

## **UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PADOVA**

Dipartimento di Agronomia Animali Alimenti Risorse Naturali e Ambiente  
(DAFNAE)

Tesi di laurea triennale in Tecnologie Forestali e Ambientali

# **Predisposizione e valutazione di protocolli di intercettazione di scolitidi esotici nel porto di Marghera (VE)**

Relatore  
Prof. Massimo Faccoli  
Correlatore  
Dott. Davide Rassati

Laureanda  
Ilaria Rado  
Matricola n. 571568

ANNO ACCADEMICO 2011 – 2012



# INDICE

|  |    |
|--|----|
| Riassunto .....  | 5  |
| Summary .....  | 6  |
| 1. Introduzione.....   | 7  |
| 1.1. Le specie invasive.....   | 7  |
| 1.2. Il monitoraggio delle specie xilofaghe invasive.....                    | 8  |
| 1.2.1. Tipi di trappole.....   | 9  |
| 1.2.2. Tipi di attrattivi.....   | 10 |
| 1.2.3. Posizione delle trappole .....  | 11 |
| 1.3. Monitoraggio in Italia.....   | 11 |
| 1.4. Il caso della specie aliena <i>Cyrtogenius luteus</i> .....             | 12 |
| 2. Scopo del lavoro.....   | 14 |
| 3. Materiali e metodi.....   | 15 |
| 3.1 Siti di campionamento.....   | 15 |
| 3.2 Tipo di trappole.....  | 15 |
| 3.3 Tipo di attrattivi e insetticida.....                                    | 16 |
| 3.4 Disegno sperimentale.....  | 17 |
| 3.5 Modalità di raccolta e conservazione dei campioni.....                   | 18 |
| 3.6 Analisi statistica.....  | 18 |
| 4. Risultati.....  | 19 |
| 4.1. Confronto tra trappole collocate nel porto e nell'area retrostante..... | 21 |
| 4.2. Le specie esotiche.....   | 23 |
| 5. Discussione.....  | 24 |
| Bibliografia.....  | 28 |
| Siti web.....  | 32 |
| Ringraziamenti.....  | 33 |



## RIASSUNTO

Il fenomeno dell'introduzione di organismi alieni è un processo che avviene ormai da secoli ed è considerato a tutti gli effetti come una minaccia a livello globale. Negli ultimi 25 anni il commercio sempre più rapido e globalizzato, associato al fenomeno dei cambiamenti climatici, hanno facilitato la diffusione degli organismi esotici nel paese d'introduzione determinando un tasso di introduzione di specie aliene sempre più elevato. Tra gli insetti, le specie xilofaghe sono considerate come gli organismi invasori di più grande successo grazie alla loro capacità di essere trasportati all'interno di pressoché qualsiasi tipo di materiale legnoso, dove possono sfuggire ai controlli e superare le condizioni climatiche avverse che si presentano durante gli spostamenti. Una volta entrati e stabiliti all'interno del nuovo ambiente, possono causare gravi danni al patrimonio forestale del paese con gravi conseguenze sotto il profilo economico e ambientale. Per contrastare il fenomeno, stati quali USA, Australia e Nuova Zelanda hanno integrato le classiche misure fitosanitarie attraverso l'uso di trappole nei siti ad alto rischio quali porti e aeroporti per migliorare l'individuazione di specie aliene. In Italia un monitoraggio esteso e coordinato è ancora inesistente e il rischio di nuove introduzioni è molto alto. In ordine di tempo, l'ultima specie esotica introdotta è lo scolitide *Cyrtogenius luteus* intercettato per la prima volta nei porti di Marghera e Chioggia nel 2009 e considerato oramai stabilizzato. Attraverso questo studio svolto all'interno e nei pressi del porto internazionale di Marghera (VE), si è voluto testare l'efficacia di un protocollo di monitoraggio che prevede l'uso di trappole multi-funnel rese attrattive da una miscela di sostanze kairomonali e feromoni, valutare l'efficacia dell'uso integrato di trappole poste sia all'interno che all'esterno del porto e aggiungere informazioni sulla biologia e sull'evoluzione in Italia della specie aliena *Cyrtogenius luteus*. I risultati hanno permesso di confermare l'efficienza del protocollo testato, l'efficacia dell'uso integrato di trappole nei due ambienti come strumento per aumentare le possibilità di cattura di specie esotiche e per acquisire informazioni utili sulla loro stabilizzazione ed ha evidenziato come la specie *Cyrtogenius luteus* si sia stabilizzata con successo anche in un'area prevalentemente urbana, come il livello della popolazione di questa specie sia in crescita e come sia con ogni probabilità una specie bivoltina.

## SUMMARY

The phenomenon of alien organisms introduction is a process that happens from centuries and it is considered in every way a global level threat. Over the past 25 years the faster and more globalized commercial trade, associated with the climate change, has facilitated the spread of exotic organisms with the result of a higher rate of introductions. Among the insects, wood boring and bark beetle are considered as the greatest invaders due to their ability to be transported within any type of woody material, where they can shelter controls and overcome the adverse climatic conditions. Once they have entered and established in the new country, they can cause severe damage to the indigenous forests with serious economic and environmental consequences. To try contrasting the problem, some states such as USA, Australia and New Zealand have integrated the classic phytosanitary measures with the use of traps in high-risk sites such as ports and airports to improve the detection of alien species. In Italy, there is not a comprehensive and coordinated monitoring project and the risk of new introductions is very high. In chronological order, the latest exotic species introduced is the Scolytinae *Cyrtogenius luteus* intercepted for the first time at the port of Marghera and Chioggia in 2009 and now considered as established. Through this study carried out in and near the international port of Marghera (VE), we wanted to test the effectiveness of a monitoring protocol that includes the use of multi-funnel traps baited with a blend of kairomones and pheromones, evaluating the effectiveness of integrated traps placed both inside and outside the port and add information about the phenology and situation of the alien species *Cyrtogenius luteus* in Italy. The results have confirmed the efficiency of the tested protocol and the effectiveness of the integrated use of traps in the two environments as a way to increase the chances of catching exotic species and to gain information about their stabilization. Moreover, the results showed that the species *Cyrtogenius luteus* has stabilized successfully despite the little presence of forest in the areas surrounding harbors, that the level of the population of this species is growing and that it is in all probability a bivoltine species.

# 1 INTRODUZIONE

## 1.1 *Le specie invasive*

Una specie è definita “invasiva” o “aliena” dal momento in cui viene introdotta in un ambiente nel quale non è mai stata presente in precedenza (IUCN 2000). Il fenomeno dell’introduzione di organismi alieni è un processo che avviene ormai da secoli ed è considerato a tutti gli effetti come una minaccia a livello globale. Con la scoperta dell’America e l’inizio dell’Età delle Esplorazioni, l’uomo ha volontariamente e involontariamente spostato organismi tra un continente e l’altro (Mack et al. 2000) e questo ha determinato la rottura di quelle barriere fisiche che in milioni di anni di evoluzione hanno diversificato e reso indipendenti i biomi del mondo (Holmes et al. 2009). Negli ultimi 25 anni il commercio sempre più rapido, consistente e globalizzato, associato al fenomeno dei cambiamenti climatici, hanno facilitato la diffusione e la sopravvivenza degli organismi esotici nel paese d’introduzione determinando un tasso di introduzione di specie aliene sempre più elevato (Hulme 2009).

Le specie aliene possono determinare un’ampia gamma di impatti negativi; se da un punto di vista ambientale, sono in grado di minacciare la diversità biologica attraverso una riduzione della variabilità genetica, modificare i rapporti trofici tra gli organismi nativi e determinare nei casi più gravi l’estinzione di specie endemiche e l’alterazione di habitat ed ecosistemi (Hulme 2007, Mooney and Cleland 2000), da un punto di vista economico possono provocare gravi danni all’agricoltura, all’orticoltura e agli ambienti forestali (Pimentel et al. 2005, Vilà et al. 2009). La maggiore o minor aggressività di una specie di nuova introduzione all’interno del nuovo ambiente dipende da numerosi fattori e dinamiche spesso complesse (es. presenza di nicchie vacanti o inutilizzate, assenza di parassiti e predatori, limitata biodiversità locale, possibili disturbi verificatisi prima o durante l’invasione, ecc.) (Mack et al. 2000).

Dalla scoperta dell’America, in Europa sono state registrate circa 10.000 specie aliene, tra le quali i gruppi tassonomici più numerosi sono rappresentati da piante e insetti (DAISIE 2008). Tra questi ultimi, il gruppo più numeroso è rappresentato dagli xilofagi (per lo più Scolytinae, Cerambycidae e Buprestidae) (Kirkendall & Faccoli, 2010; Sauvard et al. 2010; Marini et al. 2011) oramai considerati come una delle minacce più serie per le foreste a livello mondiale (Brockerhoff et al. 2006a). Essi possono essere facilmente trasportati attraverso il commercio internazionale di prodotti legnosi, quali tronchi, ceppi, legname e soprattutto imballaggi di legno o pallet (Fig. 1) dove possono sfuggire ai controlli e superare le condizioni climatiche avverse che si presentano durante gli spostamenti (Brockerhoff et al. 2006 b). Inoltre, nessuna misura preventiva quale lo scortecciamento, la fumigazione, l’irrigazione, il trattamento con il calore o con sostanze chimiche,

è in grado di eliminare completamente il rischio di nuove infestazioni del materiale importato (Skarpaas and Økland 2009). Per questi motivi gli insetti xilofagi sono considerati a tutti gli effetti come il gruppo di specie invasive di più grande successo (Haack et al. 2006). Per di più, dal punto di vista economico, risultano essere le specie con il più alto impatto potenziale, considerando la loro capacità di danneggiare il materiale legnoso, di portare a morte le piante ospiti e l'alto costo per il loro contenimento (Aukema et al. 2009).



**Fig. 1: materiale da imballaggio in legno e pallet accatastato all'interno di un porto italiano**

Dal momento che il fenomeno generale è destinato a crescere nei prossimi anni, il poter disporre di tecniche e protocolli validi per l'intercettazione delle specie esotiche all'interno dei punti a più alto rischio di introduzione, quali porti e aeroporti, ha oramai assunto un'importanza fondamentale.

### ***1.2 Il monitoraggio delle specie xilofaghe invasive***

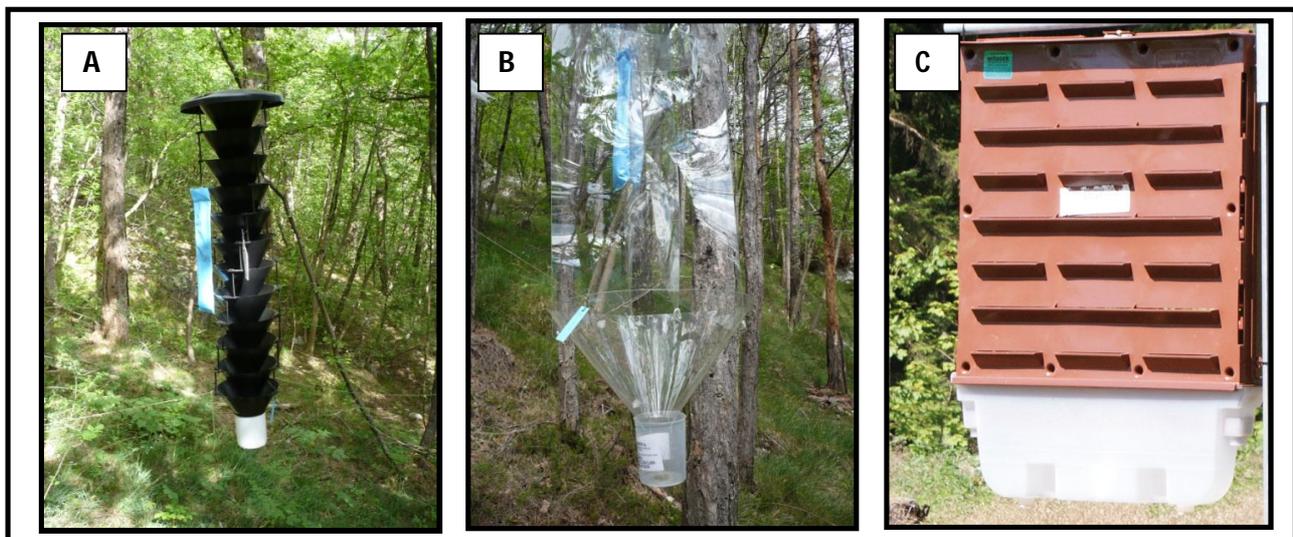
Il monitoraggio e l'individuazione precoce delle specie aliene nei punti ad alto rischio di introduzione sono di primaria importanza per aumentare la possibilità di bloccarne il processo di invasione e, di conseguenza, prevenire e limitare gli enormi costi economici e ambientali che

sarebbero necessari per l'eradicazione o il contenimento dell'organismo stesso. In Europa, i controlli preliminari in porti e aeroporti vengono normalmente attuati attraverso ispezioni specifiche e servizi di sorveglianza attivate dall'Organizzazione Nazionale della Protezione delle Piante sotto la coordinazione di corpi internazionali (IPPC ed EPPO), i quali hanno sviluppato protocolli atti a intercettare e identificare parassiti da quarantena (FAO 2011). Ciò nonostante, si sono osservate grandi discrepanze tra il numero di specie intercettate grazie all'applicazione di queste metodologie di ispezione e le specie esotiche effettivamente stabilitesi durante lo stesso periodo (Roques 2010; Marini et al. 2011; Humble and Allen 2001). Da alcuni anni USA, Australia e Nuova Zelanda hanno iniziato ad affiancare alle tradizionali metodologie di controllo (es. valutazione della presenza di eventuali fori o di rosure sul materiale legnoso, verifica della presenza del marchio certificato ISPM-15), strumenti, quali le trappole, che permettono di aumentare le probabilità di intercettazione di specie aliene (Haack et al. 2001; Tkacz 2002; Bockerhoff et al. 2006a; Rabaglia et al. 2008). In questo contesto, la cattura mediante trappole può assumere un'importanza decisiva soprattutto durante le prime fasi del processo di invasione biologica, sia per avere informazioni sull'avvenuto ingresso di un nuovo organismo o sulla sua potenziale area di stabilizzazione (Wylie et al. 2008), sia per provare a bloccarne la diffusione, considerando che una specie esotica è in grado di stabilirsi solo se il numero di individui introdotti è più alto di un definito livello soglia (*effetto Allee*). Ad ogni modo, considerando il basso numero di individui che solitamente caratterizza la prima fase di un'invasione biologica (Liebhold and Tobin 2008), risulta fondamentale avere a disposizione strumenti di cattura affidabili anche a bassa densità di popolazione. A questo proposito i tre elementi principali sui quali focalizzare l'attenzione per migliorare la capacità di cattura sono il tipo di trappola, gli attrattivi utilizzati e la posizione delle stesse trappole nei porti o nelle aree limitrofe.

### **1.2.1 Tipi di trappole**

I modelli di trappola più comunemente usati contro gli insetti xilofagi sono il modello *multi-funnel*, il modello *cross-vane* e il modello *german slot* (Fig.2) (Petrice et al. 2004). Diversi studi sono stati eseguiti in campo per confrontare l'efficienza di cattura di questi diversi modelli nei confronti delle specie xilofaghe, ma i risultati variano in base alla specie considerata sia all'interno della sottofamiglia Scolytinae (Czokajilo et al. 1999; Fletchmann et al. 2000; Stone et al. 2010), sia all'interno di famiglie quali Cerambicidi e Buprestidi (Morewood et al. 2002; De Groot & Nott 2003). Nonostante il modello *multi-funnel* risulti essere quello maggiormente utilizzato per il monitoraggio in zone ad alto rischio di introduzione sia negli USA che in Nuova Zelanda

(Brockerhoff et al. 2006a; Rabaglia et al. 2008), pochi studi sono stati eseguiti per valutare l'efficienza dei diversi modelli di trappola in ambienti quali porti o aeroporti, dove le condizioni ambientali sono nettamente differenti da quelle presenti in foresta (Fletchmann et al. 2000, Rassati et al. 2012). Questi ultimi hanno dimostrato come l'efficacia di cattura dei due modelli di trappola sia molto simile, ma sottolineano anche come le trappole modello multi-funnel sembrano essere effettivamente le più adatte per l'utilizzo nell'ambito del monitoraggio nei porti o aeroporti, considerando che sono più resistenti alle condizioni climatiche avverse (es. vento forte) e più semplici e veloci da montare e installare (Rassati et al. 2012).



**Fig. 2: modelli di trappola comunemente utilizzati per il monitoraggio di insetti xilofagi: A) multi-funnel, B) cross-vane e C) german slot**

### 1.2.2 Tipi di attrattivi

Il secondo aspetto fondamentale riguarda l'utilizzo di sostanze attrattive. Nella maggior parte dei casi i programmi di monitoraggio sono volti ad ottenere informazioni sulla fenologia o sulla densità di popolazione di una specifica specie target e quindi prevedono l'utilizzo di attrattivi specie-specifici (cioè feromoni sessuali o di aggregazione). Al contrario, in un programma di monitoraggio atto all'intercettazione di specie esotiche, lo scopo è di catturare una gamma di specie il più ampio possibile, spesso anche appartenenti a famiglie diverse. Questi obiettivi richiederebbero un elevato numero di trappole e attrattivi, aumentando radicalmente i costi associati. Un metodo proposto per ridurre le spese complessive e rendere il lavoro più agevole, prevede una cattura simultanea attraverso l'uso di una combinazione di diversi attrattivi generici e feromoni specifici, tecnica definita come *multi-lure trapping* (Schwalbe & Mastro 1988, Brockerhoff et al. 2012). Nel caso degli insetti xilofagi, il monitoraggio viene normalmente effettuato attraverso l'uso di una miscela generica, composta da kairomoni – soprattutto  $\alpha$ -pinene ed etanolo – che simulano il bouquet di

sostanze volatili emesse da piante deperienti o morenti (Brockerhoff et al. 2006a), completata con feromoni di insetti xilofagi corticicoli (e.g. ipsenolo o ipdienolo). Sebbene alcuni studi abbiano dimostrato un effetto negativo dell' $\alpha$ -pinene nei confronti dell'etanolo nel catturare alcune specie di insetti xilofagi simbiotici con funghi appartenente al genere *Ambrosia* (Schroeder & Lindelöw 1989, Miller & Rabaglia 2009), altri lavori confermano la possibilità di utilizzare contemporaneamente kairomoni ( $\alpha$ -pinene ed etanolo) e feromoni (ipsenolo e ipsdienolo) senza alcun tipo di interferenza negativa (Rabaglia et al. 2008, Wylie et al. 2008, Rassati et al. 2012).

### **1.2.3 Posizione delle trappole**

Un programma di sorveglianza dovrebbe dare informazioni non solo sugli arrivi ma anche sulla possibilità di stabilizzazione delle specie aliene intercettate. Considerando che gli insetti alieni catturati all'interno dei porti non ci forniscono queste informazioni, alcuni autori hanno sottolineato l'importanza di una valutazione periodica della salute degli alberi presenti negli ambienti naturali limitrofi ai siti ad alto rischio di introduzione (Bashford 2008; Wylie et al. 2008; Britton et al. 2010) oppure l'uso delle trappole integrato con la predisposizione di piante sensibili di specie localmente importanti, chiamate "alberi-sentinella" (Wylie et al. 2008). Alcuni autori hanno inoltre proposto una classificazione basata sul rischio di introduzione di nuove specie che ha come obiettivo quello di individuare i siti più adeguati per le attività di monitoraggio (Bashford 2008). Ad ogni modo l'opportunità di confrontare le catture ottenute dalle trappole sia all'interno dei siti ad alto rischio sia nelle aree circostanti, potrebbe dare informazioni utili sulla stabilizzazione di specie aliene nell'ambiente naturale e dell'attendibilità del programma di sorveglianza portato a termine nei siti esposti ad alto rischio d'introduzione di specie aliene.

### **1.3 Monitoraggio in Italia**

Fatta eccezione per alcuni lavori sporadici ed eseguiti a livello locale (Cola 1971, Francardi et al. 2006), un monitoraggio delle specie xilofaghe continuo e distribuito su tutto il territorio italiano non è mai stato effettuato. L'Italia risulta essere, assieme a Francia e Gran Bretagna (DAISIE 2010), uno dei punti con il più alto rischio di introduzione di nuove specie considerando il clima particolarmente favorevole, l'elevata biodiversità e la varietà di ecosistemi. Numerose sono le specie esotiche già stabilizzate nel nostro paese, tra le quali gli Scolytinae *Ambrosiodmus rubricollis* Eichhoff (Faccoli et al. 2009), *Xyleborus atratus* Eichhoff (Faccoli et al. 2008), *Coccotrypes dactyliperda* Fabricius (Targioni-Tozzetti 1984), *Cyclorhipidion bodoanum* Reitter (Audisio et al. 2008), *Dactylotrypes longicollis* Wollaston (Sampò e Olmi 1975), *Gnathotrichus materiarius* Fitch (Faccoli 1998), *Hypothenemus eruditus* Westwood (Balachowsky 1949),

*Monarthrum mali* Fitch (Kirkendall et al. 2008), *Phloeotribus liminaris* Harris (Pennacchio et al. 2004), *Xyleborus pfeilii* Ratzeburg (Francardi et al. 2006), *Xylosandrus crassiusculus* Motschulsky (Pennacchio et al. 2003), *Xylosandrus germanus* Blandford (Stergulc et al. 1999), *Xylosandrus morigerus* Blandford (Kirkendall e Faccoli 2010) e diversi cerambicidi, tra i quali *Xylotrechus stebbingi* Gahan (Sama 2006) e *Phoracatha recurva* Newman (Sama e Bocchini 2003). Nella maggior parte dei casi si tratta di specie provenienti dall'Asia e dall'estremo Oriente e dalle Americhe, ma molto difficilmente si è in grado di risalire alla data esatta di introduzione. Il numero elevato di specie esotiche stabilizzate conferma come l'ampia adattabilità di questi organismi xilofagi, che siano strettamente corticicoli oppure simbionti con funghi del gen. *Ambrosia*, permetta loro di sopravvivere anche in ambienti diversi rispetto a quello d'origine. Questa rappresentazione del fenomeno delle specie esotiche in Italia e in Europa però non è chiara e completa. Infatti, attraverso un recente studio fatto nel triennio 2009-2011 nei porti del Veneto e Friuli Venezia Giulia, è stato possibile intercettare 5 specie aliene, delle quali due nuove per l'Europa (*Ambrosiodmus rubricollis* e *Cyrtogenius luteus*) (Faccoli et al. 2009 e 2012, rispettivamente), una nuova per il nord-est Italia (*Xylosandrus crassiusculus*) (Rassati et al. 2012), e due cerambicidi stabilizzati da tempo (*Xylotrechus stebbingi*, *Neoclytus acuminatus*) (Rassati et al. 2012).

#### **1.4 Il caso della specie aliena *Cyrtogenius luteus***

La specie aliena *Cyrtogenius luteus* (Blandford, 1894) (= *Dryocoetes luteus* Blandford) (Coleoptera: Curculionidae, Scolytinae) (Fig. 3) è stata individuata per la prima volta nell'estate del 2009 nei porti di Chioggia e Marghera, in trappole multi-funnel (Lindgren trap<sup>®</sup>) e cross-vane rese attrattive da una miscela generica (Faccoli et al. 2009). Nei tre anni successivi altri esemplari sono stati catturati negli stessi luoghi e in altre due località distanti diversi chilometri dalle prime, Martellago e San Biagio di Callalta, sottolineando come la specie possa essere oramai considerata stabilizzata. Nessun esemplare è stato però segnalato su piante morenti o recentemente morte nelle aree circostanti ai punti di cattura. Nel 2012 la specie è stata catturata per la prima volta anche in Friuli Venezia Giulia (Rassati dati non pubblicati).

Il genere *Cyrtogenius* (Strohmeyer) è originario delle aree sub-tropicali di Cina, Giappone, Corea, Myanmar, Filippine, Taiwan e Thailandia. È uno scoltide corticicolo a carico di conifere, soprattutto del genere *Pinus spp.* ma anche *Larix* e *Picea* (specie ampiamente diffuse nel nostro territorio). Poco o nulla si sa della biologia di questa specie. A causa della mancanza di un sistema di monitoraggio attivo prima del 2009 non si hanno informazioni nè riguardo al sito e alla modalità della prima introduzione di questa specie in Europa e Italia, nè dati sulla sua diffusione. Al di fuori dell'Europa la stessa specie è stata intercettata in numerosi porti degli Stati Uniti dal 1984 al 2008,

all'interno di imballaggi di merci provenienti dall'Estremo Oriente (Cina, Sud-Corea, Singapore, Vietnam) (Haack et al. 2006).

Al momento non è possibile prevedere che tipo di impatto possa avere questa specie nel nostro Paese e, a tal proposito, informazioni sulla biologia o ecologia dell'insetto risulterebbero di primaria importanza.



**Fig. 3: immagine allo stereoscopio di *Cyrtogenius luteus***

## 2. SCOPO DEL LAVORO

L'esperimento descritto in questa tesi si inserisce nel contesto di un miglioramento dei protocolli esistenti in Italia in vista di una rete di monitoraggio efficace ed estesa a tutti i principali porti italiani. Più in particolare, gli obiettivi previsti sono stati:

- testare un protocollo di monitoraggio per l'intercettazione di specie esotiche che prevede l'uso di trappole multi-funnel rese attrattive da una miscela di sostanze kairomonali e feromoni all'interno del porto internazionale di Marghera;
- valutare l'efficacia dell'uso integrato di trappole poste sia all'interno che all'esterno dell'area portuale come strumento per aumentare le possibilità di cattura di specie esotiche e per acquisire informazioni utili sulla loro stabilizzazione in ambiente naturale;
- acquisire maggiori informazioni sulla specie esotica di recente introduzione *Cyrtogenius luteus*.

### 3 MATERIALI E METODI

#### 3.1 Siti di campionamento

Il campionamento è stato condotto all'interno e nei pressi del porto di Marghera (VE) (45° 26' N, 12° 20' E). Quest'ultimo è uno dei porti più importanti a livello nazionale e il più grande della Regione Veneto con un'estensione di circa 2000 ettari e una media mensile di materiale importato di circa 2.000.000 tonnellate. Grazie alla sua posizione geografica è sia un importante punto di riferimento per il commercio tra Nord-est Italia ed Europa Centrale (Austria, Baviera ed Europa Orientale), sia il terminale settentrionale delle Autostrade del Mare del Mediterraneo Orientale che, passando per l'Adriatico, collegano l'Europa centrale con il Nord Africa e il Medio Oriente. Considerando il solo commercio di legname, il porto di Marghera non risulta però essere tra i punti più importanti in Italia, con un flusso quantificabile attorno alle 35 000 tonnellate l'anno (dati ISTIEE riguardanti il biennio 2001- 2002).

Per quanto riguarda invece le aree esterne al porto, sono stati scelti tre siti posizionati in località Favaro Veneto (VE) ad una distanza di circa 5-7 km dal porto stesso (45° 30' N, 12°16' E). Il primo è situato nei pressi del Bosco di Carpenedo, un relitto di foresta planiziale di Quercocarpineti (*Quercus robur L.* e *Carpinus betulus L.*), mentre il secondo e il terzo si trovano nei pressi del Bosco di Mestre, caratterizzato dalla presenza di numerose specie di latifoglie.

#### 3.2 Tipo di trappole

Il campionamento è stato eseguito utilizzando le trappole modello *multi-funnel* prodotte dall'azienda spagnola Econex®. Queste sono costituite da 12 imbuto di colore nero posti in successione lungo la verticale e da un contenitore avvitato alla base dell'ultimo imbuto atto a raccogliere gli insetti al suo interno (Fig. 4). Nel nostro caso è stata utilizzata la versione definita "dry", che è provvista di un foro sul fondo del contenitore di raccolta atto a favorire lo scolo dell'acqua piovana. Le trappole sono state agganciate ad un'altezza di circa 2 metri dal suolo, utilizzando come supporto la vegetazione naturale nelle aree boschive e altre strutture (reti metalliche, sbarre d'acciaio, ecc.) all'interno dell'area portuale. Ciascuna trappola è stata contrassegnata con apposito codice identificativo.



**Fig 4: trappola *multi-funnel* posizionata all'interno dell'area portuale**

### **3.3 Tipo di attrattivi e insetticida**

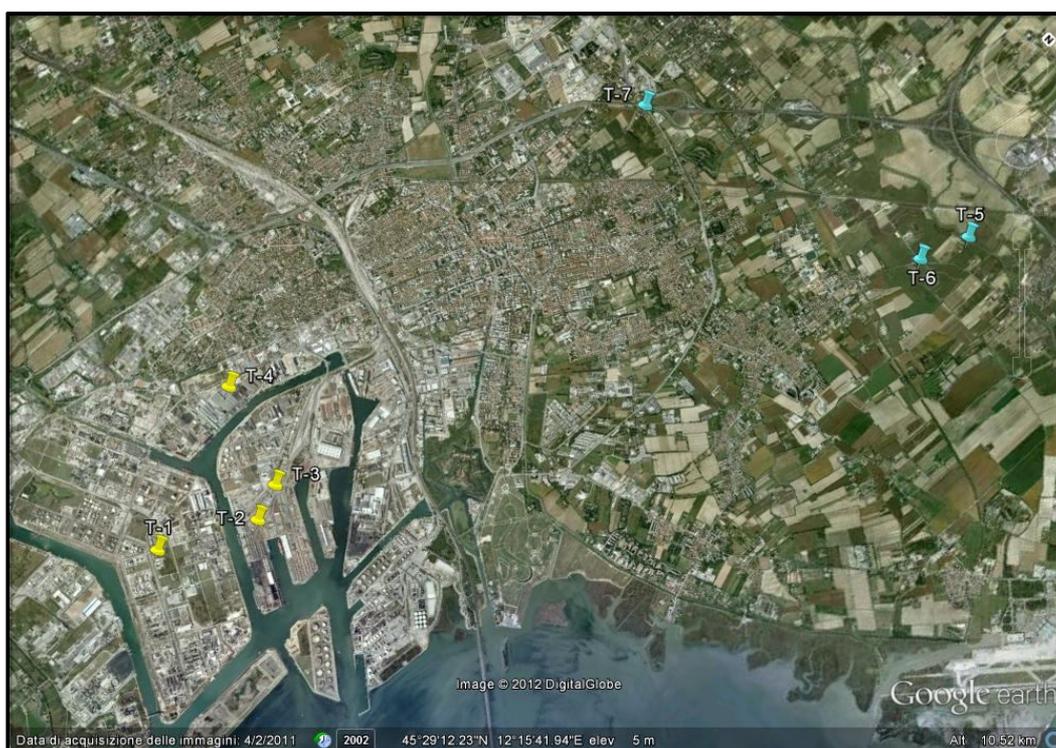
Nell'arco del periodo di campionamento sono state utilizzate due diverse miscele attrattive, una generica per xilofagi e un kit specifico per *Monochamus galloprovincialis*. La prima è composta da  $\alpha$ -pinene, un monoterpene caratteristico delle conifere, etanolo e metil-butenolo che sono alcool altamente volatili, e ipsenolo e ipsdienolo che sono componenti dei feromoni di aggregazione del genere *Ips* DeGeer. Tutte queste sostanze sono state acquistate presso la ditta canadese Contecht®. Per quanto riguarda invece il kit specifico per *Monochamus galloprovincialis* (Gallopsect 2D), commercializzato dalla ditta spagnola SEDQ®, è composto da un feromone di aggregazione specifico (2-undecyloxy-1-ethanol) e due erogatori di sostanze cairormonali (metil-butenolo e ipsenolo), completati da un erogatore di  $\alpha$ -pinene (Gallopsect Plus). Le sostanze sono state sostituite nell'arco della stagione sulla base della loro durata in campo (Tabella 1). All'interno del contenitore di raccolta di ciascuna trappola, è stato inoltre inserito un insetticida (FERAG IDTM, prodotto dalla ditta spagnola SEDQ®) in modo tale da evitare la fuga degli insetti catturati ed eventuali fenomeni di cannibalismo tra gli stessi.

**Tabella 1: durata in campo e relativo periodo di sostituzione di ciascun attrattivo utilizzato.**

|                           | <i>Attrattivo</i> | <i>Durata in campo</i> | <i>Data approssimativa sostituzione</i> |
|---------------------------|-------------------|------------------------|---|
| <i>Trappola generica</i>  | $\alpha$ -pinene  | 90 giorni              | Fine luglio/inizio agosto               |
|                           | Ipsenolo          | 90 giorni              | Fine luglio/inizio agosto               |
|                           | Ipsdienolo        | 90 giorni              | Fine luglio/inizio agosto               |
|                           | Metil-butenolo    | 90 giorni              | Fine luglio/inizio agosto               |
|                           | Etanolo           | 90 giorni              | Fine luglio/inizio agosto               |
| <i>Trappola specifica</i> | Galloprtotect 2D  | 50-60 giorni           | Fine giugno/inizio luglio               |
|                           | Galloprotect Plus | 50-60 giorni           | Fine giugno/inizio luglio               |

### 3.4 Disegno sperimentale

La prova è stata condotta utilizzando 7 trappole totali, di cui 4 sono state poste all'interno del porto e tre all'esterno (Fig. 5). Delle 4 trappole situate dentro il porto, tre sono state rese attrattive con la miscela generica mentre una è stata caricata con il kit specifico per *Monochamus galloprovincialis*.



**Fig 5: posizione delle trappole all'interno (giallo) e all'esterno (azzurro) del porto**

Le trappole del porto sono state poste in punti considerati strategici per l'arrivo e lo smistamento del materiale legnoso o di altre merci con presenza di imballaggi in legno cercando di mantenere una distanza di almeno 50 metri l'una dall'altra. Le 3 trappole esterne al porto sono state invece collocate in giardini privati o in aree controllate poste nei pressi del Bosco di Carpenedo (1) e del Bosco di Mestre (2), in modo tale da evitare possibili danneggiamenti.

### ***3.5 Modalità di raccolta e conservazione dei campioni***

La raccolta del materiale presente all'interno delle trappole è avvenuta mediamente ogni 14 giorni; nell'arco del periodo di esposizione compreso tra il 1 maggio al 31 agosto sono stati effettuati 8 controlli totali. Gli insetti catturati sono stati posti all'interno di appositi contenitori sui quali è stato annotato il codice identificativo di ciascuna trappola. Il materiale raccolto è stato quindi di volta in volta smistato, identificando e separando gli xilofagi dal resto degli insetti presenti. Gli individui d'interesse sono stati poi conservati all'interno di provette contenenti alcool puro 95° in modo tale da consentire eventuali analisi genetiche.

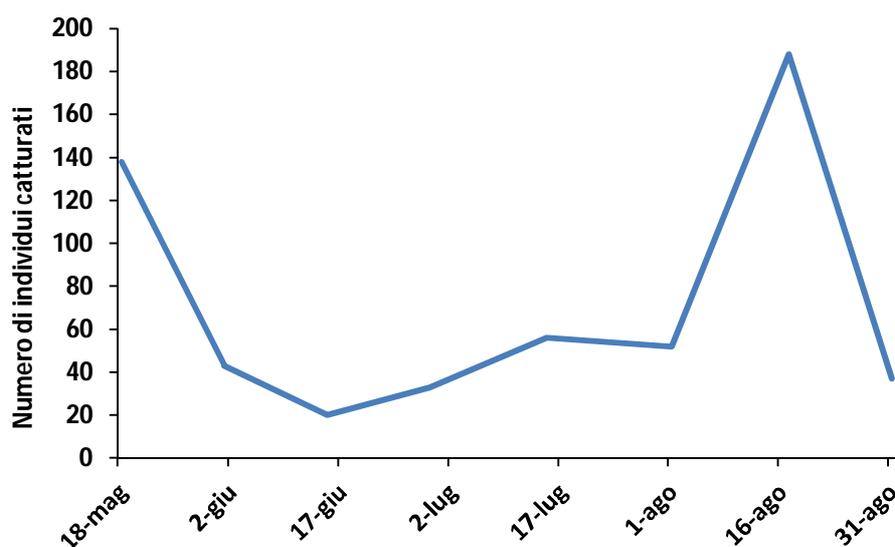
### ***3.6 Analisi statistica***

Considerando come l'importazione delle merci in un porto sia un evento del tutto imprevedibile e non dipendente dalle stagioni, i controlli effettuati ogni due settimane sono stati utilizzati come repliche. Il confronto tra il numero medio di catture è stato eseguito attraverso GLMM (Generalized Linear Mixed Models) con il software "R". Il numero di specie e il numero di individui catturati sono stati considerati come variabile dipendente, la posizione delle trappole (area portuale o area esterna al porto) o la singola trappola sono stati considerati come fattore fissi mentre la data di ciascun controllo come fattore random.

## 4 RISULTATI

Nell'arco dei tre mesi di campionamento sono state catturate 18 specie appartenenti alla sottofamiglia Scolytinae, per un totale di 566 esemplari (Tabella 2). La maggior parte è rappresentata da specie indigene per l'Italia (15), fra cui *Orthotomicus erosus* e *Xyleborinus saxesenii* sono risultate essere le specie più numerose, con 199 e 89 esemplari catturati, rispettivamente. Al contrario *Crypturgus mediterraneus*, *Ips typographus*, *Lymantor coryli*, *Xylocleptes bispinus*, *Orthotomicus proximus* e *Orthotomicus laricis* sono risultate essere le specie meno numerose, ciascuna con un solo individuo catturato. Tre specie sono risultate invece essere esotiche: *Xylosandrus germanus*, *Hypothenemus eruditus* e *Cyrtogenius luteus*, fra le quali quest'ultima è risultata essere la più numerosa (217 esemplari), mentre è stato catturato un solo esemplare di *Hypothenemus eruditus*.

Considerando l'andamento delle catture totali nell'arco dell'intera stagione, è possibile notare due picchi in corrispondenza del primo (18 Maggio) e del penultimo (16 Agosto) controllo (Fig. 6)



**Fig. 6: trend temporale delle catture (numero di individui) nell'arco del periodo di campionamento**

Considerando la specie nativa più numerosa, *Orthotomicus erosus*, tra i 199 esemplari totali, 182 sono stati catturati nelle trappole collocate fuori dal porto e 17 in quelle collocate all'interno del porto. Gli individui adulti di questa specie hanno inoltre mostrato un solo picco nell'attività di volo, in corrispondenza del penultimo rilevamento (16 agosto) (Fig. 7).

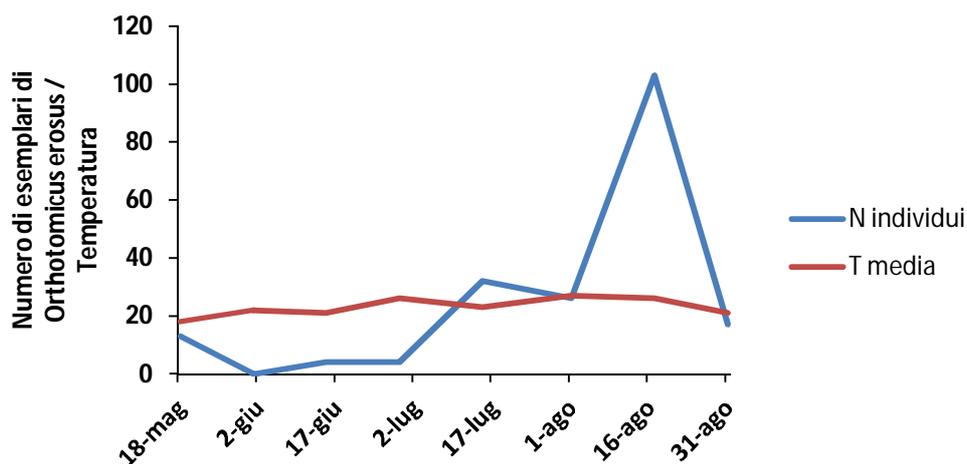


Fig. 7: Trend temporale delle catture di *O. erosus* (linea blu) e delle temperature nell'arco del periodo di campionamento (linea rossa)

**Tabella 2. Specie e relativo numero di individui catturati all'interno del porto e nelle aree circostanti nell'arco del campionamento. Le specie sono elencate in ordine alfabetico. Le specie esotiche sono contrassegnate con asterisco \***

|  | Porto     | Aree circostanti | Totale     | Piante ospiti principali |
|--|-----------|------------------|------------|--------------------------|
| <i>Crypturgus cinereus</i> Herbst            | -         | 4                | 4          | Conifere                 |
| <i>Crypturgus mediterraneus</i> Eichhoff     | -         | 1                | 1          | Conifere                 |
| <i>Cyrtogenius luteus</i> Blandford *        | 9         | 208              | 217        | Conifere                 |
| <i>Hylurgus ligniperda</i> Fabricius         | 1         | 13               | 14         | Conifere                 |
| <i>Hypoborus ficus</i> Erichson              | -         | 2                | 2          | Latifoglie               |
| <i>Hypothenemus eruditus</i> Wollaston *     | -         | 1                | 1          | Latifoglie               |
| <i>Ips sexdentatus</i> Boerner               | 4         | 22               | 26         | Conifere                 |
| <i>Ips typographus</i> Linnaeus              | -         | 1                | 1          | Conifere                 |
| <i>Lymantor coryli</i> Perris                | -         | 1                | 1          | Latifoglie               |
| <i>Orthotomicus laricis</i> Fabricius        | -         | 1                | 1          | Conifere                 |
| <i>Orthotomicus proximus</i> Eichhoff        | -         | 1                | 1          | Conifere                 |
| <i>Orthotomicus erosus</i> Wollaston         | 17        | 182              | 199        | Conifere                 |
| <i>Pteleobius kraatzi</i> Eichhoff           | -         | 1                | 1          | Latifoglie               |
| <i>Triotemnus ulianai</i> Gatti & Pennacchio | 1         | 2                | 3          | Latifoglie               |
| <i>Xyleborinus saxesenii</i> Ratzeburg       | 13        | 76               | 89         | Conifere e latifoglie    |
| <i>Xyleborus monographus</i> Fabricius       | -         | 2                | 2          | Latifoglie               |
| <i>Xylocleptes bispinus</i> Duftschmid       | -         | 1                | 1          | Latifoglie               |
| <i>Xylosandrus germanus</i> Blandford *      | -         | 2                | 2          | Latifoglie               |
| <b>Totale individui</b>                      | <b>45</b> | <b>521</b>       | <b>566</b> | -                        |

#### 4.1 Confronto tra trappole collocate nel porto e nell'area retrostante

Rispetto alle trappole collocate all'interno dell'area portuale, le trappole collocate esternamente hanno catturato, in ciascun controllo, sia un numero medio di specie sia un numero medio di individui significativamente maggiore (GLMM,  $P < 0.01$ ) (Fig. 8 e 9).

*Orthotomicus erosus* è risultata essere la specie più numerosa all'interno del porto (17 esemplari catturati) seguita da *Xyleborus saxesenii* (13). All'esterno dell'area portuale invece, la specie più numerosa è risultata essere l'esotica *Cyrtogenius luteus* (208) seguita da *Orthotomicus erosus* (182).

Su un totale di 18 specie, 11 sono state catturate esclusivamente all'esterno del porto, mentre 6, tra le quali la specie *Cyrtogenius luteus*, in entrambi gli ambienti. Nessuna specie invece è risultata essere esclusiva dell'area portuale.

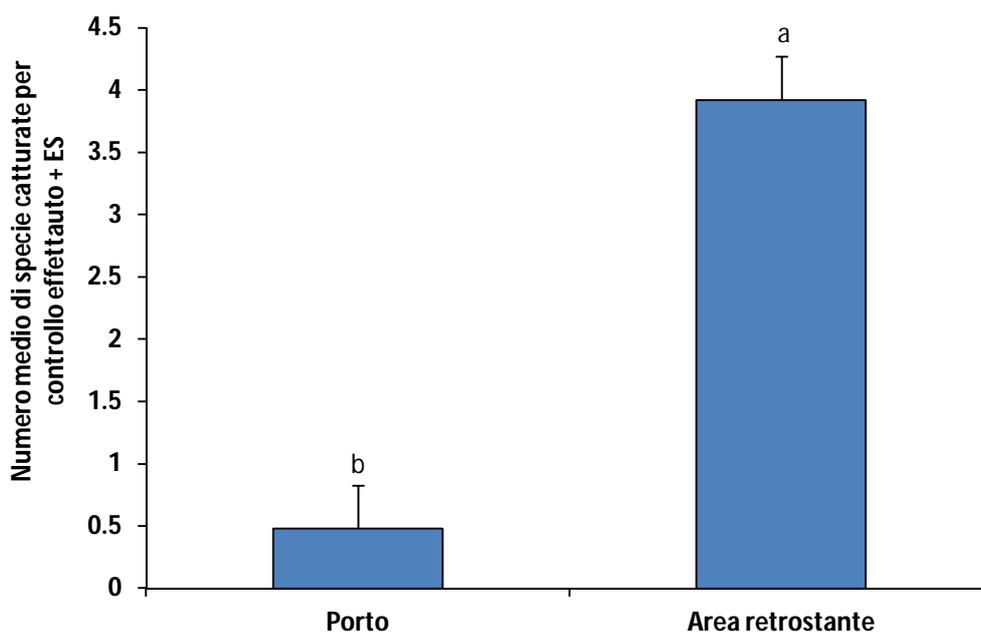
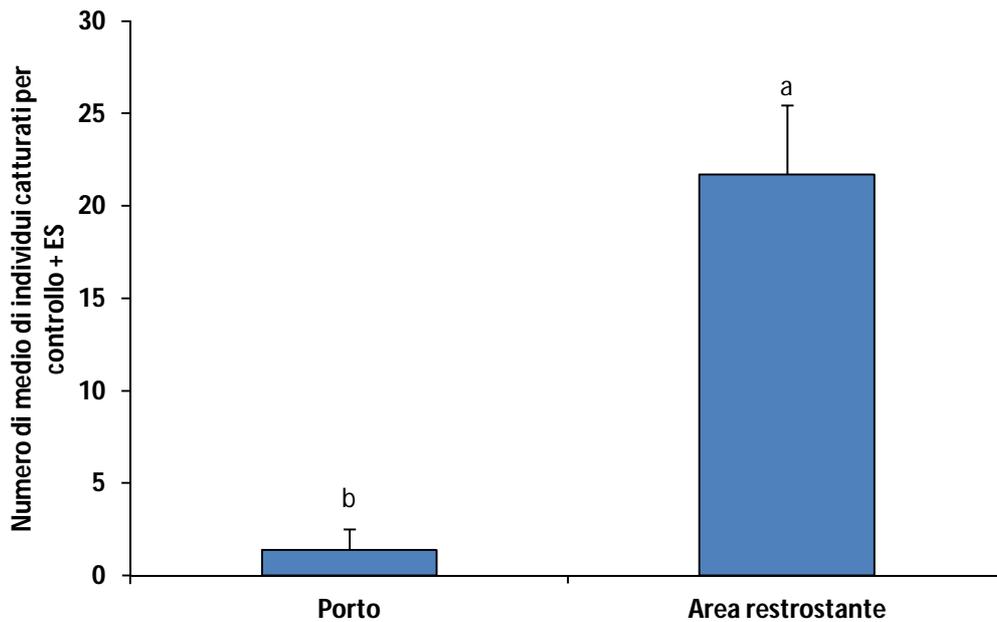
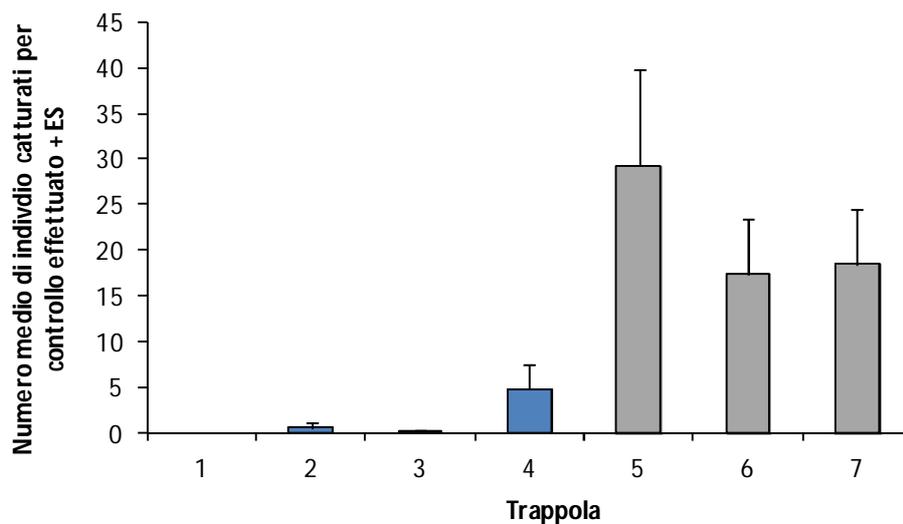


Fig. 8: numero medio di specie catturate per controllo nelle trappole collocate in porto e nelle aree circostanti



**Fig. 9:** numero medio di individui catturati per controllo nelle trappole collocate in porto e nelle aree circostanti

Considerando la performance delle singole trappole presenti in porto, una trappola è risultata essere più efficace rispetto alle altre, avendo catturato un numero medio di individui per controllo significativamente più elevato rispetto alle altre (GLMM,  $P < 0.01$ ). La stessa situazione si è verificata nell'area esterna al porto (GLMM,  $P < 0.01$ ) (Fig. 10).



**Fig. 10:** numero di individui totali catturati per singola trappola nell'arco del campionamento. 1-2-3-4: trappole poste all'interno del porto; 5-6-7 trappole posizionate all'esterno del porto

## 4.2 Le specie esotiche

Per quanto riguarda la specie esotica più numerosa, *Cyrtogenius luteus*, in totale sono stati catturati 217 esemplari, tra i quali 208 nelle trappole collocate fuori dal porto e 9 in quelle all'interno dell'area portuale. Gli individui adulti mostrano due picchi nell'attività di volo, rispettivamente in corrispondenza del primo (18 maggio) e del penultimo rilevamento (16 agosto) (Fig. 11).

Per quanto riguarda le altre due specie esotiche catturate, ovvero *Xylosandrus germanus* e *Hypothenemus eruditus*, in entrambi i casi sono stati catturati solo pochi esemplari, 2 e 1 rispettivamente, ed esclusivamente nelle trappole collocate fuori dal porto.

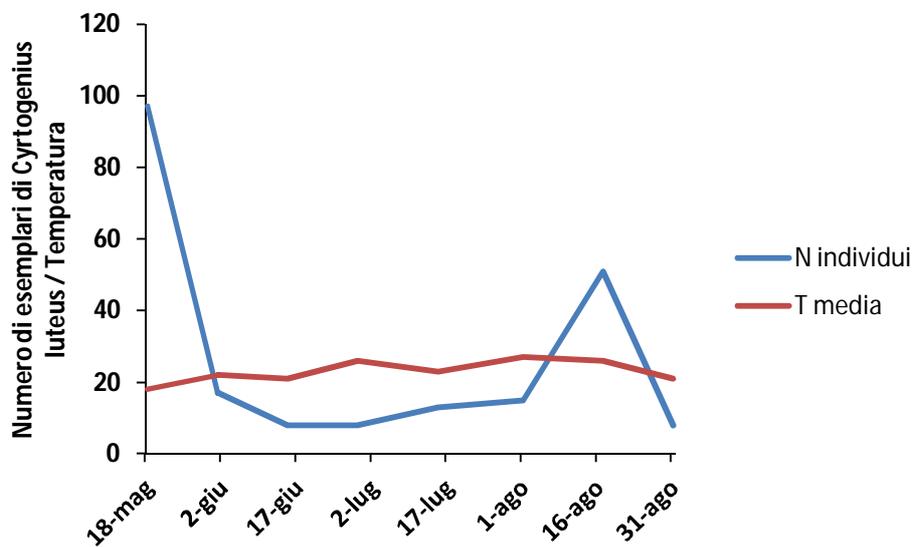


Fig. 11: Trend temporale delle catture di *C.luteus* (linea blu) e delle temperature nell'arco del periodo di campionamento (linea rossa).

## 5 DISCUSSIONE

Il fenomeno delle specie invasive rappresenta una problematica oramai riconosciuta a livello mondiale e destinata ad aumentare di intensità nei prossimi anni a causa dei cambiamenti climatici e del costante aumento degli scambi commerciali a livello internazionale. Per questo motivo, il fatto di poter disporre di tecniche e protocolli validi per l'intercettazione delle specie esotiche all'interno dei punti a più alto rischio di introduzione, quali porti e aeroporti, ha oramai assunto un'importanza fondamentale. Da alcuni anni USA, Australia e Nuova Zelanda hanno iniziato ad affiancare alle tradizionali metodologie di controllo alcune strumenti, quali le trappole, che permettono di aumentare le probabilità di intercettazione di specie aliene (Haack et al. 2001; Tkacz 2002; Brockerhoff et al. 2006a; Rabaglia et al. 2008). L'Italia è invece priva di un programma di monitoraggio continuo ed esteso su tutto il territorio nazionale, causando l'entrata di un numero elevato di specie aliene che non riescono a essere individuate attraverso le classiche metodologie dirette di controllo utilizzate dai servizi fitosanitari all'interno di porti ed aeroporti. L'esperimento descritto in questa tesi si inserisce nel contesto di un miglioramento dei protocolli esistenti, in vista di una rete di monitoraggio efficace ed estesa a tutti i principali porti italiani. Infatti, nonostante durante i quattro mesi di campionamento eseguito all'interno e nei pressi del porto di Marghera non si sia verificata la cattura di specie aliene nuove per l'Italia o per l'Europa, i risultati hanno permesso alcune utili considerazioni sia sul protocollo di monitoraggio testato che su una specie esotica recentemente stabilizzata in Italia, *Cyrtogenius luteus* (Faccoli et al 2012).

Gli studi volti a testare i diversi protocolli esistenti per la cattura di insetti del legno in ambito portuale sembrano evidenziare come il modello di trappola multi-funnel caricato con una miscela di sostanze attrattive sia il protocollo più efficace per monitoraggi da svolgere in ambienti dove le condizioni ambientali sono nettamente differenti da quelle presenti in foresta (Czokajilo et al. 1999, Fletchmann et al. 2000, Petrice et al. 2004, Brockerhoff et al. 2006a, Rabaglia et al. 2008, Stone et al. 2010, Rassati et al 2012). Un aspetto poco studiato riguarda invece la posizione delle trappole e in particolare la possibilità dell'uso integrato di trappole collocate sia all'interno che all'esterno del porto. L'opportunità di confrontare le catture ottenute attraverso le trappole collocate in entrambi gli ambienti, potrebbe dare infatti informazioni utili sia sulla stabilizzazione delle specie aliene in ambiente naturale sia sull'attendibilità del programma di sorveglianza effettuato. Nell'arco del campionamento descritto in questo studio, il confronto tra le catture delle trappole poste nei due ambienti ha evidenziato una maggiore efficacia delle trappole collocate nelle aree esterne al porto sia per quanto riguarda il numero di specie, sia per il numero di individui catturati. Questo è stato determinato con ogni probabilità dalle caratteristiche degli ambienti in cui sono state poste le trappole. Infatti, se all'esterno del porto sono state collocate nei pressi di aree verdi caratterizzate

dalla presenza di diverse specie arboree, soprattutto latifoglie, situazione quindi adatta alla sopravvivenza, la nutrizione e la riproduzione delle specie xilofaghe presenti, all'interno dell'area portuale, al contrario, sono state collocate nei pressi di magazzini di deposito o di aree con alta movimentazione di merci ritenuti idonei per la cattura di eventuali specie esotiche ma nei quali la presenza di legname o di materiale legnoso non è probabilmente risultata essere costante nel tempo.

E' necessario anche sottolineare come la performance delle singole trappole nei due diversi ambienti non è stata omogenea, con una trappola che è risultata essere migliore rispetto alle altre in entrambi i casi. Per quanto riguarda l'area portuale, la trappola in cui sono stati catturati il maggior numero di specie e di individui è risultata essere l'unica collocata in ambiente aperto, ovvero nei pressi di un'area caratterizzata da un'alta movimentazione di container e merci. Al contrario, le altre trappole erano state collocate in aree maggiormente ristrette e protette, quali l'interno di un magazzino di deposito o nelle vicinanze dell'area di stoccaggio in cui vengono effettuate, da parte dei servizi fitosanitari, le analisi sul materiale in entrata. Va inoltre sottolineato che l'arrivo delle merci nei porti è un evento del tutto imprevedibile e che difficilmente le merci vengono accumulate e stoccate in un unico settore dell'area portuale, specialmente in porti internazionali molto estesi come può essere il porto di Marghera. Questo, associato al fatto che per il collocamento delle trappole all'interno del porto è necessario predisporre di appositi permessi e che è necessario individuare strutture adatte a cui poterle agganciare in sicurezza, evitando così possibili danneggiamenti da parte dei numerosi mezzi meccanici in movimento, sottolinea la difficoltà relativa all'individuazione dei punti più idonei al collocamento delle trappole. Inoltre, a questo si associano le ristrette norme di sicurezza che permettono l'entrata in porto solo se accompagnati da operatori del servizio fitosanitario, previo rilascio di apposito permesso da parte dell'autorità doganale. Per quanto riguarda le trappole poste all'esterno dell'area portuale, la più efficace è risultata essere una delle due trappole collocate nei pressi del Bosco di Mestre. Anche in questo caso il luogo in cui è stata agganciata la trappola ha influito con ogni probabilità sull'efficacia di cattura. Attraverso un'analisi delle piante ospiti associate agli individui catturati, si riscontra una dominanza di specie xilofaghe associate a conifere, sia in porto che nelle aree esterne. Se da un lato questo aspetto sottolinea l'efficacia delle sostanze attrattive associate a conifere ( $\alpha$ -pinene) o a scolitidi associati a conifere (ipsenolo e ipsdienolo), dall'altro risulta essere abbastanza imprevedibile vista la consistente presenza di latifoglie, specialmente negli ambienti limitrofi alle trappole localizzate all'esterno del porto. E' possibile però che le trappole stesse si trovassero non lontano da singoli esemplari di conifere colonizzati da specie tipicamente associate ad esse e le sostanze sopra elencate abbiano attratto gli insetti anche se presenti a distanze elevate, sottolineando l'efficacia delle sostanze stesse.

Analizzando il trend temporale delle catture, è stato possibile evidenziare due picchi di catture: uno in corrispondenza del primo rilevamento (18 Maggio) e uno in corrispondenza del penultimo rilevamento (16 Agosto). Questo andamento può essere messo in relazione con il cambio delle sostanze attrattive avvenuto tra la fine di luglio e l'inizio di agosto. Nonostante la durata in campo degli attrattivi utilizzati dichiarata dalla ditta produttrice si aggiri attorno ai 90 giorni, il caldo molto intenso verificatosi durante i mesi di campionamento può aver portato ad un'evaporazione più rapida delle sostanze stesse, con la conseguente diminuzione di efficacia.

Per quanto riguarda la specie esotica *Cyrtogenius luteus*, il campionamento ha permesso di confermare come la specie stessa sia stata in grado di stabilizzarsi in un ambiente apparentemente non favorevole. Infatti, considerando che si tratta di una specie associata a conifere (Faccoli et al., 2012) e che l'area circostante il porto di Marghera è prevalentemente urbana e caratterizzata dalla scarsa presenza di aree naturali, la stabilizzazione della specie stessa non era del tutto scontata. Questo dato suggerisce come la percentuale di foresta nei dintorni del porto non sembra influenzare la possibilità di stabilizzazione di una specie esotica. Inoltre il numero di esemplari catturati risulta essere molto più elevato rispetto agli anni scorsi (Faccoli et al. 2012), evidenziando come il livello della popolazione stia crescendo di intensità. Questo dato suggerisce come la percentuale di foresta nei dintorni del porto non sembra influenzare la possibilità di stabilizzazione di una specie esotica. Il campionamento ha permesso anche di ottenere indicazioni potenzialmente utili riguardo la fenologia della specie stessa: infatti, analizzando il trend temporale delle catture, si osservano due picchi di sfarfallamento degli adulti in corrispondenza del primo (18 Maggio) e del penultimo (16 Agosto) rilevamento. Non avendo a disposizione dati certi sulla biologia della specie possiamo ipotizzare che sia una specie bivoltina (2 generazioni all'anno). E' però necessario tenere in considerazione l'effetto del cambio degli attrattivi: come per le altre specie, infatti, il secondo picco si è verificato in corrispondenza del cambio stesso. Altri studi sono quindi necessari per confermare il trend evidenziato nel corso del campionamento.

In conclusione, i risultati evidenziano che:

- la combinazione trappola multi funnel-miscela attrattiva costituita da sostanze kairomonali e feromonali ( $\alpha$ -pinene, ipsenolo, ipsdienolo) si è confermata efficace per il monitoraggio nei confronti di specie invasive di insetti del legno, nonostante debba essere ricalibrata la durata in campo delle sostanze attrattive stesse; l'uso integrato di trappole poste all'interno e all'esterno del porto è uno strumento utile sia per aumentare le probabilità di cattura di specie esotiche, sia per fornire indicazioni relative sia sulla stabilizzazione delle specie aliene in ambiente naturale sia sull'attendibilità del programma di sorveglianza effettuato;

- la specie *Cyrtogenius luteus* si è stabilizzata con successo anche in area prevalentemente urbana, è con ogni probabilità bivoltina e il livello della popolazione è in crescita.

In prospettiva di un monitoraggio esteso a livello nazionale, questo studio suggerisce come il protocollo di trappolaggio dovrebbe prevedere l'utilizzo delle stesse metodologie applicate in questo studio, con trappole posizionate sia all'esterno che all'interno dell'area portuale per aumentare le probabilità di cattura, considerando anche la difficoltà dell'individuazione dei punti più idonei per il collocamento delle trappole all'interno del porto. Inoltre, il monitoraggio andrebbe attuato a prescindere dal tipo di ambiente circostante il porto, che sembra non avere influenza sulla possibilità di stabilizzazione di specie del legno esotiche.

## 6 BIBLIOGRAFIA

- Audisio P, Cornacchia P, Fattorini L, Franceschi S, Gatti E, Hardersen S, Leseigneur L, Nardi G, Penati F, Platia G (2008) Selected beetle families in natural forests and Norway spruce stands at Vincheto di Celarda Nature Reserve and the effects of conservation actions (Coleoptera). In : Handersen S, Mason F, Viola F, Campedel D, Lasen C, Cassol M (Eds) Research on the natural heritage of the Reserves Vincheto di Celarda and Val Tovanelle (Belluno province, Italy). Conservation of two protected areas in the context of a LIFE project. *Quaderni conservazione habitat*, **5**. Arti Grafiche Fiorini, Verona, 195-217.
- Aukema J. E., Leung B, Kovacs K, Chivers C, Britton KO, Englin J, Frankel SJ, Haight RG, Holmes TP, Liebhold AM, McCullough DG, Von Holle B (2011) Economic Impacts of Non-Native Forest Insects in the Continental United States. *PLoS ONE* **6**: e24587
- Balachowsky A (1949) Coléoptères Scolytidae. Librairie de la Faculte des Sciences, Paris, 320 pp.
- Bashford R (2008). The development of a port surrounds trapping system for the detection of exotic forest insect pests in Australia. In: Oteng-Amoako AA, ed. *New Advances and Contribution to Forestry Research*. InTech, pp. 85–100.
- Britton KO, White P, Kramer A, Hudler G (2010). A new approach to stopping the spread of invasive insects and pathogens: early detection and rapid response via a global network of sentinel plantings. *New Zealand Journal of Forestry Science* **40**: 109–114.
- Brockhoff EG, Jones DC, Kimberley MO, Suckling DM, Donaldson T (2006a). Nationwide survey for invasive wood-boring and bark beetles (Coleoptera) using traps with pheromones and kairomones. *Forest Ecology and Management* **228**: 234–240.
- Brockhoff EG, Bain J, Kimberley MO, Knizek M (2006b). Interception frequency of exotic bark and ambrosia beetles (Coleoptera: Scolytinae) and relationship with establishment in New Zealand and worldwide. *Canadian Journal of Forest Research* **36**: 289–298
- Brockhoff EG, Suckling DM, Roques A, Jactel H, Branco M, Twidle AM, Mastro VC, Kimberley EO (2012). Improving the efficiency of lepidopteran pest detection and surveillance: constraints and opportunities for multiple-species trapping. *Journal of Chemical Ecology*. In press.
- Cola L (1971). Mit Fremden Hölzern eingeschleppte Insekten, insbesondere Scolytidae und Platypodidae. *Jahrgang XLIV*: 65-68
- Czokajlo D, Teale SA (1999). Synergistic effect of ethanol to  $\alpha$ -pinene in primary attraction of the larger pine shoot beetle, *Tomicus piniperda*. *Journal of Chemical Ecology* **25**: 1121–30.
- De Groot P, Nott RW (2003). Response of *Monochamus* (Col., Cerambycidae) and some Buprestidae to flight intercept traps. *Journal of Applied Entomology* **127**: 548–552.
- Faccoli M (1998) The North American *Gnathotrichus materiarius* (Fitch) (Coleoptera Scolytidae): an ambrosia beetle new to Italy. *Redia*. **81**: 151-154.

- Faccoli M. (2008) First record of *Xyleborus atratus* Eichhoff from Europe, with an illustrated key to the European Xyleborini (Coleoptera: Curculionidae: Scolytinae). *Zootaxa* **1772**: 55–62
- Faccoli M, Frigimelica G, Mori N, Petrucco Toffolo E, Vettorazzo M, Simonato M (2009). First record of *Ambrosiodmus* (Hopkins, 1915) (Coleoptera: Curculionidae, Scolytinae) in Europe. *Zootaxa* **2303**: 57–60.
- Faccoli M, Simonato M, Petrucco Toffolo E (2012). First record of *Cyrtogenius* Strohmeier in Europe, with a key to the European genera of the tribe Dryocoetini (Coleoptera: Curculionidae, Scolytinae). *Zootaxa* **3423**: 27–35.
- FAO 2011. International standards for phytosanitary measures. ISPM 6: Guidelines for surveillance (1997). Rome, IPPC, FAO.
- Flechtmann CAH, Ottati ALT, Berisford CW (2000). Comparison of four trap types for ambrosia beetles (Coleoptera, Scolytidae) in Brazilian *Eucalyptus* stands. *Journal of Economic Entomology* **93**: 1701-07.
- Francardi V, De Silva J, Pennacchio F., Roversi P.F. (2006) Bark and Wood-boring beetles captures in traps baited with broad-spectrum attractants. *REDIA LXXXIX*, 2006: 15-21.
- Haack RA (2001). Intercepted Scolytidae (Coleoptera) at U.S. ports of entry: 1985–2000. *Integrated Pest Management Reviews* **6**: 253-282.
- Haack RA (2006). Exotic bark- and wood-boring Coleoptera in the United States: recent establishments and interceptions. *Canadian Journal of Forest Research* **36**: 269–288.
- Holmes PT, Aukema JE, Von Holle B, Liebhold A, Sills E (2009). Economic impacts of invasive species in forest: Past, present and future. In: Richard S. Ostfeld and William H. Schlesinger ed. *The Year in Ecology and Conservation Biology*. Wiley-Blackwell, Hoboken NJ USA, pp. 18–38.
- Hulme P. E. (2009) Trade, transport and trouble: managing invasive species pathways in an era of globalization. *Journal of applied ecology* **46**: 10-18.
- Hulme, P.E. (2007) Biological invasions in Europe: drivers, pressures, states, impacts and responses. *Biodiversity Under Threat* (eds R. Hester & R.M. Harrison), pp. 56–80, Issues in Environmental Science and Technology, 2007, 25, Royal Society of Chemistry, Cambridge
- Humble L. M., & Allen E. A. (2001). Implications of non-indigenous insect introductions in forest ecosystems. In A. M. Liebhold, M. L. McManus, I. S. Otvos, & S. L. C. Fosbroke (Eds.), *Integrated management and dynamics of forest defoliating insects. General Technical Report NE-277* : 45-55. Newtown Square, PA, USA: USDA Forest Service, Northeastern Research Station
- ISTIEE (2003) I flussi marittimi nelle filiere del legno e della carta. Progetto di ricerca. CNEL Consiglio nazionale dell'economia e del lavoro. V commissione.
- Kirkendall LR, Dal Cortivo M, Gatti E (2008) First record of the ambrosia beetle: *Monarthrum mali* (Curculionidae, Scolytidae) in Europe. *Journal of Pest Science* **81**: 175- 178.

- Kirkendall LR, Faccoli M (2010). Bark beetles and pinhole borers (Curculionidae, Scolytinae, Platypodinae) alien to Europe. *ZooKeys* **56**: 227–251.
- Liebholt AM, Tobin PC (2008). Population ecology of insect invasions and their management. *Annual Review of Entomology* **53**: 387–408.
- Mack R N, Simberloff D, Lonsdale W M, Evans H, Clout M, and Bazzaz FA (2000) Biotic invasions: causes, epidemiology, global consequences, and control. *Ecological application*. **10**: 689-710
- Manzoni L (1930) A new Pest of the Vine, *Neoclytits acuminatus*, F. *Giornale Agric. Domenica*. 1930 Vol. **40** No. 45 pp. 582 p
- Marini L, Haack RA, Rabaglia RJ, Petrucco Toffolo E, Battisti A, Faccoli M (2011). Exploring associations between international trade and environmental factors with establishment patterns of alien Scolytinae. *Biological invasions* **13**: 2275–88.
- Miller DR, Rabaglia RJ. (2009). Ethanol and (–)- $\alpha$ -pinene: attractant kairomones for bark and ambrosia beetles in the southeastern US. *Journal of Chemical Ecology* **35**: 435–448.
- Mooney HA, Cleland EE. 2001. The evolutionary impact of invasive species. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA* **98**: 5446–51
- Morewood WD, Hein KE, Katinic PJ, Borden JH (2002). An improved trap for large wood-boring insects, with special reference to *Monochamus scutellatus* (Coleoptera: Cerambycidae). *Canadian Journal of Forest Research* **32**: 519–525.
- Pennacchio F, Faggi M, Gatti E, Caronni F, Colombo M, Roversi PF (2004) First record of *Phloeotribus liminaris* (Harris) in Europe (Coleoptera Scolydidae). *Redia* **87**: 85-89.
- Pennacchio F, Roversi PF, Francardi V, Gatti E (2003) *Xylosandrus crassiusculus* (Motschulsky) a bark beetle new to Europe. *Redia* **86**: 77–80.
- Petrice TR, Haack RA, Poland TM (2004) Evaluation of three trap types and five lures for monitoring *Hylurgus ligniperda* (Coleoptera: Scolytidae) and other local scolytids in New York. *Gt Lakes Entomol* **37**:1–9
- Pimentel D, Zuniga R, Morrison D (2005). Update on the environmental and economic costs associated with alien-invasive species in the United States. *Ecological Economics* **52**: 273–288.
- Rabaglia RJ, Duerr D, Acciavatti RE, Ragenovich I (2008). Early detection and rapid response for non-native bark and ambrosia beetles. US Department of Agriculture Forest Service, Forest Health Protection, Washington, DC.
- Rassati D, Petrucco Toffolo E, A. Battisti, Faccoli M. (2012). Trapping wood boring beetles in ports: a pilot study.. *Journal of Pest Science*. Submitted.
- Roques A (2010). Alien forest insects in a warmer world and a globalized economy: Impacts of changes in trade, tourism and climate on forest biosecurity. *New Zealand Journal of Forestry* (suppl.) **40**: 77–94.

- Sama G (2006). Taxonomic remarks on *Xylotrechus smeii* (Castelnau & Gory, 1841) and *X. stebbingi* Gahan, 1906 and their distribution in Western Palaearctic region (Coleoptera, Cerambycidae). *Doriana*, **8**: 1-10.
- Sama G, Bocchini R (2003). Segnalazioni faunistiche *Phoracantha recurva* Newman, 1840 (Insecta Coleoptera, Cerambycidae) prima segnalazione per la fauna italiana. *Quad. Studi Notizie Stor. nat. Romagna, Cesena*, **18**: 168.
- Sampò A, Olmi M (1975) Un nuovo nemico delle palme ornamentali: è arrivato in Italia il coleottero scoltide *Dactylotrypes uytenboogaarti* Eggers. *L'Italia Agricola* **112** (12): 102-105.
- Sauvard D, Branco M, Lakatos F, Faccoli M, Kirkendall L (2010). Weevils and bark beetles (Coleoptera, Curculionidae). *BioRisk* **4**: 219–266.
- Schroeder LM, Lindelöw A (1989). Attraction of scolytids and associated beetles by different absolute amounts and proportions of  $\alpha$ -pinene and ethanol. *Journal of Chemical Ecology* **15**: 807–817.
- Schwalbe CP, Mastro, VC (1988). Multispecific trapping techniques for exotic-pest detection. *Agriculture, Ecosystems & Environment* **21**: 43–51.
- Skarpaas, O. & Økland, B. (2009) Timber import and the risk of forest pest introductions. *Journal of Applied Ecology*, **46**: 55–63.
- Stergulc F, Frigimelica G, Zandigiacomo P, Battisti A (1999) Gravi deperimenti del noce comune in giovani impianti da legno in Friuli-Venezia Giulia. *Sherwood* **44**: 27–30.
- Stone C, Goodyer G, Sims K, Penman P, Carnegie A (2010). Beetle assemblages captured using static panel traps within New South Wales pine plantations. *Australian Journal of Entomology* **49**: 304–316.
- Targioni- Tozzetti A. (1884) Relazioni intorno ai lavori della Regia Stazione di Entomologia Agraria di Firenze per gli anni 1879, 1880, 1881, 1882. *Annali di Agricoltura del R. Ministero di Agricoltura, Industria e Commercio*, Roma: 1-645.
- Tkacz BM (2002). Pest risks associated with importing wood to the United States. *Canadian Journal of Plant Pathology* **24**: 111–116.
- Vilà M, Basnou C, Pyšek P, Josefsson M, Genovesi P, Gollasch S, Nentwig W, Olenin S, Roques A, Roy D, Hulme PE (2009). How well do we understand the impacts of alien species on ecosystem services? A pan-European, cross-taxa assessment. *Frontiers in Ecology and the Environment* **8**: 135–144.
- Wylie FR, Griffiths M, King J (2008). Development of hazard site surveillance programs for forest invasive species: a case study from Brisbane, Australia. *Australian forestry* **71**: 229–235.

## **SITOGRAFIA**

[www.iucn.org](http://www.iucn.org)

<http://www.europe-aliens.org/default.do>

<http://www.port.venice.it/it/il-porto.html>

<http://www.eppo.int/>

## RINGRAZIAMENTI

Per concludere è doveroso fare un ringraziamento a tutti coloro che mi sono stati accanto, agli amici, ai parenti ma soprattutto alla mia famiglia che mi ha permesso di iniziare e concludere questa esperienza universitaria, ma soprattutto perché hanno condiviso con me sia i momenti belli sia quelli di sconforto, e nonostante tutto ci hanno creduto e mi hanno incoraggiato, sostenuto e spronato ad andare avanti.