



**UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI SASSARI**  
**SCUOLA DI DOTTORATO DI RICERCA**  
**Scienze e Biotecnologie**  
**dei Sistemi Agrari e Forestali**  
**e delle Produzioni Alimentari**



Monitoraggio e Controllo degli Ecosistemi Agrari e Forestali in Ambiente  
Mediterraneo

Ciclo XXV

Ciclo biologico e capacità riproduttiva  
di *Tomicus destruens* in Sardegna

dr. Michele Coinu

<i>Direttore della Scuola</i>	prof. Alba Pusino
<i>Referente di Indirizzo</i>	prof. Ignazio Floris
<i>Docente Guida</i>	prof. Andrea Lentini

Anno accademico 2012- 2013



## INDICE

INTRODUZIONE .....	1
Il genere <i>Tomicus</i> .....	5
<i>Tomicus destruens</i> .....	8
<i>Descrizione morfologica</i> .....	9
<i>Biologia ed ecologia</i> .....	12
<i>Dannosità</i> .....	21
<i>Sintomi dell'attacco</i> .....	24
<i>Piante ospiti</i> .....	25
MATERIALI E METODI .....	26
Descrizione delle aree di studio .....	26
Dinamica di popolazione di <i>T. destruens</i> in diverse aree climatiche.....	28
Ciclo biologico di <i>T. destruens</i> .....	29
<i>Andamento stagionale degli attacchi di T. destruens</i> .....	32
<i>Numero di generazioni annuali di T. destruens</i> .....	34
<i>Numero di gallerie materne prodotte da una femmina</i> .....	35
Analisi statistica dei dati .....	38
RISULTATI .....	39
Dinamica di popolazione di <i>T. destruens</i> in diverse aree climatiche ...	39
Ciclo biologico di <i>T. destruens</i> .....	56
<i>Andamento stagionale degli attacchi</i> .....	56
<i>Numero di generazioni annuali di T. destruens</i> .....	64
<i>Numero di gallerie materne prodotte da una femmina</i> .....	66
DISCUSSIONE E CONCLUSIONI .....	68
BIBLIOGRAFIA .....	75

---

**Michele COINU**

Ciclo biologico e capacità riproduttiva di *Tomicus destruens* in Sardegna

Scuola di dottorato in "Scienze e Biotecnologie dei Sistemi Agrari e Forestali e delle Produzioni Alimentari"

Indirizzo: "Monitoraggio e Controllo degli Ecosistemi Agrari e Forestali in Ambiente Mediterraneo"

Università degli Studi di Sassari



## INTRODUZIONE

*Tomicus destruens* Woll. (Coleoptera Curculionidae) è il principale fitofago delle pinete mediterranee e può causare danni di rilevanza economica e ambientale in tutto il suo areale di distribuzione (Monleón *et al.*, 1996; Kohlmayr *et al.*, 2002; Gallego *et al.*, 2004). L'insetto è diffuso in Spagna e Francia meridionali, Corsica, Italia, Penisola Anatolica, Isola di Cipro, Palestina, nord Africa e costa atlantica della penisola Iberica fino all'Isola di Madera (Balachowsky; 1949, Wood e Bright, 1992; Pfeffer *et al.*, 1995; Sabbatini Peverieri *et al.*, 2008). In Italia, la presenza dell'insetto è stata segnalata nelle pinete termofile di gran parte del territorio continentale (Faccoli *et al.*, 2005; Masutti, 1969; Nanni e Tiberi, 1997), nonché in Sicilia e in Sardegna (Longo, 1989; Luciano e Pantaleoni, 1997).

*T. destruens* viene descritto sia come parassita primario che come fattore di stress secondario capace di ridurre le difese della pianta. Infatti, gli adulti neofarfallati, per completare la maturità sessuale, attaccano i germogli dei pini e in caso di forti infestazioni possono causare la caduta di numerosi getti. La conseguente riduzione della chioma rallenta la crescita delle piante e le rende più suscettibili agli attacchi al tronco degli adulti in fase riproduttiva. In seguito, le larve si alimentano del tessuto sottocorticale e, interrompendo il flusso linfatico, portano a morte la pianta (Gallego e Galián, 2001; Chakali, 2005). Il livello del danno operato dallo scolitide è influenzato dallo stato fitosanitario dell'ospite e tutti i fattori che indeboliscono la pianta favoriscono le colonizzazioni di questi pericolosi fitofagi. Lo stress idrico è considerato la principale causa delle pullulazioni di *T. destruens* (Chakali, 2005; Lorio *et al.*, 1995) sebbene altri fattori quali ristagni idrici, tagli di rami di grosse dimensioni (Nanni e

---

### Michele COINU

Ciclo biologico e capacità riproduttiva di *Tomicus destruens* in Sardegna

Scuola di dottorato in "Scienze e Biotecnologie dei Sistemi Agrari e Forestali e delle Produzioni Alimentari"

Indirizzo: "Monitoraggio e Controllo degli Ecosistemi Agrari e Forestali in Ambiente Mediterraneo"

Università degli Studi di Sassari



Tiberi, 1997; Peverieri *et al.*, 2006; Räisänen *et al.*, 1986) e incendi (Barclay *et al.*, 2009) possano determinare forti attacchi. I danni prodotti da questo insetto possono interessare vastissime aree. Nel massiccio Senalba Chergui (Djelfa - Algeria) tra il 1988 e il 2000 sono stati raccolti, da un'area di 20.000 ettari di pinete bonificate, oltre 37.000 m<sup>3</sup> di legname danneggiato da *T. destruens* (Chakali, 2003). In Murcia, nella Spagna sud-orientale, nei primi anni '90, agli attacchi di questo scolitide è stata attribuita la distruzione di circa 40.000 ha di pinete di *Pinus halepensis*, indebolite da un periodo di eccezionale siccità (Gallego e Galián, 2001).

In Sardegna la dannosità di *T. destruens* è andata accrescendosi con il progressivo invecchiamento degli impianti a pino domestico, soprattutto nelle pinete in cui sono mancate le minime cure colturali. Le pinete litoranee di Alghero, Sorso e Siniscola hanno di recente subito le più estese morie, ma gravi danni sono stati registrati anche in rimboschimenti a pino domestico ricadenti nel territorio di Pula e Tempio Pausania. Le pullulazioni dello scolitide in giovani impianti di pino radiata e pino nero, registrate a partire dal 2005 in agro di Bitti, sono state invece causate da errate pratiche forestali, come l'allestimento di cataste di legname non scortecciato e la loro permanenza in campo per lunghi mesi (Luciano, 2009).

Il ciclo biologico di *T. destruens* presenta un voltinismo piuttosto controverso. Secondo alcuni autori questa specie può dare vita a diverse generazioni annuali. Tuttavia, le generazioni sono difficilmente distinguibili e potrebbero essere determinate da più ovideposizioni della stessa femmina in diversi periodi dell'anno (Monleón *et al.*, 1996). Nell'Italia settentrionale, *T. destruens* svolge una sola generazione con adulti svernanti che attaccano i tronchi a partire dall'inizio della primavera e con emergenza dei nuovi adulti a giugno (Faccoli *et al.*, 2005). In Algeria (Chakali, 1992), Tunisia (Ben

---

**Michele COINU**

Ciclo biologico e capacità riproduttiva di *Tomicus destruens* in Sardegna

Scuola di dottorato in "Scienze e Biotecnologie dei Sistemi Agrari e Forestali e delle Produzioni Alimentari"

Indirizzo: "Monitoraggio e Controllo degli Ecosistemi Agrari e Forestali in Ambiente Mediterraneo"

Università degli Studi di Sassari



Jamaà *et al.*, 2000) e nelle coste Slovene (Titovsek, 1988), *T. destruens* ha un ciclo molto simile a quello descritto per il Nord Italia, con adulti che iniziano a ovideporre in febbraio - marzo compiendo una sola generazione all'anno. In Israele l'insetto è univoltino, ma ovidepone in autunno ed ha uno sviluppo larvale durante l'inverno (Mendel *et al.*, 1985). In Sud Italia (Russo, 1946; Nanni e Tiberi, 1997), in Spagna (Monleón *et al.*, 1996) e in Francia (Kerdelhué *et al.*, 2002) *T. destruens* attacca i tronchi in autunno e all'inizio della primavera e non è chiaro se riesce a compiere una o più generazioni all'anno. Nelle coste tirreniche del centro Italia e in quelle adriatiche del nord altri autori hanno ipotizzato la presenza di due generazioni all'anno (Nanni e Tiberi, 1997; Santini e Prestininzi, 1991).

La presenza di *T. destruens* in Sardegna è stata rilevata per la prima volta nel marzo del 1987 nella parte sud-occidentale dell'Isola, in impianti di pino domestico fortemente deperienti. Successive indagini sulla biologia del blastofago hanno evidenziato che in Sardegna gli adulti si trovano all'interno dei getti dei pini nel corso di tutto l'anno ma che il periodo di maggiore presenza si ha dalla metà di maggio fino ad ottobre inoltrato. Nel periodo autunno-vernino gran parte degli adulti raggiunge i tronchi di piante deperienti per riprodursi. Dalla fine di marzo iniziano le emergenze degli adulti della nuova generazione e i picchi di sfarfallamento si verificano fra l'inizio di maggio e la metà di giugno (Luciano, 2009).

Il diverso comportamento fenologico di *T. destruens* è imputabile alle diverse condizioni climatiche presenti nel suo areale di distribuzione. Con estati brevi e basse temperature autunnali, gli adulti svernano e si accoppiano nella primavera successiva mentre, con autunni non troppo freddi, una parte degli adulti si riproduce prima dell'inverno. Faccoli e collaboratori (2005) sostengono che *T. destruens* svolge una sola

---

**Michele COINU**

Ciclo biologico e capacità riproduttiva di *Tomiscus destruens* in Sardegna

Scuola di dottorato in "Scienze e Biotecnologie dei Sistemi Agrari e Forestali e delle Produzioni Alimentari"

Indirizzo: "Monitoraggio e Controllo degli Ecosistemi Agrari e Forestali in Ambiente Mediterraneo"

Università degli Studi di Sassari



generazione all'anno in tutto il suo areale di diffusione con un periodo di ovideposizione variabile nelle diverse zone climatiche.

Per indagare più approfonditamente le differenze evidenziate nel comportamento di *T. destruens* nei diversi ambienti mediterranei, in Sardegna, nel periodo 2009-2013, è stata condotta una ricerca in formazioni forestali a pino domestico e pino d'Aleppo ricadenti in agro di Alghero, Pula e Tempio Pausania. La ricerca è stata in parte finanziata da un progetto del Ministero dell'Università e della Ricerca (Bando PRIN 2007) sugli "Effetti del cambiamento climatico sui principali insetti parassiti delle pinete italiane". Il principale obiettivo della tesi di dottorato è stato quello di studiare il ciclo biologico di *T. destruens* in aree forestali della Sardegna poste ad altitudini e latitudini differenti. Lo studio è stato indirizzato, in particolare, all'approfondimento di alcuni aspetti ancora controversi della biologia dello scolitide, riguardanti soprattutto il voltinismo e il comportamento riproduttivo delle femmine. Le osservazioni condotte hanno permesso anche di rilevare i principali componenti dell'artropodofauna che si stabilisce nel complesso ecosistema che si forma nei tronchi di pino attaccati dagli xilofagi. Questi rilievi hanno di fatto consentito di ottenere una visione d'insieme delle specie di scolitidi infeudati al pino e dei nemici naturali che contribuiscono a regolare le loro popolazioni.

---

**Michele COINU**

Ciclo biologico e capacità riproduttiva di *Tomicus destruens* in Sardegna

Scuola di dottorato in "Scienze e Biotecnologie dei Sistemi Agrari e Forestali e delle Produzioni Alimentari"

Indirizzo: "Monitoraggio e Controllo degli Ecosistemi Agrari e Forestali in Ambiente Mediterraneo"

Università degli Studi di Sassari



## Il genere *Tomicus*

Il genere *Tomicus* Latreille, 1802 (= *Blastophagus* Eichhoff, 1864; = *Dendroctonus* autc. = *Myelophilus* Eichhoff, 1878), appartiene alla famiglia Curculionidae, subfamiglia Scolytinae e alla tribù Tomicini. Il genere contiene alcuni dei più importanti parassiti delle foreste di pino dell'Eurasia e del nord America. Raggruppa 7 specie di scoltidi: *T. pilifer* (Spessivtsev, 1919), *T. puellus* (Reitter, 1894), *T. minor* (Harting, 1834), *T. brevipilosus* (Eggers, 1929), *T. yunnanensis* (Kirkendall e Faccoli, 2008), *T. piniperda* (Linnaeus, 1758) e *T. destruens* (Wollaston, 1865).

*T. minor* e *T. piniperda* hanno un'areale di distribuzione che comprende la regione eurasiatica, il nord Africa e le isole di Madeira; *T. brevipilosus*, *T. puellus* e *T. pilifer* sono distribuiti nel centro-est asiatico (Wood e Bright, 1992); *T. yunnanensis* si trova in Cina (Kirkendall *et al.*, 2008); *T. destruens* è confinato nel bacino del Mediterraneo (Pfeffer *et al.*, 1995).

Le specie del genere *Tomicus* si riproducono su piante di pino, ad eccezione di *T. puellus* che predilige gli abeti asiatici (Kirkendall *et al.*, 2008). Le infestazioni portano a morte le piante e interessano in particolare alberi indeboliti da avverse condizioni ambientali o, come nel caso del *T. yunnanensis*, dai massicci attacchi dello stesso insetto (Ye, 1997). Il loro ciclo di vita è caratterizzato da una fase di maturazione sessuale, svolta nutrendosi all'interno di germogli apicali, e da una successiva fase di riproduzione svolta nel tessuto sottocorticale dei tronchi (Eichhoff, 1881; Chararas, 1962; Bakke, 1968; Ye e Lieutier, 1997; Långström, 1983). Il genere è composto di specie monogame, che costruiscono il loro sistema riproduttivo in coppia. Non è chiaro tuttavia se la femmina venga fecondata più volte e, nel caso costruisca più gallerie materne, se il maschio della coppia sia sempre lo stesso.

---

### Michele COINU

Ciclo biologico e capacità riproduttiva di *Tomicus destruens* in Sardegna

Scuola di dottorato in "Scienze e Biotecnologie dei Sistemi Agrari e Forestali e delle Produzioni Alimentari"

Indirizzo: "Monitoraggio e Controllo degli Ecosistemi Agrari e Forestali in Ambiente Mediterraneo"

Università degli Studi di Sassari



I *Tomicus* non sono considerati causa primaria di morte delle piante (Chararas, 1962; Långström e Hellqvist, 1993) poiché tale capacità è tipica di alcune specie di scolitidi che emettono feromoni di aggregazione o trasmettono funghi patogeni esiziali per la pianta infestata (Christiansen *et al.*, 1987). Gli attacchi di massa, indispensabili alle specie di questo genere per vincere le difese delle piante, sono mediati da sostanze emesse dalla pianta ospite che attirano gli adulti senza che intervengano feromoni intraspecifici (Byers *et al.*, 1985; Schroeder, 1987). Tra i fitofagi infeudati al pino, gli scolitidi sono i maggiori responsabili del deperimento e della regressione delle pinete (Escherich, 1923; Postner, 1974; Långström e Hellqvist, 1993). I danni possono interessare vaste superfici con ripercussioni socio-ambientali in uno degli habitat più caratteristici e importanti dell'ecosistema mediterraneo, che svolge una notevole funzione anche sotto l'aspetto igienico ricreativo. Dal punto di vista economico sono maggiormente percepiti i danni delle attività commerciali, come ad esempio la produzione di alberi di Natale: solo nel Michigan, 3-5 milioni di alberi di Natale vengono tagliati ogni anno e spediti a più di 40 Stati (Koelling *et al.*, 1992). Nel nord America, la prima segnalazione del *T. piniperda* all'interno dei germogli di piante destinate ad alberi di natale (Haack e Kucera, 1993) è avvenuta nel 1992 ma secondo alcuni autori (Czokajlo *et al.*, 1997) l'insetto era già presente dalla fine anni'70 inizio anni'80. Nel 1992 si è imposta la quarantena dei prodotti forestali e di vivaio e degli stessi alberi di Natale, dalle zone infestate a quelle non infestate (Haack e Poland, 2001). L'USDA APHIS, ha fatto scattare immediatamente le misure restrittive per questa specie non nativa dell'America e dotata di una elevata capacità di danneggiare anche l'industria del legno.

---

**Michele COINU**

Ciclo biologico e capacità riproduttiva di *Tomicus destruens* in Sardegna

Scuola di dottorato in "Scienze e Biotecnologie dei Sistemi Agrari e Forestali e delle Produzioni Alimentari"

Indirizzo: "Monitoraggio e Controllo degli Ecosistemi Agrari e Forestali in Ambiente Mediterraneo"

Università degli Studi di Sassari



In Cina, pullulazioni di *T. yunnanensis* hanno causato la morte di oltre 200.000 ettari di pinete (Ye e Ding, 1999), mentre, *T. piniperda* ha distrutto 0,5 milioni di ha di *Pinus yunnanensis* (Ye e Lieutier, 1997). In formazioni forestali site in prossimità di depositi di legname o segherie, che fungono da substrato di sviluppo per gli stadi preimmaginali degli scolitidi, Långström e Hellqvist (1990) hanno registrato la caduta di oltre 1000 germogli per pianta con una conseguente riduzione del 46% dello sviluppo dei pini; Borkowski (2001) ha confermato il rallentamento degli accrescimenti, escludendo la possibilità che tale fenomeno sia attribuibile ad altre concause, quali inquinamento o fattori climatici. Incrementi dei livelli di attacco si manifestano regolarmente in pinete limitrofe ad altri siti di moltiplicazione degli scolitidi, rappresentati ad esempio da pini abbattuti dall'azione del vento o tronchi mantenuti in cataste di stoccaggio in seguito a diradamenti (Långström, 1984; Långström e Hellqvist, 1990; Borkowski, 2007). In questi siti, gli scolitidi neosfarfallati si riversano nei germogli sani per alimentarsi provocandone il disseccamento e la caduta. In Polonia, la densità di germogli caduti a terra viene impiegata come indice di rischio, in base al quale si determina il numero di alberi-trappola da usare per combattere elevati livelli di popolazione degli scolitidi (Borkowski, 2007). Oltre ai danni diretti, le specie del genere *Tomicus* possono compromettere la salute dei pini comportandosi da vettori di funghi opportunisti appartenenti alle Ophiostomataceae che provocano l'azzurramento e l'occlusione dei vasi legnosi (Långström, 1983; Solheim e Långström, 1991).

---

**Michele COINU**

Ciclo biologico e capacità riproduttiva di *Tomicus destruens* in Sardegna

Scuola di dottorato in "Scienze e Biotecnologie dei Sistemi Agrari e Forestali e delle Produzioni Alimentari"

Indirizzo: "Monitoraggio e Controllo degli Ecosistemi Agrari e Forestali in Ambiente Mediterraneo"

Università degli Studi di Sassari



### ***Tomicus destruens***

*Tomicus destruens* è una specie a distribuzione mediterraneo-macaronesica con un areale che comprende Spagna e Francia meridionali, Corsica, Italia, Penisola Anatolica, Isola di Cipro, Palestina, nord Africa, costa atlantica della penisola Iberica fino all'Isola di Madera, isole Canarie, Azzorre e parte meridionale del Marocco (Schedl, 1946; Balachowsky, 1949; Wood e Bright, 1992; Pfeffer *et al.*, 1995; Sabbatini Peverieri *et al.*, 2008).

In Italia, la dannosa presenza dell'insetto è stata segnalata nelle pinete termofile di gran parte del territorio continentale, da quelle della costa nord adriatica a quelle delle zone collinari interne (Faccoli *et al.*, 2005; Masutti, 1969; Nanni e Tiberi, 1997), nonché in Sicilia e in Sardegna (Longo, 1989; Luciano e Pantaleoni, 1997). La sua diffusione sembra influenzata principalmente dai fattori climatici che condizionano il limite di distribuzione delle piante ospiti e le rendono più o meno suscettibili all'attacco dello scolitide (Gallego e Galián, 2008).

*T. destruens* è morfologicamente simile a *T. piniperda* e le due specie sono state poste in sinonimia per lungo tempo (Gallego e Galián, 2001; Faccoli, 2006), considerando la prima specie semplicemente come varietà *rubripennis* (elite rossicce), più termofila e caratterizzata solo per il colore ferrugineo degli adulti maturi rispetto al colore nero di *T. piniperda* (Reitter, 1913; Kerdelhué *et al.*, 2002). Per lo stesso carattere Krausse (1920) descrive *T. destruens* come *T. piniperda* var. *rubescens*. Una netta separazione delle due specie è stata proposta da Lekander nel 1971 che descrisse la morfologia delle larve differenziandole in base al numero di setole nell'epifaringe: tre paia in *T. destruens* e quattro in *T. piniperda*, considerando quindi la prima come *bona specie*. Più recentemente altri studi morfologici e genetici hanno confermato la

---

#### **Michele COINU**

Ciclo biologico e capacità riproduttiva di *Tomicus destruens* in Sardegna

Scuola di dottorato in "Scienze e Biotecnologie dei Sistemi Agrari e Forestali e delle Produzioni Alimentari"

Indirizzo: "Monitoraggio e Controllo degli Ecosistemi Agrari e Forestali in Ambiente Mediterraneo"

Università degli Studi di Sassari



separazione delle due specie ed hanno evidenziato come tra *T. piniperda* e *T. destruens* vi sia una distanza genetica maggiore rispetto a quella esistente fra *T. piniperda* e *T. minor* (Pfeffer *et al.*, 1995; Faccoli *et al.*, 2005; Gallego e Galián, 2001; Kerdelhué *et al.*, 2002; Kohlmayr *et al.*, 2002).

Le due specie differiscono anche per alcune caratteristiche biologiche. *T. destruens* predilige le pinete litoranee, ma può colonizzare anche i rilievi, arrivando a diverse altitudini in funzione della fascia climatica. In Spagna lo si trova sotto i 1000 metri s.l.m., ma eccezionalmente è stato rinvenuto a 1300 metri s.l.m. (Gallego *et al.*, 2004). *T. piniperda* è tipico delle zone alpine e di alcuni areali dell'Appennino settentrionale (Covassi e Roversi, 1995). *T. destruens* mostra una netta preferenza per *P. halepensis* o *P. pinea* mentre *T. piniperda* non è mai stato trovato su queste piante ospiti (Kerdelhué *et al.*, 2002). Alcuni autori sottolineano anche un diverso periodo riproduttivo (Lekander, 1971; Gil e Pajares, 1986; Ye, 1991), mentre altri sostengono che le differenze siano imputabili al diverso ambiente in cui vivono (Carle, 1973). Prove di ibridazione fra individui delle due specie discriminate secondo i criteri di Lekander (1971) hanno dato prole fertile portando alla conclusione di una possibile esistenza di due ecotipi della stessa specie (Carle, 1973).

### ***Descrizione morfologica***

Le uova, lunghe circa 0,5 mm, sono di colore bianco perlaceo brillante e di forma ovale. Le larve hanno il corpo biancastro e la testa color ambra; sono apode e cirtosomatiche e, alla fine dello sviluppo, raggiungono la lunghezza di 5 mm. Il rapporto fra la larghezza massima della capsula cefalica e la sua lunghezza è pari a circa 0,95. Lo scudo frontale è ampio, triangolare con lati diritti e presenta una distinta sutura

---

**Michele COINU**

Ciclo biologico e capacità riproduttiva di *Tomicus destruens* in Sardegna

Scuola di dottorato in "Scienze e Biotecnologie dei Sistemi Agrari e Forestali e delle Produzioni Alimentari"

Indirizzo: "Monitoraggio e Controllo degli Ecosistemi Agrari e Forestali in Ambiente Mediterraneo"

Università degli Studi di Sassari



metopica. Frontalmente presenta cinque paia di setole, delle quali il secondo è più lungo. Epistoma posteriormente limitato da una linea continua leggermente curva, che lateralmente si piega all'indietro. Medialmente è presente sul bordo anteriore un tubercolo di grandi dimensioni. L'antenna, corta e larga, presenta cinque setole di uguale lunghezza, quattro delle quali sono situate lateralmente. Clipeo con lati convessi è leggermente concavo nel margine anteriore. La setola mediale del clipeo è circa tre volte più lunga rispetto a quelle laterali. Il labbro superiore è arrotondato, con bordo anteriore appiattito. La coppia laterale di setole anteromediali è poco sviluppata, quelle in posizione mediale sono uguali in sezione e lunghezza. Sull'epifaringe le setole antero-laterali sono parallele al margine anteriore della stessa. Nella parte mediale dell'epifaringe sono presenti tre coppie di setole di uguale misura. Tra la seconda e la terza coppia si trovano due gruppi di sensilli, ciascuno con tre organi. I sensilli mancano posteriormente. Torme corte, larghe, parallele o leggermente convergenti caudalmente. Palpi labiali con due articoli distinti. Sul labbro inferiore vi sono quattro setole della stessa lunghezza e larghezza. Nella ligula la coppia di setole posteriori è più vicina rispetto a quella anteriore. Il submento presenta spine lungo il bordo laterale e una formazione triangolare costituita da tre setole di cui la mediale è esterna alle altre.

La larva descritta è una tipica larva di *Blastophagus*, che differisce in alcuni dettagli importanti sia da quella del *T. piniperda* che da quella di *Tomicus minor*. Un carattere distintivo in *T. destruens* è rappresentato dalla presenza sull'epifaringe di un grande tubercolo mediale, che si riduce ad una forma residuale in *T. piniperda* e che manca del tutto in *T. minor*. Sempre nell'epifaringe la larva di *T. destruens* presenta tre coppie di setole mediali mentre in *T. piniperda* sono quattro. Inoltre le setole clipeali hanno una lunghezza relativa molto diversa in *T. destruens* e meno accentuata in *T.*

---

**Michele COINU**

Ciclo biologico e capacità riproduttiva di *Tomicus destruens* in Sardegna

Scuola di dottorato in "Scienze e Biotecnologie dei Sistemi Agrari e Forestali e delle Produzioni Alimentari"

Indirizzo: "Monitoraggio e Controllo degli Ecosistemi Agrari e Forestali in Ambiente Mediterraneo"

Università degli Studi di Sassari



*piniperda* (Lekander, 1971). *T. destruens* attraversa quattro stadi larvali durante il suo sviluppo. Il valore medio della larghezza della capsula cefalica è di 0,48 mm per la I età, 0,638 mm per la II, 0,845 mm per la III e 1,141 mm per la IV (Peverieri e Faggi, 2005). La lunghezza media del corpo delle larve nei quattro stadi è: 2,21, 3,58, 5,22 e 6,08; le larve di quarta età sono riconoscibili per un rigonfiamento dei primi segmenti del corpo (Chakali, 2005). Esse si impupano in una cavità ellissoidale alla fine delle gallerie di accrescimento (Ciesla, 2003). La pupa ha una colorazione biancastra e presenta appendici libere e ben distinguibili (pupa exarata).

Il corpo dell'adulto è di forma cilindrica e raggiunge una lunghezza di 4,1-4,9 mm. Maschio e femmina non presentano un evidente dimorfismo sessuale e differiscono solo per il pygidium e propygidium, settimo e ottavo tergite (Kirkendall *et al.*, 2008). Negli adulti maturi, il capo di colore nero brillante è parzialmente coperto dal protorace e presenta una sottile carena che inizia dalla parte superiore dell'epistoma e termina in mezzo alla fronte. Le antenne sono di colore chiaro, genicolate e terminano con una clava formata da quattro articoli, dei quali gli ultimi due mostrano una maggiore densità di setole. Il protorace, molto sviluppato, è più largo che lungo e ha una forma troncoconica con la parte anteriore più stretta. Le elitre terminano con una declività distale e sono percorse da una caratteristica striatura formata da linee punteggiate intercalate da una sottile peluria. La seconda interstria della parte declive è corrugata trasversalmente e presenta 2 o 3 file irregolari di fori. Il rapporto tra lunghezza e larghezza delle elitre è inferiore a 1,7, tra lunghezza delle elitre e lunghezza del pronoto è inferiore a 2,35 mentre tra lunghezza delle elitre e larghezza del pronoto è inferiore a 1,9 (Faccoli, 2006).

---

**Michele COINU**

Ciclo biologico e capacità riproduttiva di *Tomicus destruens* in Sardegna

Scuola di dottorato in "Scienze e Biotecnologie dei Sistemi Agrari e Forestali e delle Produzioni Alimentari"

Indirizzo: "Monitoraggio e Controllo degli Ecosistemi Agrari e Forestali in Ambiente Mediterraneo"

Università degli Studi di Sassari



I maschi emettono uno stridulio mediante un dispositivo formato da una coppia di setole (plettro) poste nel margine posteriore del settimo tergite che sfregano contro la superficie interna delle elitre che in quella zona si presenta striata (Faccoli, 2006). Gli adulti neosfarfallati hanno una colorazione rosso arancio uniforme che, con l'esposizione alla luce, diventa nero brillante nel capo e nel torace e marrone castano nelle elitre.

### ***Biologia ed Ecologia***

*Tomicus destruens* è una specie monogama (Poland e Haack, 1998) e presenta un voltinismo piuttosto controverso. Secondo alcuni autori può dare vita fino a tre generazioni sovrapposte all'anno. Tuttavia, le generazioni sono difficilmente differenziabili e potrebbero rappresentare più ovideposizioni fatte dalla stessa femmina in diversi periodi dell'anno (Monleón *et al.*, 1996). Questo fenomeno è stato dimostrato in *T. piniperda* le cui femmine, dopo la prima fecondazione, sono in grado di deporre diverse covate in successione anche in assenza del maschio (Sauvard, 1993).

Nell'Italia settentrionale, *T. destruens* svolge una sola generazione che prende parte all'inizio della primavera, in modo del tutto simile al ciclo che *T. piniperda* compie nell'Europa centro-settentrionale. Gli adulti svernanti attaccano i tronchi a partire dall'inizio della primavera quando la temperatura raggiunge i 12°C e manifestano il picco di attività durante la seconda settimana di aprile. Il tempo di sviluppo totale degli stadi preimmaginali è di circa 12 settimane e gli adulti della nuova generazione manifestano un picco di emergenza nella seconda metà di giugno (Faccoli *et al.*, 2005).

---

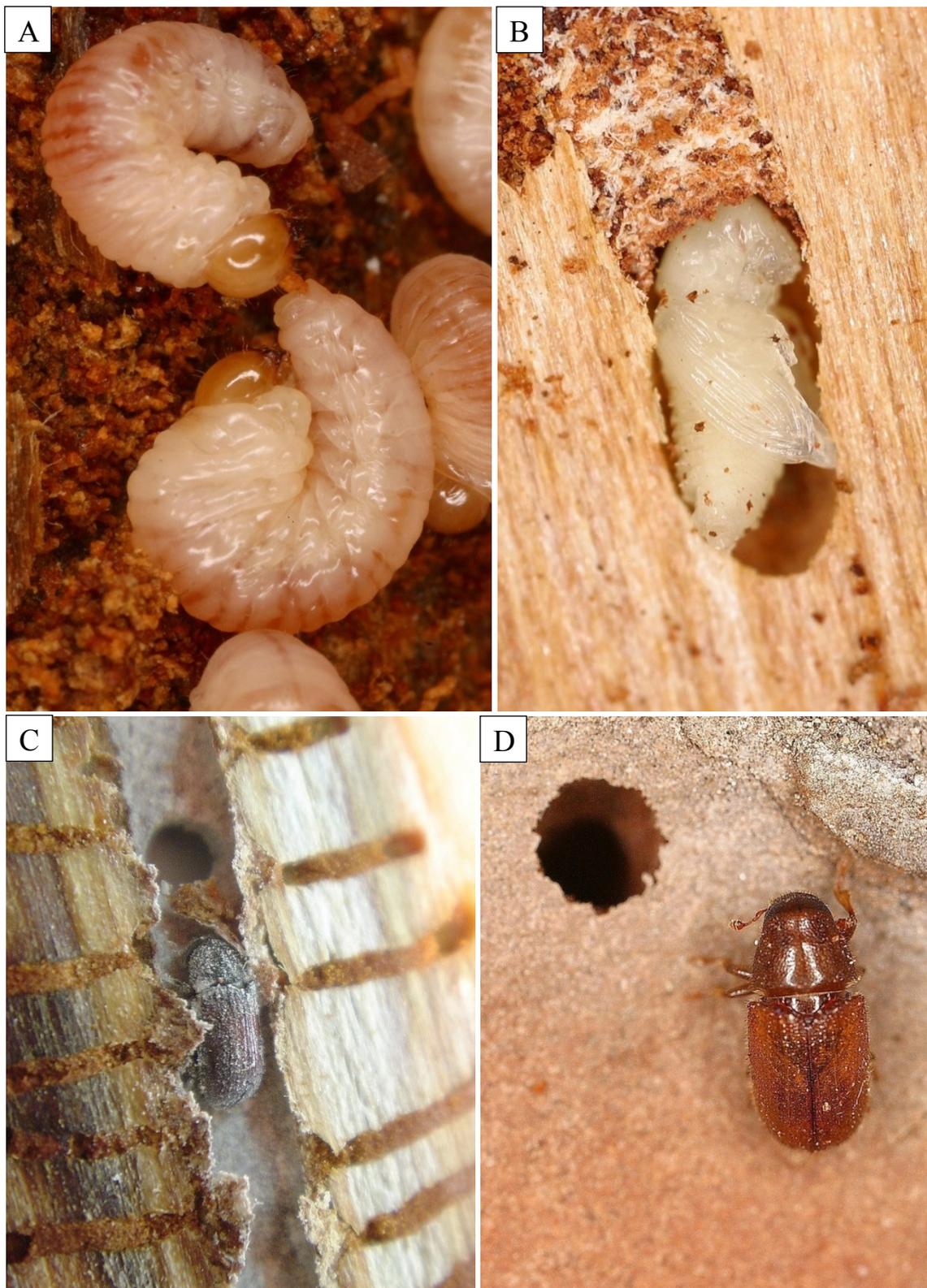
#### **Michele COINU**

Ciclo biologico e capacità riproduttiva di *Tomicus destruens* in Sardegna

Scuola di dottorato in "Scienze e Biotecnologie dei Sistemi Agrari e Forestali e delle Produzioni Alimentari"

Indirizzo: "Monitoraggio e Controllo degli Ecosistemi Agrari e Forestali in Ambiente Mediterraneo"

Università degli Studi di Sassari



**Tavola I** – *Tomicus destruens*: A) Larva; B) Pupa; C) Adulto maturo; D) Adulto neosfarfallato.

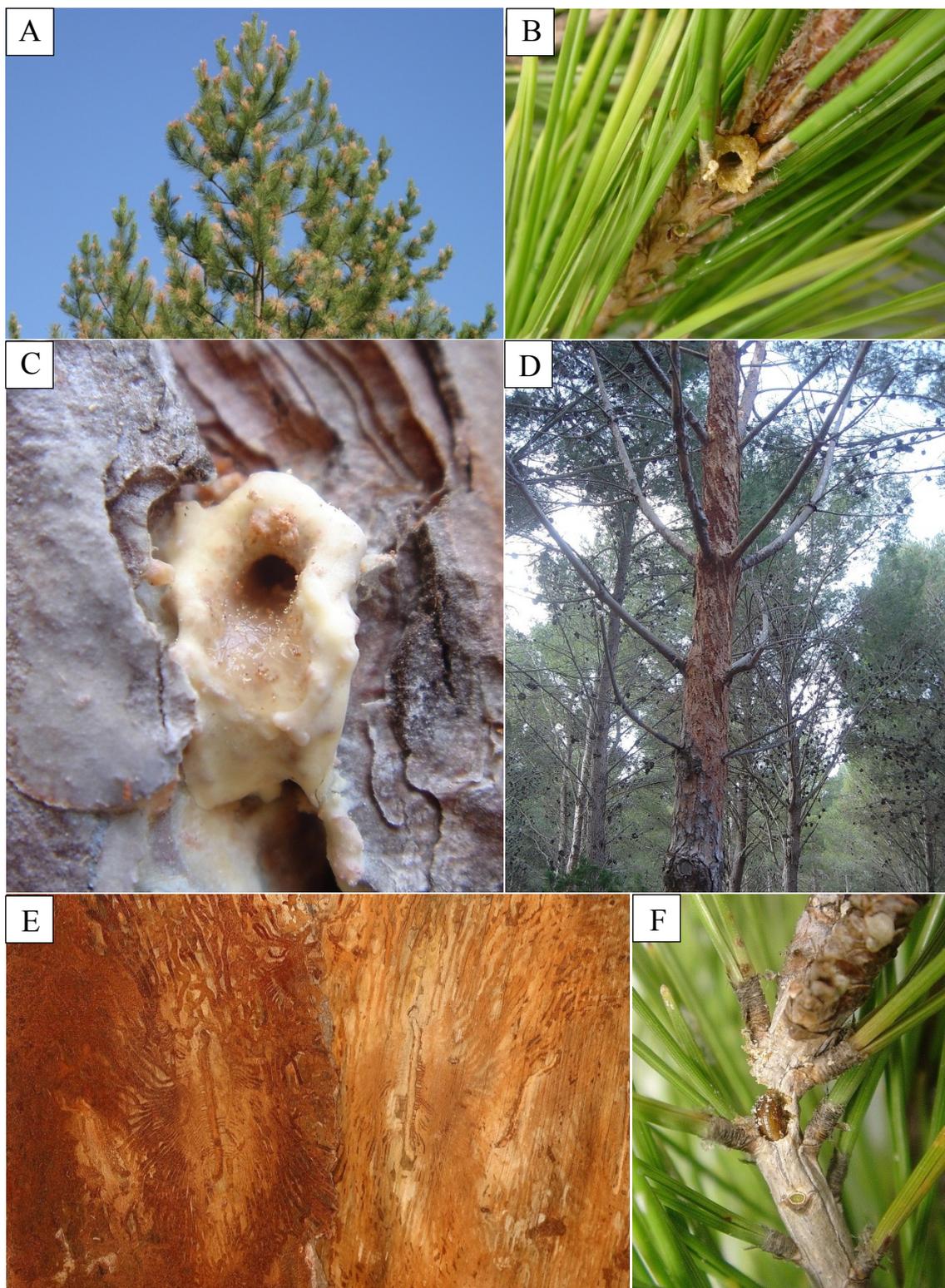
**Michele COINU**

Ciclo biologico e capacità riproduttiva di *Tomicus destruens* in Sardegna

Scuola di dottorato in “Scienze e Biotecnologie dei Sistemi Agrari e Forestali e delle Produzioni Alimentari”

Indirizzo: “Monitoraggio e Controllo degli Ecosistemi Agrari e Forestali in Ambiente Mediterraneo”

Università degli Studi di Sassari



**Tavola II** – *Tomicus destruens*: A) Pino con germogli disseccati dalle gallerie di maturazione degli adulti; B) Germoglio con foro di ingresso di adulto; C) Foro di penetrazione delle femmine riproduttive; D) Tronco infestato; E) Sistema di gallerie su tronco scortecciato ad arte; F) Adulto all'interno del germoglio.

**Michele COINU**

Ciclo biologico e capacità riproduttiva di *Tomicus destruens* in Sardegna

Scuola di dottorato in “Scienze e Biotecnologie dei Sistemi Agrari e Forestali e delle Produzioni Alimentari”

Indirizzo: “Monitoraggio e Controllo degli Ecosistemi Agrari e Forestali in Ambiente Mediterraneo”

Università degli Studi di Sassari



In Algeria (Chakali, 1992), Tunisia (Ben Jamaà *et al.*, 2000) e nelle coste slovene (Titovsek, 1988), *T. destruens* (descritto erroneamente come *T. piniperda*) ha un ciclo molto simile a quello descritto per il Nord Italia, con adulti che iniziano a ovideporre in febbraio - marzo compiendo una sola generazione all'anno.

In Israele è stato invece osservato che *T. destruens*, sebbene univoltino, ovidepone in autunno ed ha uno sviluppo larvale durante l'inverno (Mendel *et al.*, 1985). In Sud Italia (Russo, 1946; Nanni e Tiberi, 1997), in Spagna (Monleón *et al.*, 1996) e in Francia (Kerdelhué *et al.*, 2002) l'insetto ovidepone in autunno e all'inizio della primavera e non è chiaro se riesce a compiere una o più generazioni all'anno.

Nelle coste tirreniche del centro Italia e in quelle adriatiche del nord altri autori hanno ipotizzato la presenza di due generazioni all'anno: una con inizio a febbraio ed emergenza degli adulti in giugno e la seconda con inizio in autunno e sfarfallamento in febbraio (Nanni e Tiberi, 1997; Santini e Prestininzi, 1991). Nelle coste adriatiche l'insetto sverna principalmente come adulto all'interno dei germogli, mentre nella costa tirrenica sverna in tutti gli stadi di sviluppo. La molteplicità delle forme svernanti porta, nell'Italia centrale, a un allungamento del periodo delle deposizioni che va da febbraio a maggio, mentre nella zona adriatica da marzo ad aprile. In entrambi i casi, nonostante queste differenze, gli adulti della prima generazione compaiono con l'estate.

Il diverso comportamento fenologico di *T. destruens* dipende dalle differenti condizioni climatiche. Con estati brevi e basse temperature autunnali gli adulti svernano e si accoppiano nella primavera successiva, mentre con autunni non troppo freddi, una parte degli adulti si riproduce prima dell'inverno. Faccoli e collaboratori (2005) sostengono che *T. destruens* svolge una sola generazione all'anno in tutto il suo areale di diffusione con un periodo di ovideposizione variabile nelle diverse zone climatiche.

---

**Michele COINU**

Ciclo biologico e capacità riproduttiva di *Tomiscus destruens* in Sardegna

Scuola di dottorato in "Scienze e Biotecnologie dei Sistemi Agrari e Forestali e delle Produzioni Alimentari"

Indirizzo: "Monitoraggio e Controllo degli Ecosistemi Agrari e Forestali in Ambiente Mediterraneo"

Università degli Studi di Sassari



*T. piniperda* manifesta un comportamento simile con adulti che, in zone con inverni rigidi, escono dai germogli, probabilmente in risposta ad un primo repentino abbassamento delle temperature, e si dirigono verso i siti di svernamento sotto la corteccia dei pini (Ryall e Smith, 2000). In aree con inverni miti come l'Europa meridionale o sud della Cina, *T. piniperda* sverna all'interno dei germogli (Haack e Poland, 2001).

Nell'Italia settentrionale *T. destruens* sverna come adulto all'interno di giovani germogli di piante vigorose (Faccoli *et al.*, 2005; Nanni e Tiberi, 1997), anche se una piccola parte di adulti è stata trovata sotto la corteccia di pini all'interno di gallerie materne prive di uova (Masutti, 1969).

Gli adulti di *T. destruens*, come altri scolitidi, hanno due diverse fasi di dispersione, caratterizzate da una diversa preferenza nei confronti dello stato vegetativo della pianta ospite (Branco *et al.*, 2010). La prima fase, operata dagli adulti neosfarfallati della nuova generazione, inizia in primavera quando le temperature si stabilizzano oltre i dodici gradi. I nuovi adulti escono dalla corteccia attraverso piccoli fori circolari e si dirigono verso piante vigorose dove penetrano all'interno dei germogli per alimentarsi e raggiungere così la maturità sessuale (Faccoli, 2007; Monleón *et al.*, 1996; Kohlmayr *et al.*, 2002; Peverieri *et al.*, 2006). Sebbene, gli adulti di *T. destruens* siano eccezionali volatori e possano percorrere fino a 2 km di distanza (Ciesla, 2003) le piante attaccate sono generalmente prossime ai siti di riproduzione (Långström, 1983; Sauvard *et al.*, 1987; Långström e Hellqvist, 1990; Borkowski, 2001). L'attacco sui germogli può essere infatti osservato fino ai 200 metri dal sito di sfarfallamento, ma la sua intensità si riduce notevolmente già entro 50 metri (Komonen e Kouky, 2008; Långström e Hellqvist, 1990). Nell'interazione tra lo scolitide e la pianta ospite giocano un

---

**Michele COINU**

Ciclo biologico e capacità riproduttiva di *Tomicus destruens* in Sardegna

Scuola di dottorato in "Scienze e Biotecnologie dei Sistemi Agrari e Forestali e delle Produzioni Alimentari"

Indirizzo: "Monitoraggio e Controllo degli Ecosistemi Agrari e Forestali in Ambiente Mediterraneo"

Università degli Studi di Sassari



importante ruolo alcune sostanze emesse dai pini tra cui (-)- $\alpha$ -pinene e (-)-limonene (Almquist *et al.*, 2006).

Långström (1980) ha osservato una preferenza per i germogli localizzati nella parte alta della chioma. Nella scelta del germoglio viene attribuita una grande importanza al suo diametro. Siegert e McCullough (2001) hanno osservato che i germogli maggiormente attaccati dal *T. piniperda* hanno 4-5 mm di diametro e che inoltre la scelta generalmente ricade su germogli appartenenti alla stessa specie di pino da cui sono emersi gli adulti (Tiberi *et al.*, 2009; Långström e Hellqvist, 1990; Sauvard *et al.*, 1987). Gli attacchi maggiori si manifestano da 1 a 6 cm dalla base del germoglio apicale (Långström, 1983; McCullough e Smitley, 1995; Haack e Poland, 2001; Ye, 1996). Chakali (2005) ha rilevato che i getti infestati da *T. destruens* possono avere da 1 a 4 fori di penetrazione. Nei germogli con due fori, che rappresentano l'83% di quelli controllati, sono generalmente presenti un maschio e una femmina. Il maschio occupa spesso la galleria inferiore e la femmina quella superiore. Nei germogli con 3 o 4 fori possono esserci più femmine ma c'è sempre almeno un maschio.

La nutrizione sui germogli è essenziale per la maturazione sessuale degli scolitidi, ma influenza anche il contenuto di grasso (Fernández *et al.*, 1999), la capacità di volo, le performance riproduttive, la sopravvivenza e la futura colonizzazione dell'ospite (Anderbrant, 1988; Fernández *et al.*, 1999). La nutrizione di maturazione si protrae fino all'inizio dell'autunno e, in caso di elevate infestazioni, riduce il vigore delle piante rendendole suscettibili agli attacchi degli adulti in fase riproduttiva (Faccoli *et al.*, 2005).

La seconda fase di dispersione ha inizio quando gli adulti volano alla ricerca di ospiti idonei alla deposizione delle uova e al successivo sviluppo larvale, rappresentati

---

**Michele COINU**

Ciclo biologico e capacità riproduttiva di *Tomicus destruens* in Sardegna

Scuola di dottorato in "Scienze e Biotecnologie dei Sistemi Agrari e Forestali e delle Produzioni Alimentari"

Indirizzo: "Monitoraggio e Controllo degli Ecosistemi Agrari e Forestali in Ambiente Mediterraneo"

Università degli Studi di Sassari



da pini deperienti per cause ambientali o per l'attacco massiccio degli stessi scolitidi (Carle, 1973). Quando gli scolitidi ovidepongono alla base del tronco della stessa pianta della cui chioma si sono alimentati possono lasciarsi cadere a terra o compiere attivamente il percorso lungo i rami (Långström, 1983). In Cina, *T. yunnanensis* inizia l'attacco dalla parte superiore del tronco per poi procedere verso la parte inferiore determinando così un gradiente d'infestazione dall'alto verso il basso (Ye e Zhao, 1995; Ye e Lieutier, 1997). Nelle specie europee gli scolitidi del pino hanno una fase di dispersione attiva in volo che porta alla colonizzazione di piante vicine ai siti di alimentazione degli adulti (Nilssen, 1978; Långström, 1984; Bouhot *et al.*, 1988). In alcune specie di scolitidi, gli individui pionieri capaci di localizzare la pianta idonea appartengono ad un solo sesso che, iniziato l'attacco, attirano l'altro sesso con uno specifico feromone (Faccoli *et al.*, 2008). In *T. destruens*, le femmine sono il sesso pioniere, vivono più a lungo dei maschi (Faccoli, 2007) e liberano esclusivamente un feromone sessuale che attira il maschio (Faccoli *et al.*, 2011). In questa specie non si ha l'emissione di un feromone di aggregazione e le cospicue infestazioni a carico della stessa pianta sono mediate da sostanze volatili di natura terpenica emesse dall'ospite (Guerrero *et al.*, 1997; Wood, 1982) che hanno la capacità di attrarre gli individui di entrambi i sessi (Långström, 1980, 1983; Byers *et al.*, 1985; Faccoli *et al.*, 2008; Faccoli *et al.*, 2011). Non si esclude tuttavia che anche la vista abbia un ruolo nella ricerca dell'ospite (Långström *et al.*, 2002). Le piante ospiti diventano attrattive già dalle fasi iniziali del loro declino e vengono facilmente individuate anche in mezzo a vasti comprensori forestali (Byers *et al.*, 1985; Schroeder, 1987). Le piante deperienti modificano il loro stato fisiologico attivando la sintesi di terpenoidi, monoterpeni, sesquiterpeni ed etanolo che, in virtù della loro volatilità, si diffondono a lunga distanza

---

**Michele COINU**

Ciclo biologico e capacità riproduttiva di *Tomicus destruens* in Sardegna

Scuola di dottorato in "Scienze e Biotecnologie dei Sistemi Agrari e Forestali e delle Produzioni Alimentari"

Indirizzo: "Monitoraggio e Controllo degli Ecosistemi Agrari e Forestali in Ambiente Mediterraneo"

Università degli Studi di Sassari



a tutto vantaggio degli scolitidi (Kelsey e Joseph, 2003). Tra i terpenoidi, l' $\alpha$ -pinene è un importante componente nelle conifere (Byers *et al.*, 1985; Sullivan *et al.*, 1997). Le piante stressate possono anche attivare fermentazioni anaerobiche cellulari, utili come sistema di mantenimento (sopravvivenza) per cellule o tessuti in ipossia, che producono etanolo (Harry e Kimmerer, 1991; Kelsey *et al.*, 1998). Kelsey e Joseph (2003) hanno ipotizzato che questa reazione prende avvio subito dopo uno stress e si diffonde ai tessuti sani durante la degradazione. Se il meccanismo di traslocazione dell'acqua si riduce, come nei casi di stress idrico, l'etanolo si accumula, fuoriesce dalla pianta e, insieme ad altre sostanze volatili, agisce da kairomone attraendo insetti xilofagi (Gallego *et al.*, 2007). Gli adulti di *T. destruens* sono attratti da  $\alpha$ -pinene,  $\alpha$ -terpinolene e  $\beta$ -myrcene. Quest'ultima sostanza, comune nei pini mediterranei ma molto scarsa in quelli continentali, potrebbe spiegare la preferenza di *T. destruens* per i primi e di *T. piniperda* per i secondi.  $\beta$ -myrcene non è infatti attrattivo per *T. piniperda* (Faccoli *et al.*, 2011).

*T. destruens*, come il congenere *T. piniperda*, ha la capacità di riprodursi su materiale relativamente fresco (Annala, 1975; Långström, 1984) rappresentato da piante appena abbattute e non ancora deteriorate, che emettono basse quantità di etanolo ma permettono il rilascio di terpeni come essudati della resina che fuoriesce dalle superfici di taglio. Le femmine colonizzano preferibilmente la parte inferiore del tronco (Långström, 1983) con sezione di almeno 7-10 cm di diametro e con corteccia ruvida (Salonen, 1973), scavando gallerie longitudinali a singolo braccio che interessano sia l'alburno esterno e sia la corteccia interna. La pianta reagisce all'ingresso degli adulti emettendo notevoli quantità di resina, che si rapprende in un caratteristico cercine all'imbocco della galleria. Queste gallerie, dette "materne", sono provviste di 2-3 fori di

---

**Michele COINU**

Ciclo biologico e capacità riproduttiva di *Tomicus destruens* in Sardegna

Scuola di dottorato in "Scienze e Biotecnologie dei Sistemi Agrari e Forestali e delle Produzioni Alimentari"

Indirizzo: "Monitoraggio e Controllo degli Ecosistemi Agrari e Forestali in Ambiente Mediterraneo"

Università degli Studi di Sassari



ventilazione ed hanno una lunghezza di circa 6-12 cm (Monleón *et al.*, 1996; Faccoli, 2007; Chararas, 1962).

Le uova, generalmente sono deposte singolarmente all'interno di nicchie incise con le mandibole lungo entrambi i lati della galleria, in direzione ortogonale rispetto all'asse dell'albero. Una femmina può deporre da 60 a 160 uova (Chararas, 1962). Una volta deposte, le uova sono ricoperte con materiale prodotto dallo scavo della galleria. I maschi dopo l'accoppiamento aiutano la femmina, eliminando i detriti accumulati durante la costruzione della galleria materna che abbandonano solo al termine della deposizione delle uova, seguiti dopo poche settimane anche dalla femmina (Salonen, 1973; Långström, 1983). Alla temperatura media di circa di 17°C l'embriogenesi dura dai 12 ai 14 giorni con il 58,33% delle uova schiuse il 12mo giorno (Chakali, 2005).

Le larve attraversano quattro mute nutrendosi di tessuto floematico e scavando gallerie che inizialmente hanno un decorso perpendicolare all'asse della galleria materna ed assumono, in seguito, le direzioni più disparate, sovrapponendosi e diventando pressoché indistinguibili. Con l'allungarsi delle gallerie larvali, il sistema riproduttivo generalmente assume la forma di un'ellisse con al centro la galleria materna. La durata dello sviluppo larvale dipende dalle condizioni termiche e, in Italia, ha una durata media di circa 7-8 settimane (Faccoli *et al.*, 2005). Raggiunta la maturità, la larva si trasforma in pupa all'interno di una cella d'impupamento, scavata al termine della propria galleria e in prossimità della superficie esterna della corteccia. Lo sviluppo pupale si conclude mediamente in 15-20 giorni (Monleón *et al.*, 1996). L'intera durata dello sviluppo preimmaginale, dalla schiusura delle uova all'emergenza degli adulti, è di circa 80 giorni, mentre in condizioni naturali gli adulti possono sopravvivere per 10 mesi (Faccoli *et al.*, 2005).

---

**Michele COINU**

Ciclo biologico e capacità riproduttiva di *Tomicus destruens* in Sardegna

Scuola di dottorato in "Scienze e Biotecnologie dei Sistemi Agrari e Forestali e delle Produzioni Alimentari"

Indirizzo: "Monitoraggio e Controllo degli Ecosistemi Agrari e Forestali in Ambiente Mediterraneo"

Università degli Studi di Sassari



Non è ancora stato dimostrato per *T. destruens* la possibilità della femmina di costruire diversi sistemi riproduttivi. In *T. piniperda* è stato invece notato che la femmina, dopo la costruzione della prima galleria, manifesta il fenomeno della “riemergenza”, cioè abbandona la galleria per andare a costruirne una nuova, preceduta o meno da un breve periodo di alimentazione nei germogli detta di “alimentazione di rigenerazione”. Questo comportamento è stato interpretato da molti autori come un cambio generazionale ma, in realtà, è sempre la stessa femmina che depone diverse covate in diversi siti, dando origine alle “generazioni sorelle”. Secondo Sauvard (1989), queste possono essere considerate come un adattamento al rapido decadimento dei siti di riproduzione e in *T. piniperda* hanno un ruolo importante nel regolare la densità di attacco. Sauvard (1993) e Vallet (1982) concordano sull’esistenza in natura di quattro, più o meno distinte, generazioni sorelle, la prima delle quali è quella che dà il contributo maggiore, in termini numerici, alla generazione successiva. Le femmine di *T. piniperda* sono in grado, dopo la fecondazione, di produrre diverse covate anche in assenza del maschio per cui potrebbero essere in grado di mantenere gli spermatozoi in vita per diversi mesi.

### ***Dannosità***

*Tomicus destruens* è il principale fitofago delle pinete mediterranee (Monleón *et al.*, 1996) e ha la capacità di causare danni di rilevanza economica e ambientale in tutto il suo areale di distribuzione (Kohlmayr *et al.*, 2002; Gallego *et al.*, 2004). L’entità dei danni dipende dallo stato fitosanitario delle piante ospiti che può essere condizionato dall’età della pianta e da fattori biotici e abiotici. Tra i fattori biotici giocano un importante ruolo i ripetuti attacchi di altri fitofagi o dello stesso scolitide (Trägårdh,

---

**Michele COINU**

Ciclo biologico e capacità riproduttiva di *Tomicus destruens* in Sardegna

Scuola di dottorato in “Scienze e Biotecnologie dei Sistemi Agrari e Forestali e delle Produzioni Alimentari”

Indirizzo: “Monitoraggio e Controllo degli Ecosistemi Agrari e Forestali in Ambiente Mediterraneo”

Università degli Studi di Sassari



1939; Saalas, 1949) senza trascurare l'azione di agenti di marciume radicali (Jorgensen e Bejer-Petersen, 1951). Tra i fattori abiotici, lo stress idrico è la principale causa delle pullulazioni di *T. destruens* (Chakali, 2005; Lorio *et al.*, 1995). Un deperimento delle piante è causato anche da ristagni idrici, tagli di rami di grosse dimensioni (Nanni e Tiberi, 1997; Peverieri *et al.*, 2006; Räisänen *et al.*, 1986) e dal passaggio di incendi (Barclay *et al.*, 2009).

Nel massiccio Senalba Chergui (Djelfa - Algeria) tra il 1988 e il 2000 sono stati raccolti da un'area di 20.000 ettari di pinete bonificate, oltre 37.000 m<sup>3</sup> di legname danneggiato da *T. destruens* (Chakali, 2003). In Murcia, nella Spagna sud-orientale, nei primi anni '90, agli attacchi dello scolitide è stata attribuita la distruzione di circa 40.000 ha di pinete indebolite da un periodo di eccezionale siccità (Gallego e Galián 2001).

Il danno economico ai pini può essere cumulativo e indistinguibile nelle zone con una popolazione mista di *T. destruens*, *T. piniperda* e *T. minor* (Gallego *et al.*, 2004; Vasconcelos *et al.*, 2006). *T. destruens* causa due tipi di danno e a causa di ciò, viene descritto come parassita primario, ma anche come fattore di stress secondario capace di ridurre le difese della pianta (Gallego e Galián, 2001; Chakali, 2005). Durante la fase riproduttiva, le larve, con la loro alimentazione, distruggono i vasi xilematici e floematici, interrompendo il flusso linfatico e portando a morte la pianta. Gli adulti neosfarfallati, invece, per completare la maturità sessuale, attaccano i germogli e, in caso di forti infestazioni, possono causare la caduta dei getti infestati con una riduzione della chioma e un rallentamento della crescita della pianta che risulta più suscettibile agli attacchi degli scolitidi in fase riproduttiva (Branco *et al.*, 2010). In caso di pullulazioni, l'insufficiente disponibilità di germogli presso i focolai porta gli insetti ad espandere la zona di diffusione (Michalski e Witkowski, 1962; Långström e Hellqvist,

---

**Michele COINU**

Ciclo biologico e capacità riproduttiva di *Tomicus destruens* in Sardegna

Scuola di dottorato in "Scienze e Biotecnologie dei Sistemi Agrari e Forestali e delle Produzioni Alimentari"

Indirizzo: "Monitoraggio e Controllo degli Ecosistemi Agrari e Forestali in Ambiente Mediterraneo"

Università degli Studi di Sassari



1990; Borkowski, 2001; Lieutier *et al.*, 2003). Nel Nord America, Czokajlo *et al.* (1997) hanno osservato riduzioni della crescita anche del 50% nelle piante attaccate da *T. piniperda*. Questi danni sono particolarmente preoccupanti nelle coltivazioni di alberi di Natale (Haack e Poland, 2001).

Contrariamente a numerose altre specie di scolitidi, *T. destruens* riduce la vigoria delle piante attaccando i germogli ma non ha la capacità di uccidere le piante in pieno vigore vegetativo (Långström e Hellqvist, 1993; Långström *et al.*, 2002). In altre specie, come *T. yunnanensis*, la virulenza degli attacchi si manifesta con adulti che infestano in massa e in maniera aggregata prima i germogli e poi, quando inizia la fase riproduttiva, il tronco della stessa pianta (Ye, 1997; Ye e Lieutier, 1997).

La dannosità dipende anche dalla lunghezza del periodo che intercorre fra lo sfarfallamento dei nuovi adulti e la loro fase riproduttiva. Per *T. yunnanensis* questo periodo è compreso tra l'inizio della primavera e l'autunno, mentre per il *T. piniperda* va da luglio a settembre. La maggiore durata del periodo di alimentazione consente alla prima specie di forare 4-5 germogli per individuo mentre *T. piniperda* danneggia solo 1-2 germogli (Ye, 1991).

Le femmine di *T. destruens* giungono a maturazione nutrendosi su più alberi ospiti dove possono trasportare diverse specie di funghi potenzialmente patogeni (*Heterobasidion annosum*, *Leptographium guttulatum*, *L. truncatum* (= *L. lundbergii*), *L. serpens*, *L. wingfieldii* e *Phellinus pini*) (Nanni e Tiberi, 1997; Peverieri *et al.*, 2006). L'impatto di questi funghi sulla mortalità degli alberi è tuttavia poco conosciuto (Sauvard, 2004), sebbene un attacco combinato di *T. destruens* e *Leptographium* spp. abbia già determinato notevoli perdite economiche in foreste di pini europei (Peverieri *et al.*, 2006). Inoltre è stato ipotizzato che i funghi possano fornire un vantaggio agli

---

**Michele COINU**

Ciclo biologico e capacità riproduttiva di *Tomicus destruens* in Sardegna

Scuola di dottorato in "Scienze e Biotecnologie dei Sistemi Agrari e Forestali e delle Produzioni Alimentari"

Indirizzo: "Monitoraggio e Controllo degli Ecosistemi Agrari e Forestali in Ambiente Mediterraneo"

Università degli Studi di Sassari



insetti vettori permettendo di superare le difese delle piante ospiti (Kohlmayr *et al.*, 2002). La maggiore intensità degli incendi e dell'erosione del suolo può essere attribuita in parte alle infestazioni di *Tomicus spp.*, in particolare nelle zone in cui i suoi attacchi massivi provocano una significativa mortalità degli alberi (Ciesla, 2003).

### ***Sintomi dell'attacco***

I sintomi dell'attacco sui germogli della pianta sono particolarmente visibili a fine estate e si manifestano con il ripiegamento più o meno accentuato dei getti e lo scolorimento delle foglie. La conseguente morte dei germogli e la successiva caduta determina l'accumulo degli stessi nel terreno in vicinanza delle piante infestate. Un esame dei germogli permette facilmente di osservare le cavità scavate dall'insetto all'interno dei rametti. L'infestazione dei tronchi da parte degli adulti in fase riproduttiva è resa visibile dalla presenza di fori circolari nella corteccia da cui fuoriesce una rosura paglierina o rossastra. Se la pianta reagisce con emissione di resina si formano, in seguito all'indurimento della stessa, i caratteristici cercini presenti all'imbocco di molte gallerie. Asportando la corteccia con opportuni strumenti, in corrispondenza dei fori possono essere messi in evidenza i sistemi riproduttivi scavati nella zona sottocorticale. Le gallerie materne, lunghe 6-25 cm, decorrono verticalmente sul fusto, mentre le gallerie larvali, lunghe 4-9 cm, hanno un andamento perpendicolare rispetto a quelle materne. *T. destruens* può attaccare la parte superiore del tronco e i grossi rami degli esemplari più vecchi di *Pinus spp.* con corteccia spessa, o l'intero tronco di giovani alberi con corteccia sottile (Ciesla, 2003).

L'infezione secondaria di tessuto vascolare di funghi opportunisti si manifesta nello xilema con la presenza di macchie bluastre.

---

#### **Michele COINU**

Ciclo biologico e capacità riproduttiva di *Tomicus destruens* in Sardegna

Scuola di dottorato in "Scienze e Biotecnologie dei Sistemi Agrari e Forestali e delle Produzioni Alimentari"

Indirizzo: "Monitoraggio e Controllo degli Ecosistemi Agrari e Forestali in Ambiente Mediterraneo"

Università degli Studi di Sassari



### **Piante ospiti**

*Tomicus destruens* si nutre quasi esclusivamente sulle specie di pino tipiche del Mediterraneo, ma potenzialmente può colonizzare anche altre conifere (Faccoli, 2007). I suoi ospiti principali sono *P. halepensis* e *P. pinaster* (Horn *et al.* 2006).

**Tabella I** – Elenco delle specie vegetali attaccate da *Tomicus spp.* (tratto da Faccoli *et al.*, 2005b).

Ospite	Riferimento bibliografico
<i>Pinus brutia</i>	Lekander, 1971; Bright and Skidmore, 1997; Kohlmayr <i>et al.</i> , 2002; Faccoli, 2006; Horn <i>et al.</i> , 2006; Vasconcelos <i>et al.</i> , 2006
<i>Pinus canariensis</i>	Bright and Skidmore, 1997; Faccoli, 2006; Vasconcelos <i>et al.</i> , 2006.
<i>Pinus halepensis</i>	Lekander, 1971; Bright and Skidmore, 1997; Nanni e Tiberi, 1997; Gallego e Galián, 2001; Kerdelhué <i>et al.</i> , 2002; Kohlmayr <i>et al.</i> , 2002; Vasconcelos <i>et al.</i> , 2003; Hrašovec <i>et al.</i> , 2005; Faccoli, 2006; Horn <i>et al.</i> , 2006; Vasconcelos <i>et al.</i> , 2006.
<i>Pinus pinaster</i>	Laumond e Carle, 1971; Lekander, 1971; Bright and Skidmore, 1997; Kerdelhué <i>et al.</i> , 2002; Kohlmayr <i>et al.</i> , 2002; Vasconcelos <i>et al.</i> , 2003; Peverieri e Faggi, 2005; Faccoli, 2006; Horn <i>et al.</i> , 2006; Vasconcelos <i>et al.</i> , 2006.
<i>Pinus pinea</i>	Lekander, 1971; Nanni e Tiberi, 1997; Kerdelhué <i>et al.</i> , 2002; Kohlmayr <i>et al.</i> , 2002; Vasconcelos <i>et al.</i> , 2003; Faccoli, 2006; Horn <i>et al.</i> , 2006; Vasconcelos <i>et al.</i> , 2006.
<i>Pinus radiata</i>	Kerdelhué <i>et al.</i> , 2002; Horn <i>et al.</i> , 2006; Vasconcelos <i>et al.</i> , 2006.
<i>Pinus sylvestris</i>	Guerrero <i>et al.</i> , 1997.
<i>Pinus nigra</i>	Occasionale - Gallego <i>et al.</i> , 2004; Vasconcelos <i>et al.</i> , 2006.

---

#### **Michele COINU**

Ciclo biologico e capacità riproduttiva di *Tomicus destruens* in Sardegna

Scuola di dottorato in “Scienze e Biotecnologie dei Sistemi Agrari e Forestali e delle Produzioni Alimentari”

Indirizzo: “Monitoraggio e Controllo degli Ecosistemi Agrari e Forestali in Ambiente Mediterraneo”

Università degli Studi di Sassari



## MATERIALI E METODI

Lo studio della biologia di *T. destruens* è stato condotto nel periodo 2009-2013 in formazioni forestali a *Pinus sp.* localizzate in aree diversificate per latitudine ed altitudine. I primi due anni d'indagine (gennaio 2009 - luglio 2010) hanno interessato 3 siti:

- Pixinamanna (coordinate UTM 492503m Est, 4316280m Nord, 150 m s.l.m.) in agro di Pula (CA) all'estremo sud della Sardegna;
- Curadureddu (510931m Est, 4523829m Nord, 574 m s.l.m.) sul Monte Limbara in agro di Tempio Pausania (OT) nel Nord Sardegna;
- Prigionette (428956m Est, 4495231m Nord, 35 m s.l.m.) in agro di Alghero (SS) al nord-ovest dell'Isola.

Nel periodo settembre 2010 - luglio 2013 gli studi sono stati condotti solo nella pineta di “Prigionette” in agro di Alghero.

### Descrizione delle aree di studio

La Foresta Demaniale di Pixinamanna è situata nel complesso montuoso che comprende le Foreste di Is Cannoneris, Pantaleo, Monte Nieddu e Gutturu Mannu, ricadenti in gran parte in un'Oasi permanente di protezione e cattura. L'area è caratterizzata da una vegetazione tipicamente mediterranea, con leccete e sugherete frammiste a olivastri, ginepri e oleandri. La macchia bassa è composta principalmente da cisti, euforbie e lentisco, e nelle zone più aride si trasforma in gariga a ginestra corsa e lavanda. I versanti collinari e montani delle aree più degradate sono stati in gran parte rimboschiti con *Pinus pinea* per le sistemazioni idraulico-forestali e per favorire la

---

#### Michele COINU

Ciclo biologico e capacità riproduttiva di *Tomicus destruens* in Sardegna

Scuola di dottorato in “Scienze e Biotecnologie dei Sistemi Agrari e Forestali e delle Produzioni Alimentari”

Indirizzo: “Monitoraggio e Controllo degli Ecosistemi Agrari e Forestali in Ambiente Mediterraneo”

Università degli Studi di Sassari



ricrescita delle specie arboree e arbustive autoctone. All'interno dell'Oasi esiste una stazione di rilevamento climatico a quota 716 m s.l.m. posizionata nella vicina foresta di Gutturu Mannu. La temperatura media annua è pari a 13,1 °C. La media del mese più freddo (febbraio) è di 1,7 °C; la media del mese più caldo (luglio) è di 29,2 °C. Le precipitazioni seguono un regime caratterizzato da massimi invernali (dicembre-febbraio) ed autunnali (ottobre-novembre) per un totale medio annuo di 1172 mm di pioggia.

La pineta di Curadureddu, costituita in gran parte da *Pinus pinea*, fa parte del complesso forestale del Monte Limbara Nord ed è situata in un territorio caratterizzato da rocce granitiche che conferiscono al paesaggio una morfologia accidentata. In questo territorio, la macchia più evoluta, a erica e corbezzolo, costituisce la maggior parte della foresta, mentre nei suoli più profondi domina la lecceta. Nei versanti più soleggiati l'intervento dell'uomo ha favorito i boschi di sughera. Altre formazioni di significativo interesse sono quelle di pino marittimo del Limbara (località Carracana). La stazione termopluviometrica più vicina alla zona è quella di Valliciola, posta ad un'altitudine di circa 1.000 m s.l.m.. In questo territorio, dal clima sub-umido di tipo mediterraneo, i giorni piovosi sono mediamente 105. La temperatura media annua è di 10,3 °C, quella del mese più freddo è inferiore a 3 °C e quella del mese più caldo è inferiore a 20 °C.

La foresta di "Prigionette" è la parte più centrale del Complesso Demaniale di Porto Conte, Sito di Interesse Comunitario e Oasi permanente di protezione faunistica. Impiantata dall'uomo alla fine degli anni sessanta, è ora caratterizzata dalla presenza di diverse specie floristiche e faunistiche di particolare interesse naturalistico. Con temperature medie annue oscillanti tra 16 e 17 °C, precipitazioni intorno ai 600 mm e un periodo estivo con forte deficit idrico. Questo territorio è quindi caratterizzato da

---

**Michele COINU**

Ciclo biologico e capacità riproduttiva di *Tomicus destruens* in Sardegna

Scuola di dottorato in "Scienze e Biotecnologie dei Sistemi Agrari e Forestali e delle Produzioni Alimentari"

Indirizzo: "Monitoraggio e Controllo degli Ecosistemi Agrari e Forestali in Ambiente Mediterraneo"

Università degli Studi di Sassari



piovosità scarsa ed estati caldo-aride. La copertura vegetale è costituita prevalentemente da popolamenti artificiali di conifere, piccole leccete frammiste a macchia di corbezzolo ed erica arborea. La pineta, costituita prevalentemente da *Pinus halepensis* e in minor misura da *Pinus pinea*, è interessata da lavori di diradamento e di rinaturalizzazione tesi a ricostituire l'originaria macchia ([www.sardegna.ambiente.it](http://www.sardegna.ambiente.it)).

### **Dinamica di popolazione di *Tomicus destruens* in diverse aree climatiche**

Lo studio è stato condotto nel periodo gennaio 2009 - luglio 2010, nelle formazioni forestali a *Pinus pinea* localizzate nelle tre località sopra descritte. In ciascuna di esse, per studiare l'andamento degli attacchi degli adulti maturi e dello sfarfallamento della nuova generazione, si è proceduto, ogni tre mesi, all'abbattimento di 3 pini sani aventi un diametro alla base del tronco di 30-35 cm (Tav. III). I pini sono stati lasciati nella pineta, non appezzati e non sramati. Dopo tre mesi dal taglio sono state asportate porzioni di tronco di circa 40 cm di lunghezza dalla parte basale, centrale ed apicale del fusto di ciascuna delle 3 piante di ogni sito. I tronchetti, previa apposizione di un codice identificativo, sono stati collocati singolarmente in eclettori posizionati sotto una tettoia nelle vicinanze dell'area di taglio. La tettoia ha permesso di riparare i tronchi dal sole e dalla pioggia senza ostacolare la libera circolazione dell'aria. Gli eclettori sono gabbie di sfarfallamento, costituite da tubi in PVC di 50-60 cm di lunghezza e di diametro variabile, in funzione della dimensione del tronco che devono ospitare. Essi sono stati chiusi ad entrambe le estremità con rete metallica ottonata a maglia molto fine, per evitare la fuga di specie di piccole dimensioni e di eventuali parassitoidi, fissata con fascette a vite. In ciascuna area di saggio, all'interno di uno degli eclettori, è stato

---

#### **Michele COINU**

Ciclo biologico e capacità riproduttiva di *Tomicus destruens* in Sardegna  
Scuola di dottorato in "Scienze e Biotecnologie dei Sistemi Agrari e Forestali e delle Produzioni Alimentari"  
Indirizzo: "Monitoraggio e Controllo degli Ecosistemi Agrari e Forestali in Ambiente Mediterraneo"  
Università degli Studi di Sassari



sistemato un datalogger per misurare e registrare la temperatura e l'umidità media giornaliera.

Al termine di ogni mese e per 3 mesi consecutivi, i tronchetti sono stati sostituiti con nuove porzioni di fusto prelevate dalle stesse piante con la medesima procedura. Ogni 15 giorni, con appositi aspiratori, sono stati raccolti gli insetti sfarfallati all'interno degli elettrodi e conservati in alcool. In laboratorio si è proceduto all'analisi dei campioni raccolti conteggiando il numero di esemplari appartenenti alle diverse specie di scolitidi e dei loro antagonisti. Dopo un mese di sosta all'interno degli elettrodi, i tronchetti sono stati scortecciati e analizzati singolarmente per verificare l'eventuale presenza di xilofagi e dei loro antagonisti non ancora sfarfallati. Contemporaneamente si è provveduto, per *T. destruens*, al conteggio del numero di gallerie materne e delle afferenti gallerie larvali (Tav. IV). Le gallerie materne sono state misurate operando una distinzione tra la lunghezza totale e quella del tratto fertile. Al fine di calcolare la superficie di corteccia esposta agli attacchi degli scolitidi, è stata misurata la circonferenza media e l'altezza di ciascun tronchetto.

### **Ciclo biologico di *Tomicus destruens***

Nel periodo 2010-2013, nella pineta di Alghero, sono state condotte osservazioni tese ad acquisire elementi utili ad una più precisa conoscenza del ciclo biologico di *T. destruens*. In particolare le osservazioni hanno avuto lo scopo di valutare: 1) l'andamento stagionale degli attacchi dello scolitide; 2) il numero di generazioni annuali e 3) il numero di gallerie materne prodotte da una femmina.

---

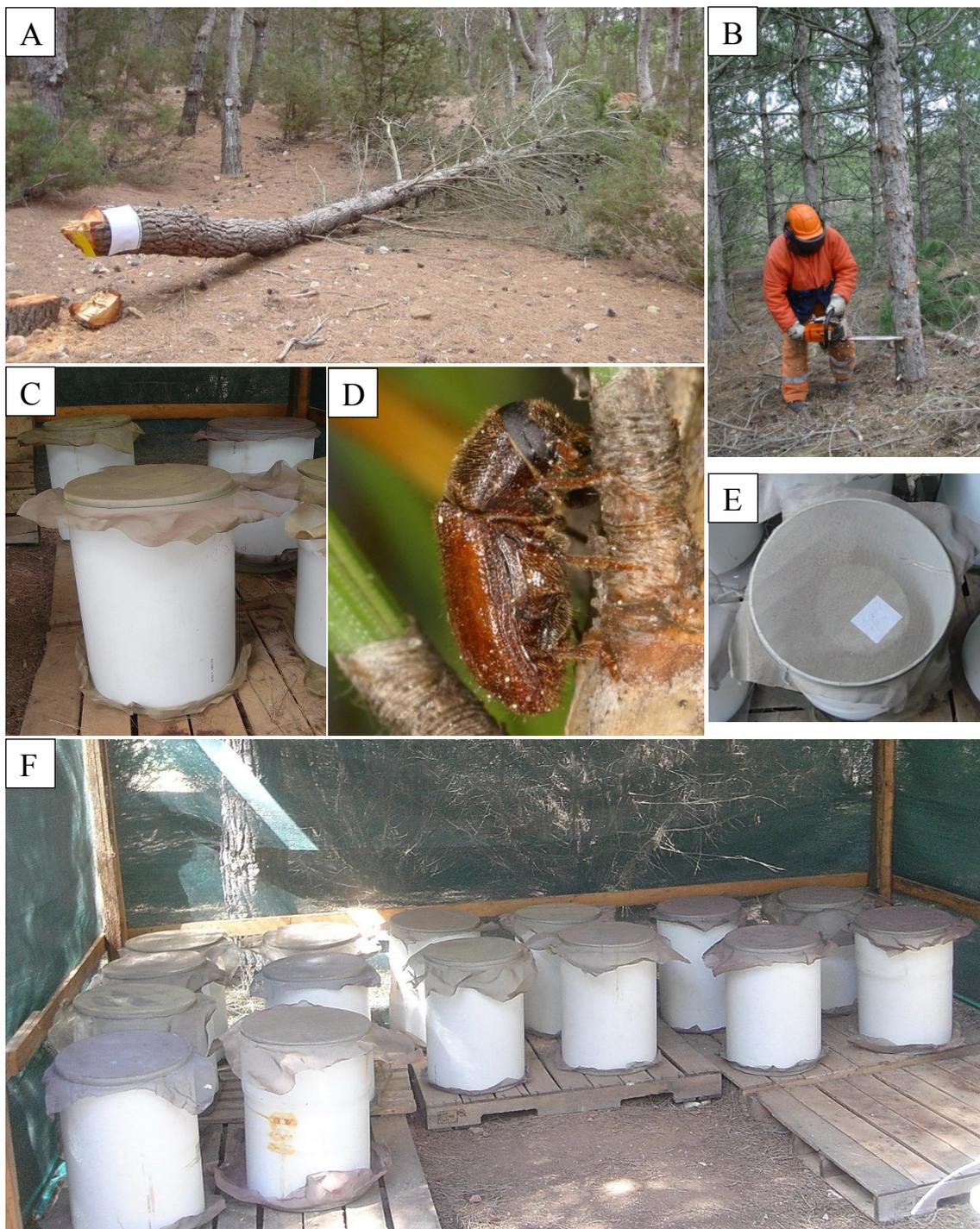
#### **Michele COINU**

Ciclo biologico e capacità riproduttiva di *Tomicus destruens* in Sardegna

Scuola di dottorato in "Scienze e Biotecnologie dei Sistemi Agrari e Forestali e delle Produzioni Alimentari"

Indirizzo: "Monitoraggio e Controllo degli Ecosistemi Agrari e Forestali in Ambiente Mediterraneo"

Università degli Studi di Sassari



**Tavola III** – Pianta esca (A); Taglio della pianta esca (B); Elettore (C); Adulto *Tomicus destruens* (D); Tronco all'interno dell'elettore (E); Elettori posizionati sotto una tettoia.

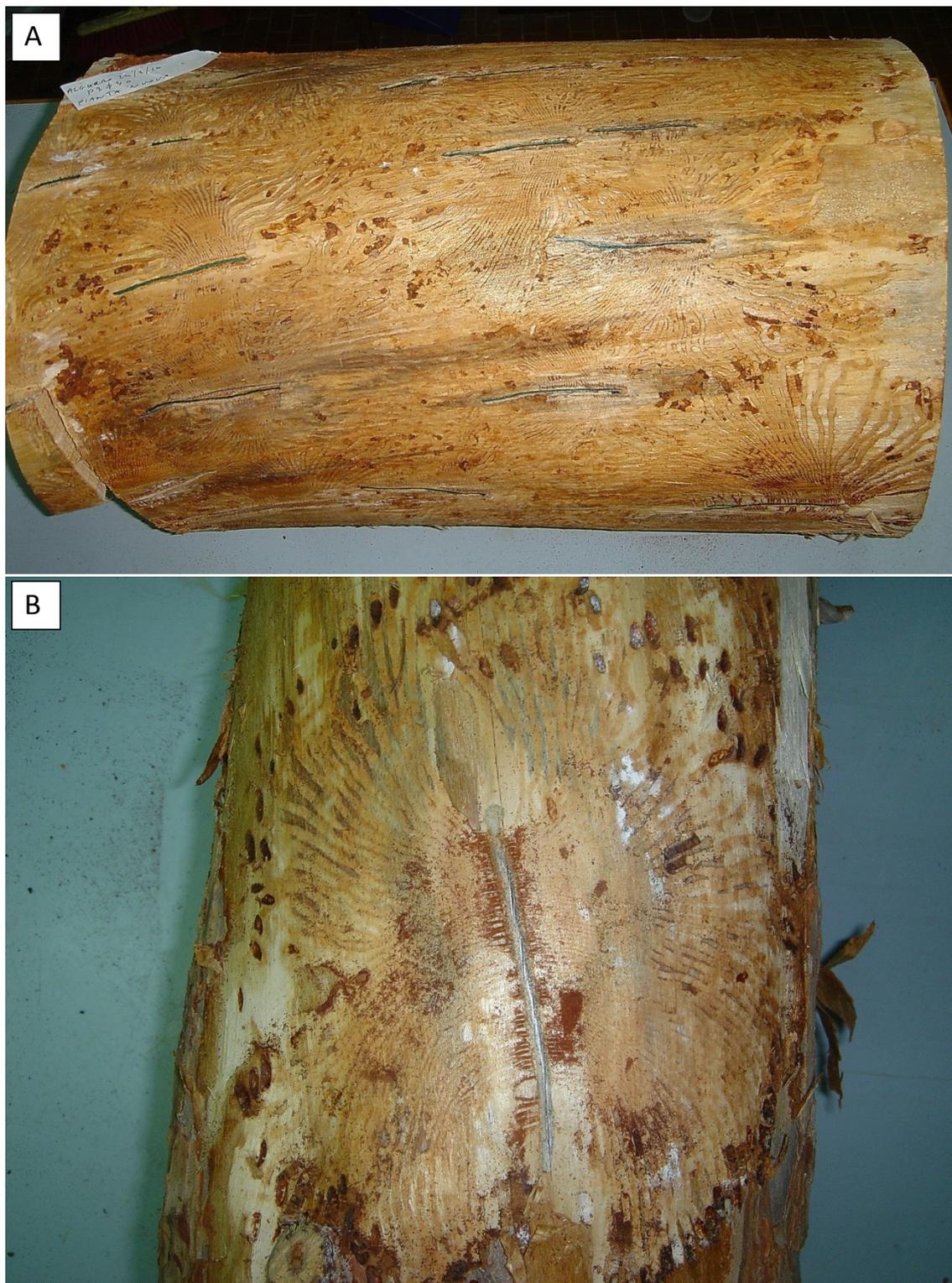
**Michele COINU**

Ciclo biologico e capacità riproduttiva di *Tomicus destruens* in Sardegna

Scuola di dottorato in "Scienze e Biotecnologie dei Sistemi Agrari e Forestali e delle Produzioni Alimentari"

Indirizzo: "Monitoraggio e Controllo degli Ecosistemi Agrari e Forestali in Ambiente Mediterraneo"

Università degli Studi di Sassari



**Tavola IV** – Tronco scortecciato per il rilevamento dei sistemi riproduttivi dello scoltide (A). Particolare di una galleria materna con le gallerie larvali ad essa afferenti (B).

---

**Michele COINU**

Ciclo biologico e capacità riproduttiva di *Tomicus destruens* in Sardegna

Scuola di dottorato in “Scienze e Biotecnologie dei Sistemi Agrari e Forestali e delle Produzioni Alimentari”

Indirizzo: “Monitoraggio e Controllo degli Ecosistemi Agrari e Forestali in Ambiente Mediterraneo”

Università degli Studi di Sassari



### ***Andamento stagionale degli attacchi di T. destruens***

A partire da settembre 2010 e fino a luglio 2012, con cadenza mensile sono state abbattute 3 piante di *Pinus halepensis* aventi un diametro alla base di 20-25 cm. Dopo un mese dall'abbattimento si è proceduto al prelievo di una porzione basale di tronco alta circa 40 cm. Per evitare il rapido essiccamento del tessuto sottocorticale, le facce di taglio dei tronchetti sono state ricoperte da un sottile strato di mastice da innesto. Dopo tale operazione, i tronchetti opportunamente contrassegnati sono stati disposti singolarmente dentro gli eclettori posizionati sotto una tettoia costruita nella pineta. A cadenza settimanale si è poi proceduto alla raccolta e al conteggio degli adulti di *T. destruens* fuoriusciti dalla corteccia, operando una distinzione fra maschi e femmine e fra adulti maturi e neosfarfallati. Al termine degli sfarfallamenti, ciascun tronchetto è stato portato in laboratorio per essere misurato (altezza e diametro medio) ed analizzato.

In particolare, dopo l'asportazione della corteccia, è stato annotato il numero e la lunghezza delle gallerie materne distinguendo fra estensione totale e tratto fertile. Inoltre, per ciascuna galleria materna è stato contato il numero di gallerie larvali.

L'andamento degli attacchi di *T. destruens* nei diversi mesi dell'anno è stato seguito anche attraverso l'osservazione diretta dei fori di penetrazione delle coppie di colonizzatori. Questa osservazione è stata effettuata nel periodo settembre 2010 - maggio 2011 sulle tre piante di *P. halepensis* abbattute mensilmente. Su ciascuna pianta esca è stata delimitata una porzione di corteccia nella parte centrale del fusto, di superficie nota e variabile a seconda delle dimensioni e della morfologia della pianta (Tav. V). In tale porzione di corteccia, dalla settimana successiva al taglio e a cadenza settimanale, sono stati conteggiati e contrassegnati con puntine da disegno colorate i fori

---

#### **Michele COINU**

Ciclo biologico e capacità riproduttiva di *Tomicus destruens* in Sardegna

Scuola di dottorato in "Scienze e Biotecnologie dei Sistemi Agrari e Forestali e delle Produzioni Alimentari"

Indirizzo: "Monitoraggio e Controllo degli Ecosistemi Agrari e Forestali in Ambiente Mediterraneo"

Università degli Studi di Sassari



d'ingresso praticati dalle femmine di *T. destruens*. In tal modo è stato possibile distinguere i fori di ingresso aperti nelle diverse settimane.



**Tavola V** – Pianta esca impiegata per valutare il numero di ingressi dello scoltide (in alto) e particolare dello stesso opportunamente contrassegnato (in basso).

---

**Michele COINU**

Ciclo biologico e capacità riproduttiva di *Tomicus destruens* in Sardegna

Scuola di dottorato in “Scienze e Biotecnologie dei Sistemi Agrari e Forestali e delle Produzioni Alimentari”

Indirizzo: “Monitoraggio e Controllo degli Ecosistemi Agrari e Forestali in Ambiente Mediterraneo”

Università degli Studi di Sassari



### ***Numero di generazioni annuali di T. destruens***

Nel periodo ottobre 2012 - giugno 2013, è stata condotta una sperimentazione tesa a valutare la possibilità che ha *T. destruens* di compiere una seconda generazione annuale. A tal fine, nella prima decade di ottobre tre piante di *P. halepensis* sono state abbattute per facilitare l'attacco dell'insetto. Dopo 30 giorni, da ciascuna pianta è stata asportata una porzione di tronco alta circa 40 cm e trasferita all'interno di una gabbia di sfarfallamento di forma cubica con lati di 1 metro (Tavola VI). La gabbia era formata da un telaio di legno con facce laterali costituite da rete metallica ottonata a maglie molto sottili per impedire la fuoriuscita degli insetti sfarfallati dai tronchi e l'ingresso di scolitidi dall'esterno. A partire dal mese di marzo, periodo in cui sono stati osservati i primi adulti neosfarfallati, nelle gabbie sono state introdotte delle piantine di pino in vaso, che con i loro germogli hanno garantito la nutrizione degli adulti immaturi. Per fornire una sufficiente quantità di alimento, si è provveduto ad una costante integrazione di piantine o alla rimozione di quelle che presentavano i germogli totalmente erosi dall'attività trofica degli scolitidi. Le piantine rimosse sono state attentamente esaminate e gli adulti eventualmente presenti all'interno dei loro rametti sono stati reinseriti nella gabbia. Dall'inizio degli sfarfallamenti e fino a giugno, con cadenza mensile, nella gabbia è stato introdotto anche un tronchetto di pino non infestato ottenuto da piante sane appena abbattute ed esaminate attentamente per verificare l'assenza di fori di penetrazione di scolitidi. Dopo una permanenza in gabbia di un mese, i tronchetti sono stati portati in laboratorio per verificare la presenza di gallerie materne e contare il numero di uova eventualmente deposte. In questo modo è stato possibile verificare se gli scolitidi sfarfallati più precocemente hanno la capacità di maturare le uova e iniziare

---

#### **Michele COINU**

Ciclo biologico e capacità riproduttiva di *Tomicus destruens* in Sardegna

Scuola di dottorato in "Scienze e Biotecnologie dei Sistemi Agrari e Forestali e delle Produzioni Alimentari"

Indirizzo: "Monitoraggio e Controllo degli Ecosistemi Agrari e Forestali in Ambiente Mediterraneo"

Università degli Studi di Sassari



le deposizioni prima della stasi estiva, dando origine ad una seconda generazione annuale.

### ***Numero di gallerie materne prodotte da una femmina***

Il numero di covate deposte dalla femmina di *T. destruens*, chiamate impropriamente “generazioni sorelle”, è stato stimato con un disegno sperimentale sostanzialmente basato sul conteggio delle femmine che abbandonano il tronco in cui hanno aperto la loro prima galleria materna per infestare altri tronchi in successione. Per ottenere questa stima si è partiti da tronchi di pino attaccati da femmine che, lasciati i ricoveri estivi, iniziavano la loro attività riproduttiva. In particolare, ai primi di ottobre, 3 piante di *P. halepensis* appositamente abbattute sono rimaste esposte agli attacchi dello scolitide fino alla fine del mese. Dopo tale periodo, verificato l’effettivo attacco di *T. destruens*, da ciascuna delle tre piante è stata asportata una porzione di tronco di circa 40 cm di altezza e riposta all’interno di una gabbia di sfarfallamento cubica del tipo sopradescritto. Sopra il tronco infestato è stato appoggiato anche un tronco indenne, garantendo attraverso l'utilizzo di appositi distanziatori il passaggio di aria fra le superfici di taglio e limitando in tal modo lo sviluppo di muffe. All'interno delle gabbie sono state inserite piantine di pino in vaso affinché con i loro germogli freschi garantissero l'eventuale nutrizione di rigenerazione delle femmine che abbandonavano la prima galleria materna. A fine novembre, verificato il passaggio di scolitidi dal tronco infestato a quello indenne, si è provveduto a disporre questi due tronchi in gabbie diverse e ad aggiungere a ciascuno di essi un nuovo tronco indenne. Questo

---

#### **Michele COINU**

Ciclo biologico e capacità riproduttiva di *Tomicus destruens* in Sardegna

Scuola di dottorato in “Scienze e Biotecnologie dei Sistemi Agrari e Forestali e delle Produzioni Alimentari”

Indirizzo: “Monitoraggio e Controllo degli Ecosistemi Agrari e Forestali in Ambiente Mediterraneo”

Università degli Studi di Sassari



procedimento è stato ripetuto a cadenza mensile fino a giugno raddoppiando in questo modo il numero delle gabbie ad ogni sostituzione.

In ciascuna gabbia settimanalmente si è verificato lo stato vegetativo delle piantine di pino impiegate per l'alimentazione di rigenerazione delle femmine e gli eventuali spostamenti degli scolitidi dal tronco infestato verso il nuovo tronco indenne. Alla fine del periodo riproduttivo i tronchi sono stati portati in laboratorio dove si è proceduto al conteggio delle gallerie materne, alla misurazione della loro lunghezza totale e del tratto fertile nonché al conteggio del numero di uova per galleria.

Nei diversi anni e nelle diverse località sono stati registrati i dati climatici (temperatura e umidità relativa) attraverso un datalogger Escort Ilog (modello 60D32) posizionato in prossimità delle gabbie di sfarfallamento.



**Tavola VI** – Gabbie per l'allevamento dello scoltide (A). Tronchetti e germogli disposti all'interno della gabbia (B).

**Michele COINU**

Ciclo biologico e capacità riproduttiva di *Tomicus destruens* in Sardegna

Scuola di dottorato in “Scienze e Biotecnologie dei Sistemi Agrari e Forestali e delle Produzioni Alimentari”

Indirizzo: “Monitoraggio e Controllo degli Ecosistemi Agrari e Forestali in Ambiente Mediterraneo”

Università degli Studi di Sassari



## Analisi statistica dei dati

Nei primi due anni d'indagine, la comparazione dell'abbondanza delle diverse specie di scolitidi nelle tre aree di studio è stata effettuata considerando la media del numero totale di individui sfarfallati per pianta e per anno.

La dinamica delle popolazioni di *T. destruens* è stata analizzata seguendo l'andamento degli sfarfallamenti degli adulti riportati come numero medio di esemplari emersi da un metro quadro di corteccia per data di controllo. Per verificare l'influenza della dimensione del tronco sullo sviluppo di *T. destruens*, è stato calcolato il numero totale di individui sfarfallati per m<sup>2</sup> di corteccia per ciascuna delle tre pezzature dei tronchetti (parte basale, centrale e apicale dei tronchi).

L'entità dell'attacco di *T. destruens* nei diversi periodi dell'anno è stata stimata analizzando il numero di gallerie materne mediamente presenti in un metro quadrato di corteccia. Sono state inoltre misurate la lunghezza media delle gallerie materne e del loro tratto fertile nonché il numero medio di uova o di gallerie larvali per ciascuna galleria materna. Per individuare eventuali fenomeni di preferenza, la densità di gallerie materne è stata calcolata anche tenendo distinte le tre diverse sezioni della pianta.

Nella prova sperimentale tesa a verificare il numero di covate deposte da una femmina, è stata confrontata anche la capacità riproduttiva della stessa nei suoi diversi periodi di deposizione. A tale scopo sono state analizzate 30 gallerie per ordine di covata o, quando inferiori a 30, il numero totale di gallerie rinvenute.

I dati delle diverse prove sono stati sottoposti all'analisi della varianza e, in caso di differenze significative, le medie sono state separate col test di Tukey. Quando necessario i dati sono stati sottoposti ad una trasformazione logaritmica per assecondare le assunzioni di normalità e di omogeneità delle varianze.

---

### Michele COINU

Ciclo biologico e capacità riproduttiva di *Tomicus destruens* in Sardegna

Scuola di dottorato in "Scienze e Biotecnologie dei Sistemi Agrari e Forestali e delle Produzioni Alimentari"

Indirizzo: "Monitoraggio e Controllo degli Ecosistemi Agrari e Forestali in Ambiente Mediterraneo"

Università degli Studi di Sassari



## RISULTATI

I risultati dei primi due anni di osservazioni hanno evidenziato che *Tomicus destruens* e *Orthotomicus erosus* sono le specie di scolitidi più abbondanti in tutte le aree di studio, mentre *Hylurgus ligniperda*, *Ips sexdentatus*, *Pityogenes calcaratus*, *Hylastes linearis*, *Crypturgus mediterraneus* e *Crypturgus cribrellus* sono stati rinvenuti solo sporadicamente (Tab. II).

### Dinamica di popolazione di *Tomicus destruens* in diverse aree climatiche

Nella foresta di Pixinamanna il numero di *T. destruens* sfarfallati per m<sup>2</sup> di corteccia è stato di 145 adulti nel 2009 e di 390 nell'anno successivo (Tab. II). La forte variabilità dei dati non ha però permesso di evidenziare differenze statisticamente significative fra le due annate.

Gli adulti neosfarfallati hanno fatto la loro comparsa alla fine di marzo, hanno raggiunto un picco di abbondanza nella prima metà di maggio per poi scomparire completamente a metà di giugno (Fig. 1).

Il conteggio delle gallerie materne ha evidenziato come questa specie sia in grado di attaccare le piante di pino in tutti i periodi dell'anno ad eccezione dei mesi estivi. Infatti, solo le piante esca lasciate in campo tra la metà di giugno e la metà di settembre non sono state infestate (Tab. III). I maggiori attacchi si sono verificati nel periodo autunnale con circa 90 gallerie materne per m<sup>2</sup> mentre durante l'inverno e la primavera di entrambi gli anni d'indagine si è avuta una densità di circa 50 gallerie materne. La lunghezza media di queste gallerie è variata tra 5,47 e 8,25 cm con valori più elevati in quelle scavate nell'inverno (Tab. III).

---

#### Michele COINU

Ciclo biologico e capacità riproduttiva di *Tomicus destruens* in Sardegna

Scuola di dottorato in "Scienze e Biotecnologie dei Sistemi Agrari e Forestali e delle Produzioni Alimentari"

Indirizzo: "Monitoraggio e Controllo degli Ecosistemi Agrari e Forestali in Ambiente Mediterraneo"

Università degli Studi di Sassari

**Tabella II** – Numero medio di adulti delle diverse specie di scolitidi ( $\pm$  errore standard) sfarfallati per m<sup>2</sup> di corteccia divisi per anno e località di osservazione. I valori che nella stessa riga sono seguiti da lettere diverse presentano differenze statisticamente significative (per ciascuna tesi sono state impiegate le piante come replicazioni)

	Pula		Alghero		Tempio		F(5,12) = P=
	2009	2010	2009	2010	2009	2010	
<i>Tomicus destruens</i>	145 $\pm$ 51bc	390 $\pm$ 139bc	414 $\pm$ 159bc	1085 $\pm$ 78 a	115 $\pm$ 59 c	504 $\pm$ 176 b	8,35 0,0013
<i>Orthotomicus erosus</i>	103 $\pm$ 50 c	47 $\pm$ 13 c	668 $\pm$ 171 b	1180 $\pm$ 192a	307 $\pm$ 99 c	104 $\pm$ 27 c	14,88 0,0001
<i>Hylurgus ligniperda</i>	0,8 $\pm$ 0,8	2,9 $\pm$ 2,3	1,6 $\pm$ 1,6	6,2 $\pm$ 2,7	0,6 $\pm$ 0,6	1,9 $\pm$ 0,5	1,58 0,2391
<i>Ips sexdentatus</i>	0	0	0	0	3,3 $\pm$ 1,7	2,3 $\pm$ 1,8	
<i>Hylastes linearis</i>	3,7 $\pm$ 1,8	0	1,3 $\pm$ 0,3	1,5 $\pm$ 0,8	1,5 $\pm$ 1,5	1,1 $\pm$ 0,7	1,27 0,3399
<i>Pityogenes calcaratus</i>	0	0	19,4 $\pm$ 19,4	7,8 $\pm$ 4,7	33,6 $\pm$ 24,9	3,7 $\pm$ 3,7	1,03 0,4442
<i>Crypturgus mediterraneus</i>	22,2 $\pm$ 10,2 ab	10,9 $\pm$ 0,7 ab	15,0 $\pm$ 7,6 ab	34,6 $\pm$ 7,3a	0 b	2,1 $\pm$ 0,7 ab	4,65 0,0136
<i>Crypturgus cribrellus</i>							



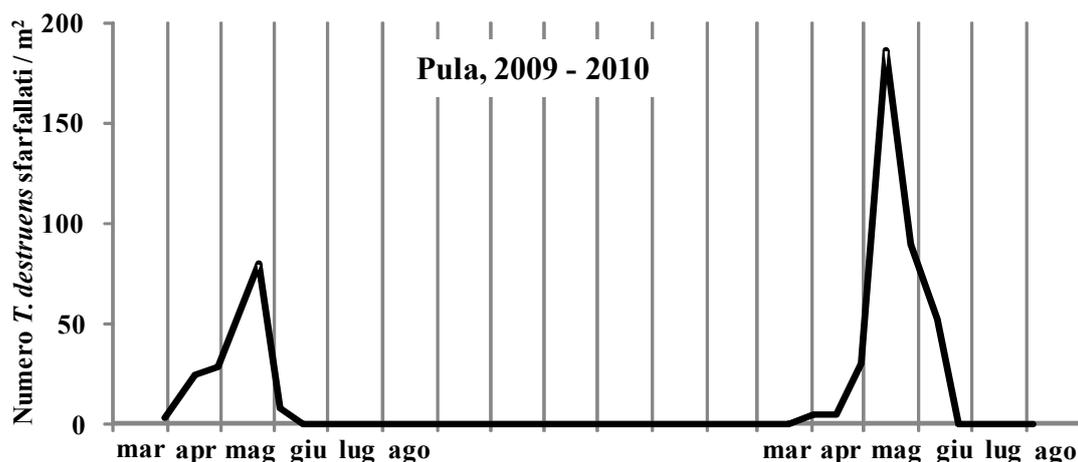
Michele COINU

Ciclo biologico e capacità riproduttiva di *Tomicus destruens* in Sardegna

Scuola di dottorato in “Scienze e Biotecnologie dei Sistemi Agrari e Forestali e delle Produzioni Alimentari”

Indirizzo: “Monitoraggio e Controllo degli Ecosistemi Agrari e Forestali in Ambiente Mediterraneo”

Università degli Studi di Sassari



**Figura 1** – Numero medio di adulti di *T. destruens* sfarfallati per m<sup>2</sup> di tronco (Pula, 2009-2010).

**Tabella III** – Parametri morfometrici dei sistemi riproduttivi di *T. destruens* rilevati in piante esca di pino (Pula, 2009-2010). I valori che nella stessa colonna sono seguiti da lettere diverse presentano differenze statisticamente significative (per ciascuna tesi sono stati impiegati i tronchetti come replicazioni).

	Gallerie materne			Gallerie larvali
	densità n/m <sup>2</sup> ± err. st.	lunghezza cm ± err. st.	tratto fertile cm ± err. st.	n ± err. st.
dic-mar 09	51,3 ± 9,10 b	8,25 ± 0,29 a	nr	nr
mar-giu 09	54,7 ± 6,43 b	6,04 ± 0,21 bc	nr	nr
giu-sett 09	0	-	-	-
set-dic 09	89,2 ± 6,31 a	5,83 ± 0,20 bc	3,75 ± 0,14	45,76 ± 2,25 b
dic-mar10	50,72 ± 6,70 b	6,32 ± 0,21 b	4,26 ± 0,14	53,11 ± 2,86 a
mar-giu10	57,37 ± 6,32 b	5,47 ± 0,20 c	3,97 ± 0,14	52,93 ± 2,71 a
	F(4,112) = 8,83	F(4,112) = 14,73	F(2,75) = 2,5	F(2,75) = 5,33
	P = 0,0000	P = 0,0000	P = 0,089	P = 0,0016

nr = dato non rilevato.

**Michele COINU**

Ciclo biologico e capacità riproduttiva di *Tomicus destruens* in Sardegna

Scuola di dottorato in “Scienze e Biotecnologie dei Sistemi Agrari e Forestali e delle Produzioni Alimentari”

Indirizzo: “Monitoraggio e Controllo degli Ecosistemi Agrari e Forestali in Ambiente Mediterraneo”

Università degli Studi di Sassari



Anche la lunghezza del tratto fertile della galleria materna, più strettamente correlato al numero di uova deposte dalla femmina, e il numero di gallerie larvali di ciascun sistema riproduttivo sono stati lievemente superiori nei mesi invernali.

L'esame analitico degli sfarfallamenti e del numero di gallerie materne nei tronchi di diversa pezzatura ha evidenziato che *T. destruens* ha una netta preferenza per i fusti di circa 10 e 20 cm di diametro mentre infesta meno i tronchi di maggiori dimensioni (Tabb. IV e V).

Nella pineta delle Prigionette, il numero totale di *T. destruens* sfarfallati per m<sup>2</sup> di corteccia è stato di 414 adulti nel 2009 e di 1085 nell'anno successivo (Tab. II). La densità di popolazione è risultata pertanto decisamente superiore rispetto alle altre due stazioni di studio sebbene solo nel 2010 siano state trovate differenze statisticamente significative (Tab. II). Gli adulti neo sfarfallati hanno fatto la loro comparsa all'inizio di aprile, hanno raggiunto un picco di abbondanza a metà di maggio e sono scomparsi completamente nella prima metà di luglio (Fig. 2). Negli eclettori durante i mesi invernali e primaverili sono stati trovati pochi adulti maturi.

**Tabella IV** – Numero medio ( $\pm$  errore standard) di esemplari di *T. destruens* sfarfallati per m<sup>2</sup> di corteccia nelle diverse sezioni di tronchi di pino (Pula 2009 – 2010).

Diametro tronchi (cm)	10	20	30	
Pula 2009	233 + 59	113 + 59	73 + 59	F(2,6) = 1,98 P=0,2190
Pula 2010	434 + 176	398 + 176	130 + 176	F(2,6) = 0,89 P=0,4598

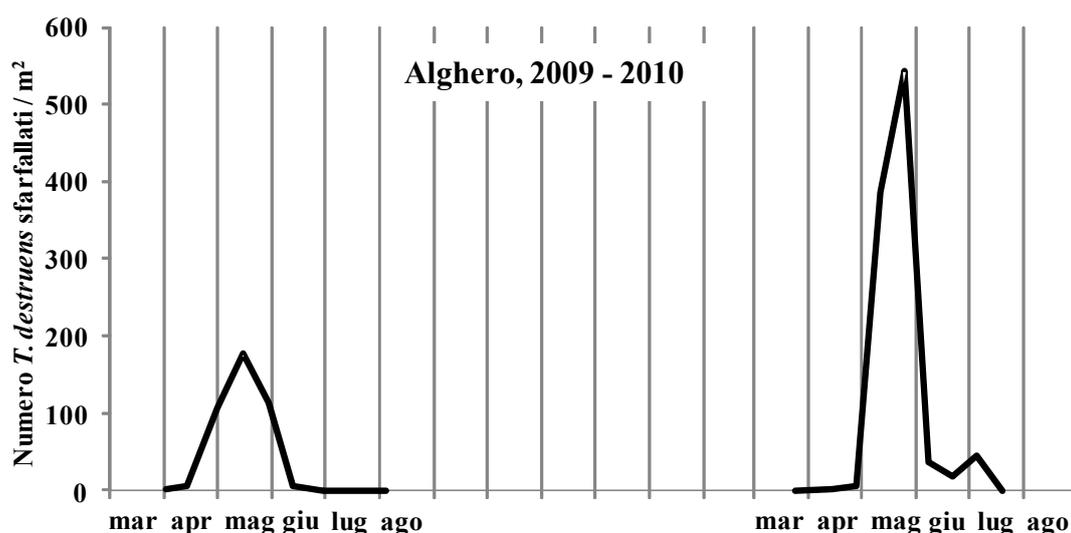
**Michele COINU**

Ciclo biologico e capacità riproduttiva di *Tomicus destruens* in Sardegna  
Scuola di dottorato in “Scienze e Biotecnologie dei Sistemi Agrari e Forestali e delle Produzioni Alimentari”  
Indirizzo: “Monitoraggio e Controllo degli Ecosistemi Agrari e Forestali in Ambiente Mediterraneo”  
Università degli Studi di Sassari



**Tabella V** – Densità media ( $n/m^2 \pm$  errore standard) di gallerie materne di *T. destruens* riscontrate in piante di pino tagliate in diversi periodi dell'anno (Pula, 2009 – 2010). I valori che nella stessa riga sono seguiti da lettere diverse presentano differenze statisticamente significative (per ciascuna tesi sono stati impiegati i tronchetti come replicazioni).

Diametro tronchi (cm)	10	20	30	
dic-mar 09	144,9 $\pm$ 14,9a	66,0 $\pm$ 21,1b	48,8 $\pm$ 18,3b	F(2,10) = 6,48 P=0,046
mar-giu 09	105,8 $\pm$ 8,2a	78,6 $\pm$ 7,7a	50,8 $\pm$ 7,7b	F(2,23) = 11,92 P=0,0003
giu-sett 09	-	-	-	
set-dic 09	111,7 $\pm$ 3,9a	100,2 $\pm$ 3,9a	58,1 $\pm$ 3,9b	F(2,24)=52,71 P=0,0000
dic-mar10	58,1 $\pm$ 8,1	53,3 $\pm$ 8,1	40,8 $\pm$ 8,1	F(2,21)=1,23 P=0,3133
mar-giu10	66,9 $\pm$ 10,3	62,6 $\pm$ 10,3	42,6 $\pm$ 10,3	(F2,24) = 1,56 P=0,2313
totale	94,7 $\pm$ 4,9a	73,5 $\pm$ 5,1a	48,3 $\pm$ 5,0b	F(2,114)=18,36 P=0,0000



**Figura 2** – Numero medio di adulti di *T. destruens* sfarfallati per  $m^2$  di tronco (Alghero, 2009-2010).

Michele COINU

Ciclo biologico e capacità riproduttiva di *Tomicus destruens* in Sardegna

Scuola di dottorato in “Scienze e Biotecnologie dei Sistemi Agrari e Forestali e delle Produzioni Alimentari”

Indirizzo: “Monitoraggio e Controllo degli Ecosistemi Agrari e Forestali in Ambiente Mediterraneo”

Università degli Studi di Sassari



Il conteggio delle gallerie materne ha confermato un'attività di ovideposizione in tutti i periodi dell'anno ad eccezione dei mesi estivi (Tab. VI). I maggiori attacchi si sono verificati nel periodo invernale di entrambi gli anni con circa 50 gallerie materne per m<sup>2</sup>, mentre in autunno e in primavera si è avuta una densità compresa fra circa 11 e 18 gallerie materne. La lunghezza media di queste gallerie è variata tra 5,39 e 7,08 cm con valori più elevati in quelle scavate nell'inverno del 2009 (Tab. VI). La lunghezza del tratto fertile della galleria materna, misurata solo nel 2010, si è attestata su valori di circa 4 cm senza differire significativamente nelle diverse stagioni. In ciascun sistema riproduttivo è stata misurata una media di circa 60 gallerie larvali.

L'analisi del numero di gallerie materne e del numero di individui sfarfallati dai tronchi di diversa pezzatura ha confermato che questa specie colonizza preferenzialmente i fusti di circa 10 e 20 cm di diametro rispetto a quelli di maggiori dimensioni (Tabb. VII e VIII).



**Tabella VI** – Parametri morfometrici dei sistemi riproduttivi di *T. destruens* rilevati in piante esca di pino (Alghero, 2009-2010). I valori che nella stessa colonna sono seguiti da lettere diverse presentano differenze statisticamente significative (per ciascuna tesi sono stati impiegati i tronchetti come repliche).

	Gallerie materne			Gallerie larvali
	densità n/m <sup>2</sup> ± err. st.	lunghezza cm ± err. st.	tratto fertile cm ± err. st.	n ± err. st.
dic-mar 09	43,4 ± 5,7 a	7,08 ± 0,26 a	nr	58,25 ± 5,14
mar-giu 09	17,4 ± 7,1 b	5,93 ± 0,34 b	nr	nr
giu-sett 09	0	-	-	-
set-dic 09	15,9 ± 10,8 b	5,87 ± 0,51 b	3,88 ± 0,40	nr
dic-mar10	52,2 ± 5,5 a	5,71 ± 0,26 b	4,21 ± 0,20	64,49 ± 4,60
mar-giu10	17,8 ± 5,8 b	5,39 ± 0,28 b	4,06 ± 0,28	nr
	F(4,93) = 21,96	F(4,93) = 5,56	F(2,45) = 0,3	F(1,16) = 0,82
	P = 0,0000	P = 0,0000	P = 0,7401	P = 0,3796

nr = dato non rilevato

**Tabella VII** – Numero medio (± errore standard) di esemplari di *T. destruens* sfarfallati per m<sup>2</sup> di corteccia nelle diverse sezioni di tronchi di pino (Alghero, 2009 – 2010).

Diametro tronchi (cm)	10	20	30	
Alghero 2009	485 + 259	455 + 259	302 + 259	F(2,6)=0,14 P=0,8691
Alghero 2010	1006 + 115	1294 + 115	823 + 115	F(2,6)= 4,21 P=0,0720

**Michele COINU**

Ciclo biologico e capacità riproduttiva di *Tomicus destruens* in Sardegna

Scuola di dottorato in “Scienze e Biotecnologie dei Sistemi Agrari e Forestali e delle Produzioni Alimentari”

Indirizzo: “Monitoraggio e Controllo degli Ecosistemi Agrari e Forestali in Ambiente Mediterraneo”

Università degli Studi di Sassari



**Tabella VIII** – Densità media ( $n/m^2 \pm$  errore standard) di gallerie materne di *T. destruens* riscontrate in piante di pino tagliate in diversi periodi dell'anno (Alghero, 2009 – 2010).

Diametro tronchi (cm)	10	20	30	
dic-mar 09	68,2 $\pm$ 10,5	54,1 $\pm$ 10,5	43,9 $\pm$ 11,9	F(2,22) = 1,21 P=0,3161
mar-giu 09	17,4 $\pm$ 10,2	16,1 $\pm$ 5,4	18,6 $\pm$ 5,4	F(2,33) = 0,05 P=0,9483
giu-sett 09				
set-dic 09				
dic-mar10	66,7 $\pm$ 14,5	54,8 $\pm$ 14,5	47,1 $\pm$ 14,5	F(2,24)=0,46 P=0,6344
mar-giu10	15,6 $\pm$ 3,2	20,7 $\pm$ 2,6	14,3 $\pm$ 2,6	(F2,21) = 1,61 P=0,2243
totale	48,0 $\pm$ 6,2	37,1 $\pm$ 5,5	30,7 $\pm$ 5,8	F(2,95)=1,32 P=0,2725

Nella stazione di Curadureddu il numero totale di *T. destruens* sfarfallati per  $m^2$  di corteccia è stato di 115 adulti nel 2009 e di 504 nell'anno successivo (Tab. II). In quest'area gli adulti neosfarfallati hanno fatto la loro comparsa più tardivamente, raggiungendo la massima abbondanza a metà giugno per poi decrescere gradualmente per tutto luglio e sparire nel mese di agosto (Fig. 3).

Gli attacchi sulle piante esca sono stati più contenuti nell'inverno e nella primavera del 2009, con valori variabili da 16 a 19 gallerie materne per  $m^2$ , mentre nell'autunno e nell'inverno successivo l'infestazione ha avuto un notevole incremento raggiungendo circa 80 gallerie per  $m^2$ . La lunghezza media di queste gallerie è variata tra 5,48 e 7,17 cm con valori più elevati in quelle scavate nell'autunno del 2009, periodo nel quale si è

**Michele COINU**

Ciclo biologico e capacità riproduttiva di *Tomicus destruens* in Sardegna

Scuola di dottorato in "Scienze e Biotecnologie dei Sistemi Agrari e Forestali e delle Produzioni Alimentari"

Indirizzo: "Monitoraggio e Controllo degli Ecosistemi Agrari e Forestali in Ambiente Mediterraneo"

Università degli Studi di Sassari



registrata anche la maggiore lunghezza del tratto fertile (Tab. IX). Il numero di gallerie larvali di ciascun sistema riproduttivo è stato statisticamente superiore nei mesi primaverili del 2010.

L'analisi del numero di gallerie materne e del numero di individui sfarfallati dai tronchi di diversa pezzatura non ha confermato quanto visto per le altre stazioni. Infatti, sebbene nel 2010 sia stato registrato il minore numero di sfarfallamenti nei tronchi di maggiore diametro, il numero di gallerie materne non è risultato generalmente statisticamente differente (Tabb. X e XI).

Gli andamenti termici nelle stazioni di Pula ed Alghero sono risultati simili mentre, come era da attendersi, nella stazione di Tempio Pausania si sono registrate temperature medie significativamente più basse (Fig. 4). La fenologia di *T. destruens* è stata quindi notevolmente influenzata dalle condizioni climatiche. Infatti i picchi di sfarfallamento si sono verificati più precocemente a Pula (prima decade di maggio) seguiti nell'ordine da Alghero (seconda decade di maggio) e da Tempio (seconda decade di giugno).

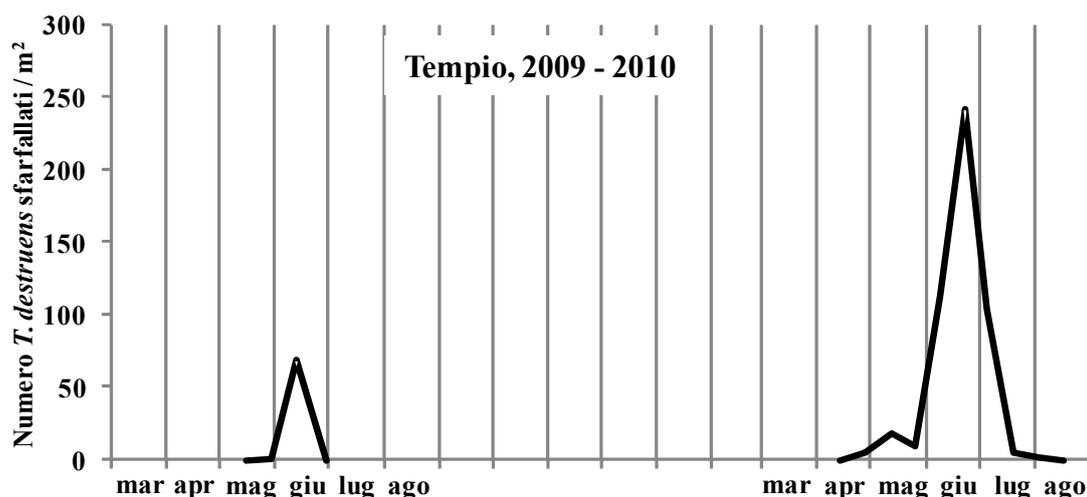


Figura 3 – Numero medio di adulti di *T. destruens* sfarfallati per m<sup>2</sup> di tronco (Tempio, 2009-2010).

Michele COINU

Ciclo biologico e capacità riproduttiva di *Tomicus destruens* in Sardegna

Scuola di dottorato in “Scienze e Biotecnologie dei Sistemi Agrari e Forestali e delle Produzioni Alimentari”

Indirizzo: “Monitoraggio e Controllo degli Ecosistemi Agrari e Forestali in Ambiente Mediterraneo”

Università degli Studi di Sassari



**Tabella IX** – Parametri morfometrici dei sistemi riproduttivi di *T. destruens* rilevati in piante esca di pino (Tempio, 2009-2010). I valori che nella stessa colonna sono seguiti da lettere diverse presentano differenze statisticamente significative (per ciascuna tesi sono stati impiegati i tronchetti come replicazioni).

	Gallerie materne			Gallerie larvali
	densità n/m <sup>2</sup> ± err. st.	lunghezza cm ± err. st.	tratto fertile cm ± err. st.	n ± err. st.
dic-mar 09	19,2 ± 9,03 b	5,48 ± 0,24 b	-	48,66 ± 2,75 b
mar-giu 09	16,4 ± 11,66 b	6,26 ± 0,31 ab	-	-
giu-sett 09	0	-	-	-
set-dic 09	79,9 ± 6,73 a	7,17 ± 0,18 a	5,09 ± 0,17 a	44,93 ± 2,87 b
dic-mar10	81,2 ± 6,73 a	6,11 ± 0,18 b	4,51 ± 0,22 b	52,42 ± 1,80 b
mar-giu10	-	-	-	78,00 ± 7,95 a
	F(3,74) = 5,55	F(3,74) = 11,98	F(1,42) = 4,31	F(3,215) = 5,76
	P = 0,0017	P = 0,0000	P = 0,0439	P = 0,0008

nr = dato non rilevato

**Tabella X** – Numero medio (± errore standard) di esemplari di *T. destruens* sfarfallati per m<sup>2</sup> di corteccia nelle diverse sezioni di tronchi di pino (Tempio, 2009 – 2010).

Diametro tronchi (cm)	10	20	30	
Tempio 2009	27 + 43	109 + 43	69 + 43	F(2,6)=0,89 P=0,4585
Tempio 2010	487 + 203	535 + 203	347 + 203	(F2,6) = 0,23 P=0,8013

**Michele COINU**

Ciclo biologico e capacità riproduttiva di *Tomicus destruens* in Sardegna

Scuola di dottorato in “Scienze e Biotecnologie dei Sistemi Agrari e Forestali e delle Produzioni Alimentari”

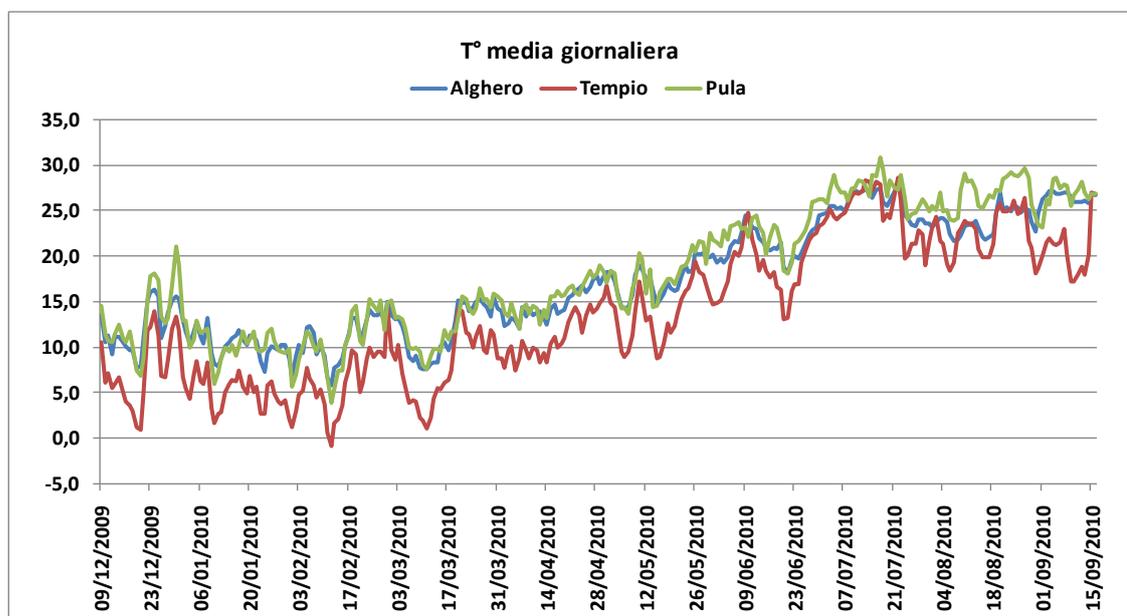
Indirizzo: “Monitoraggio e Controllo degli Ecosistemi Agrari e Forestali in Ambiente Mediterraneo”

Università degli Studi di Sassari



**Tabella XI** – Densità media ( $n/m^2 \pm$  errore standard) di gallerie materne di *T. destruens* riscontrate in piante di pino tagliate in diversi periodi dell'anno (Tempio, 2009 – 2010). I valori che nella stessa riga sono seguiti da lettere diverse presentano differenze statisticamente significative (per ciascuna tesi sono stati impiegati i tronchetti come replicazioni).

Diametro tronchi (cm)	10	20	30	
dic-mar 09	98,4 ± 14,8ab	112,4 ± 12,1a	59,3 ± 13,2b	F(2,22) = 4,57 P=0,0334
mar-giu 09	36,8 ± 9,5b	26,8 ± 9,5b	96,2 ± 9,4 a	F(2,6) = 15,66 P=0,0042
giu-sett 09	-	-	-	-
set-dic 09	70,6 ± 7,8	81,3 ± 7,8	61,1 ± 7,8	F(2,24)=1,67 P=0,2092
dic-mar10	87,2 ± 12,8	129,2 ± 13,6	96,6 ± 13,6	F(2,22)=2,73 P=0,0874
mar-giu10	-	-	-	-
totale	77,0 ± 7,4	96,2 ± 7,1	74,3 ± 7,2	F(2,75)=2,75 P=0,0704



**Figura 4** – Andamento delle temperature medie giornaliere all'interno delle gabbie di sfarfallamento delle tre stazioni di studio.

**Michele COINU**

Ciclo biologico e capacità riproduttiva di *Tomicus destruens* in Sardegna

Scuola di dottorato in “Scienze e Biotecnologie dei Sistemi Agrari e Forestali e delle Produzioni Alimentari”

Indirizzo: “Monitoraggio e Controllo degli Ecosistemi Agrari e Forestali in Ambiente Mediterraneo”

Università degli Studi di Sassari



Le osservazioni biennali hanno consentito di individuare numerose specie di parassitoidi specifici degli scolitidi e di predatori generici che frequentano la zona sottocorticale da essi infestata.

Le specie determinate appartengono alle famiglie dei Braconidae [*Dendrosoter middendorfi* (Ratzeburg), *Caenopachys caenopachoides* (Ruschka), *Coeloides sordidator* (Ratzeburg), *Doryctes* sp. (near *heydeni* Reinhard), *Atanycolus* sp. (near *initiator* Fabricius)], dei Pteromalidae [*Metacolus unifasciatus* (Foerster), *Roptrocerus xilophagorum* (Ratzeburg), *Heydenia pretiosa* (Foerster)], degli Eurytomidae [*Eurytoma* sp. (near *morio* Boheman)] e degli Ichneumonidae [*Clistopyga* sp. (near *incitator* Fabricius)] (Tab. XII).

I parassitoidi più frequenti sono stati *Metacolus unifasciatus*, *Dendrosoter middendorfi*, *Caenopachys caenopachoides*, *Roptrocerus xilophagorum* e *Heydenia pretiosa*. Queste specie, già citate in letteratura come parassitoidi di *T. destruens* e di *O. erosus*, sono sfarfallate nella tarda primavera e nel periodo estivo e, pur presenti in qualche caso con elevate densità di popolazione, non sono sembrate determinanti nel contenimento delle infestazioni degli scolitidi. Infatti, il tasso di parassitismo apparente (determinato dal numero totale di parassitoidi sfarfallati durante l'anno diviso la somma del numero totale di parassitoidi, di *T. destruens* e di *O. erosus*) è stato sempre piuttosto contenuto variando da un minimo di 5,1 ad un massimo di 28,3%.

Il numero maggiore di parassitoidi è sfarfallato dai tronchetti di 10 cm di diametro, caratterizzati da un minore spessore della corteccia. Gli scolitidi protetti da una corteccia più sottile sono dunque più facilmente soggetti all'attività degli entomofagi (Tab. XIII). Anche in questo caso, tuttavia, i tassi più elevati di parassitizzazione sono

---

**Michele COINU**

Ciclo biologico e capacità riproduttiva di *Tomicus destruens* in Sardegna

Scuola di dottorato in "Scienze e Biotecnologie dei Sistemi Agrari e Forestali e delle Produzioni Alimentari"

Indirizzo: "Monitoraggio e Controllo degli Ecosistemi Agrari e Forestali in Ambiente Mediterraneo"

Università degli Studi di Sassari



stati di poco superiori al 40% e, dunque, non sufficienti a contenere le popolazioni degli xilofagi.

L'indagine ha permesso di rilevare nella zona sottocorticale dei tronchi infestati dagli scolitidi una notevole presenza di predatori generici. Tra questi *Fibla maclachlani* (Albarda) (Raphidioptera, Inocellidae), *Aulonium ruficorne* (Oliver) (Coleoptera: Colydiidae) e *Thanasimus formicarius* (Linnaeus) (Coleoptera: Cleridae) sono stati i più frequenti. Negli eclettori sono stati trovati anche esemplari di ragni appartenenti alle famiglie dei Salticidae [*Salticus mutabilis* (Lucas), *Salticus zebraneus* (C. L. Koch), *Heliophanus rufithorax* (Simon)], dei Theridiidae [*Enoplognatha* cfr. *testacea* (Simon), *Euryopsis episinoies* (Walckenaer), *Simitidion simile* (C.L. Koch), *Theridion mystaceum* (L. Koch)], dei Clubionidae [*Clubiona leucaspis* (Simon)], dei Palpimanidae [*Palpimanus gibbulus* (Dufour)], dei Linyphiidae [*Pelecopsis inedita* (O. P. Cambridge)], dei Gnaphosidae [*Scotophaeus blackwalli* (Thorell)] e dei Scytodidae Cambridge], dei Gnaphosidae [*Scotophaeus blackwalli* (Thorell)] e dei Scytodidae [*Scytodes thoracica* (Latreille)].

---

**Michele COINU**

Ciclo biologico e capacità riproduttiva di *Tomicus destruens* in Sardegna

Scuola di dottorato in “Scienze e Biotecnologie dei Sistemi Agrari e Forestali e delle Produzioni Alimentari”

Indirizzo: “Monitoraggio e Controllo degli Ecosistemi Agrari e Forestali in Ambiente Mediterraneo”

Università degli Studi di Sassari

**Tabella XII** – Numero totale di parassitoidi emersi dai tronchi all'interno degli eclettori.

<b>Tempio</b>	2009				2010			
	10	20	30	totale	10	20	30	totale
<i>Dendrosoter middendorfi</i>	99	49	8	156	33	16	3	52
<i>Metacolus unifasciatus</i>	7	0	1	8	31	2	1	34
<i>Caenopachys caenopachoides</i>	22	4	6	32	15	1	0	16
<i>Roptrocerus xilophagorum</i>	32	19	8	59	9	43	2	54
<i>Coeloides sordidator</i>	1	0	0	1	2	0	0	2
<i>Heydenia pretiosa</i>	4	3	0	7	1	1	2	4

<b>Alghero</b>	2009				2010			
	10	20	30	totale	10	20	30	totale
<i>Dendrosoter middendorfi</i>	53	20	1	74	43	17	0	60
<i>Metacolus unifasciatus</i>	22	35	5	62	88	17	1	106
<i>Caenopachys caenopachoides</i>	27	0	0	27	9	1	0	10
<i>Roptrocerus xilophagorum</i>	37	89	28	154	28	7	3	38
<i>Coeloides sordidator</i>	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Heydenia pretiosa</i>	1	0	0	1	1	0	0	1

<b>Pula</b>	2009				2010			
	10	20	30	totale	10	20	30	totale
<i>Dendrosoter middendorfi</i>	1	0	0	1	5	1	0	6
<i>Metacolus unifasciatus</i>	7	3	0	10	15	11	9	35
<i>Caenopachys caenopachoides</i>	2	0	0	2	6	1	0	7
<i>Roptrocerus xilophagorum</i>	0	0	0	0	13	9	6	28
<i>Coeloides sordidator</i>	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Heydenia pretiosa</i>	13	0	0	13	14	0	0	14

**Michele COINU**Ciclo biologico e capacità riproduttiva di *Tomicus destruens* in Sardegna

Scuola di dottorato in “Scienze e Biotecnologie dei Sistemi Agrari e Forestali e delle Produzioni Alimentari”

Indirizzo: “Monitoraggio e Controllo degli Ecosistemi Agrari e Forestali in Ambiente Mediterraneo”

Università degli Studi di Sassari



**Tabella XIII** – Tasso di parassitismo apparente del complesso dei parassitoidi nei confronti di *T. destruens* e *O. erosus*.

	2009				2010			
	10	20	30	totale	10	20	30	totale
Pula	9,7	2,0	0,0	5,5	17,1	6,9	10,0	11,6
Alghero	20,5	17,5	6,7	15,8	10,1	3,0	0,4	5,1
Tempio	40,6	23,2	11,6	28,3	23,9	10,6	1,9	11,5

### **Ciclo biologico di *Tomicus destruens***

#### ***Andamento stagionale degli attacchi***

Nel 2010-2011 il conteggio settimanale dei fori d'ingresso nella corteccia ha permesso di seguire l'andamento stagionale degli attacchi di *T. destruens*. Le femmine hanno iniziato la loro attività riproduttiva nella prima settimana di ottobre ed hanno raggiunto la massima intensità (25 fori per m<sup>2</sup> per settimana) nella terza decade dello stesso mese (Fig. 5). L'apertura di nuovi fori d'ingresso è gradualmente diminuita nel mese di novembre, al termine del quale si è quasi totalmente annullata. Il numero di fori è nuovamente aumentato nel mese di dicembre arrivando a densità di circa 10-11 per metro quadro di corteccia. In questo periodo l'andamento dei nuovi ingressi è stato piuttosto irregolare con minimi di attività delle femmine attribuibili a temporanei abbassamenti termici (Fig. 8). Da metà gennaio e per tutto febbraio l'attività dell'insetto si è ridotta drasticamente e solo nella seconda decade di marzo ha avuto un nuovo picco di circa 12 ingressi per settimana. Solo a partire da metà aprile non si sono registrati nuovi attacchi dello scoltide.

**Michele COINU**

Ciclo biologico e capacità riproduttiva di *Tomicus destruens* in Sardegna

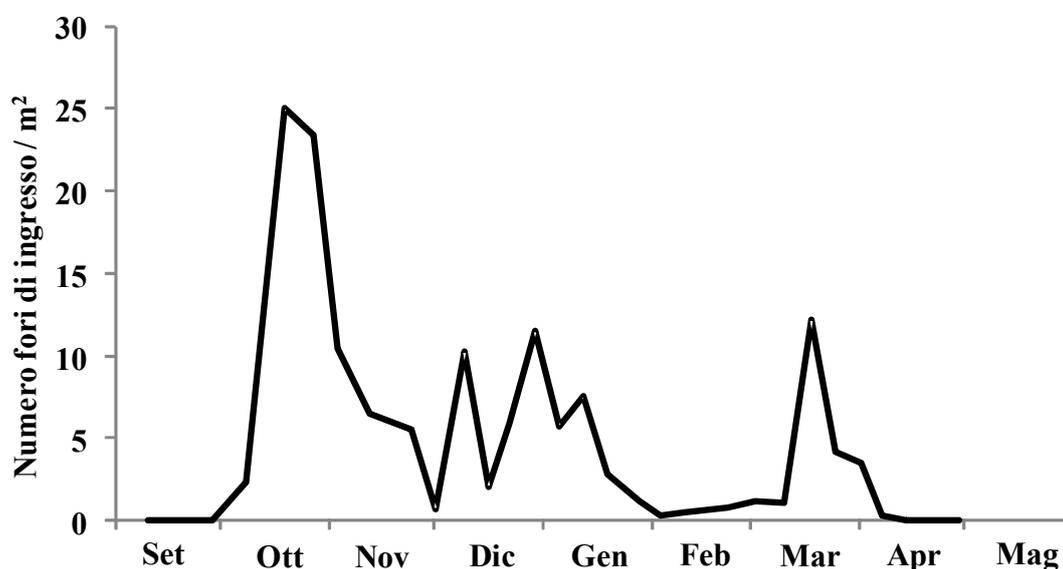
Scuola di dottorato in “Scienze e Biotecnologie dei Sistemi Agrari e Forestali e delle Produzioni Alimentari”

Indirizzo: “Monitoraggio e Controllo degli Ecosistemi Agrari e Forestali in Ambiente Mediterraneo”

Università degli Studi di Sassari



L'esame dei tronchi infestati nei diversi mesi e conservati negli eclettori ha sostanzialmente confermato il risultato delle osservazioni dirette dell'attacco. Infatti, il numero medio di gallerie materne costruito nel mese di ottobre è stato pari a circa 65 per metro quadro di corteccia (Tab. XIV). Gli attacchi, seppure di minore entità, sono poi proseguiti a novembre e si sono drasticamente ridotti a dicembre quando sono state rilevate una media di sole 7,87 gallerie. Una buona attività di ovideposizione è stata registrata anche nei mesi di gennaio, marzo e aprile, con valori che hanno variato da 23 a 41 gallerie, mentre nel mese di febbraio sono state contate solo 6,66 gallerie materne per metro quadro. I tronchi esposti nel mese di maggio sono stati attaccati da un solo scolitide mentre nei successivi mesi estivi non è stata registrata nessuna attività riproduttiva.



**Figura 5** - Andamento degli attacchi delle femmine di *T. destruens* espressi come numero medio di fori d'ingresso praticati in una settimana su 1 m<sup>2</sup> di corteccia (Alghero, 2010-2011).

---

**Michele COINU**

Ciclo biologico e capacità riproduttiva di *Tomicus destruens* in Sardegna

Scuola di dottorato in "Scienze e Biotecnologie dei Sistemi Agrari e Forestali e delle Produzioni Alimentari"

Indirizzo: "Monitoraggio e Controllo degli Ecosistemi Agrari e Forestali in Ambiente Mediterraneo"

Università degli Studi di Sassari



La lunghezza media delle gallerie è variata da 5,92 a 8,85 cm senza differenze significative nei diversi mesi in esame. Il tratto fertile della galleria materna, nei mesi di ottobre e novembre, è stato in media di circa 1 cm più lungo rispetto a quelli misurati nei tronchi attaccati negli altri mesi dell'anno. Tuttavia la forte variabilità non ha consentito di evidenziare differenze statisticamente significative. Anche il numero medio di gallerie larvali per sistema riproduttivo è stato superiore nei tronchi di ottobre e novembre, con valori rispettivamente di 83,5 e 95,5. Nei tronchi infestati negli altri mesi è stato rilevato un numero medio di gallerie larvali compreso tra 68,4 e 74,1. Il numero medio di adulti sfarfallati da ciascun tronchetto non è stato proporzionale al grado d'infestazione. Infatti dai tronchetti infestati a ottobre, caratterizzati dalla maggiore densità di gallerie di riproduzione sono mediamente sfarfallati solo 278 adulti mentre nei tronchetti attaccati a gennaio, con una densità di gallerie materne decisamente inferiore, sono stati contati mediamente 1160 adulti neosfarfallati.

L'andamento degli sfarfallamenti ha evidenziato come dai tronchi infestati a ottobre e novembre, gli adulti immaturi iniziano a fuoriuscire già da metà aprile, ma raggiungono il picco di comparsa solo a metà maggio (Fig. 6). Le infestazione di dicembre e gennaio hanno dato origine a nuovi adulti a partire dalla prima decade di maggio con picco di sfarfallamento nell'ultima settimana dello stesso mese. Nei tronchi attaccati a febbraio, marzo e aprile, l'inizio delle comparse è stato registrato a fine maggio e i picchi di sfarfallamento ai primi di giugno. L'infestazione di maggio ha dato origine a nuovi adulti a partire da metà giugno con massimi di sfarfallamenti alla fine dello stesso mese.

---

**Michele COINU**

Ciclo biologico e capacità riproduttiva di *Tomicus destruens* in Sardegna

Scuola di dottorato in “Scienze e Biotecnologie dei Sistemi Agrari e Forestali e delle Produzioni Alimentari”

Indirizzo: “Monitoraggio e Controllo degli Ecosistemi Agrari e Forestali in Ambiente Mediterraneo”

Università degli Studi di Sassari



**Tabella XIV** – Parametri morfometrici dei sistemi riproduttivi di *T. destruens* rilevati in piante esca di pino (Alghero, 2010-2011). I valori che nella stessa colonna sono seguiti da lettere diverse presentano differenze statisticamente significative (per ciascuna tesi sono stati impiegati i tronchetti come repliche)

	Numero	Lunghezza	Tratto fertile	Gallerie larvali	Immaturi sfarfallati
	n./m <sup>2</sup> ± err. st.	cm ± err. st.	cm ± err. st.	n. ± err. st.	n./m <sup>2</sup> ± err. st.
Ottobre	64,38 ± 11,97 a	8,85 ± 0,48	5,98 ± 0,81	83,52 ± 8,25 ab	278,36 ± 76,16 c
Novembre	27,50 ± 11,47 bc	7,23 ± 0,51	5,80 ± 0,41	95,53 ± 2,65 a	504,27 ± 155,71 bc
Dicembre	7,87 ± 1,33 c	5,99 ± 0,25	4,84 ± 0,37	68,44 ± 2,16 b	371,89 ± 147,47 c
Gennaio	33,82 ± 6,84 b	6,08 ± 0,63	4,91 ± 0,38	70,04 ± 3,61 b	1160,27 ± 313,23 a
Febbraio	6,66 ± 2,33 c	5,92 ± 0,55	4,74 ± 0,59	71,18 ± 10,46 b	191,31 ± 80,18 c
Marzo	41,15 ± 7,99 ab	6,51 ± 0,31	4,83 ± 0,17	74,10 ± 2,81 b	1008,54 ± 355,06 ab
Aprile	23,07 ± 8,20 bc	6,28 ± 1,11	5,35 ± 0,65	68,99 ± 4,33 b	416,83 ± 105,82 bc
Maggio	1,03*				
	F(6,14) = 6,1 P = 0,0026	F(6,14) = 0,64 P = 0,6976	F(6,14) = 0,94 P = 0,4951	F(6,14) = 3,09 P = 0,0384	F(6,14) = 3,32 P = 0,0301

\* = non sottoposto ad analisi statistica perché calcolato a partire da 1 sola galleria rilevata in un solo tronchetto

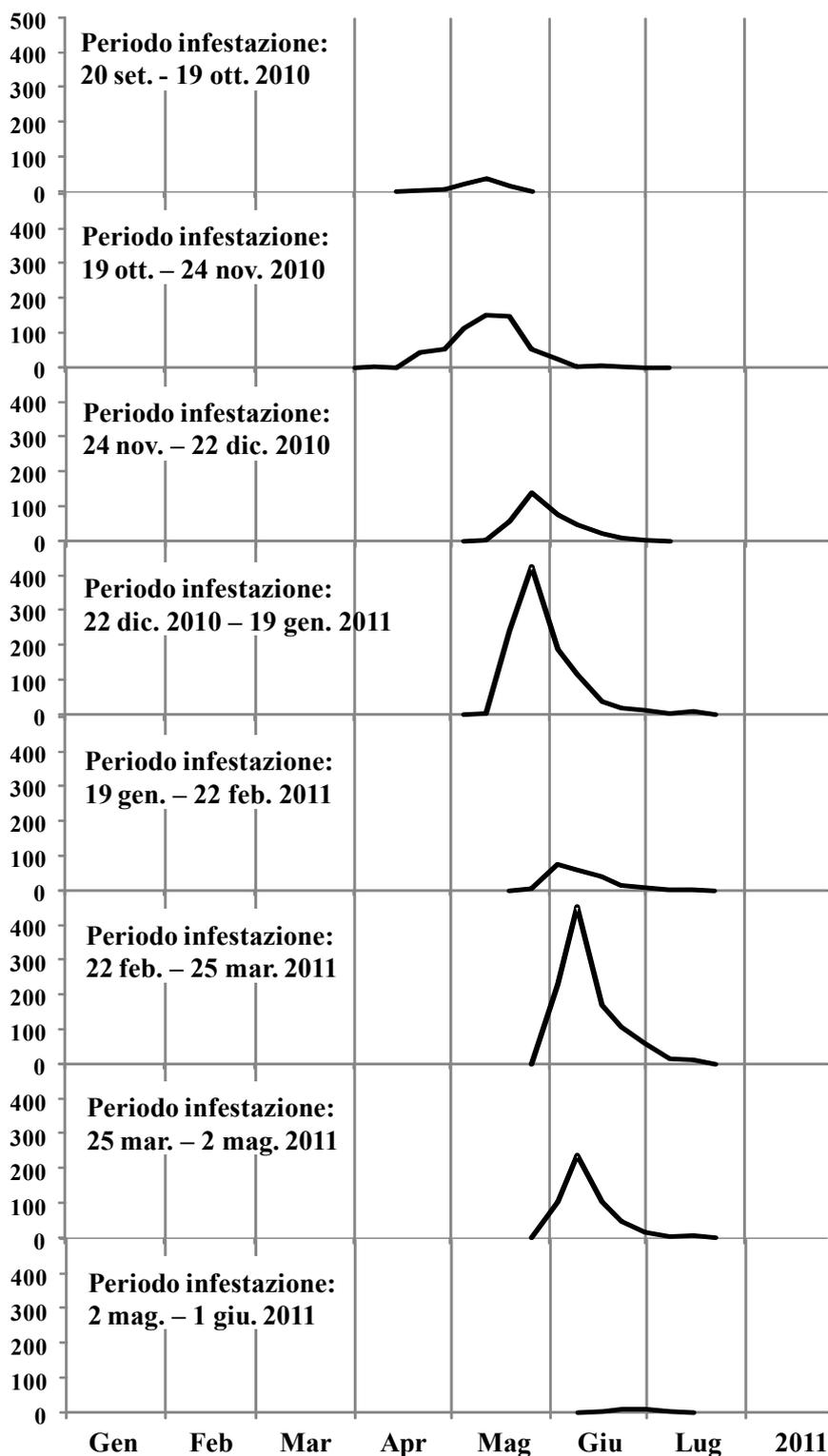
**Michele COINU**

Ciclo biologico e capacità riproduttiva di *Tomicus destruens* in Sardegna

Scuola di dottorato in “Scienze e Biotecnologie dei Sistemi Agrari e Forestali e delle Produzioni Alimentari”

Indirizzo: “Monitoraggio e Controllo degli Ecosistemi Agrari e Forestali in Ambiente Mediterraneo”

Università degli Studi di Sassari



**Figura 6** - Andamento temporale del numero medio di adulti di *T. destruens* emersi per m<sup>2</sup> di corteccia dai tronchi infestati in diversi periodi dell'anno (Alghero, 2010-2011).

**Michele COINU**

Ciclo biologico e capacità riproduttiva di *Tomicus destruens* in Sardegna

Scuola di dottorato in "Scienze e Biotecnologie dei Sistemi Agrari e Forestali e delle Produzioni Alimentari"

Indirizzo: "Monitoraggio e Controllo degli Ecosistemi Agrari e Forestali in Ambiente Mediterraneo"

Università degli Studi di Sassari



Gli attacchi osservati nelle prove del 2011-2012 hanno avuto un andamento diverso rispetto all'anno precedente. Infatti, le infestazioni di ottobre sono state lievemente superiori ma nei mesi successivi si è assistito ad un loro graduale decremento senza i bruschi cali registrati a dicembre e febbraio del precedente anno. A maggio è stato rilevato un numero molto contenuto di gallerie larvali mentre nei mesi estivi non è stato registrato nessun attacco nelle piante esca (Tab. XV).

La lunghezza media delle gallerie materne è variata da 5,8 a 7,6 cm senza differenze significative tra i diversi periodi d'infestazione. Anche queste osservazioni hanno confermato come il numero medio di adulti sfarfallati da ciascun tronchetto non sia in stretto rapporto col grado d'infestazione iniziale. Infatti, dai tronchetti infestati a ottobre sono mediamente sfarfallati solo 238 adulti mentre nei tronchetti attaccati a gennaio, con una densità di gallerie materne lievemente inferiore sono emersi mediamente circa 900 adulti (Tab. XV).

L'andamento degli sfarfallamenti ha sostanzialmente confermato i risultati dell'anno precedente. Dai tronchi infestati a ottobre, gli adulti immaturi hanno fatto la loro comparsa molto precocemente e già nel mese di gennaio e febbraio è stato osservato qualche individuo all'esterno della corteccia (Fig. 7). Tuttavia, solo a partire da metà marzo si è avuto un costante e regolare incremento di sfarfallamenti che hanno raggiunto il picco nella prima settimana di maggio. Nei tronchi infestati a novembre gli adulti immaturi hanno iniziato a fuoriuscire a metà aprile e hanno raggiunto il massimo di presenza a metà maggio. Gli attacchi di dicembre hanno generato nuovi adulti a partire dai primi di maggio con massimi di sfarfallamenti nella seconda decade dello stesso mese. L'emersione dei neosfarfallati originatisi dalle deposizioni di gennaio è stata simile a quella osservata dal tronco infestato in dicembre, ma posticipata di una

---

**Michele COINU**

Ciclo biologico e capacità riproduttiva di *Tomicus destruens* in Sardegna

Scuola di dottorato in "Scienze e Biotecnologie dei Sistemi Agrari e Forestali e delle Produzioni Alimentari"

Indirizzo: "Monitoraggio e Controllo degli Ecosistemi Agrari e Forestali in Ambiente Mediterraneo"

Università degli Studi di Sassari



settimana. Successivamente la lunghezza del periodo degli sfarfallamenti si è progressivamente ridotta con picchi di fuoriuscita della nuova generazione il 2, 9 e 16 giugno nei tronchi infestati rispettivamente nei mesi di febbraio, marzo e aprile. Dalle limitate deposizioni del mese di maggio si sono sviluppati nuovi adulti nei primi 20 giorni di luglio.

Nel secondo anno di sperimentazione, a ottobre, novembre e dicembre le temperature medie mensili registrate nella pineta di Alghero sono state più elevate di circa 1-2 °C rispetto all'anno precedente. Nei successivi mesi le medie termiche sono state simili nei due anni ad eccezione del mese di febbraio quando la temperatura media nel secondo anno è stata inferiore di circa 2,5 °C (Fig. 8).

**Tabella XV** – Parametri morfometrici dei sistemi riproduttivi di *T. destruens* rilevati in piante esca di pino (Alghero, 2011-2012) (per ciascuna tesi sono stati impiegati i tronchetti come replicazioni).

	Numero	lunghezza	Immaturo sfarfallati
	n./m <sup>2</sup> ± err. st.	cm ± err. st.	n./m <sup>2</sup> ± err. st.
Ottobre	83,54 ± 14,87	6,29 ± 0,47	238,79 ± 73,29
Novembre	68,05 ± 3,56	7,51 ± 0,61	591,23 ± 227,76
Dicembre	62,20 ± 22,45	7,59 ± 0,89	863,85 ± 159,53
Gennaio	77,20 ± 34,71	7,15 ± 0,52	903,16 ± 161,12
Febbraio	55,65 ± 21,11	6,83 ± 0,17	588,79 ± 265,61
Marzo	38,39 ± 27,99	5,81 ± 0,39	503,28 ± 363,56
Aprile	31,73 ± 5,95	5,80 ± 0,53	321,61 ± 70,69
Maggio	5,73*		
	F(6,14) = 0,8	F(6,14) = 1,89	F(6,14) = 1,38
	P = 0,5848	P = 0,1523	P = 0,2893

\* = non sottoposto ad analisi statistica perché calcolato a partire da gallerie presenti in un solo tronchetto

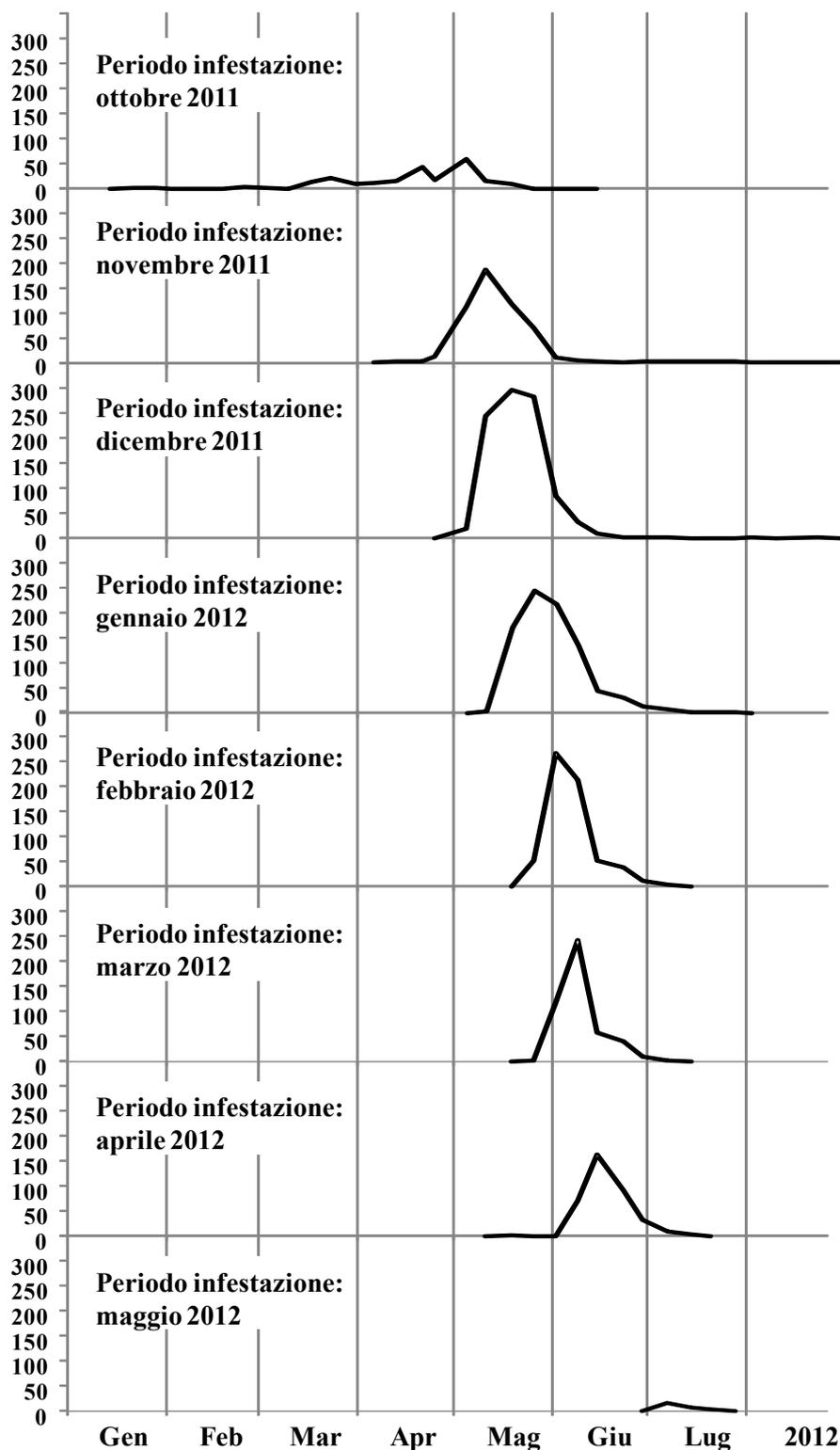
**Michele COINU**

Ciclo biologico e capacità riproduttiva di *Tomicus destruens* in Sardegna

Scuola di dottorato in “Scienze e Biotecnologie dei Sistemi Agrari e Forestali e delle Produzioni Alimentari”

Indirizzo: “Monitoraggio e Controllo degli Ecosistemi Agrari e Forestali in Ambiente Mediterraneo”

Università degli Studi di Sassari



**Figura 7** - Andamento temporale del numero medio di adulti di *T. destruens* emersi per m<sup>2</sup> di corteccia dai tronchi infestati in diversi periodi dell'anno (Alghero, 2011-2012).

**Michele COINU**

Ciclo biologico e capacità riproduttiva di *Tomicus destruens* in Sardegna

Scuola di dottorato in "Scienze e Biotecnologie dei Sistemi Agrari e Forestali e delle Produzioni Alimentari"

Indirizzo: "Monitoraggio e Controllo degli Ecosistemi Agrari e Forestali in Ambiente Mediterraneo"

Università degli Studi di Sassari

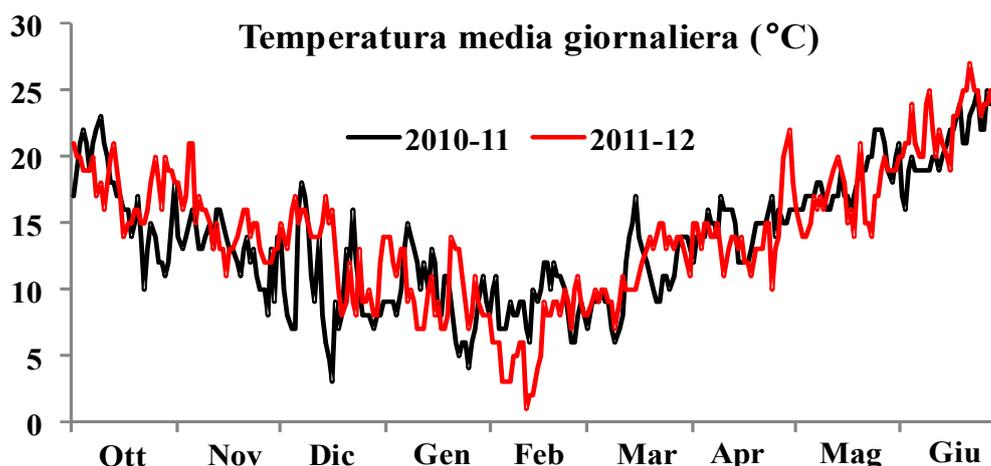


Figura 8 - Andamento delle temperature medie giornaliere nel sito di Alghero nel periodo 2010-2012.

### *Numero di generazioni annuali di *T. destruens**

Dai tronchi infestati a ottobre gli adulti immaturi sono emersi nella prima decade di marzo ma hanno raggiunto i più elevati livelli di popolazione solo a fine aprile. I neosfarfallati hanno prontamente infestato i germogli delle piantine in vaso e hanno scavato anche delle piccole gallerie nei tronchetti indenni introdotti periodicamente. In quest'ultimo caso gli scolitidi sono penetrati sotto la corteccia preferenzialmente dalle superfici di taglio dei tronchetti scavando corte gallerie individuali o piccole camere in cui si riparavano più individui (Tavola VII).

All'inizio di aprile una parte degli scolitidi è penetrata nel tronco bucando la corteccia e ha costruito gallerie irregolari di lunghezza media di circa 2,8 cm. Queste erano generalmente occupate da un solo individuo, ma in due casi è stata trovata una coppia che comunque non ha ovideposto. Questo tipo di gallerie è stato trovato fino a maggio mentre dal mese successivo gli adulti si rinvenivano nei germogli delle piantine. In nessuna galleria è mai stata rilevata la presenza di uova e anche la

---

**Michele COINU**

Ciclo biologico e capacità riproduttiva di *Tomicus destruens* in Sardegna

Scuola di dottorato in "Scienze e Biotecnologie dei Sistemi Agrari e Forestali e delle Produzioni Alimentari"

Indirizzo: "Monitoraggio e Controllo degli Ecosistemi Agrari e Forestali in Ambiente Mediterraneo"

Università degli Studi di Sassari



dissezione di alcuni campioni di femmine ha confermato l'assenza di uova mature negli ovari.



**Tavola VII** – Tronco attaccato da adulti neosfarfallati (A); Particolare dei fori d'ingresso (B); Gallerie scavate da adulti neosfarfallati (C); Tronco con gallerie prive di ovideposizioni (D); Particolare di una galleria sottocorticale scavata da adulto immaturo (E).

**Michele COINU**

Ciclo biologico e capacità riproduttiva di *Tomicus destruens* in Sardegna

Scuola di dottorato in “Scienze e Biotecnologie dei Sistemi Agrari e Forestali e delle Produzioni Alimentari”

Indirizzo: “Monitoraggio e Controllo degli Ecosistemi Agrari e Forestali in Ambiente Mediterraneo”

Università degli Studi di Sassari



### ***Numero di gallerie materne prodotte da una femmina***

I tre tronchetti provenienti dalle piante abbattute ai primi di ottobre ed esposte agli attacchi di *T. destruens* per tutto il mese hanno accumulato un'infestazione totale di 284 gallerie materne. Da questi tronchetti, messi in apposite gabbie di sfarfallamento, sono emerse complessivamente 79 femmine a novembre e 20 a dicembre. Esse avevano completato la loro prima galleria materna e sono andate a infestare i contigui tronchi indenni per costruire un secondo sistema riproduttivo (Fig. 9). Trentotto delle 79 femmine sopraccitate, dopo la seconda ovideposizione, si sono spostate su nuovi tronchetti per costruire una terza galleria materna. Questa terza colonizzazione è avvenuta nell'arco di 4 mesi ma la quasi totalità delle nuove gallerie è stata costruita nei primi due mesi (15 e 19 gallerie rispettivamente a dicembre e gennaio). Cinque femmine provenienti dai tronchetti infestati a dicembre e 2 femmine fuoriuscite dai tronchetti infestati a gennaio hanno completato una quarta ovideposizione nel mese di aprile.

La densità media di gallerie nei tronchetti interessati dalla prima ovideposizione è stata molto elevata, con valori di oltre 200 unità per m<sup>2</sup> di corteccia, ma è andata progressivamente riducendosi nelle colonizzazioni successive (Tab. XVI). Le gallerie materne e il loro tratto fertile hanno avuto la lunghezza media più corta nei sistemi riproduttivi costruiti dalle femmine nella prima ovideposizione, mentre nelle successive covate non si sono apprezzate differenze di rilievo. Nelle prime due covate le femmine hanno deposto circa 50 uova, mentre nella terza e nella quarta covata questo numero è sceso a circa 35. Differenze significative sono state riscontrate solo tra la terza covata e le prime due.

---

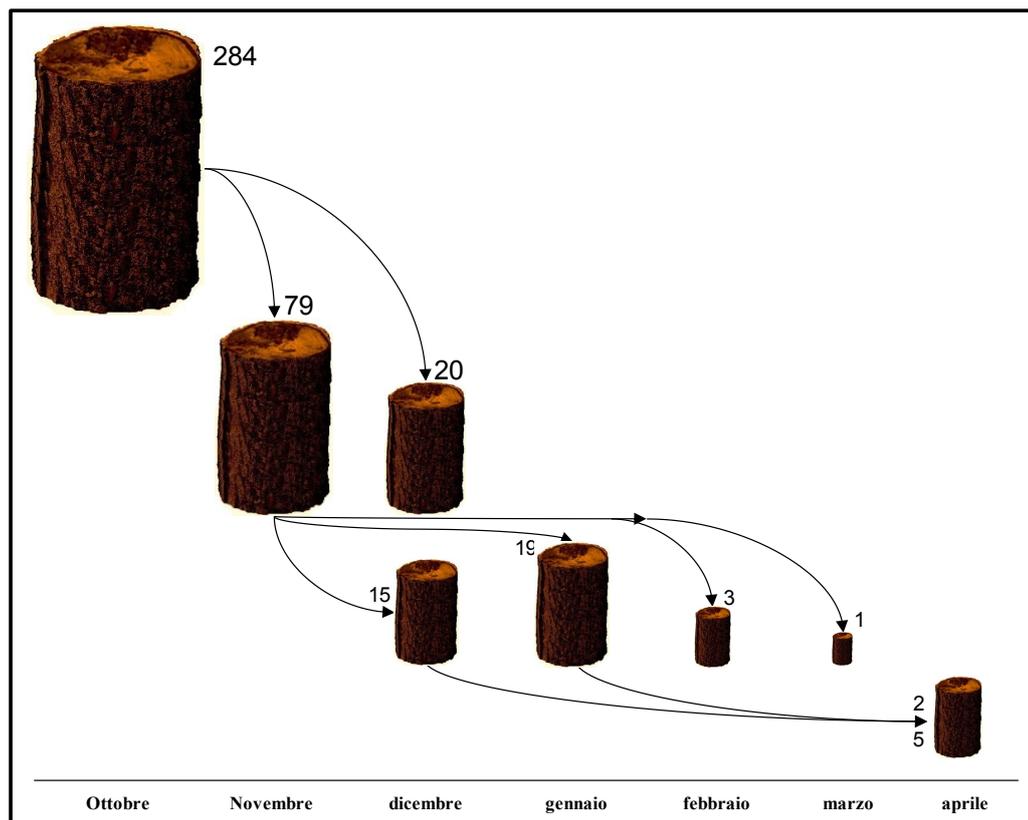
#### **Michele COINU**

Ciclo biologico e capacità riproduttiva di *Tomicus destruens* in Sardegna

Scuola di dottorato in “Scienze e Biotecnologie dei Sistemi Agrari e Forestali e delle Produzioni Alimentari”

Indirizzo: “Monitoraggio e Controllo degli Ecosistemi Agrari e Forestali in Ambiente Mediterraneo”

Università degli Studi di Sassari



**Figura 9** - Rappresentazione schematica della successione delle covate. La superficie dei tronchetti è proporzionale all'intensità dell'infestazione. I numeri indicano la quantità totale di gallerie materne aperte nei tronchetti.

**Tabella XVI** - Rilievi effettuati sui sistemi riproduttivi di *Tomicus destruens* costruiti da femmine nelle diverse fasi di ovideposizioni. I valori che nella stessa colonna sono seguiti da lettere diverse presentano differenze statisticamente significative (Per l'analisi statistica della densità di gallerie sono stati impiegati i tronchetti come replicazioni mentre per le altre analisi sono state impiegate le gallerie stesse).

	N. gallerie	Lunghezza galleria	Tratto fertile	N. uova/galleria
	n./m <sup>2</sup> ± err. st.	cm ± err. st.	cm ± err. st.	n. ± err. st.
I covata	218,62 ± 10,35 a	5,46 ± 0,25	3,31 ± 0,25 b	47,20 ± 2,70 a
II covata	83,83 ± 21,84 b	6,84 ± 0,49	4,76 ± 0,41 ab	54,53 ± 4,64 a
III covata	26,17 ± 5,60 c	7,31 ± 0,47	4,85 ± 0,40 a	34,80 ± 3,04 b
IV covata	9,13 ± 5,22 c	6,86 ± 0,82	4,45 ± 0,76 ab	37,00 ± 4,99 ab
	F(3,10) = 67,52	F(3,98) = 2,36	F(3,98) = 3,07	F(3,98) = 6,42
	P = 0,0000	P = 0,0761	P = 0,0313	P = 0,0005

**Michele COINU**

Ciclo biologico e capacità riproduttiva di *Tomicus destruens* in Sardegna

Scuola di dottorato in "Scienze e Biotecnologie dei Sistemi Agrari e Forestali e delle Produzioni Alimentari"

Indirizzo: "Monitoraggio e Controllo degli Ecosistemi Agrari e Forestali in Ambiente Mediterraneo"

Università degli Studi di Sassari



## DISCUSSIONE E CONCLUSIONI

I risultati ottenuti nei quattro anni di ricerca hanno fornito elementi essenziali per definire il ciclo biologico di *T. destruens* nelle pinete della Sardegna.

La fase riproduttiva dell'insetto, con la colonizzazione dei tronchi, è iniziata sempre nella prima settimana di ottobre e, come evidenziato dalle osservazioni dirette sui fori di penetrazione e sul conteggio delle gallerie materne costruite nei diversi mesi, è proseguita ininterrottamente fino ai primi di maggio. Gli attacchi non sono però apparsi costanti nel tempo, manifestando la massima intensità nei primi due mesi autunnali e la minima nel mese di febbraio.

La lunghezza media delle gallerie materne è risultata lievemente superiore a quanto osservato da altri autori su *Pinus pinea* mentre il numero di uova medio deposto nella galleria materna è variato da 48 a 60, in accordo con quanto osservato da Faccoli (2007) in prove di allevamento di *T. destruens* su diverse specie di pino. La densità d'infestazione e la lunghezza delle gallerie materne sono notevolmente influenzate anche dalla stagione dell'attacco delle femmine. Infatti nelle tre località indagate, durante l'autunno si è registrato il maggior numero di colonizzazioni e le maggiori lunghezze delle gallerie materne.

Nelle aree più calde dell'Isola, la fase di dispersione degli adulti immaturi di *T. destruens* ha avuto inizio a fine marzo ed ha raggiunto un solo picco annuale di sfarfallamento a metà maggio, mentre nell'area montana di Tempio Pausania gli sfarfallamenti hanno manifestato un ritardo di circa un mese, raggiungendo la massima intensità a metà giugno. In Sardegna il ciclo biologico di questo scolitide è quindi molto simile a quello descritto in Toscana (Sabbatini Peverieri *et al.*, 2008), in Algeria

---

### Michele COINU

Ciclo biologico e capacità riproduttiva di *Tomicus destruens* in Sardegna

Scuola di dottorato in "Scienze e Biotecnologie dei Sistemi Agrari e Forestali e delle Produzioni Alimentari"

Indirizzo: "Monitoraggio e Controllo degli Ecosistemi Agrari e Forestali in Ambiente Mediterraneo"

Università degli Studi di Sassari



(Chakali, 2005) e in Catalogna (Monleón *et al.*, 1996), dove la colonizzazione dei pini avviene a partire dall'autunno e gli adulti della nuova generazione fanno la loro comparsa nella primavera successiva. Una fase di ovideposizione che abbraccia un periodo di tempo così lungo non è stata interpretata in modo univoco e alcuni ricercatori hanno elaborato ipotesi diverse. Russo (1946) e Nanni e Tiberi (1997) affermano che lo scoltide svolge due generazioni annuali in parte sovrapposte, mentre secondo altri autori *T. destruens* è monovoltino ma una stessa femmina ha la capacità di costruire più gallerie materne dando origine a quelle che con termine anglosassone vengono chiamate "sister generations" (Sabbatini Peverieri *et al.*, 2008; Chakali, 2005; Monleón *et al.*, 1996; Faccoli *et al.*, 2005). Il lungo ciclo riproduttivo di *T. destruens* potrebbe essere spiegato anche dalla presenza di sub popolazioni che raggiungono la maturità sessuale in diversi periodi dell'anno (Masutti, 1969).

Le prove sperimentali condotte in Sardegna hanno escluso la possibilità di una seconda generazione annuale. Infatti, anche gli adulti sfarfallati più precocemente, sviluppatasi dalle uova deposte in ottobre, non sono stati in grado di maturare le gonadi e ovideporre prima della stasi estiva. Essi si sono alimentati penetrando nei germogli di pino e, in parte, sono entrati anche nei tronchi esca scavando piccole gallerie dove hanno solo trovato riparo nei mesi estivi senza mai ovideporre. Un comportamento simile è stato descritto per *T. piniperda* che prima della fase riproduttiva attraversa il periodo invernale all'interno dei germogli e in piccola parte all'interno di gallerie scavate nei tronchi di pino (Masutti, 1969).

La capacità della femmina di costruire più gallerie riproduttive, ipotizzata per *T. destruens*, è stata ben documentata per altre specie di scoltidi, quali *T. piniperda* (Sauvard, 1993), *Ips sexdentatus* (Jactel e Lieutier, 1987) e *Dendroctonus frontalis*

---

**Michele COINU**

Ciclo biologico e capacità riproduttiva di *Tomiscus destruens* in Sardegna

Scuola di dottorato in "Scienze e Biotecnologie dei Sistemi Agrari e Forestali e delle Produzioni Alimentari"

Indirizzo: "Monitoraggio e Controllo degli Ecosistemi Agrari e Forestali in Ambiente Mediterraneo"

Università degli Studi di Sassari



(Wagner *et al.*, 1891). Lo studio condotto in Francia da Sauvard (1993) riporta per *T. piniperda* la possibilità in pieno campo di compiere 4 diverse ovideposizioni con una fecondità delle femmine di circa 200 uova (50 circa per deposizione). La sperimentazione condotta in Sardegna ha dimostrato che anche la femmina di *T. destruens*, nell'arco della sua vita, può costruire fino a 4 gallerie riproduttive. Nelle prime due covate le femmine hanno deposto circa 50 uova mentre nella terza e nella quarta covata questo numero è sceso a circa 35. Nella stessa area su *Pinus halepensis* in piante infestate naturalmente è stato osservato un numero di uova di circa 80 per galleria materna, in accordo con quanto rilevato da Faccoli (2007) in prove di laboratorio. Il minor numero di uova rilevato nelle osservazioni sulle prime due "sister generations" potrebbe essere imputata all'elevata densità di gallerie materne per m<sup>2</sup> di corteccia che è stata di oltre 200 nella prima covata e di 80 nella seconda. La fecondità di *T. destruens* è infatti condizionata dalla densità di attacco come dimostrato da Faccoli (2009) che riporta un numero di uova medio per sistema riproduttivo di circa 90 con densità di 25 femmine ovideponenti per m<sup>2</sup> di corteccia e di circa 50 con densità uguali o superiori a 75 femmine. Il ridotto numero di uova riscontrato nella terza e quarta covata potrebbe, invece, essere spiegato da una carente nutrizione delle femmine che, pur avendo a disposizione all'interno della gabbia di sperimentazione un'abbondante quantità di piantine di pino, non si sono mai nutrite dei loro germogli.

Delle femmine che hanno completato la prima ovideposizione, circa il 35% ha costruito una seconda galleria, il 13% una terza e solo il 2% una quarta. Il forte calo del numero di femmine presenti nelle successive ondate di ovideposizioni, osservato anche nello studio di Sauvard (1993) per *T. piniperda*, potrebbe essere attribuito ad una loro progressiva mortalità. Infatti, esse potrebbero essere state uccise da diversi fattori, come

---

**Michele COINU**

Ciclo biologico e capacità riproduttiva di *Tomicus destruens* in Sardegna

Scuola di dottorato in "Scienze e Biotecnologie dei Sistemi Agrari e Forestali e delle Produzioni Alimentari"

Indirizzo: "Monitoraggio e Controllo degli Ecosistemi Agrari e Forestali in Ambiente Mediterraneo"

Università degli Studi di Sassari



ad esempio i numerosi artropodi predatori rinvenuti nelle gabbie di sfarfallamento che certamente hanno inciso nonostante siano stati sempre allontanati tempestivamente. Inoltre, tra le successive fasi di ovideposizioni, gli adulti non sono mai penetrati nei germogli a loro disposizione e questo potrebbe aver causato una non ottimale alimentazione di rigenerazione.

Nelle prove di valutazione del numero di covate, le femmine hanno in genere completato la prima galleria materna a ottobre per spostarsi nel mese successivo su altri tronchi e costruire un secondo sistema riproduttivo. La terza colonizzazione è avvenuta prevalentemente tra dicembre e gennaio mentre la quarta ovideposizione è stata rilevata ad aprile. Questa dinamica degli attacchi è stata verificata anche in pieno campo con il rilievo dei fori di penetrazione delle femmine e il conteggio delle gallerie materne scavate mensilmente. Le osservazioni hanno evidenziato che, nelle condizioni ambientali delle pinete litoranee della Sardegna, *T. destruens* colonizza i tronchi di pino in tutti i mesi compresi tra ottobre e maggio, con un'intensità d'infestazione che manifesta i valori più elevati a ottobre, per decrescere nel periodo novembre - metà gennaio, raggiungere un minimo a febbraio per poi avere un nuovo picco in primavera. Dal presente studio emerge che gli adulti in fase riproduttiva, e quindi le uova, sono presenti da ottobre sino alla prima metà di maggio, le larve fanno la loro comparsa a metà ottobre e sono presenti fino alla prima metà di giugno mentre le primissime pupe compaiono a fine novembre e sono state trovate fino a fine giugno. Più difficile è stabilire il periodo di presenza degli adulti immaturi. Essi infatti iniziano ad abbandonare il tronco a marzo ma i più precoci possono sfarfallare già a fine gennaio e rimanere all'interno del tronco in attesa di temperature adatte al volo. Gli adulti in fase pre-riproduttiva sono presenti almeno fino a metà novembre. Infatti, fino a tale data si

---

**Michele COINU**

Ciclo biologico e capacità riproduttiva di *Tomicus destruens* in Sardegna

Scuola di dottorato in “Scienze e Biotecnologie dei Sistemi Agrari e Forestali e delle Produzioni Alimentari”

Indirizzo: “Monitoraggio e Controllo degli Ecosistemi Agrari e Forestali in Ambiente Mediterraneo”

Università degli Studi di Sassari



osserva un incremento dell'infestazione e le femmine che hanno attaccato precocemente i tronchi non hanno ancora abbandonato la prima galleria materna. I dati disponibili non permettono di stabilire se gli attacchi successivi a tale data vengano operati esclusivamente da femmine che danno avvio alla seconda covata o se ci sia una parziale partecipazione di femmine ancora vergini che hanno raggiunto tardivamente la maturità sessuale.

Le osservazioni sulle infestazioni degli scolitidi del pino in diverse aree climatiche della Sardegna hanno evidenziato che, oltre a *Tomicus destruens*, sono spesso presenti anche *Orthotomicus erosus*, *Hylurgus ligniperda*, *Hylurgus miklitzi*, *Ips sexdentatus*, *Pityogenes calcaratus*, *Hylastes linearis*, *Crypturgus mediterraneus* e *Crypturgus cribrellus*. Il protocollo di campionamento impiegato nelle nostre osservazioni è stato calibrato per studiare la dinamica di popolazione di *T. destruens* e, benché non abbia permesso di seguire il ciclo di altre specie di scolitidi, che hanno uno sviluppo preminentemente estivo, ha comunque consentito di valutare la presenza e l'intensità dei loro attacchi. Le osservazioni hanno inoltre consentito di individuare numerose specie di parassitoidi specifici e predatori generici che frequentano la zona sottocorticale infestata dagli scolitidi. I parassitoidi più frequenti sono stati *Metacolus unifasciatus*, *Dendrosoter middendorfi*, *Caenopachys caenopachoides*, *Roptrocerus xilophagorum* e *Heydenia pretiosa*. Queste specie, già citate in letteratura come parassitoidi di *T. destruens* e *O. erosus* (Kenis *et al.*, 2004), sono sfarfallate nella tarda primavera e nel periodo estivo. Diversi autori sostengono che i parassitoidi non hanno un'importanza rilevante nel regolare le popolazioni degli scolitidi (Bombosch, 1954; Faccoli *et al.*, 2011) mentre altri (Mendel, 1987) affermano il contrario. In questo studio

---

**Michele COINU**

Ciclo biologico e capacità riproduttiva di *Tomicus destruens* in Sardegna

Scuola di dottorato in "Scienze e Biotecnologie dei Sistemi Agrari e Forestali e delle Produzioni Alimentari"

Indirizzo: "Monitoraggio e Controllo degli Ecosistemi Agrari e Forestali in Ambiente Mediterraneo"

Università degli Studi di Sassari



i parassitoidi, pur presenti in qualche caso con elevate densità di popolazione, non sono sembrati determinanti nel contenimento delle infestazioni degli scolitidi.

Tra i predatori, i più frequentemente rinvenuti sono stati *F. maclachlani* (Raphidioptera, Inocellidae), *A. ruficorne* (Coleoptera: Colydiidae) e *T. formicarius* (Coleoptera: Cleridae). La loro presenza è stata registrata prevalentemente nei mesi estivi su tronchi non più infestati da *T. destruens*, ma ricchi di insetti detritivori all'interno delle gallerie abbandonate dallo xilofago. In accordo con quanto rilevato da altri autori (Mendel *et al.*, 1990), si ritiene pertanto che il ruolo dei predatori nel contenimento delle specie più importanti di scolitidi sia trascurabile.

La dinamica delle popolazioni di *T. destruens* in Sardegna è regolata dallo stato sanitario della pianta ospite e le improvvise pullulazioni della specie sono generalmente determinate da temporanei stati di stress vegetativo o dall'errata conduzione selvicolturale delle pinete. Infatti, i focolai d'infestazione rinvenuti nei siti di studio sono stati innescati da cataste di tronchi di pino, provenienti dalle operazioni di diradamento, che sono tenute nel bosco per periodi di tempo eccessivi.

Per una corretta gestione dello stato fitosanitario delle pinete appare indispensabile adottare idonei interventi selvicolturali per ostacolare lo sviluppo delle popolazioni degli scolitidi. Attualmente, non sono disponibili mezzi di lotta diretta, ma è possibile attuare misure preventive basate su una corretta conduzione del bosco, che tenda a mantenere le piante in buone condizioni vegetative e a ridurre la presenza di substrati ottimali per lo sviluppo larvale dei temibili xilofagi. Una riduzione di abbondanza degli scolitidi nelle aree a rischio d'infestazione può essere ottenuta predisponendo piante esca. Tenendo conto del ciclo biologico di *T. destruens* in Sardegna, è possibile ipotizzare uno schema di lotta che preveda l'esposizione di tronchi esca in ottobre e in

---

**Michele COINU**

Ciclo biologico e capacità riproduttiva di *Tomicus destruens* in Sardegna

Scuola di dottorato in "Scienze e Biotecnologie dei Sistemi Agrari e Forestali e delle Produzioni Alimentari"

Indirizzo: "Monitoraggio e Controllo degli Ecosistemi Agrari e Forestali in Ambiente Mediterraneo"

Università degli Studi di Sassari



dicembre. Infatti, i tronchi esposti ad ottobre dovrebbero drenare le ovideposizioni della prima e della seconda covata, mentre quelli predisposti a dicembre dovrebbero intercettare le ovideposizioni della terza e quarta covata. I due blocchi di tronchi esca devono essere scortecciati o eliminati rispettivamente in dicembre e a fine marzo, in ogni caso prima dello sfarfallamento della nuova generazione. Una maggiore efficacia di questa tecnica potrebbe essere raggiunta trattando con piretroidi i tronchi esca e abbattendo di conseguenza gli adulti che dovessero solo venire a contatto con esse (Luciano, 2009). Indicazioni sulla quantità di piante-esca e le modalità di predisposizione sono state fornite da Santini e Prestininzi (1991) che riportano un numero di 15 piante per ettaro appezzate in segmenti di tronco di circa 2 m di lunghezza. Una costante applicazione di questa pratica fitosanitaria appare fondamentale nelle pinete impiantate in condizioni edafiche particolarmente difficili (scarsa profondità dei suoli, limitata fertilità) che, in caso di lunghi periodi di siccità, accentuano fenomeni di deficit idrico riducendo la vigoria delle piante e predisponendole agli attacchi degli xilofagi.

Lo studio riportato in questa tesi ha avuto il principale risultato di acquisire gli elementi essenziali per descrivere la fenologia del ciclo biologico di *T. destruens*, considerato il principale scoltide del pino, e conseguentemente di fornire elementi utili ad affinare le misure più idonee al contenimento delle sue popolazioni. Per una corretta gestione dello stato fitosanitario delle pinete, appare comunque indispensabile adottare tutti i più idonei interventi selvicolturali che mantengono i popolamenti in condizioni ottimali di vegetazione per ostacolare lo sviluppo di popolazioni di scoltidi pericolosi.

---

**Michele COINU**

Ciclo biologico e capacità riproduttiva di *Tomicus destruens* in Sardegna

Scuola di dottorato in “Scienze e Biotecnologie dei Sistemi Agrari e Forestali e delle Produzioni Alimentari”

Indirizzo: “Monitoraggio e Controllo degli Ecosistemi Agrari e Forestali in Ambiente Mediterraneo”

Università degli Studi di Sassari



## BIBLIOGRAFIA

- Almquist A.C., Fäldt J., Yart A., Chevet Y., Sauvard D., Lieutier F. and Borg-Karlson A., 2006. Host Selection in *Tomicus piniperda* L. composition of monoterpene hydrocarbons in relation to attack frequency in the shoot feeding phase. *Verlag der Zeitschrift für Naturforschung*, 61c, 439-444.
- Anderbrant O., 1988. Survival of parent and brood adult bark beetles, *Ips typographus*, in relation to size, lipid content and re-emergence or emergence day. *Physiol. Entomol.*, 13, 121-129.
- Annala E., 1975. Effect of felling date of trees on the attack density and flight activity of *Trypodendron lineatum* (Oliv.) (Col., Scolytidae). *Metsäentutkimuslaitoksen Julkaisu*, 86, 1-16.
- Bakke A., 1968. Ecological studies on bark beetles (Col. Scolytidae) associated with Scots pine (*Pinus sylvestris*) in Norway with particular reference to the influence of temperature. *Journal Meddelelser fra det Norske Skogsforsoksvesen*, 8, 443-602.
- Balachowsky A., 1949. Coléoptères Scolytides. *Faune de France* 50. P. Lechevalier, Paris, 320 pp.
- Barclay H.J., Schivatcheva T., Li C. and Benson L., 2009. Effects of fire return rates on traversability of lodgepole pine forests for mountain pine beetle: implications for sustainable forest management. *Journal of Ecosystems and Management*, 10(2), 115-122.
- Ben Jamaà M., Jerraya A. and Lieutier F., 2000. Les scolytes ravageurs de pins en Tunisie. *Annales de l'INRGREF*, 4, 27-39.
- Bombosch S., 1954. Zur Epidemiologie des Buchdruckers (*Ips typographus* L.). In: *Die Grosse Borkenkäferkalamität in Sudwestdeutschland 1944-1951* (G. Wellenstein) [Eds.]. Ringingen, Germany, Forstschutzstelle Sudwest.
- Borkowski A., 2001. Threats to pine stands by the pine shoot beetles *Tomicus piniperda* (L.) and *Tomicus minor* (Hart.) (Col., Scolytidae) around a sawmill in southern Poland. *Journal of Applied Entomology*, 125, 489-492.
- Borkowski A., 2007. Spatial distribution of fallen shoots of Scots pine pruned by pine shoot beetle (*Tomicus* spp.), and evaluation of methods of shoot collection in central Poland. *Journal of Forest Research*, 12, 358-364.
- Bouhot L., Lieutier F. and Debouzie D., 1988. Spatial and temporal distribution of attacks by *Tomicus piniperda* L. and *Ips Sexdentatus* Boern. (Col. Scolytidae) on *Pinus Sylvestris*. *Journal of Applied Entomology*, 106, 356-371.

---

### Michele COINU

Ciclo biologico e capacità riproduttiva di *Tomicus destruens* in Sardegna

Scuola di dottorato in "Scienze e Biotecnologie dei Sistemi Agrari e Forestali e delle Produzioni Alimentari"

Indirizzo: "Monitoraggio e Controllo degli Ecosistemi Agrari e Forestali in Ambiente Mediterraneo"

Università degli Studi di Sassari



- Branco M., Pereira J.S., Mateus E., Tavares C. and Paiva M.R., 2010. Water stress affects *Tomicus destruens* host pine preference and performance during the shoot feeding phase. *Annals of Forest Science*, 67 (6), 608, 5 p.
- Bright D.E. and Skidmore R.E., 1997. A Catalog of Scolytidae and Platypodidae (Coleoptera). Ottawa: NRC Research Press. Supplement 1 (1990-1994), 368 pp.
- Byers J.A., Lanne B.S., Löfqvist J., Schlyter F. and Bergström G., 1985. Olfactory recognition of host-tree susceptibility by Pine Shoot Peetles. *Naturwissenschaften*, 72, 324-326.
- Carle P., 1973. Le dépérissement du pin mésogéen en Provence. Rôle des insectes dans les modifications d'équilibre biologique des forêts envahies par *Matsucoccus feytadui* Duc. (Coccoides, Margarodidae). PhD Thesis. University of Bordeaux, France.
- Chakali G., 1992. Les insectes ravageurs du Pin d'Alep, *Pinus halepensis* Mill., en Algérie. *Memoires de la Societè royale belge d'entomologie*, 35, 505-509.
- Chakali G., 2003. Influence climatique sur les populations de scolytes dans les peuplements de pin d'Alep en zone semi-aride (Djelfa). In: Sem. Impact des changements climatiques sur l'écologie des espèces animales, la santé et la population humaine Maghrébine. Gredur, 10 pp.
- Chakali G., 2005. L'Hylésine des Pins, *Tomicus destruens* Wollaston 1865 (Coleoptera-Scolytidae) en Zone Semi-Aride (Algérie). *Silva Lusitana* 13 (1), 113-124.
- Chararas C., 1962. Etude biologique des Scolytides des Coniferes. *Encyclopédie Entomologique*, 37. Lechevalier, Paris.
- Christiansen E., Waring R.H. and Berryman A.A., 1987. Resistance of coniferas to bark beetle attack: searching for general relationships. *Forest Ecology and Management*, 22, 89-106.
- Ciesla W., 2003. EXFOR Database Pest Report: *Tomicus destruens*. USDA Forest Service.
- Covassi M. and Roversi P.F., 1995. *Problematiche entomologiche delle pinete di Monte Morello, Firenze. L'Italia Forestale e Montana*, 6, 570-582.
- Czokajlo D., Wink R.A., Warren J.C. and Teale S.A., 1997. Growth reduction of Scots pine, *Pinus sylvestris*, caused by larger pine shoot beetle, *Tomicus piniperda* (Coleoptera: Scolytidae), in New York State. *Canadian Journal of Forest Research*, 27, 1394-1397.
- Eichhoff W., 1881. *Die Europäischen Borkenkäfer*, Julius Springer, Berlin, 315 pp.
- Escherich K., 1923. *Forstinsekten Mitteleuropas. Band II*. Paul Parey, Berlin, 663.

---

**Michele COINU**

Ciclo biologico e capacità riproduttiva di *Tomicus destruens* in Sardegna

Scuola di dottorato in "Scienze e Biotecnologie dei Sistemi Agrari e Forestali e delle Produzioni Alimentari"

Indirizzo: "Monitoraggio e Controllo degli Ecosistemi Agrari e Forestali in Ambiente Mediterraneo"

Università degli Studi di Sassari



- Faccoli M., Battisti A. and Masutti L., 2005. Phenology of *Tomicus destruens* (Wollaston) in northern Italian pine stands. Entomological research in Mediterranean forest ecosystems. INRA Editions, Versailles, France, 185-193.
- Faccoli M., Pisedda A., Salvato P., Simonato M., Masutti L. and Battisti A., 2005b. Genetic structure and phylogeography of pine shoot beetle populations (*Tomicus destruens* and *T. piniperda*, Coleoptera: Scolytidae) in Italy. Annals of Forest Science, 62, 361-368.
- Faccoli M., 2006. Morphological separation of *Tomicus piniperda* and *T. destruens* (Coleoptera: Curculionidae: Scolytinae): new and old characters. European Journal of Entomology, 103, 433-442.
- Faccoli M., 2007. Breeding performance and longevity of *Tomicus destruens* on Mediterranean and continental pine species. Entomologia Experimentalis et Applicata, 123, 263-269.
- Faccoli M., Anfora G. and Tasin M., 2008. Responses of the mediterranean pine shoot beetle *Tomicus destruens* (Wollaston) to pine shoot and bark volatiles. Journal of Chemical Ecology, 34, 1162-1169.
- Faccoli M., 2009. Breeding performance of *Tomicus destruens* at different densities: the effect of intraspecific competition. Entomologia Experimentalis et Applicata, 132, 191-199.
- Faccoli M., Anfora G. and Tasin M., 2011. Stone pine volatiles and host selection by *Tomicus destruens* (Wollaston) (Coleoptera: Curculionidae, Scolytidae). Silva Lusitana, 19, 61-73.
- Fernández Fernández M.M., Pajares Alonso J.A. and Salgado Costas J.M., 1999. Oviposition and development of the immature stages of *Tomicus minor* (Coleoptera, Scolytidae). Agricultural and Forest Entomology, 1, 97-102.
- Gallego D. and Galián J., 2001. The internal transcribed spacers (ITS1 and ITS2) of the rDNA differentiates the bark beetle forest pests *Tomicus destruens* and *T. piniperda*. Insect Molecular Biology, 10, 415-420.
- Gallego D., Cánovas F., Esteve M. A. and Galián J., 2004. Descriptive biogeography of *Tomicus* (Coleoptera: Scolytidae) species in Spain. Journal of Biogeography, 31, 2011-2024.
- Gallego D., Galián J., Diez J.J. and Pajares J.A., 2007. Kairomonal responses of *Tomicus destruens* (Col., Scolytidae) to host volatiles  $\alpha$ -pinene and ethanol. Journal of Applied Entomology, 132, 654-662.

---

**Michele COINU**

Ciclo biologico e capacità riproduttiva di *Tomicus destruens* in Sardegna

Scuola di dottorato in “Scienze e Biotecnologie dei Sistemi Agrari e Forestali e delle Produzioni Alimentari”

Indirizzo: “Monitoraggio e Controllo degli Ecosistemi Agrari e Forestali in Ambiente Mediterraneo”

Università degli Studi di Sassari



- Gallego D. and Galián J., 2008. Hierarchical structure of mitochondrial lineages of *Tomicus destruens* (Coleoptera, Scolytidae) related to environmental variables. *Journal of Zoological Systematic and Evolutionary Research*, 46 (4), 331-339.
- Gil L. and Pajares J.A., 1986. Los escolítos de las coníferas en la península ibérica. Publicacione del Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentacion – Sereteria General Tecnica, Madrid, 194.
- Guerrero A., Feixas J., Pajares J., Wadhams L.J., Pickett J.A. and Woodcock C.M., 1997. Semiochemically induced inhibition of behaviour of *Tomicus destruens* (Woll.) (Coleoptera: Scolytidae). *Naturwissenschaften*, 84, 155-157.
- Haack R.A. and Kucera D., 1993. New Introduction – Common pine shoot beetle, *Tomicus piniperda* (L.). USDA Forest Service, Northeastern Area, Pest Alert NA-TP-05-93, 2.
- Haack R.A. and Poland T.M., 2001. Evolving management strategies for a recently discovered exotic forest pest: the pine shoot beetle, *Tomicus piniperda* (Coleoptera). *Biological Invasion*, 3, 307-322.
- Harry D.E. and Kimmerer T.W., 1991. Molecular genetics and physiology of alcohol dehydrogenase in woody plants. *Forest ecology and management*, 43, 251-272.
- Horn A., Roux-Morabito G., Lieutier F. and Kerdelhue C., 2006. Phylogeographic structure and past history of the circum - Mediterranean species *Tomicus destruens* Woll. (Coleoptera: Scolytinae). *Molecular Ecology*, 15, 1603-1615.
- Hrašovec B., Pernek M., Diminic D. and Pilaš I., 2005. The up rise of xylophagous insect populations in Croatia as a consequence of climatic changes. Proceedings of the International Conference, Climate Change - Forest Ecosystems & Landscape, Sielnica-Zvolen (Slovak Republic).
- Jactel H. and Lieutier F., 1987. Effect of attack density on fecundity of the scots pine beetle *Ips sexdentatus* Boern. (Coleoptera: Scolytidae). *Journal of Applied Entomology*, 104, 190-204.
- Jorgensen E. and Bejer-Petersen B., 1951. Attack of *Fomes annosus* (Fr.) Cke. and *Hylesinus piniperda* L. on *Pinus sylvestris* in plantations at Djursland, (Jutland). *Dansk Skovforenings Tidsskrift*, 36, 453-479.
- Kelsey R.G., Joseph G. and Gerson E.A., 1998. Ethanol synthesis, nitrogen, carbohydrates, and growth in tissues from nitrogen fertilized *Pseudotsuga mensiesii* (Mirb.) Franco and *Pinus ponderosae* Dougl. ex Laws. Seedlings. *Trees*, 13, 103-111.

---

**Michele COINU**

Ciclo biologico e capacità riproduttiva di *Tomicus destruens* in Sardegna

Scuola di dottorato in “Scienze e Biotecnologie dei Sistemi Agrari e Forestali e delle Produzioni Alimentari”

Indirizzo: “Monitoraggio e Controllo degli Ecosistemi Agrari e Forestali in Ambiente Mediterraneo”

Università degli Studi di Sassari



- Kelsey R.G. and Joseph G., 2003. Ethanol in ponderosa pine as an indicator of physiological injury from fire and its relationship to secondary beetles. *Canadian Journal of Forest Research*, 33, 870-884.
- Kenis M., Wermelinger B. and Grègoire J.C., 2004. Research on parasitoids and predators of Scolytidae – A Review. In: *Bark and Wood Boring Insects in Living Trees in Europe, a synthesis*. Kluwer Academic Publishers, Netherlands, 237-290.
- Kerdelhué C., Roux - Morabito G., Forichon J., Chambon J.M., Robert E. and Lieutier F., 2002. Population genetic structure of *Tomicus piniperda* L. (Curculionidae: Scolytinae) on different pine species and validation of *T. destruens* (Woll.). *Molecular Ecology*, 11, 483-494.
- Kirkendall L.R., Faccoli M. and Ye H., 2008. Description of the Yunnan shoot borer, *Tomicus yunnanensis* (Curculionidae, Scolytidae), an unusually aggressive pine shoot beetle from southern China, with a key to all *Tomicus*. *Zootaxa*, 1819, 25-39.
- Koelling M.R., Hart J.B. and Leefers L., 1992. Christmas tree production in Michigan. Michigan State University, Agricultural Experiment Station, East Lansing, Michigan, USA, Special Report 61.
- Kohlmayr B., Riegler M., Wegensteiner R. and Stauffer C., 2002. Morphological and genetic identification of the three pine pests of the genus *Tomicus* (Coleoptera, Scolytidae) in Europe. *Agricultural and Forest Entomology*, 4, 151-157.
- Komonen A. and Koucky J., 2008. Do restoration fellings in protected forest increase the risk of bark beetle damages in adjacent forest? A case study from Fennoscandian boreal forest. *Forest Ecology and Management*, 255, 3736-3743.
- Krause A.M., 1920. Die Arten, Rassen und Varietäten des grossen Waldgärtens (genus *Blastophagus* Eich.). *Zeitschrift für Forst-und Jagdwesen*, 52, 169-178.
- Långström B., 1980. Distribution of pine shoot beetle attacks within the crown of Scots pine. *Studia Forestali Suecica*, 154, 25pp.
- Långström B., 1983. Life cycle and shoot feeding of the pine shoot beetles. *Studia Forestalia Suecica*, 163, 1-29.
- Långström B., 1984. Windthrown Scots pines as brood material for *Tomicus piniperda* and *T. minor*. *Silva Fennica*, 18, 187-198.
- Långström B. and Hellqvist C., 1990. Spatial distribution of crown damage and growth losses caused by recurrent attacks of pine shoot beetles in pine stands surrounding a pulp mill in Southern Sweden. *Journal of Applied Entomology*, 110, 261-269.
- Långström B. and Hellqvist C., 1993. Induced and spontaneous attacks by pine shoot beetles on young Scots pine trees: tree mortality and beetle performance. *Journal of Applied Entomology*, 115, 25-36.

---

**Michele COINU**

Ciclo biologico e capacità riproduttiva di *Tomicus destruens* in Sardegna

Scuola di dottorato in “Scienze e Biotecnologie dei Sistemi Agrari e Forestali e delle Produzioni Alimentari”

Indirizzo: “Monitoraggio e Controllo degli Ecosistemi Agrari e Forestali in Ambiente Mediterraneo”

Università degli Studi di Sassari



- Långström B., Lisha L., Hongpin L., Peng C., Haoran L., Hellqvist C. and Lieutier F., 2002. Shoot feeding ecology of *Tomicus piniperda* and *T. minor* (Col., Scolytidae) in southern China. *Journal of Applied Entomology*, 333-342.
- Laumond C. and Carle P., 1971. Nematodes associated with and parasitic on *Blastophagus destruens* (Col. Scolytidae). *Entomophaga*, 16, 51-66.
- Lekander B., 1971. On *Blastophagus destruens* Woll. and a description of its larva (Col. Scolytidae). *Entomologisk Tidskrift*, 92, 271-276.
- Lieutier F., Ye H. and Yart A., 2003. Shoot damage by *Tomicus* sp. (Coleoptera: Scolytidae) and effect on *Pinus yunnanensis* resistance to subsequent reproductive attacks in the stem. *Agricultural and Forest Entomology*, 5, 227-233.
- Longo S., 1989. I principali insetti dei *Pinus* in Sicilia. In: Atti delle giornate di studio sulle avversità del pino (G. Govi, L. Masutti), Ravenna, 6-7 novembre 1989, Regione Emilia Romagna, Assessorato agricoltura e alimentazione, 212-217.
- Lorio P.L., Stephen F.M. and Paine T.D., 1995. Environment and ontogeny modify loblolly pine response to induced acute water deficits and bark beetle attacks. *Forest Ecology and Management*, 73, 97-110.
- Luciano P. and Pantaleoni R.A., 1997. La protezione del verde urbano. In: Atti della Giornata sulle strategie bio-ecologiche di lotta contro gli organismi nocivi. (R. Prota, R.A. Pantaleoni), Sassari, 11 aprile 1997, 115-132.
- Luciano P., 2009. Problematiche fitosanitarie e difesa delle pinete della Sardegna. I Georgofili. Quaderni 2009-IV, 53-69.
- Masutti L., 1969. Pinete dei litorali a *Blastophagus piniperda* L. - Una difficile convivenza. *Monti e Boschi*, 3, 15-27.
- McCullogh D.D. and Smitley D., 1995. Evaluation of insecticides to reduce maturation feeding by *Tomicus piniperda* (Coleoptera: Scolytidae) in scotch pine. *Journal of Economic Entomology*, 88 (3), 693-699.
- Mendel Z., Madar Z. and Golan Y., 1985. Comparison of the seasonal occurrence and behavior of seven pine bark beetles (Coleoptera: Scolytidae) in Israel. *Phytoparasitica*, 13, 21-32.
- Mendel Z., 1987. Major pests of man-made forests in Israel: origin, biology, damage and control. *Phytoparasitica*, 15 (2), 131-137.
- Mendel Z., Podoler H., and Livne H., 1990. Interactions between *Aulonium ruficorne* (Coleoptera: Colydiidae) and other natural enemies of bark beetles (Coleoptera: Scolytidae). *Entomophaga*, 35, 99-105.
- Michalski J. and Witkowsfi Z., 1962. Untersuchungen über den einfluß des regegenerations und reifungsfraßes von *Blastophagus piniperda* L. (Col., Scolytidae)

---

**Michele COINU**

Ciclo biologico e capacità riproduttiva di *Tomicus destruens* in Sardegna

Scuola di dottorato in "Scienze e Biotecnologie dei Sistemi Agrari e Forestali e delle Produzioni Alimentari"

Indirizzo: "Monitoraggio e Controllo degli Ecosistemi Agrari e Forestali in Ambiente Mediterraneo"

Università degli Studi di Sassari



- auf den Zuwachs eines jungen Kiefernbestandes. XI. International Congress of Entomology, Vienna 1960, 9, 258-261.
- Monleón A., Blas M. and Riba J.M., 1996. Biology of *Tomicus destruens* (Wollaston, 1865) (Coleoptera: Scolytidae) in the mediterranean forest. *Elytron*, 10, 161-167.
- Nanni C. and Tiberi R., 1997. *Tomicus destruens* (Wollaston): biology and behaviour in Central Italy. In: Proceedings, Integrating Cultural Tactics into the Management of Bark Beetle and Reforestation Pests (J. C. Gregoire, A. M. Liebhold, F. M. Stephen, K. R. Day and S. M. Salom) [eds.]. USDA Forest Service (GTR-NE-236), 131-134.
- Nilssen A.C., 1978. Development of a bark fauna in plantation of spruce (*Picea abies* (L.) Karst.) in North Norway. *Astarte*, 11, 151-169.
- Peverieri G. S. and Faggi M., 2005. Determination of age in larvae of *Tomicus destruens* (Wollaston, 1865) (Coleoptera Scolytidae) based on head capsule width. *Redia*, 88, 115-117.
- Peverieri G. S., Capretti P. and Tiberi R., 2006. Associations between *Tomicus destruens* and *Leptographium spp.* in *Pinus pinea* and *P. pinaster* stands in Tuscany, central Italy. *Forest Pathology*, 36, 14-20.
- Pfeffer A., Knizek M., Zumr V. and Zuber, M., 1995. Zentral und westalarktische Borken und Kemkafer (Coleoptera: Scolytidae, Platypodidae). *Pro Entomologia, Naturhistorisches Museum Basel*, 310 S.
- Poland T.M. and Haack R.A., 1998. Reading the lines under bark. *Entomology notes*, n.25. Published as a Service of the Michigan Entomological Society. Michigan.
- Postner M., 1974. Scolytidae Borkenkafer. In: *Die Forstschadlinge Europas* (W. Schwenke) [eds.]. Bd. 2, Kafer. Paul Parey, Hamburg and Berlin, 334-487.
- Räisänen H., Laine L., Kero I. and Kaleva T., 1986. Preliminary study on insect and fungal damage in pruned Scots pine stand. *Folia Forestalia*, 663, 1-18.
- Reitter E., 1913. Bestimmungstabellen der europäischen Coleopteren Bestimmungstabelle der Borkenkäfer (Scolytidae) aus Europa und den angrenzenden Ländern. Hofbuchdruckerei. Wiener Entomologische Zeitung, 32, 1-116.
- Russo G., 1946. Scolitidi di pino nel litorale toscano. *Bollettino dell'Istituto di Entomologia "G. Grandi"*, Università Bologna, 15, 297-314.
- Ryall K.L. and Smith S.M., 2000. Brood production and shoot feeding by *Tomicus piniperda* (Coleoptera: Scolytidae). *The Canadian Entomologist*, 132, 939-949.
- Saalas U., 1949. Suomen metsähyönteist. (Finnish forest insects). WSOY, Porvo, Helsinki.

---

**Michele COINU**

Ciclo biologico e capacità riproduttiva di *Tomicus destruens* in Sardegna

Scuola di dottorato in "Scienze e Biotecnologie dei Sistemi Agrari e Forestali e delle Produzioni Alimentari"

Indirizzo: "Monitoraggio e Controllo degli Ecosistemi Agrari e Forestali in Ambiente Mediterraneo"

Università degli Studi di Sassari



- Sabbatini Peverieri G., Faggi M., Marziali L. and Tiberi R., 2008. Life cycle of *Tomicus destruens* in a pine forest of central Italy. *Bulletin of Insectology*, 61, 337-342.
- Salonen K., 1973. On the life cycle, especially on the reproduction biology of *Blastophagus piniperda* L. (Col., Scolytidae). *Acta Forestalia Fennica*, 127, 72 pp.
- Santini L. and Prestininzi M., 1991. Il *Tomicus destruens* nelle Pinete tosco-laziali: biologia e possibilità di controllo. *Atti delle giornate di studio sulle avversità del pino*. Ravenna 6-7 novembre 1989, 232-241.
- Sauvard D., Lieutier F. and Levieux J., 1987. Répartition spatiale et dispersion de *Tomicus piniperda* L. (Coleoptera Scolytidae) en forêt d'Orléans. *Annales des Sciences Forestières*, 44 (4), 417-434.
- Sauvard D., 1989. Capacités de multiplication de *Tomicus piniperda* L. (Col., Scolytidae). *Journal of Applied Entomology*, 108, 164-181.
- Sauvard D., 1993. Reproductive capacity of *Tomicus piniperda* L. (Col., Scolytidae). 2. Analysis of the various sister broods. *Journal of Applied Entomology*, 119 (2), 23-38.
- Sauvard D., 2004. General Biology of Bark Beetles. In: *Bark and Wood Boring Insects in Living Trees in Europe, a Synthesis* (F. Lieutier, K. R. Day, A. Battisti, J. C. Gregoire and H. F. Evans) [eds.]. Kluwer Academic Publishers, London, 63-88.
- Schedl K.E., 1946. Bestimmungstabellen der palaearktischen Borkenkafer, II – Die Gattung *Blastophagus* Eichh. *Zentralblatt für das Gesamtgebiet der Entomologie*, 1, 50-58.
- Schroeder L.M., 1987. Attraction of the bark beetle *Tomicus piniperda* to scots pine trees in relation to tree vigor and attack density. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 44, 53-58.
- Siegert N.W. and McCullough D.G., 2001. Preference of *Tomicus piniperda* (Coleoptera: Scolytidae) parent adults and shoot-feeding progeny adults for three pine species. *The Canadian Entomologist*, 133, 343-353.
- Solheim H. and Långström B., 1991. Blue-stain fungi associated with *Tomicus piniperda* in Sweden and preliminary observation on their pathogenicity. *Annales des Sciences Forestières*, 48, 149-156.
- Sullivan B.T., Berisfird C.W. and Dalusky M.J., 1997. Field response of southern pine beetle parasitoids to some natural attractants. *Journal of Chemical Ecology*, 23, 837-856
- Räisänen H., Laine L., Kero I. and Kaleva T., 1986. Preliminary study on insect and fungal damage in pruned scots pine stand. *Folia Forestalia*, 663, 1-18.

---

**Michele COINU**

Ciclo biologico e capacità riproduttiva di *Tomicus destruens* in Sardegna

Scuola di dottorato in “Scienze e Biotecnologie dei Sistemi Agrari e Forestali e delle Produzioni Alimentari”

Indirizzo: “Monitoraggio e Controllo degli Ecosistemi Agrari e Forestali in Ambiente Mediterraneo”

Università degli Studi di Sassari



- Tiberi R., Faggi M., Panzavolta T., Sabbatini Peverieri G., Marziali L. and Niccoli A., 2009. Feeding preference of *Tomicus destruens* progeny adults on shoots of five pine species. *Bulletin of Insectology*, 62, 261-266.
- Titovsek J., 1988. Podlubniki (Scolytidae) Slovenije obvladovanje podlubnikov. Ljubjana: Zveza društev inženirjev in tehnikov gozdarstva in lesarstva Slovenije: Gozdarska Založda, pp. 128.
- Trägårdh I., 1939. Sveriges skogsinsekter. Gebers, Stockholm.
- Vallet E., 1982. Données bioécologiques récentes sur trois insectes ravageurs responsables du dépérissement du pin sylvestre en région centre: *Tomicus piniperda*, *Ips acuminatus* et *Ips sexdentatus* (Coleoptera: Scolytidae). *Bull. Institut Ecol. Appl. Orléans*, 9 (1-2), 3-41.
- Vasconcelos T., Nazare N., Branco M., Kerdelhue C., Sauvard D. and Lieutier F., 2003. Host preference of *Tomicus piniperda* and *Tomicus destruens* for three pine species. *Proceedings, Forest Insect Population Dynamics and Host Influences. IUFRO, Kanazawa, Japan.*
- Vasconcelos T., Horn A., Lieutier F., Branco M. and Kerdelhue C., 2006. Distribution and population genetic structure of the Mediterranean pine shoot beetle *Tomicus destruens* in the Iberian Peninsula and Southern France. *Agricultural and Forest Entomology*, 8, 103-111.
- Wagner T.L., Gagne J.A., Cover J.D., Coulson R.N. and Pulley P.E., 1981. Comparison of gallery construction, oviposition and reemergence by *Dendroctonus frontalis* females producing first and second broods. *Entomological Society of America, Annals*, 74, 570-575.
- Wood S.L., 1982. The role of pheromones, kairomones, and allomones in the host selection and colonization behavior of bark beetles. *Annual Review of Entomology*, 27, 411-446.
- Wood S.L. and Bright D.E., 1992. A Catalog of Scolytidae and Platypodidae (Coleoptera), Part 2: Taxonomic Index. Provo, Utah: Brigham Young University. *Entomological Society Entomology, Notes no. 25.*
- Ye H., 1991. On the bionomy of *Tomicus piniperda* (L.) (Col. Scolytidae) in the Kunming region of China. *Journal of Applied Entomology*, 112, 366-369.
- Ye H. and Zhao Z., 1995. Life table of *Tomicus piniperda* (L.) (Col., Scolytidae) and its analyses. *Journal of Applied Entomology*, 119, 145-148.
- Ye H., 1996. Studies on the biology of *Tomicus piniperda* (L.) (Col. Scolytidae) during the period of shoot feeding. *Acta Entomologica Sinica*, 39, 58-62.

---

**Michele COINU**

Ciclo biologico e capacità riproduttiva di *Tomicus destruens* in Sardegna

Scuola di dottorato in “Scienze e Biotecnologie dei Sistemi Agrari e Forestali e delle Produzioni Alimentari”

Indirizzo: “Monitoraggio e Controllo degli Ecosistemi Agrari e Forestali in Ambiente Mediterraneo”

Università degli Studi di Sassari



- Ye H., 1997. Mass attack by *Tomicus piniperda* L. (Col., Scolytidae) on *Pinus yunnanensis* tree in the Kunming region, southwest China. In: Proceedings, Integrating Cultural Tactics into the Management of Bark Beetle and Reforestation Pests (J.C. Gregorie, A.M. Liebhold, F.M. Stephen, K.R. Day and S.M. Salom) [Eds.], USDA Forest Service (GTR-NE-236), 225-227.
- Ye H. and Lieutier F., 1997. Shoot aggregation by *Tomicus piniperda* L (Col.: Scolytidae) in Yunnan, southwestern China. *Annales des Sciencias Forestières*, 54, 635-641.
- Ye H. and Ding X.S., 1999. Impacts of *Tomicus minor* on distribution and reproduction of *Tomicus piniperda* (Col., Scolytidae) on the trunk of the living *Pinus yunnanensis* trees. *Journal of Applied Entomology*, 123, 329-333.

---

**Michele COINU**

Ciclo biologico e capacità riproduttiva di *Tomicus destruens* in Sardegna

Scuola di dottorato in “Scienze e Biotecnologie dei Sistemi Agrari e Forestali e delle Produzioni Alimentari”

Indirizzo: “Monitoraggio e Controllo degli Ecosistemi Agrari e Forestali in Ambiente Mediterraneo”

Università degli Studi di Sassari