

FRANCESCO PARISI ^(a) - VITTORIA MORANDINI ^(a) - ELENA DE SANTIS ^{(a)(*)}
CLAUDIA COCOZZA ^(a) - GHERARDO CHIRICI ^(a) - GIOVANNI GALIPÒ ^(b)
GIULIANO SAVELLI ^(b) - DAVIDE TRAVAGLINI ^(a)

COLEOTTERI DEL LEGNO E MICROHABITAT FORESTALI NEI BOSCHI MISTI DI ABETE BIANCO E FAGGIO DELLA RISERVA DI VALLOMBROSA

^(a) GeoLAB - Laboratorio di Geomatica Forestale, Dipartimento di Scienze e Tecnologie Agrarie, Alimentari, Ambientali e Forestali (DAGRI), Università degli Studi di Firenze, Via San Bonaventura 13, 50145 Firenze.

^(b) Reparto Carabinieri Biodiversità di Vallombrosa, Via San Benedetto 1, 50066 Reggello, Loc. Vallombrosa (FI).

^(*) Autore corrispondente; elena.desantis@unifi.it

La biodiversità forestale può essere monitorata attraverso indicatori come i microhabitat ed il legno morto, che costituiscono il substrato fertile per lo sviluppo delle specie saproxiliche. Tra i primi utilizzatori di queste nicchie ecologiche ci sono artropodi, uccelli e piccoli mammiferi, anche se gli insetti, ed in particolare i Coleotteri, sono quelli maggiormente rappresentati. Nel 2020, nei boschi misti di abete bianco e faggio della Riserva di Vallombrosa, è stato avviato uno studio volto ad esaminare i coleotteri saproxilici presenti e le relazioni tra questi e alcuni indicatori di biodiversità forestale. In 47 aree di saggio sono stati monitorati i coleotteri volanti e striscianti ed è stato eseguito il rilievo dei microhabitat, del legno morto e della struttura forestale. In questo lavoro si riportano i primi risultati ottenuti dallo studio. Nei soprassuoli esaminati sono state rinvenute specie incluse nella Lista Rossa dei Coleotteri Saproxilici Italiani e specie tutelate dalla Direttiva Habitat. Sono stati censiti 2573 microhabitat che presentano relazioni ecologiche con i coleotteri campionati. Il rapporto tra il volume della necromassa e il volume degli alberi vivi è risultato pari al 39%. I risultati sono discussi per descrivere il ruolo ecologico della coleotterofauna rispetto agli indicatori di biodiversità considerati.

Parole chiave: microhabitat; legno morto; coleotteri saproxilici; conservazione della biodiversità.
Key words: microhabitats; dead wood; saproxyllic beetles; biodiversity conservation.

Received 16/09/2021; revised version 10/01/2022; published online 24/01/2022.

Citazione: Parisi F., Morandini V., De Santis E., Cocozza C., Chirici G., Galipò G., Savelli G., Travaglini D., 2021 - *Coleotteri del legno e microhabitat forestali nei boschi misti di abete bianco e faggio della Riserva di Vallombrosa*. L'Italia Forestale e Montana, 76 (6): 315-329. <https://dx.doi.org/10.4129/ifm.2021.6.02>

1. INTRODUZIONE

Lo studio e la conservazione della biodiversità sono di fondamentale importanza per garantire il mantenimento della naturalità degli ecosistemi forestali

(Agostini *et al.*, 2005). La biodiversità è condizionata dalla presenza quantitativa e qualitativa di numerose componenti ecologiche, tra cui i microhabitat ed il legno morto. Tali nicchie ecologiche assolvono varie funzioni e devono rispettare determinate caratteristiche, come, ad esempio, le piccole dimensioni e la stabilità chimico-fisica.

La presenza dei microhabitat garantisce la permanenza di diverse specie animali e vegetali, favorendo la diversità dell'ecosistema foresta (Larrieu *et al.*, 2018). Tra i primi utilizzatori dei microhabitat ci sono artropodi, uccelli e piccoli mammiferi che, condizionati dalla qualità e quantità dei microhabitat, ne utilizzano la specificità per esercitare alcune delle loro fasi vitali (Parisi *et al.*, 2018). È a compimento del proprio ciclo vitale che le specie vegetali forniscono il substrato fertile alla stabilizzazione di microhabitat funzionali al perpetuarsi della diversità biologica. Così il legno morto rappresenta una importante e insostituibile fonte di biodiversità che contribuisce ad aumentare la complessità e la stabilità degli ecosistemi naturali (Dudley e Vallauri, 2004).

Come è noto, la biomassa animale di maggior rilevanza, in funzione di questi piccoli bio-habitat, è rappresentata dagli insetti. In particolare, alle specie saproxiliche è attribuita la maggior attività nell'utilizzo di sostanza organica in decomposizione, a sostegno di alcune delle fasi vitali proprie di queste specie. Speight (1989) definisce gli organismi saproxilici come: "*Specie di invertebrati che dipendono, in qualche fase del loro ciclo vitale, dal legno morto o deperente di alberi morti o senescenti (in piedi o a terra) o da funghi del legno o dalla presenza di altri saproxilici*".

La presenza di specie saproxiliche nelle foreste italiane è di notevole rilevanza per definire il grado di biodiversità e la capacità di autorigenerazione del bosco. Si tratta di organismi che svolgono prevalentemente un'azione di utilizzazione del legno morto, accelerando le fasi di decomposizione della necromassa, favorendo il riciclo della materia organica, fondamentale nella fertilizzazione del suolo, al fine di migliorare la capacità del sistema foresta di mantenersi vitale nel tempo (Macagno *et al.*, 2015). Inoltre, le specie saproxiliche coinvolte nel processo di decomposizione del legno morto favoriscono la rinnovazione delle specie vegetali, incrementando la diversità biologica della foresta.

Tra i principali attori dei processi decompositivi spiccano i Coleotteri. Essi rappresentano il più vasto Ordine della Classe degli Insetti, con circa 400.000 specie descritte. Di queste, circa 12.000 sono note per la fauna italiana (Audisio *et al.*, 2014).

Nella Riserva Naturale Statale Biogenetica di Vallombrosa sono state condotte numerose indagini sugli insetti presenti in questa storica foresta. Particolare attenzione è stata dedicata allo studio degli aspetti connessi alla difesa fitosanitaria per la tutela dei soprassuoli arborei, soprattutto abetine di abete bianco e soprassuoli di douglasia (Tiberi, 1997; Moriondo e Tiberi, 2000; Tiberi e Roversi, 2005; Caramalli *et al.*, 2020). Ulteriori indagini sono tuttavia necessarie

per approfondire le conoscenze sulla biodiversità forestale nei soprassuoli della Riserva, ad esempio per gli aspetti connessi alla diversità dei coleotteri saproxilici (Macagno *et al.*, 2015) e dei microhabitat (Perrella, 2015).

Per questo motivo, nel 2020, nei boschi misti di abete bianco e faggio di Vallombrosa, è stato avviato uno studio finalizzato ad esaminare i coleotteri saproxilici presenti e le relazioni che intercorrono tra questi ed alcuni indicatori di biodiversità forestale: microhabitat, legno morto, struttura. Lo scopo di questo lavoro è descrivere i primi risultati ottenuti dallo studio, presentando le specie incluse nella Lista Rossa dei Coleotteri Saproxilici Italiani (Red List IUCN), le categorie trofiche rinvenute, e la caratterizzazione dei soprassuoli in funzione degli indicatori di biodiversità forestale considerati. Il ruolo ecologico della coleotterofauna è infine discusso rispetto ai microhabitat e alle tipologie di legno morto presenti nei boschi esaminati.

2. AREA DI STUDIO

Il territorio oggetto di studio è situato sul versante occidentale del Massiccio del Pratomagno, nel comune di Reggello (Provincia di Firenze). La superficie in esame è la Riserva Naturale di Vallombrosa, oggi affidata alla gestione del Reparto Carabinieri Biodiversità di Vallombrosa. La Riserva si estende per circa 1273 ettari a quote comprese tra 470 e 1447 m s.l.m.

Utilizzando la carta della vegetazione forestale della Riserva e le descrizioni delle unità colturali (Ciancio, 2009), sono stati selezionati i boschi misti di abete bianco e faggio situati a quote superiori a 900 m s.l.m. L'età di questi soprassuoli, aggiornata all'anno 2020, è compresa tra 62 anni e 194 anni. In seguito, sono state individuate 47 aree di saggio distribuite in modo casuale nei boschi misti di abete e faggio precedentemente selezionati.

In ciascuna area di saggio è stato condotto il monitoraggio della coleotterofauna saproxilica, è stato eseguito il rilievo dei microhabitat e del legno morto, ed è stata effettuata la caratterizzazione strutturale del soprassuolo in piedi.

3. MATERIALI E METODI

I rilievi sono stati condotti in aree di saggio circolari di 13 metri di raggio. I soprassuoli rilevati hanno età compresa tra 63 e 194 anni; il 51% delle aree di saggio ricade in boschi di età < 100 anni e il restante 49% in boschi di età ≥ 100 anni.

Per raccogliere la fauna saproxilica volante, sono state utilizzate delle trappole entomologiche di tipo aereo (*window flight trap*), costituite da due pannelli in plexiglas di 60x40 cm indirizzati in un imbuto con diametro di 42 cm che convoglia gli artropodi in un barattolo di polietilene da 500 ml. Le trappole sono state sospese ad un'altezza di circa 2 metri da terra, grazie al sussidio di un

albero d'alto fusto situato al centro di ogni area di saggio. Inoltre, per permettere la raccolta della fauna strisciante sulla superficie del terreno, in ogni area di saggio sono state installate delle trappole interrate (*pitfall-trap*) in prossimità di accumuli del legno morto e della lettiera. Queste trappole sono costituite da un bicchiere in polietilene con diametro di 6 cm. Entrambe le tipologie di trappole utilizzate sono state riempite per un terzo con una miscela di vino e birra, avente funzione attrattiva per un'ampia gamma di specie saproxiliche. Da maggio a settembre del 2020, a cadenza mensile, si è provveduto alla raccolta degli insetti catturati in bosco, seguita dalla sostituzione dei flaconi, per un totale di quattro campionamenti.

Nello stesso periodo, in ciascuna area di saggio è stato effettuato il censimento dei microhabitat. L'area di saggio è stata percorsa annotando i microhabitat osservati sia sulla necromassa in decomposizione (es.: fori da saproxilici, presenza di gallerie o funghi) che sugli alberi vivi (es.: chiome spezzate, presenza di cavità sui tronchi). L'identificazione dei microhabitat si è basata sulle classificazioni di Kraus *et al.* (2016) e Larrieu *et al.* (2018), che prevedono 20 categorie e 47 tipologie di microhabitat. Ogni categoria, codificata da una sigla alfanumerica, possiede un numero variabile di microhabitat a seconda del livello di specificità. Ciascun microhabitat è identificato con il codice della categoria di appartenenza, con l'aggiunta di un numero per differenziarne le caratteristiche.

Inoltre, è stato campionato il legno morto considerando le seguenti tipologie: alberi morti in piedi, inclusi gli alberi troncati morti in piedi (*snag*), ceppaie, alberi morti a terra e detriti legnosi grossolani a terra (*coarse woody debris*, CWD). Nel caso degli alberi morti in piedi e degli alberi morti a terra sono stati misurati il diametro a 1,3 metri dalla base del fusto e l'altezza/lunghezza totale dell'albero. Nel caso degli *snag*, ceppaie e CWD sono stati misurati i diametri alle due estremità (alla base e in testa) e l'altezza/lunghezza totale. Gli alberi morti in piedi, gli alberi morti a terra e gli *snag* sono stati misurati considerando una soglia diametrica a petto d'uomo di 5 cm. I detriti a terra sono stati misurati prendendo in considerazione frammenti con un diametro minimo di 5 cm. Per distinguere una ceppaia da uno *snag* si è scelta una soglia di altezza pari a 1,3 m come valore al di sotto del quale il pezzo viene considerato una ceppaia (Travaglini *et al.*, 2007). Il volume degli alberi morti in piedi e a terra è stato stimato mediante l'uso di tavole di cubatura a doppia entrata (Tabacchi *et al.*, 2011); il volume degli *snag*, delle ceppaie e dei CWD è stato stimato con la formula di Smalian (La Marca, 2017). Il grado di decomposizione del legno morto è stato valutato a vista utilizzando la classificazione di Hunter (1990), che consiste in una scala numerica che va da 1 (basso) a 5 (alto).

Infine, per caratterizzare la struttura forestale sono stati misurati il diametro a 1,3 metri da terra, l'altezza totale e l'altezza di inserzione della chioma di tutti gli alberi vivi inclusi nell'area di saggio con diametro a petto d'uomo superiore a 2,5 cm. Il volume degli alberi vivi è stato stimato utilizzando tavole di cubatura

a doppia entrata (Tabacchi *et al.*, 2011). Inoltre, in ciascuna area di saggio è stata determinata la struttura verticale del soprassuolo calcolando il numero di strati arborei attraverso l'applicazione dell'indice di Latham (Latham *et al.*, 1998; Travaglini *et al.*, 2012).

4. RISULTATI

Dallo studio preliminare della coleotterofauna saproxilica rinvenuta nei boschi misti di abete bianco e faggio della Riserva di Vallombrosa sono state individuate 47 specie appartenenti a 18 diverse famiglie di Coleotteri (Fig. 1): Anobiidae,



Figura 1 - Esempi di coleotteri Cerambycidae rinvenuti nel corso delle attività di monitoraggio: *Prionus coriarius* (A), *Morimus asper* (B), *Rhagium inquisitor* (C), *Rhagium bifasciatum* (D), *Corymbia rubra* (E), *Stenurella melanura* (F).

Buprestidae, Cerambycidae, Cleridae, Curculionidae, Elateridae, Endomychidae, Eucnemidae, Lucanidae, Lycidae, Lymexylidae, Melandryidae, Monotomidae, Mycetophagidae, Nititulidae, Pyrochroidae, Salpingidae e Scarabaeidae.

In riferimento alle specie incluse nella Lista Rossa dei coleotteri saproxilici italiani (Red List IUCN), gli esemplari campionati risultano appartenere alle seguenti categorie di minaccia: *Critically Endangered* (CR); *Endangered* (EN); *Vulnerable* (VU); *Near Threatened* (NT); *Least Concern* (LC). In particolare, per la categoria di minaccia CR è presente *Ampedus quadrisignatus* (Gyllenhal, 1817) (Elateridae); per la categoria EN è presente *Ampedus nigroflavus* (Goeze, 1777) (Elateridae); per la categoria VU sono presenti *Stenagostus rhombeus* (Olivier, 1790) e *Ampedus elegantulus* (Schönherr, 1817) (Elateridae); per la categoria NT sono presenti *Prionus coriarius* (Linnaeus, 1758) (Cerambycidae), *Ampedus coenobita* (Costa, 1882) (Elateridae), *Elateroides dermestoides* (Linnaeus, 1760), *Lymexylon navale* (Linnaeus, 1758) (Lymexylidae), *Serropalpus* (*Serropalpus*) *barbatus* (Schaller, 1783) (Melandryidae), *Glischrochilus quadripunctatus* (Linnaeus, 1758) (Nititulidae) e *Salpingus ruficollis* (Linnaeus, 1760) (Salpingidae); infine, alla categoria LC appartengono 36 specie.

Per quanto riguarda le categorie trofiche, il gruppo maggiormente rappresentato è costituito dagli xilofagi (42% delle specie), seguito dai predatori (25%) e dai saproxilofagi (17%), principalmente attivi sul legno morto nelle varie fasi di decomposizione, inclusi i detriti legnosi accumulati nelle cavità degli alberi (detrito legnoso sciolto); le categorie meno numerose sono risultate quelle dei micofagi (10%) e dei micetobionti (4%).

Per quanto riguarda i microhabitat, nelle aree di saggio ne sono stati censiti in totale 2573, sia su alberi vivi e deperenti sia su legno morto in piedi o a terra. Il valore riportato ad ettaro è di 1031 microhabitat/ha. I microhabitat rilevati possono essere suddivisi in due macrocategorie: microhabitat saproxilici (la cui origine è dovuta a impatti di natura biotica o abiotica che espongono delle porzioni sub-corticali della pianta), che in totale sono stati contati 1820 volte (729 ad ettaro), e microhabitat epixilici (dovuti ad elementi di origine esterna fisicamente collegati all'albero, come i corpi fruttiferi fungini), che sono stati contati 753 volte (302 ad ettaro). Tra le categorie di microhabitat rilevate, tre categorie sono risultate maggiormente rappresentate rispetto alle altre. La categoria più frequente è costituita da reti di fori di uscita creati dall'azione di insetti xilofagi, che indicano la presenza di un sistema di gallerie scavate nel legno morto in piedi o a terra (754 osservazioni). Segue la categoria formata da legno morto, rami morti o legno morto nella chioma, in contatto con legno vivo avente flussi floematici e xilematici attivi (526 osservazioni). Infine, sono risultati frequenti (340 osservazioni) i microhabitat costituiti da corpi fruttiferi fungini sul tronco di alberi vivi o morti (Fig. 2).

Per quanto riguarda il legno morto, in totale sono stati misurati 1496 elementi di necromassa appartenenti principalmente alle specie *Abies alba* Mill. (53%) e *Fagus sylvatica* L. (22%); per circa il 17% degli elementi rilevati non è stato possibile

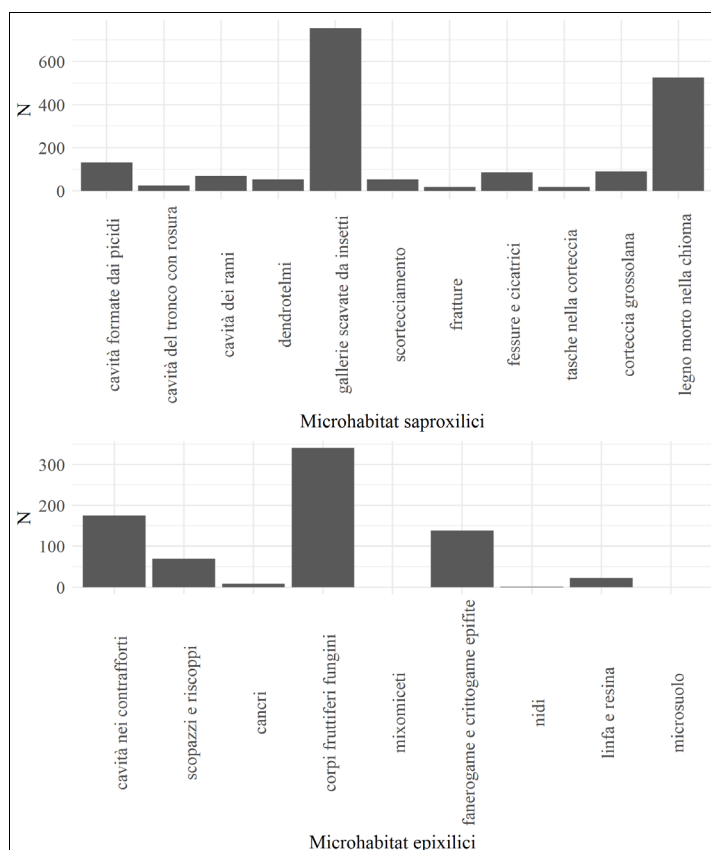


Figura 2 - Numero di osservazioni dei principali microhabitat saproxilici (in alto) ed epixilici (in basso).

assegnare una specie per la difficoltà nel riconoscimento. Il volume medio totale di legno morto è risultato pari a $182 \text{ m}^3/\text{ha}$ (deviazione standard [DS] = $165 \text{ m}^3/\text{ha}$) ed è così diviso nelle cinque tipologie considerate: i detriti grossolani a terra (CWD) sono la categoria più rappresentata ($89 \text{ m}^3/\text{ha}$, DS = $135 \text{ m}^3/\text{ha}$), seguiti dagli *snags* ($37 \text{ m}^3/\text{ha}$, DS = $55 \text{ m}^3/\text{ha}$), dagli alberi morti a terra ($23 \text{ m}^3/\text{ha}$, DS = $38 \text{ m}^3/\text{ha}$), dalle ceppaie ($16 \text{ m}^3/\text{ha}$, DS = $17 \text{ m}^3/\text{ha}$) e, infine, dagli alberi morti in piedi ($15 \text{ m}^3/\text{ha}$, DS = $19 \text{ m}^3/\text{ha}$). In relazione allo stato di decomposizione, le classi più frequenti sono risultate la classe 2 ($63 \text{ m}^3/\text{ha}$, DS = $100 \text{ m}^3/\text{ha}$) e la classe 1 ($44 \text{ m}^3/\text{ha}$, DS = $47 \text{ m}^3/\text{ha}$), seguite dalle classi 3 ($42 \text{ m}^3/\text{ha}$, DS = $49 \text{ m}^3/\text{ha}$), 4 ($32 \text{ m}^3/\text{ha}$, DS = $88 \text{ m}^3/\text{ha}$) e 5 ($0,95 \text{ m}^3/\text{ha}$, DS = $3 \text{ m}^3/\text{ha}$) (Fig. 3).

Relativamente alla struttura forestale, sono stati misurati in totale 1941 alberi, appartenenti per lo più alle specie *A. alba* (33%), *Castanea sativa* Mill. (2,6%), *F. sylvatica* (49%), *Ilex aquifolium* L. (3,2%), *Picea abies* (L.) H. Karst (1,5%), *Pinus nigra* J.F. Arnold (4,3%) e *Pinus sylvestris* L. (1,4%). La provvigione legnosa in piedi in media è pari a $691 \text{ m}^3/\text{ha}$ (DS = $285 \text{ m}^3/\text{ha}$) (Fig. 4). Per quanto riguarda la struttura verticale del bosco, è risultato che in prevalenza i popolamenti hanno un profilo bistratificato (45% delle aree di saggio) o pluristratificato (38%

delle aree di saggio). Infine, un risultato interessante è stato ottenuto calcolando il rapporto, espresso in percentuale, tra il volume ad ettaro della necromassa e il volume ad ettaro degli alberi vivi: mediamente, esso è risultato essere pari al 39% (DS = 54%) (Fig. 5).

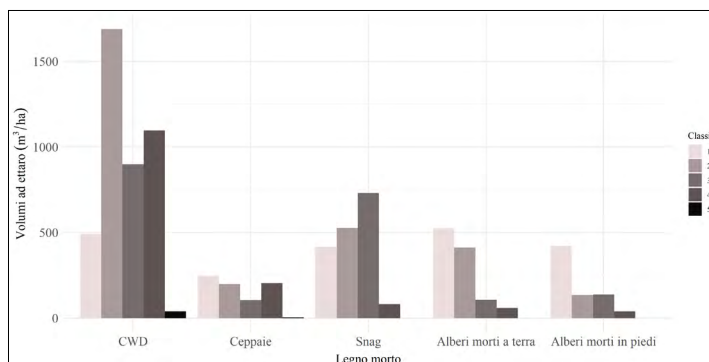


Figura 3 - Volumi medi ad ettaro delle tipologie di necromassa per classe di decomposizione.

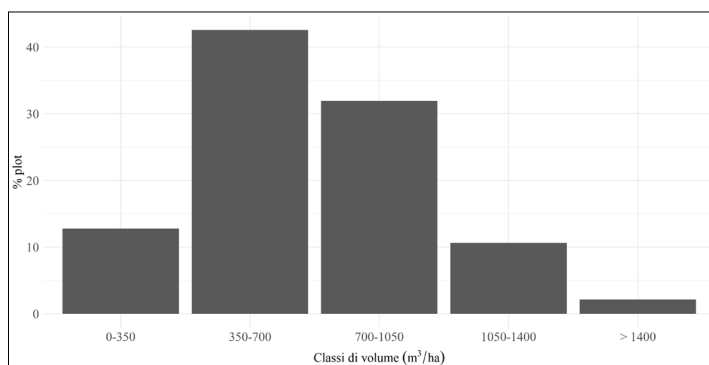


Figura 4 - Frequenza relativa delle aree di saggio per classe di volume degli alberi vivi (m³/ha).

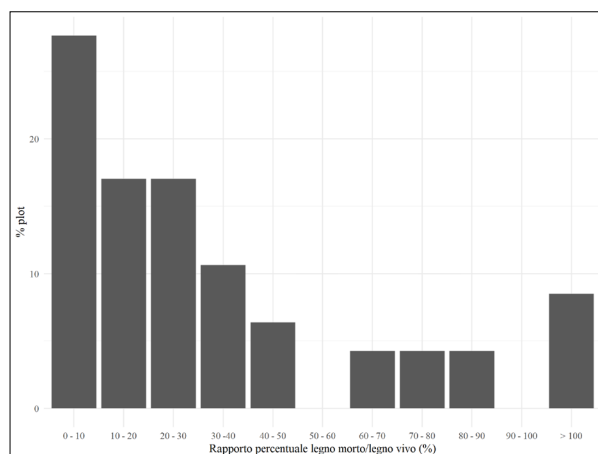


Figura 5 - Frequenza relativa delle aree di saggio in funzione del rapporto, espresso in percentuale, tra il volume del legno morto e il volume degli alberi vivi.

5. DISCUSSIONE

I Coleotteri saproxilici sono per lo più legati alla componente vegetale in decomposizione e la loro presenza è quindi condizionata dalla struttura e dalle caratteristiche ecologiche dell'area forestale. Boschi con bassi quantitativi di necromassa possono essere considerati habitat inadatti a sostenere la presenza di entomofauna saproxilica. Invece, foreste con presenza di alberi grandi e vecchi e con biomassa vegetale in decadimento a terra e/o in piedi, possono ospitare anche per più generazioni popolazioni di insetti saproxilici (Parisi *et al.*, 2018, 2019). Il legame tra Coleotteri saproxilici e componente arborea dipende anche dalla struttura fisica degli alberi. Soprattutto i grandi alberi cavitati ospitano generalmente popolazioni di specie di Coleotteri saproxilici a più alto rischio di estinzione (Parisi *et al.*, 2018, 2020). Inoltre, la complessità della componente saproxilica riflette l'alto numero di differenti tipologie di microhabitat che si sviluppano sul legno morto o deperente e che comportano livelli differenziati di specializzazione (Audisio *et al.*, 2014).

Le specie di coleotteri rinvenute nei boschi misti di abete bianco e faggio della Riserva di Vallombrosa presentano un legame biologico con i principali microhabitat censiti nella foresta. Infatti, il maggior numero di specie campionate appartiene alla famiglia dei Cerambycidae (Fig. 1), le cui larve scavano lunghe gallerie nel legno di alberi morti o deperiti (Pesarini e Sabbadini, 1994), motivo per cui i microhabitat più frequenti sono risultati i sistemi di gallerie scavate nel legno dagli insetti. Ad esempio, *Rhagium bifasciatum* (Fabricius, 1775) presenta larve xilofaghe che scavano gallerie negli strati corticali di conifere morte di recente; la loro presenza può contare fino a centinaia di larve per singolo albero (Mazzei *et al.*, 2016). Anche *Morimus asper* (Sulzer, 1776) ha larve xilofaghe marcatamente polifaghe che si nutrono di legno morto (Mazzei *et al.*, 2016). Altre specie sono condizionate dalla presenza di rami morti a terra e su alberi vivi, come ad esempio *Ptinomorphus imperialis* (Linnaeus, 1767) (Anobiidae), le cui larve hanno comportamento xilofago (Albouy e Richard, 2018).

Tra gli esemplari con regime alimentare saproxilofago è stato rinvenuto *Endomychus coccineus* (Linnaeus, 1758) (Endomychidae): si tratta di un coleottero abbastanza comune che, dalla primavera all'autunno, vive sopra e dentro i funghi che crescono sui tronchi morti di latifoglie come il faggio, ma anche nel legno a terra in avanzato stato di decomposizione ed invaso dal micelio dei funghi (Albouy e Richard, 2018). Da segnalare il rinvenimento del saproxilofago *Sinodendron cylindricum* (Linnaeus, 1758) (Lucanidae), specie presente soprattutto nelle faggete a quote superiori ad 800 m, la cui larva si sviluppa nei tronchi e nelle ceppaie e si nutre di legno morto di varie caducifoglie (Mazzei *et al.*, 2016).

Alla decomposizione del legno in foresta concorrono i funghi del legno, che costituiscono microhabitat epixilici dai quali dipendono alcuni coleotteri micetofagi. Ad esempio, nel corso dei campionamenti sono stati raccolti diversi

esemplari di *Mycetophagus quadripustulatus* (Linnaeus, 1760) (Mycetophagidae), coleottero comune dalla primavera all'autunno nei boschi e in altri ambienti alberati. Questa specie si trova sotto la corteccia di alberi vecchi e nei cumuli di tronchi attaccati da funghi, ma anche nei funghi che crescono sui tronchi dei vecchi alberi morti o morenti (Albouy e Richard, 2018).

Altra categoria trofica riscontrata a Vallombrosa è quella dei predatori. Questo regime alimentare è associato alla consistenza dell'entomofauna saproxilica nell'ecosistema forestale. In questo studio sono stati rinvenuti il Cleridae *Thanasimus formicarius* (Linnaeus, 1758) e l'Elateridae *Melanotus villosus* (Geoffroy, 1785), le cui larve vivono sotto le cortecce di tronchi abbattuti, piccoli rami e ceppaie di faggio e *Quercus* spp., nutrendosi di piccoli artropodi (Mazzei *et al.*, 2016). Le catene trofiche rinvenute nei boschi misti di abete e faggio sono in linea con quelle riscontrate a Vallombrosa da Macagno *et al.* (2015) in un soprasuolo puro di faggio.

Sebbene sia nota l'importanza ecologica dei Coleotteri, alcuni autori (es.: Trizzino *et al.*, 2013, Audisio *et al.*, 2014) hanno sottolineato che sono poche le specie di questo Ordine tutelate ai sensi della Direttiva Habitat 92/43/CEE. Tra gli elementi faunistici riscontrati a Vallombrosa ci sono specie di interesse comunitario, la cui presenza comporta indirettamente la conservazione di molte altre specie (specie "bandiera"). A tal proposito, si segnala il ritrovamento di *M. asper*, inserito nell'allegato II della Direttiva Habitat 92/43/CEE, specie che vive generalmente in foreste dominate dal faggio e che è attratto da cataste di legno tagliato di recente (Carpaneto *et al.*, 2017). La presenza di questo Cerambycidae attribuisce alla Riserva di Vallombrosa un alto valore ecologico, confermato anche dal recente rinvenimento nella Riserva di specie appartenenti ad altri gruppi faunistici, come il Picidae *Dryocopus martius*, incluso nell'Allegato I della Direttiva 2009/147/CE (Martini *et al.*, 2017; 2021).

A Vallombrosa il volume medio del legno morto presente nei boschi misti di abete bianco e faggio è di 182 m³/ha, valore che consente un adeguato apporto di necromassa nella Riserva, dato che esso è circa 5 volte maggiore alla soglia di legno morto da rilasciare nelle foreste montane miste, come indicato da Müller e Bütler (2010) e pari a 30-40 m³/ha. La tipologia di necromassa più rappresentata è quella a terra, soprattutto i detriti legnosi grossolani (*coarse woody debris*, CWD), che da soli rappresentano il 49% del volume totale riscontrato. Lombardi *et al.* (2010) hanno osservato che il legno morto a terra, quantitativamente, rappresenta la componente principale della necromassa presente in un bosco che si trova in uno stadio di sviluppo avanzato e vicino alla vetustà. Relativamente al grado di decomposizione della necromassa, nelle aree di saggio sono state rinvenute tutte e cinque le classi di decomposizione della classificazione di Hunter (1990), aspetto che garantisce un substrato diversificato per la fauna saproxilica (Fig. 6). Tuttavia, prevalgono le classi di decomposizione meno avanzate, in particolare le classi 2 e 1, a dimostrazione che l'accumulo di necromassa è iniziato

solo in tempi relativamente recenti (Motta, 2020). In particolare, le tempeste di vento che hanno colpito la foresta di Vallombrosa nel 2013 (Bottalico *et al.*, 2015) e nel 2015 (Chirici *et al.*, 2016) hanno contribuito all'accumulo di necromassa di recente formazione.



Figura 6 - Dettagli del legno morto e dei microhabitat nella Riserva Naturale Statale Biogenetica di Vallombrosa.

Per quanto riguarda la diversità strutturale, nei boschi misti di abete e faggio di Vallombrosa prevalgono strutture a profilo bistratificato e pluristratificato. Nella maggioranza dei casi (87% delle aree di saggio) il volume è risultato superiore a 350 m³/ha (Fig. 4), che corrisponde al valore della provvigione minima proposta a Vallombrosa per soprassuoli a prevalenza di specie tolleranti l'ombreggiamento, come l'abete bianco e il faggio (Ciancio, 2009). Da segnalare che in alcune aree di saggio sono stati rilevati valori elevati di provvigione (Fig. 4) che si sono accumulati in bosco nel corso del tempo. A tale proposito, si ricorda che a Vallombrosa le utilizzazioni, per lo più diradamenti, sono proseguite tra gli anni settanta e la metà degli anni novanta del secolo scorso; in seguito, le utilizzazioni sono state sospese, lasciando la foresta ad una fase di libera evoluzione che ha contribuito, peraltro, all'accumulo di necromassa in piedi e a terra e alla formazione dei microhabitat.

Infine, un aspetto interessante riguarda il rapporto tra il volume della necromassa e il volume degli alberi vivi. Lombardi *et al.* (2010) hanno proposto un valore minimo di tale rapporto pari al 10% quale indicatore di una foresta in uno stadio

di sviluppo prossimo alla vetustà. A Vallombrosa, mediamente, il rapporto è pari al 39%, ed il 70% delle aree di saggio esaminate presenta valori consistenti e superiori al 10%, arrivando, in alcuni casi, a valori addirittura maggiori del 100% (Fig. 5).

I risultati presentati in questo lavoro evidenziano il legame esistente tra i microhabitat, il legno morto e le componenti saproxiliche presenti nei boschi misti di abete bianco e faggio di Vallombrosa. Questo rapporto supporta la foresta in tutte le fasi del ciclo biologico. Ai coleotteri saproxilici si attribuisce la funzione di organismi che svolgono un'azione di utilizzazione e trasformazione del legno morto e di riciclo della materia organica, alimentando il ciclo continuo dei nutrienti ed apportando al suolo sostanze fertili, arricchendo quindi il valore ecologico e la naturalità del sistema forestale.

6. CONCLUSIONI

In questo lavoro sono stati presentati i primi risultati di uno studio avviato nel 2020 nei boschi misti di abete bianco e faggio della Riserva Vallombrosa, il cui obiettivo è esaminare la diversità dei soprassuoli in funzione dei coleotteri saproxilici presenti e delle relazioni tra questi e indicatori di biodiversità relativi ai microhabitat, al legno morto e alla struttura forestale.

I risultati fino ad ora ottenuti hanno portato al rinvenimento di specie minacciate e a rischio di estinzione incluse nella Lista Rossa dei Coleotteri Saproxilici Italiani (Red List IUCN) e di specie tutelate ai sensi della Direttiva Habitat 92/43/CEE, confermando il valore conservazionistico della Riserva.

Gli indicatori di biodiversità forestale analizzati (microhabitat, legno morto e struttura) mostrano come i boschi misti di abete e faggio di Vallombrosa siano oggi caratterizzati da un grado di naturalità relativamente elevato. Peraltro, sulla base delle nostre conoscenze, questo è il primo studio che riporta informazioni qualitative e quantitative sui microhabitat presenti nei boschi misti di abete e faggio della Riserva di Vallombrosa.

I risultati ottenuti forniscono un supporto alla definizione di misure di gestione forestale sostenibile: ad esempio, le pratiche volte alla conservazione delle specie minacciate possono prevedere l'incremento dei livelli di necromassa presenti e la salvaguardia di grandi alberi che possono ospitare importanti microhabitat.

Ulteriori analisi sono in corso per indagare le relazioni tra età dei soprassuoli, componenti strutturali e fauna saproxilica al fine di derivare maggiori informazioni utili per orientare gli indirizzi gestionali verso la conservazione della biodiversità forestale.

SUMMARY

Saproxylic Beetles and microhabitats in mixed forests of silver fir and beech in the Vallombrosa Reserve

Forest biodiversity can be monitored through ecological indicators, such as microhabitats and dead wood. Among the primary users of these small habitats there are arthropods, birds and mammals, but the most important component is represented by Coleoptera. In 2020, a study was launched in the mixed forests of silver fir and beech in the Nature Reserve of Vallombrosa in order to examine the saproxylic beetles present and the relationships between these species and indicators of forest biodiversity. In 47 plots, we sampled flying and crawling beetles, assessed the microhabitats and measured the volumes of dead wood and living trees. In this paper we report the first results obtained from the study. In the examined stands, we found threatened and endangered species included in the Red List of Italian Saproxylic Beetles and species protected under the Habitat Directive. A total of 2573 microhabitats were surveyed and proved to have ecological relationships with the sampled beetle species. The percentage ratio between the volume of dead wood and the volume of living trees was 39%. The results are discussed to describe the ecological role of the saproxylic beetles with respect to the biodiversity indicators.

BIBLIOGRAFIA

- Agostini N., Senni L., Benvenuto C., 2005 - *Atlante della Biodiversità del Parco Nazionale delle Foreste Casentinesi. Volume I (felci e licopodi, orchidee, farfalle e falene, coleotteri cerambicidi, coleotteri carabidi, anfibi e rettili, uccelli)*. Ente Parco Nazionale delle Foreste Casentinesi, 215 p.
- Albouy V., Richard D., 2018 - *Coleotteri d'Europa*. Ricca Editore, Roma, 399 p.
- Audisio P., Baviera C., Carpaneto G.M., Biscaccianti A.B., Battistoni A., Teofili C., Rondinini C., 2014 - *Lista Rossa IUCN dei Coleotteri saproxilici Italiani*. Comitato Italiano IUCN e Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare, Roma, 133 p.
- Bottalico F., Bottacci A., Galipò G., Nocentini S., Torrini L., Travaglini D., Ciancio O., 2015 - *Formazione dei gap causati dal vento in soprassuoli coetanei di abete bianco (Abies alba Mill.). Un caso di studio nella montagna appenninica (Italia centrale)*. In: Atti del II Congresso Internazionale di Selvicoltura. Progettare il futuro per il settore forestale, Firenze, 26-29 novembre 2014. Firenze: Accademia Italiana di Scienze Forestali. Vol. 1, p. 257-262. ISBN 978- 88-87553-21-5. <https://dx.doi.org/10.4129/2cis-fb-for>.
- Caramalli P., Capretti P., Ghelardini L., Galipò G., 2020 - *Note su alcuni casi fitosanitari registrati nella Foresta di Vallombrosa dall'Unità d'Italia ad oggi*. L'Italia Forestale e Montana, 75 (5): 231-242. <https://doi.org/10.4129/ifm.2020.5.01>.
- Carpaneto G.M., Audisio P., Bologna M.A., Roversi P.F., Mason F., 2017 - *Linee Guida per il monitoraggio dei coleotteri saproxilici protetti in Europa*. PENSOFT Sofia-Moscow, 318 p. <https://doi.org/10.3897/ab.e21672>
- Chirici G., Bottalico F., Giannetti F., Rossi P., Del Perugia B., Travaglini D., Nocentini S., Marchi E., Foderi C., Fioravanti M., Fattorini L., Guariglia A., Ciancio O., Bottai L., Corona P., Gozzini B., 2016 - *Stima dei danni da vento ai soprassuoli forestali in Regione Toscana a seguito dell'evento del 5 marzo 2015*. L'Italia Forestale e Montana, 71 (4): 197-213. <https://doi.org/10.4129/ifm.2016.4.02>
- Ciancio O., 2009 - *Riserva Naturale Statale Biogenetica di Vallombrosa, Piano di Gestione e Silvomuseo 2006-2020*. Corpo Forestale dello Stato Ufficio Territoriale per la Biodiversità di Vallombrosa. Tipografia Coppini, Firenze, 449 p.
- Dudley N., Vallauri D., 2004 - *Deadwood - living forests*. WWF Report - October 2004. Gland, Switzerland, 15 p. + III.

- Hunter M.L. Jr., 1990 - *Wildlife, forests, and forestry. Principles of managing forests for biological diversity*. Prentice Hall, Englewood Cliffs, NJ, USA, 370 p.
- Kraus D., Bütler R., Krumm F., Lachat T., Larrieu L., Mergner U., Paillet Y., Rydkvist T., Schuck A., Winter S., 2016 - *Catalogue of tree microhabitats - reference field list*. Integrate + Technical Paper, 16 p. <https://prodinra.inra.fr/?locale=en#!ConsultNotice:348677>.
- La Marca O., 2017 - *Elementi di Dendrometria*. III Edizione. Patron editore, Bologna, 530 p.
- Larrieu, L., Paillet, Y., Winter, S., Bütler, R., Kraus, D., Krumm, F., Lachat, T., Michel, A.K., Regnery, B., Vandekerckhove, K., 2018 - *Tree related microhabitats in temperate and Mediterranean European forests: a hierarchical typology for inventory standardization*. Ecological Indicators, 84: 194-207. <https://dx.doi.org/10.1016/j.ecolind.2017.08.051>.
- Latham P.A., Zuuring H.R., Coble D.W., 1998 - *A method for quantifying vertical forest structure*. Forest Ecology and Management, 104: 157-160. [https://doi.org/10.1016/S0378-1127\(97\)00254-5](https://doi.org/10.1016/S0378-1127(97)00254-5).
- Lombardi F., Chirici G., Marchetti M., Tognetti R., Lasserre B., Corona P., Barbati A., Ferrari B., Di Paolo S., Giulirelli D., Mason F., Iovino F., Nicolaci A., Bianchi L., Maltoni A., Travaglini D., 2010 - *Deadwood in forest stands close to oldgrowthness under Mediterranean conditions in the Italian peninsula*. L'Italia Forestale e Montana, 65 (5): 481-504. <https://doi.org/10.4129/ifm.2010.5.02>
- Macagno A.L.M., Hardersen S., Nardi G., Lo Giudice G., Mason F., 2015 - *Measuring saproxylic beetle diversity in small and medium diameter dead wood: the "grab-and-go" method*. European Journal of Entomology, 112 (3): 510-519. <https://doi.org/10.14411/eje.2015.049>
- Martini I., Galipò G., Sargentini C., 2017 - *Specie ornitiche come bioindicatori nella Riserva Naturale Statale Biogenetica di Vallombrosa*. Raggruppamento Carabinieri Biodiversità, Reparto Carabinieri Biodiversità Vallombrosa. Corrado Tedeschi Editore, Firenze, 55 p.
- Martini I., Galipò G., Foderi C., Tocci R., Sargentini C., 2021 - *Ornithical community of Vallombrosa Biogenetic National Nature Reserve (Italy)*. The European Zoological Journal, 88: 254-268. <https://doi.org/10.1080/24750263.2020.1867245>.
- Mazzei M., Brandmayr P., Luzzi G., 2016 - *I Coleotteri del Parco Nazionale della Sila. Specie saproxilobionti di maggior interesse comunitario, faunistico e conservazionistico*. Parco Nazionale della Sila, serie Parco, 190 p.
- Moriondo F., Tiberi R., 2000 - *Aspetti fitopatologici delle abetine di Vallombrosa*. L'Italia Forestale e Montana, 55 (6): 369-380.
- Motta R., 2020 - *Perché dobbiamo aumentare la quantità di necromassa nelle nostre foreste? Quanta necromassa dobbiamo rilasciare?* Forest@, 17: 92-100. <https://doi.org/10.3832/efor3683-017>
- Müller J., Bütler R., 2010 - *A review of habitat thresholds for dead wood: a baseline for management recommendations in European forests*. European Journal of Forest Research, 129: 981-992. <https://doi.org/10.1007/s10342-010-0400-5>
- Parisi F., Pioli S., Lombardi F., Fravolini G., Marchetti M., Tognetti R., 2018 - *Linking deadwood traits with saproxylic invertebrates and fungi in European forests - A review*. iForest, 11 (3): 423-436. <https://doi.org/10.3832/ifor2670-011>
- Parisi F., Di Febbraro M., Lombardi F., Biscaccianti A.B., Campanaro A., Tognetti R., Marchetti M., 2019 - *Relationships between stand structural attributes and saproxylic beetle abundance in a Mediterranean broadleaved mixed forest*. Forest Ecology and Management, 432: 957-966. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2018.10.040>.
- Parisi F., Platia G., Mancini M., De Cristofaro A., 2020 - *Confirmation of Crepidophorus mutilatus (Rosenhauer, 1847) in Italy (Coleoptera: Elateridae), with Notes on Its Distribution and Conservation*. The Coleopterists Bulletin, 74 (3): 489-494. <https://doi.org/10.1649/0010-065X-74.3.489>
- Perrella P., 2015 - *Sviluppo di una nuova metodologia per la classificazione numerica di alberi habitat: definizione e applicazione*. Tesi di dottorato. Corso di Dottorato di Ricerca in Ecologia Forestale - XXVII Ciclo. Università degli Studi della Tuscia di Viterbo. 65 p.

- Pesarini C., Sabbadini A., 1994 - *Insetti della Fauna Europea Coleotteri Cerambycidae*. Vol. 85, Fasc. 1/2 - Natura Rivista di Scienze Naturali, stampa Fusi, Pavia, 132 p.
- Speight M.C.D., 1989 - *Saproxyllic invertebrates and their conservation*. Council of Europe, Strasbourg, 78 p.
- Tabacchi G., Di Cosimo L., Gasparini P., Morelli S., 2011 - *Stima del volume e della fitomassa delle principali specie forestali italiane. Equazioni di previsione, tavole del volume e tavole della fitomassa arborea epigea*. Consiglio per la Ricerca e la sperimentazione in Agricoltura, Unità di Ricerca per il Monitoraggio e la Pianificazione Forestale, Trento, 412 p.
- Tiberi R., 1997 - *I principali insetti fitofagi della Foresta di Vallombrosa*. L'Italia Forestale e Montana, 52 (4): 274-283.
- Tiberi R., Roversi, P.F., 2005 - *Gli insetti e la foresta di Vallombrosa: una storia secolare di difesa fitosanitaria e tutela della biodiversità*. L'Italia Forestale e Montana, 60 (2): 207-211.
- Travaglini D., Barbati A., Chirici G., Lombardi F., Marchetti M., Corona P., 2007 - *Forest BIOTA data on deadwood monitoring in Europe*. Plant Biosystems, 141 (2): 222-230. <https://doi.org/10.1080/11263500701401778>
- Travaglini D., Paffetti D., Bianchi L., Bottacci A., Bottalico F., Giovannini G., Maltoni A., Nocentini S., Vettori C., Calamini G., 2012 - *Characterization, structure and genetic dating of an old-growth beech-fir forest in the northern Apennines (Italy)*. Plant Biosystems - An International Journal Dealing with all Aspects of Plant Biology, 146 (1): 175-188. <https://dx.doi.org/10.1080/11263504.2011.650731>.
- Trizzino M., Audisio P., Bisi F., Bottacci A., Campanaro A., Carpaneto G.M., Hardersen S., Mason F., Nardi G., Preatoni D., Vigna Taglianti A., Zilli A., Cerretti P., 2013 - *Gli artropodi italiani in Direttiva Habitat: biologia, ecologia, riconoscimento e monitoraggio*. MiPAAF - Corpo Forestale dello Stato, Centro Nazionale per lo Studio e la Conservazione della Biodiversità Forestale "Bosco Fontana" di Verona. Conservazione Habitat Invertebrati. Cierre Edizioni, Verona, 7, 255 p.