wasp *Dryocosmus kuriphilus*. Springer-Verlag, Tokyo, pp 103–121 .

Aebi, A., Schonrogge K., Melika G., Quacchia A., Alma A. and G. N. Stone. 2007. Native and introduced parasitoids attacking the invasive chestnut gall wasp *Dryocosmus kuriphilus*. Bulletin OEPP/EPPO Bulletin 37:166-171.

Anagnostakis S. L., Clark S. and H. McNab. 2009. Preliminary Report on the Segregation of Resistance in Chestnuts to Infestation by Oriental Chestnut Gall Wasp. Acta Hort. (ISHS) 815:33-35.

Askew R.R. 1961. A study of the biology of species of the genus *Mesopolobus* Westwood (Hymenoptera: Pteromalidae) associated with cynipid galls on oak. Transactions of the Royal Entomological Society of London, 113: 155–173. doi: 10.1111/j.1365-2311.1961.tb00806.x

Assessorato all'agricoltura e Servizio fitosanitario regione Campania. 2010. Il cinipide galligeno del castagno (*Dryocosmus kuriphilus* Yasumatsu).

Bessegga D. 2010. Biologia e antagonisti naturali del cinipide del castagno nell'Italia nord orientale.

Bosio G., Gerbaudo C. and Piazza E. 2009. *Dryocosmus kuriphilus* Yasumatsu: An outline seven years after the first report in Piedmont (Italy). A Global Serious Pest of Chestnut Trees, *Dryocosmus kuriphilus*: Yesterday, Today and Tomorrow: 3-13.

Buhr H. 1965. Bestimmungstabellen der Gallen (Zoo- und Phytocecidien) an Pflanzen Mittel- und Nordeuropas, Band II. Veb Gustav Fischer, Jena.

Cooper W.R. and Rieske L.K. 2010. Gall Structure Affects Ecological Associations of *Dryocosmus kuriphilus* (Hymenoptera: Cynipidae). Environmental Entomology 39 (3), 787-797.

Dieumegard A. 2010. Distribution of larvae and galls of the cynipid in chestnut branches (relazione inedita).

Ding Y.Z., Bi D.S., Fang G.F. and He L. 2004. Relationship between occurrence of *Dryocosmus kuriphilus* and development of cecidum. Chinese Journal of Applied Ecology 15: 108–110.

Dixon W., Burns R. and Stange L. 1986. Oriental chestnut gall wasp, *Dryocosmus kuriphilus* Yasumatsu (Hymenoptera: Cynipidae). Entomology Circular No. 287.

EFSA Panel on Plant Health. 2010. Risk assessment of the oriental chestnut gall wasp, *Dryocosmus kuriphilus* for the EU territory and identification and evaluation of risk management options. EFSA Journal: 8(6), 1619.

ERSAF Regione Lombardia. 2010. *Dryocosmus kuriphilus* - cinipide del castagno.

Gragnoli L. 2009. Insetti che rappresentano minacce presenti e future negli ecosistemi agrari del Centro Italia. Università degli Studi di Perugia.
(http://www.arusia.umbria.it/web/tematiche/difesa/sperim_divulg/Dryocosmus.pdf)

Graziosi I. and Santi F. 2008. Chestnut gall wasp (*Dryocosmus kuriphilus*): spreading in Italy and new records in Bologna province. Bulletin of Insectology: 61 (2), 343-348.

Hellrigl K. 2008. Faunistik der Gallwespen von Sudtirol-Trentino (Hymenoptera: Cynipoidea). Forest Observer vol. 4, Provincia autonoma di Bolzano – Alto Adige.

Magro P., Speranza S., Stacchiotti M., Martignoni D. and Paparatti B. 2010. *Gnomoniopsis* associated with necrosis of leaves and chestnut galls induced by *Dryocosmus kuriphilus*. New Disease Reports: 21, 15.

Maltoni A., Mariotti B. e Tani A. 2010. Il cinipide del Castagno-diffusione e riflessioni su alcune pratiche colturali. Sherwood: 165, 21-24.

Melika G., Bosio G. and Stone G. 2004. Prime indagini sui parassitoidi di *Dryocosmus kuriphilus* Yasumatsu (Hymenoptera: Cynipidae): un nuovo insetto nocivo al castagno in Europa. Convegno sul Cinipide galligeno del Castagno, Cuneo, 27 maggio 2004.

Mihelcic C. 2005. Il nuovo insetto parassita del castagno *Dryocosmus kuriphilus* Yasumatsu. Associazione tutela marroni di Castione. (www.marronicastione.it/pagine/comunicato0605.pdf)

Ministero delle politiche agricole alimentari e forestali. 2007. Decreto Ministeriale 30 ottobre 2007. Misure d'emergenza provvisorie per impedire la diffusione del cinipide del castagno, *Dryocosmus kuriphilus* Yasumatsu, nel territorio della Repubblica italiana. Recepimento della decisione della Commissione 2006/464/CE. Gazzetta Ufficiale n. 42, 12 febbraio 2008.

Ministero delle politiche agricole alimentari e forestali. 2010. Piano del settore castanicolo 2010/2013. 2. Protocollo di attuazione della lotta biologica al *Dryocosmus kuriphilus* del castagno con *Torymus sinensis*.

Moriya S., Shiga M. and Adachi I. 2003. Classical biological control of the chestnut gall wasp in Japan. In: VanDriesche RG (ed) Proceedings of the 1st international symposium on biological control of arthropods. USDA Forest Service, Washington, pp 407–415 .

Murakami Y. 1997. Natural Enemies of the Chestnut Gall wasp – Approaches to Biological Control. Kyushu University Press, Fukuoka, Japan. 308 pp.

Murakami Y. 2009. A history of studies on the chestnut gall wasp in Japan. A Global Serious Pest of Chestnut Trees, *Dryocosmus kuriphilus*: Yesterday, Today and Tomorrow: 38-40.

OEPP/EPPO. 2005. *Dryocosmus kuriphilus*: Bulletin: 35, 422–424.

Otake A. 1980. Chestnut gall wasp, *Dryocosmus kuriphilus* Yasumatsu (Hymenoptera: Cynipidae): a preliminary study on trend of adult emergence and some other ecological aspects related to the final stage of its life cycle. Appl. Entomol. Zool. 15:96.

Otake A., Shiga M. and Moriya S. 1982. A study on parasitism of the chestnut gall wasp, *Dryocosmus kuriphilus* Yasumatsu (Hymenoptera: Cynipidae) by parasitoids indigenous to Japan. Bulletin of the Fruit Tree Research Station A9:177–192.

Paparatti B. e Speranza S. 2010. Le ricerche sul cinipide del Castagno: stato dell'arte. *Corylus* & Co n. 02/2010. (<http://dspace.unitus.it/handle/2067/1271>)

Pellizzari Scaltriti G. 1988. Guida al riconoscimento delle più comuni galle della flora italiana. Pàtron Editore, Bologna.

Pisani P. L. 2011. Castagno: si estende la minaccia del *Dryocosmus kuriphilus*. Georgofili Info. (<http://www.georgofili.info/detail.aspx?id=318>)

Provincia di Cuneo. 2007. A tutto campo. Note di assistenza tecnica per gli agricoltori-speciale cinipide galligeno del castagno.

Quacchia A., Ferracini C., Moriya S. and Alma A. 2009. Italian experience in biological control of *Dryocosmus kuriphilus*. A Global Serious Pest of Chestnut Trees, *Dryocosmus kuriphilus*: Yesterday, Today and Tomorrow: 14-17.

Quacchia A., Moriya S., Bosio G., Scapin I. and Alma A. 2008. Rearing, release and settlement prospect in Italy of *Torymus sinensis*, the biological control agent of the chestnut gall wasp *Dryocosmus kuriphilus*: BioControl (2008): 53, 829–839.

Quiring D., Flaherty L., Johns R. and Morrison A. 2007. Variable effect of plant module size on abundance and performance of galling insect. Galling arthropod and their associates 189-197.

Regione Friuli Venezia Giulia. Decreto N. 195/SFR del 16 giugno 2009.

Regione del Veneto - Unità Periferica per i Servizi Fitosanitari. 2010. La vespa del castagno (*Dryocosmus kuriphilus* Yasumatsu). Scheda descrittiva. (http://www.regione.veneto.it/NR/rdonlyres/624C9A0A-2D12-434A-AD8E-29B1C1AD3214/0/scheda_DK_2010_ver07.pdf)

Rieske L.K. 2007. Success of an exotic gallmaker, *Dryocosmus kuriphilus* on chestnut in the USA: a historical account. Bulletin OEPP/EPPO Bulletin 37:172-174.

Sartor C., Botta R., Mellano M.G., Beccaro G.L., Bounous G., Torello Marinoni D., Quacchia A. and Alma A. 2009. Evaluation of susceptibility to *Dryocosmus kuriphilus* Yasumatsu (Hymenoptera: Cynipidae) in *Castanea sativa* Miller and Hybrid cultivars. Acta Horticulturae 815:289-297.

Servizio Fitosanitario Regione Emilia-Romagna. 2010. *Dryocosmus kuriphilus*, la vespa cinese del castagno.

(<http://www.ermesagricoltura.it/content/download/21084/222646/file/Dryocosmus%20Pieghevole.pdf>)

Servizio fitosanitario regione Lazio. 2010. *Dryocosmus kuriphilus* (Cinipide del Castagno).

(http://www.regione.lazio.it/binary/agriweb/agriweb_allegati_schede_informative/opuscolo_cinipide_2010.pdf)

Servizio fitosanitario regione Toscana. 2010. La lotta biologica per il contenimento del cinipide del castagno.

(http://meta.arsia.toscana.it/FCKeditor/UserFiles/File/meta/News/2010/Progetto_lotta_biologica_cinipide/Progetto_Lotta_biologica_cinipide_castagno.pdf)

Shiga M. 2009. Life history of an introduced parasitoid, *Torymus sinensis*, and dynamics of the host-parasitoid system. A Global Serious Pest of Chestnut Trees, *Dryocosmus kuriphilus*: Yesterday, Today and Tomorrow: 21-22.

Speranza S., Stacchiotti M. and Paparatti B. 2009. Endemic parasitoids of *Dryocosmus kuriphilus* Yasumatsu (Hymenoptera, Cynipidae) in Central Italy. In: Qin Ling, Huang Hongwen eds. Atti del quarto simposio internazionale Acta Horticulturae: 844, 421-424.

Speranza S. and Paparatti B. 2010. Chemical control of Chestnut Weevils in Central Italy. Acta Horticulturae 866: 411-415.

Stone G.N., Schönrogge K., Atkinson R.J., Bellido D. and Pujade-Villar J. 2002. The population biology of oak gall wasps (Hymenoptera: Cynipidae). *Annual Review of Entomology* 47:633–668.

Tokuhisa E. 1981. Number of eggs deposited by the chestnut gall wasp, *Dryocosmus kuriphilus* Yasumatsu (Cynipidae). *Proceeding of the Association for Plant Protection of Kyushu*. 27:154-156.

Turchetti T., Addario E. and Maresi G. 2010. Situation and evolution of sanitary status in chestnut stands. *Acta Horticulturae* 866: 385-390.

Viggiani G. and Tesone T. 2009. Phenology and monitoring of *Dryocosmus kuriphilus* Yasumatsu (Hymenoptera: Cynipidae) in Campania. *Frustula entomologica*, n.s. 32 (45): 93-100.

Viggiani G. and Nugnes F. 2010. G Description of the larval stages of *Dryocosmus kuriphilus* Yasumatsu (Hymenoptera: Cynipidae), with notes on their phenology *J. Entomol. Acarol. Res.* Ser. II, 42 (1): 39-45

Yukawa J. 2000. Synchronization of galls with host plant phenology. *Popul Ecol* 42:105-113.

Zhi-Yong Z. 2009. Study approaches on the chestnut gall wasp, *Dryocosmus kuriphilus* Yasumatsu in China. *Acta Horticulturae* 844: 425-432.

Siti internet.

<http://www.ersa.fvg.it/istituzionale/servizio-fitosanitario-regionale/organismi/cinipide-del-castagno/>

http://www.regione.piemonte.it/agri/set_fitosanit/fitopatologia/avversita/lotte/cinipide/index.htm

Tavole

Ringraziamenti

Desidero ringraziare tutte le persone che mi hanno prestato aiuto durante l'elaborazione di questo lavoro a cominciare dal Dott. Giovanni Narduzzo e il personale dei Servizi Forestali. La mia correlatrice, la Dottoressa Fernanda Colombari, per la costante disponibilità, la Dottoressa Patrizia Dall'Ara, Ewelina Czwienczek e tutto il personale del Dipartimento di Agronomia Ambientale e Produzioni Vegetali per la preziosa collaborazione. I miei genitori, la zia Liala e tutti i parenti per il fondamentale sostegno. Laura, Marzia, Melania, Elisa, Annalisa e tutti gli amici per essermi sempre accanto nei momenti difficili. And you.

Tavola 1

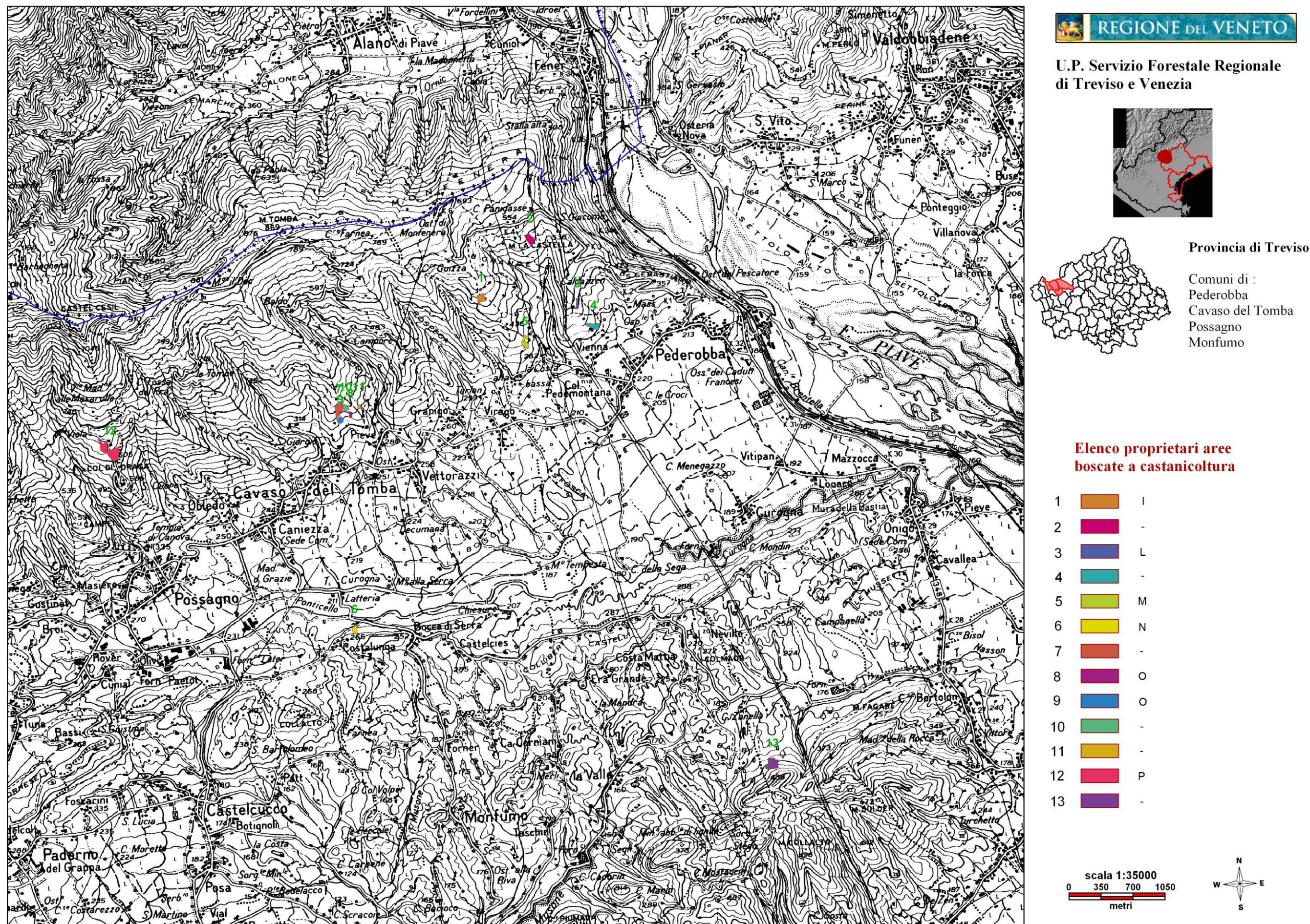


Figura 3. Mappa dei produttori della destra Piave (prima parte).

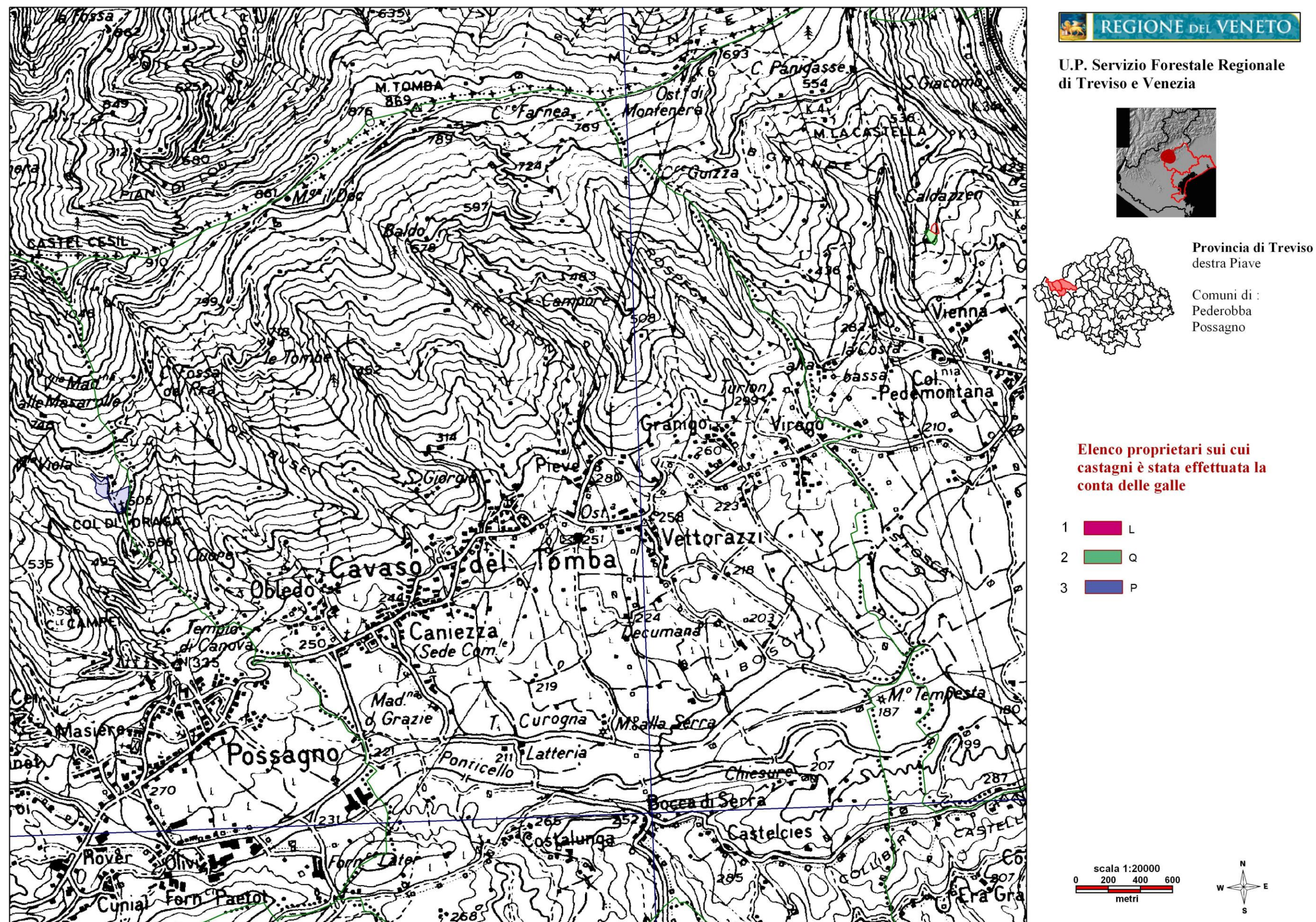
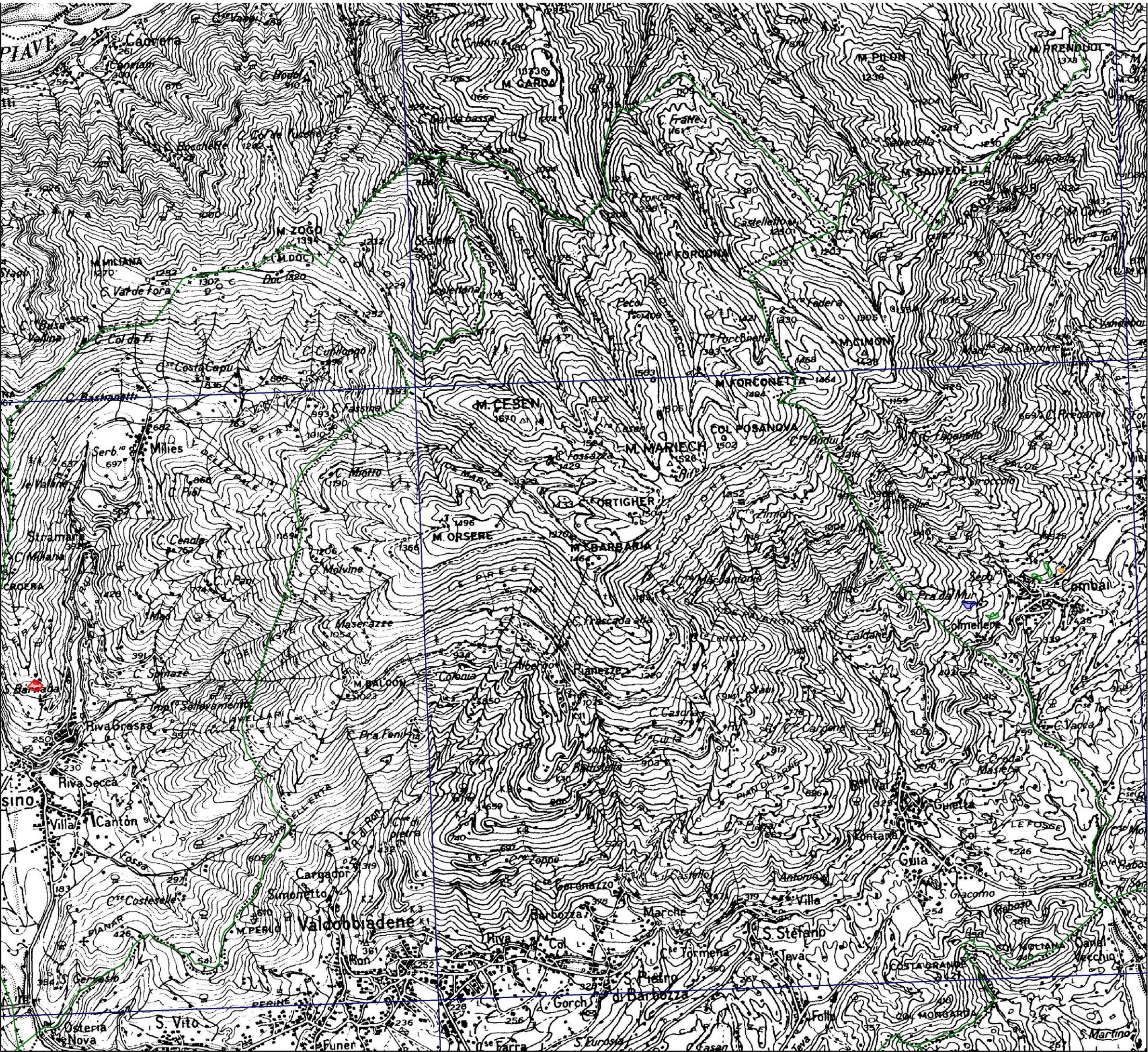
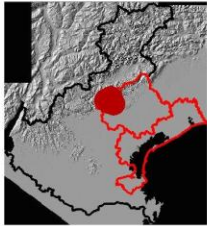


Figura 4. Mappa dei produttori della destra Piave (seconda parte).

Tavola 3



U.P. Servizio Forestale Regionale
di Treviso e Venezia



Provincia di Treviso
sinistra Piave
Comuni di :
Miane - Segusino



Elenco proprietari sui cui
castagni è stata effettuata la
conta delle galle

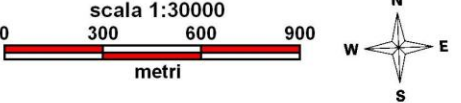
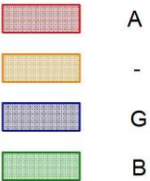


Figura 5. Mappa dei produttori della sinistra Piave.

Tavola 4



a. Una fase della pulizia delle galle invernali per la messa in allevamento.



b. Contenitori per il monitoraggio degli sfarfallamenti dei parassitoidi.



c. Una delle due piante su cui è stato effettuato il lancio di *T. sinensis* a Combai.



d. Seconda pianta lancio a Combai.



e. Alcune delle piante colpite a Cava-so riescono a produrre sporadici ricci.



f. Esempio di una località dei Colli Euganei in cui la situazione si presenta leggermente migliore.

Tavola 5



a. Raro caso di galla su amento.



b. Galla su germoglio.



c. Foglia con malformazione indotta dalla presenza della galla su gemma.



d. Altro esempio di malformazione dovuta alla presenza del driocosmo.



e. Galle su ramo: a primavera inoltrata si presentano di colore rosso acceso.



f. Larva di parassitoide sviluppatasi a spese di *D. kuriphilus* e a sua volta iperparassitizzata.

Tavola 6



a. *Mesopolobus tibialis* (femmina)



b. *Torymus flavipes* (femmina)



c. *Eupelmus* spp. (femmina)



d. *Eupelmus* spp. (maschio)



e. *Megastigmus dorsalis* (femmina)



f. *Megastigmus dorsalis* (maschio)