

# I pipistrelli delle selve castanili del Cantone Ticino e del Moesano : diversità, conservazione e gestione

Autor(en): **Moretti, Marco / Mattei-Roesli, Marzia / Rathey, Emilie**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Memorie / Società ticinese di scienze naturali, Museo cantonale di storia naturale**

Band (Jahr): **13 (2021)**

PDF erstellt am: **18.09.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-1005879>

## **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

## **Haftungsausschluss**

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

# I pipistrelli delle selve castanili del Cantone Ticino e del Moesano: diversità, conservazione e gestione

Marco Moretti<sup>\*</sup>, Marzia Mattei-Roesli<sup>2</sup>, Emilie Rathey<sup>1</sup> e Martin K. Obrist<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Istituto federale di ricerca WSL, Biodiversità e Biologia della Conservazione, 6903 Birmensdorf, Svizzera

<sup>2</sup> Centro protezione chiroterri Ticino (CPT), 6714 Semione, Svizzera

\* [marco.moretti@wsl.ch](mailto:marco.moretti@wsl.ch)

**Riassunto:** In Ticino sono conosciute 23 specie di pipistrelli, di cui 52% prioritarie dal profilo della conservazione. Sebbene il bosco occupi oltre la metà del territorio della Svizzera italiana, le conoscenze sui pipistrelli del bosco sono scarse e frammentate. Pascoli alberati e boschi aperti sono ambienti potenzialmente interessanti per i pipistrelli (rifugi e zone di caccia). Le vecchie selve castanili mantenute aperte con grossi alberi e ampi spazi liberi potrebbero quindi offrire rifugi e ambienti di caccia a numerose specie. In questo contributo presentiamo i risultati di uno studio condotto nel 2005 in 22 coppie di selve castanili gestite e abbandonate nel Cantone Ticino e Moesano, con l'obiettivo di 1) identificare le specie di pipistrello che frequentano le selve castanili; 2) individuare i fattori, in particolare quelli legati alla gestione, che ne influenzano le comunità e l'attività di caccia; 3) discutere possibili misure di gestione delle selve castanili compatibili con le esigenze dei pipistrelli.

Nelle selve castanili abbiamo campionato 12 specie di pipistrello (52% di quelle conosciute in Ticino); di queste, la metà è stata rilevata unicamente nelle selve gestite dove l'attività di caccia (numero di segnali bioacustici) è risultata particolarmente importante nelle selve più aperte. Le specie favorite dalla gestione cacciano di norma in ambienti molto aperti e tra le fronde degli alberi. Risultati simili sono stati riscontrati anche in altre tipologie forestali a Sud delle Alpi. Dal profilo gestionale, si raccomanda di favorire il ripristino di selve castanili molto aperte e di mantenerle libere dalla vegetazione arbustiva attraverso il pascolo estensivo ma regolare nel tempo.

**Parole chiave:** bioacustica, boschi pascolati, *Castanea sativa*, castagneti da frutto, Chiroptera, chiroterri, ecocalizzazione, sistemi silvopastorali, struttura del bosco

## The bats of the chestnut orchards in the Canton Ticino and Miso: diversity, conservation and management

**Abstract:** Twenty three species of bats are known in the canton Ticino and Miso, 52% of which are of conservation concern. Although forests occupy about half of the territory south of the Alps, knowledge about forest bats is scarce and fragmented. Woody pastures and open forests are potentially interesting environments for bats (roosts and hunting grounds). Old chestnut forests with large trees and wide open spaces could therefore represent a suitable habitat for bats. In this paper we present the results of a study carried out in 2005 in 22 pairs of managed and abandoned chestnut forests in the Canton of Ticino and Miso, with the aim of 1) knowing the bat species that frequent the chestnut forests, 2) identifying the factors that influence bat communities, and in particular the factors related to forest management, and 3) proposing management measures compatible with the needs of the bats.

In the chestnut forests we found 12 bat species (half of those known in Ticino), half of which only in managed forests, while hunting activity (number of bioacoustic signals) was particularly high in the most open stands. The species favored by the management need wide flight spaces and hunt among the trees. These results are consistent with those found in other forest types south of the Alps. From the management point of view, we suggest creating and maintaining very open chestnut forests (woody pastures) through recovery actions and regular management.

**Keywords:** bioacoustics, *Castanea sativa*, Chiroptera, echolocation, feeding strategy, forest structure, sylvo-pastoral systems, woody pastures.

## INTRODUZIONE

### I pipistrelli e il bosco

In Svizzera si conoscono 30 specie di pipistrelli, circa un terzo delle specie di mammiferi selvatici noti nel nostro paese (Bohnenstengel et al. 2014). Nel Cantone Ticino e Moesano le specie finora censite sono 23 (dati del Centro protezione chiroterri Ticino e Müller et al.

2010); di queste, oltre la metà (58% in Svizzera e 79% in Ticino) sono minacciate (Bohnenstengel et al. 2014). Le ragioni del loro declino sono da ricondurre soprattutto ai conflitti con l'uomo e con le sue attività che ne riducono gli spazi vitali (rifugi e ambienti di caccia) sia in termini quantitativi (superficie) che qualitativi (diversità e risorse alimentari) (p.es. Browning et al. 2021).

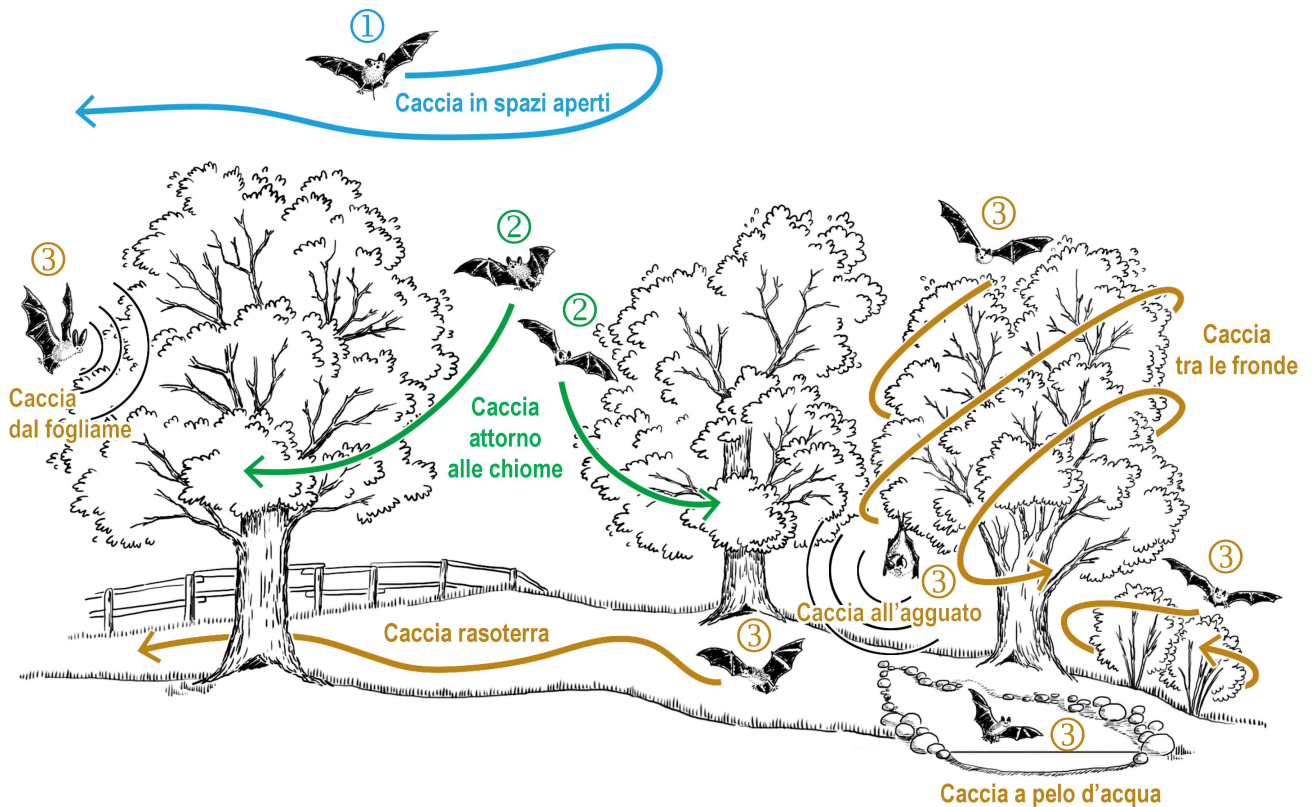


Fig. 1 – Diverse strategie di caccia utilizzate da specie diverse in funzione sia della morfologia e forma delle ali che dal tipo degli ultrasuoni utilizzati per orientarsi e per localizzare le prede e dalla distribuzione delle prede stesse. Si distinguono tre principali strategie di caccia: ① caccia in spazi aperti, spesso sopra le chiome degli alberi, ② caccia attorno alle chiome e lungo ecotoni, ③ caccia tra le fronde (dove talune specie, dette “raccolglierici”, dall’inglese *gleaner*, prelevano le prede direttamente dal fogliame), rasoterra o a pelo d’acqua (Illustrazione di Flavio Del Fante adattata da Bohnenstengel et al. 2014).

Tra gli ambienti frequentati dai pipistrelli, i boschi rivestono molto probabilmente un ruolo importante, soprattutto nel Cantone Ticino, dove la superficie boschiva si estende per oltre il 50% della superficie cantonale. Tuttavia le conoscenze sui pipistrelli del bosco restano scarse e frammentate. In generale, le formazioni boschive, in particolare quelle aperte, e i margini boschivi sono considerati habitat potenziali per i pipistrelli. Diciotto delle 23 specie presenti in Ticino (ossia il 78%) utilizzano il bosco quale ambiente di caccia (insetti), rifugio (in alberi cavi) e corridoio di spostamento (margini e siepi) (Bohnenstengel et al. 2014; Dietz & Kiefer 2016).

La struttura estremamente variata del bosco e i diversi strati della vegetazione permettono a numerose specie di pipistrelli di convivere e di sfruttare le varie nicchie ecologiche, adottando strategie di caccia e tecniche di volo diverse. Alcune specie sono particolarmente abili nel catturare invertebrati al suolo (p.es. Vespertilio maggiore), altre catturano le prede direttamente dal fogliame grazie a un volo di ricognizione lento e controllato (p.es. gli Orecchioni), altre ancora pattugliano le chiome di cespugli e alberi (p.es. Pipistrello nano e P. soprano), mentre altre specie ancora cacciano più in alto, ben al di sopra delle chiome (p.es. Nottola comune e N. di Leisler) (Bohnenstengel et al. 2014; Röland & Fische 2021) (Fig. 1).

Il bosco offre inoltre numerose opportunità di rifugio ai pipistrelli. Dieci delle 23 specie presenti nel Cantone Ticino (ossia il 45%) trovano regolarmente riparo nelle cavità di alberi all’interno del bosco, ma anche in ambienti alberati in zone agricole e urbane. Sette di queste (32%) vi trascorrono anche l’inverno. È

il caso, per esempio, delle specie di Vespertilio di piccole dimensioni, come il Vespertilio di Bechstein o del genere *Nottola*, quali la *Nottola di Leisler*, osservata regolarmente nei boschi del nostro Cantone, in particolare nelle selve castanili gestite dell’Alto Malcantone (vedi Zambelli et al. 2021, in questo volume).

Al di là di queste informazioni generali, i fattori che influenzano l’attività di caccia e la composizione delle specie di pipistrelli in bosco sono ancora poco conosciuti.

Tecniche bioacustiche sempre più performanti (Fraser et al. 2020; Middleton 2020), sviluppate negli ultimi 15 anni, hanno permesso di ottenere informazioni importanti sulle specie di pipistrelli che frequentano i boschi come ambienti di caccia (Froidevaux et al. 2014; Bader et al. 2018; Schmieder et al. 2019). Ciononostante, la nostra comprensione del bosco, come ambiente di caccia per i pipistrelli, è fortemente influenzata dalla maggiore quantità di dati disponibili per gli strati bassi del bosco, rispetto a quelli raccolti a livello delle chiome che restano ampiamente inesplorate (Obriest & Giavi 2016).

Tra le tipologie forestali maggiormente utilizzate dai pipistrelli nella Svizzera italiana troviamo i boschi planiziali e golenali, come pure i pascoli alberati, le selve castanili e, non da ultimo, i bosco-parchi e parchi alberati in prossimità dei centri urbani (dati del Centro protezione chiroterteri Ticino) (v. Fig. 2).

Vecchi frutteti ad alto fusto abbinati a prati da sfalcio e a pascolo sono viepiù rari in Svizzera e anche ambienti naturali con struttura simile sono generalmente poco frequentati. Si tratta per lo più di boschi planiziali su suoli poveri e drenanti soggetti a sporadiche ma regolari

alluvioni o superfici boscate su dossi e versanti rocciosi o antiche frane con grossi blocchi, dove il suolo è poco profondo e la successione molto lenta.

Boschi aperti con vecchi alberi di grosse dimensioni sono piuttosto frutto dell'attività dell'uomo nell'abbinare ambienti aperti (sfalcio o pascolo) con alberi ad alto fusto. Questo dà così origine ad ambienti silvopastorali, come per esempio, i pascoli alberati del Giura (*pâturages boisés*) e le selve castanili o i lariceti pascolati del Sud delle Alpi.

### Selve castanili e pipistrelli

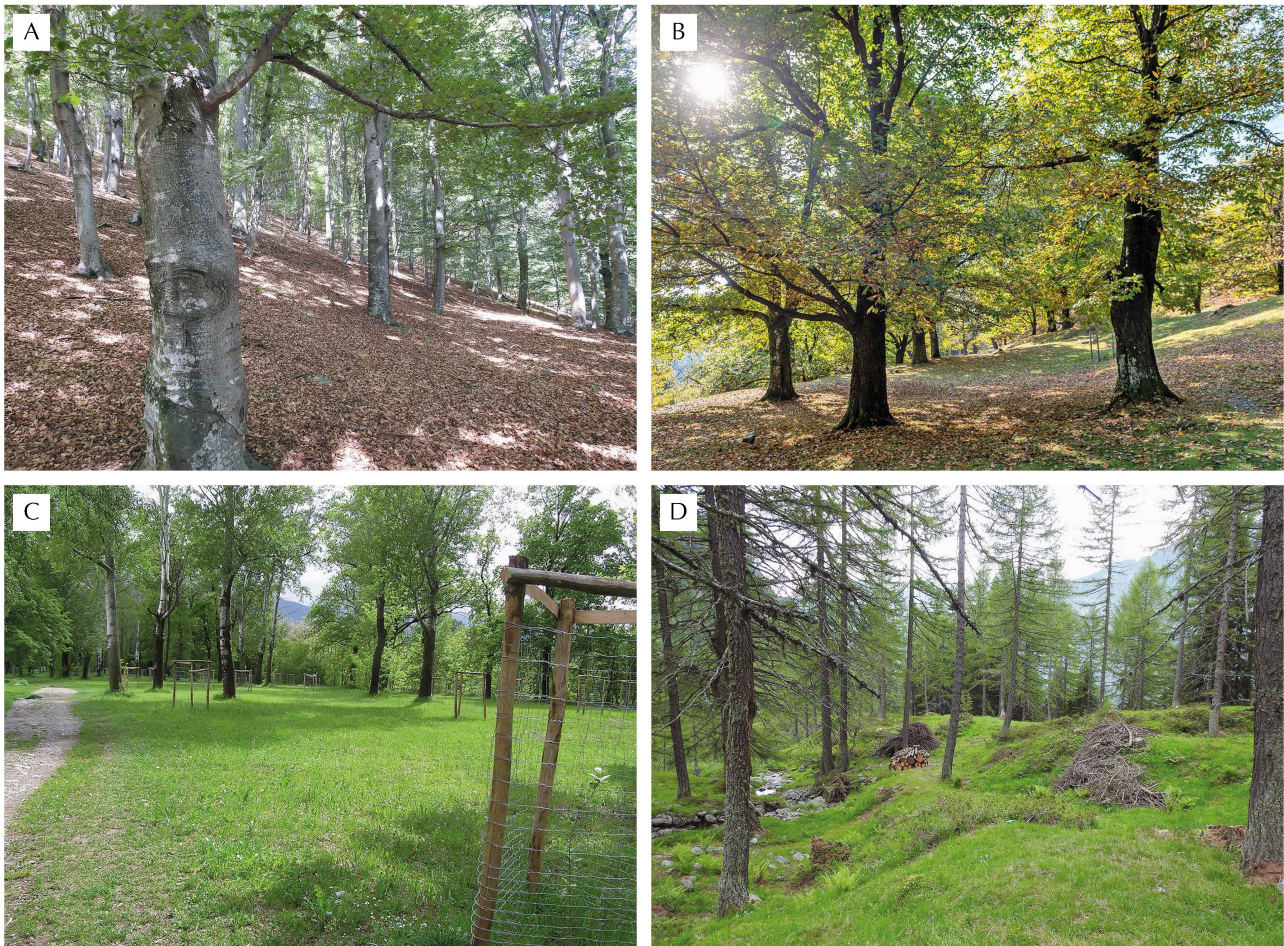
Le selve castanili sono sistemi silvopastorali caratterizzati dalla presenza di alberi di castagno da frutto, spesso di grosse dimensioni e spazi aperti utilizzati come pascoli. Si tratta quindi di ambienti creati e mantenuti dall'uomo a fini alimentari, che, oltre alla raccolta delle castagne, offrivano tutta una serie di colture consociate, in particolare il pascolo, lo sfalcio e, in minima parte, la raccolta di legna. Nelle selve castanili, i castagni da frutto sono spesso innestati con diverse varietà destinate a soddisfare le esigenze alimentari e di foraggio di un tempo (v. Conedera et al. 2021 in questo volume). La loro dipendenza dalle attività umane e la loro ubicazione, spesso su pendii e talvolta in località poco produttive (antichi scoscendimenti rocciosi), rende le selve castanili vulnerabili ai cambiamenti socioeco-

nomici e di utilizzo del suolo. Ne è una dimostrazione, il fenomeno di abbandono della gestione e quindi di inselvaticamento delle selve castanili a seguito dello spopolamento delle valli e delle massicce migrazioni avvenuti dall'inizio del secolo scorso a causa delle difficili condizioni di vita legate all'agricoltura di montagna continuate dopo la seconda guerra mondiale con l'esodo verso le città e il progressivo aumento delle attività legate al terziario a scapito di quelle primarie (v. Krebs et al. 2021 in questo volume).

In funzione della densità dell'impianto e del regime di gestione, le selve castanili possono assumere un carattere più marcatamente forestale, con chiome contigue e presenza di legna morta, piuttosto che una struttura ariosa con grossi alberi secolari, ampi spazi tra le chiome e presenza di prati e pascoli (Fig. 3) (v. Pezzatti et al. 2021, in questo volume). È soprattutto in quest'ultima tipologia di selva castanile che sono state segnalate comunità e specie di insetti, uccelli e licheni tipiche degli ambienti aperti e ricchi di strutture (vedi i contributi di Python et al. 2021, Zambelli et al. 2021 e Matteucci et al. 2021, in questo volume).

Studi relativi agli effetti della gestione del bosco sui pipistrelli hanno mostrato come formazioni boschive aperte rappresentino un ambiente potenzialmente interessante per questi animali, soprattutto in presenza di grossi vec-

Fig. 2 – Esempi di boschi aperti utilizzati da diverse specie di pipistrelli come ambienti di caccia. A: Faggeta matura con lettiera al suolo, B: Selva castanile gestita, C: Parco urbano; D: lariceto di montagna aperta (foto A, C, D: Marzia Mattei-Roesli; B: Marco Moretti).



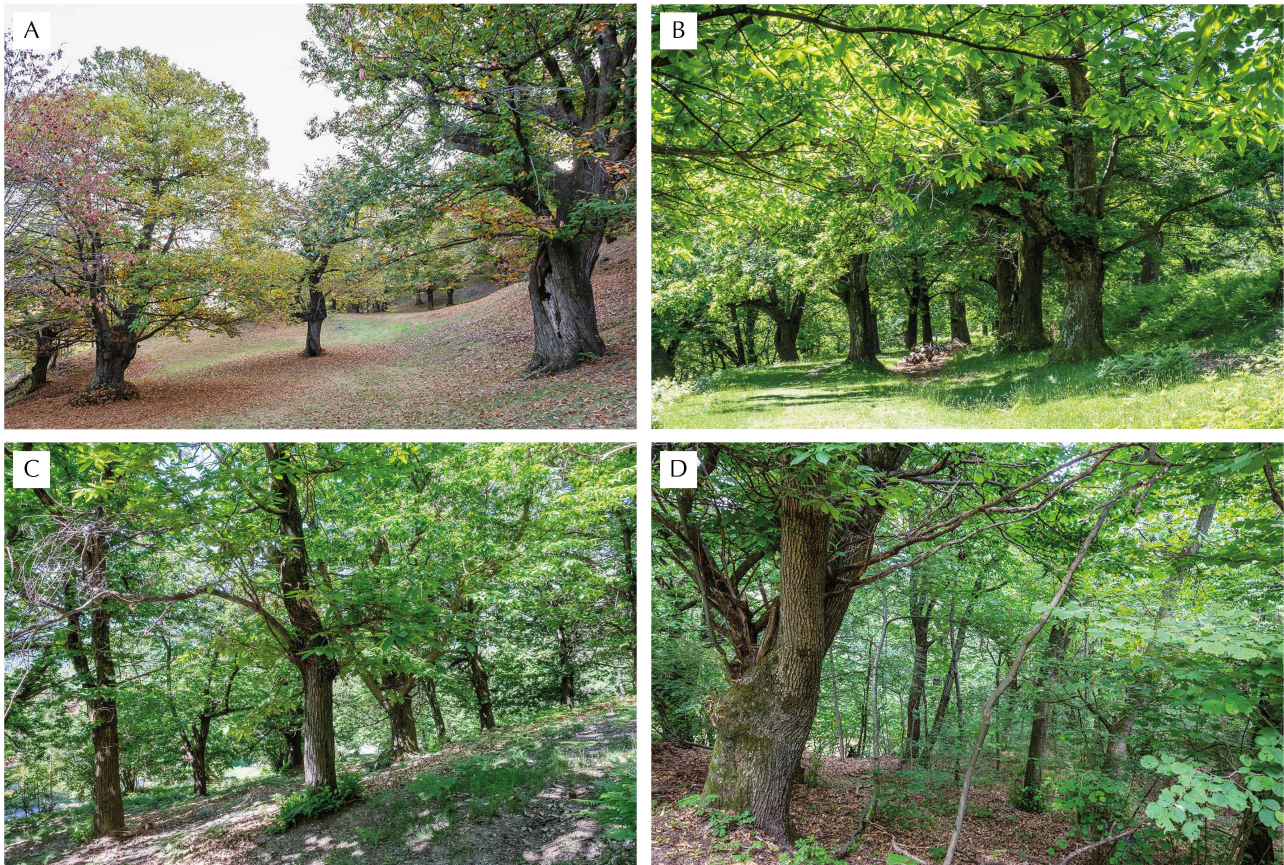


Fig. 3 – Esempi di tipologie di selve castanili caratterizzate da una crescente densità di alberi e arbusti, dalle selve più aperte e soleggiate gestite a pascolo (A e B), a quelle con una maggiore densità di alberi di castagno e quindi con un maggiore carattere forestale (C), fino alle selve molto fitte, a seguito dell'abbandono delle pratiche gestionali (pascolo e potatura), nelle quali gli spazi aperti sono stati occupati da arbusti e specie arboree e il suolo è ricoperto da uno strato di foglie secche. Le condizioni ambientali e microclimatiche in queste quattro tipologie sono molto diverse: soleggiate e calde le prime, e ombrose e fresche le ultime (foto Giorgio Moretti).

chi alberi alternati a spazi aperti (vedi p.es. Hayes & Loeb 2007 per una sintesi). Le cavità presenti nei grossi alberi rappresentano, infatti, potenziali rifugi idonei per i pipistrelli, sia come siti di riproduzione che di svernamento. Esse devono però essere facilmente accessibili attraverso corridoi di volo e spazi aperti che offrono, nel contempo, ambienti di caccia interessanti, come suggerito da Davy et al. (2007) per gli oliveti in Grecia.

Purtroppo dati quantitativi sull'utilizzo dei pascoli alberati e delle selve castanili da parte dei pipistrelli sono assai scarsi, come scarse sono le conoscenze relative all'effetto della densità del bosco sulle comunità dei pipistrelli.

Lo studio dei pipistrelli è reso difficile dalle abitudini notturne di questi animali che necessitano di metodi mirati e talvolta sofisticati, come è caso dei rilevamenti bioacustici. La bioacustica è una tecnica non invasiva basata sulla registrazione degli ultrasuoni dei pipistrelli in volo e sulla successiva identificazione delle specie mediante analisi dei sonogrammi in laboratorio (v. Materiali e Metodi).

Questa tecnica permette di raccogliere dati in più punti contemporaneamente e di condurre, così, indagini parallele in località diverse; nel nostro caso, in selve con densità di alberi e gradi di abbandono diversi. I rilevatori di ultrasuoni hanno un'autonomia di diverse notti e possono registrare ultrasuoni durante più ore in completa autonomia. È proprio grazie a questa tecnica e ai numerosi rilievi condotti negli ultimi 15 anni, che oggi siamo in grado di mostrare quali specie di pipistrelli utilizza-

no le selve castanili del Cantone Ticino e del Moesano e di confrontarle con le specie presenti in altre tipologie di bosco.

#### Obiettivi dello studio

Con il presente contributo proponiamo di rispondere alle domande seguenti: 1) Quali specie di pipistrelli frequentano le selve castanili? 2) Quali fattori, legati in particolare alla gestione, influenzano le comunità e l'attività di caccia dei pipistrelli? 3) Come gestire le selve castanili per favorire al meglio i pipistrelli?

Per rispondere a queste domande, presentiamo i risultati di uno studio condotto nel 2005 in 22 coppie di selve gestite e abbandonate (Obrist et al. 2011a) (Fig. 4) e li confrontiamo con i censimenti dei pipistrelli condotti in diverse tipologie di bosco nel Cantone Ticino e Moesano dal 2011 al 2020 (Mattei-Roesli 2011a,b; 2012; 2013a,b; 2014; 2015; 2016; 2018a,b; 2019a,b); Mattei-Roesli et al. 2020).

## MATERIALI E METODI

### Area di studio e piano di campionamento dei diversi studi

Per semplicità gli studi sui pipistrelli nelle selve castanili e in altri alberi ambienti forestali sono stati raggruppati nelle seguenti categorie: "Confronto tra selve gestite e abbandonate" e "Confronto con altre selve e con altre tipologie forestali". Si noti, che il termine selve è utilizzato per indicare selve castanili o castagneti da frutto.

**Confronto tra selve gestite e abbandonate** – Con il termine di "selva gestita" indichiamo le selve aperte con grossi castagni da frutto, prive di sottobosco (cespugli e giovani alberi); con "selva abbandonata", invece, le selve invase da altre specie arboree e da un denso sottobosco. Lo studio è stato condotto nel 2005 in 22 coppie di selve gestite e abbandonate distribuite nel Cantone Ticino e Moesano tra i 200 e 1000 m s.l.m. (Fig. 4). La distanza media tra selve gestite e abbandonate all'interno delle coppie è di 916 m (min. 110 m), quella tra le coppie di 23.2 km (min. 1.6 km; in due casi ca. 500 m). L'area delle selve gestite varia tra 5 ha (n=17), 5.1-19.9 ha (n=7) e 20 ha (n=5). La topografia (pendenza ed esposizione) e il paesaggio circostante (fino a 5 km di raggio) è simile tra coppie di selve con 50-60% di bosco, 30-40% di ambienti aperti e 8-10% di insediamenti. Per maggiori dettagli si vedano i lavori originali (Rathey 2006; Obrist et al. 2011a).

**Confronto con altre selve e con altre tipologie forestali** – Si tratta di rilievi condotti dal 2011 al 2020 in diverse tipologie forestali (Mattei-Roesli 2011a,b; 2012; 2013a,b; 2014; 2015; 2016; 2018a,b; 2019a,b; 2021; Mattei-Roesli et al. 2020) e in particolare: selve castanili (n=7), boschi di latifoglie collinari (n=13), boschi di conifere montani (n=13), boschi golenali planiziali (n=5), parchi urbani (n=3). Le selve castanili e le altre tipologie di bosco sono state raggruppate sulla base della struttura del soprassuolo: boschi aperti (n=11) incluse selve aperte (n=6), boschi semiaperti (n=12) e boschi chiusi (n=11) incluse selve chiuse (n=1) (v. Fig. 4).

### Raccolta dei dati

**Confronto tra selve gestite-abbandonate** – I pipistrelli sono stati censiti mediante analisi degli ultrasuoni degli individui in volo (Obrist et al. 2004a) registrati con l'ausilio di cinque microfoni per selva posizionati a 1 m dal suolo e orientati in modo casuale con un angolo di 45° verso l'alto. La distanza minima tra i microfoni è di 20 m. Le registrazioni sono state eseguite in parallelo, in ogni coppia di selva, gestita e abbandonata, dal tramonto all'alba, da giugno a settembre 2005, per un totale di 22 notti (una notte di registrazione per selva). Gli ultrasuoni sono stati registrati mediante un rilevatore di ultrasuoni (PCCARD-DAS16/330, Measurement Computing Corporation, Middleboro, MA, USA) (Fig. 5). Parallelamente ai rilievi bioacustici sono pure state quantificate le risorse alimentari (insetti notturni) nelle diverse selve mediante cattura con una lampada luminosa poste a una distanza tale da evitare interferenze con l'attività dei pipistrelli. Gli insetti sono stati smistati in 12 gruppi tassonomici, contati, essiccati in forno e quindi pesati per il confronto della biomassa disponibile nelle selve gestite rispetto a quelle abbandonate.

**Confronto con altre selve e con altre tipologie di boschi** – Nella maggior parte dei boschi investigati sono state effettuate 4 notti di registrazione: 2 durante il periodo riproduttivo (maggio-metà luglio), e 2 durante il periodo di accoppiamento (agosto-settembre). In alcuni casi, il campionamento è stato ripetuto per più di 4 notti, mentre in altri casi il numero di ripetizioni è stato minore. In ogni sito di campionamento sono stati posati 2-6 registratori di ultrasuoni automatici a banda larga (batcorder, EcoObs GmbH Nürnberg e batlogger, Elekon AG Luzern), per lo più applicati al tronco di alberi a ca. 2 m dal suolo e attivati dal tramonto all'alba.

### Analisi dei dati

L'identificazione delle specie di pipistrelli è stata eseguita tramite un programma creato appositamente (Obrist et al. 2004a,b; Obrist et al. 2011b) e tramite i programmi di analisi automatici Batscope 3.2.0 (Boesch & Obrist 2013) e BatIdent (EcoObs GmbH Nürnberg) e in parte manualmente con Raven Pro 1.4 (Cornell Lab of Ornithology, Ithaca NY). A partire dal 2010 l'identificazione e la validazione delle sequenze bioacustiche è stata eseguita secondo gli standard dello Swiss bat bioacoustic group SBBG (Ba-

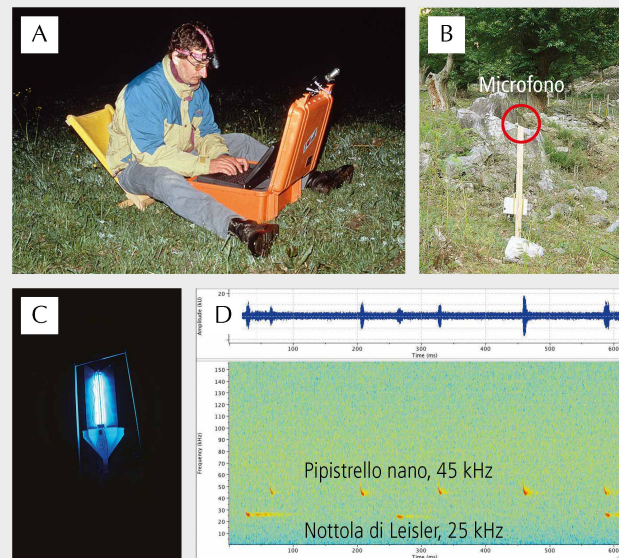
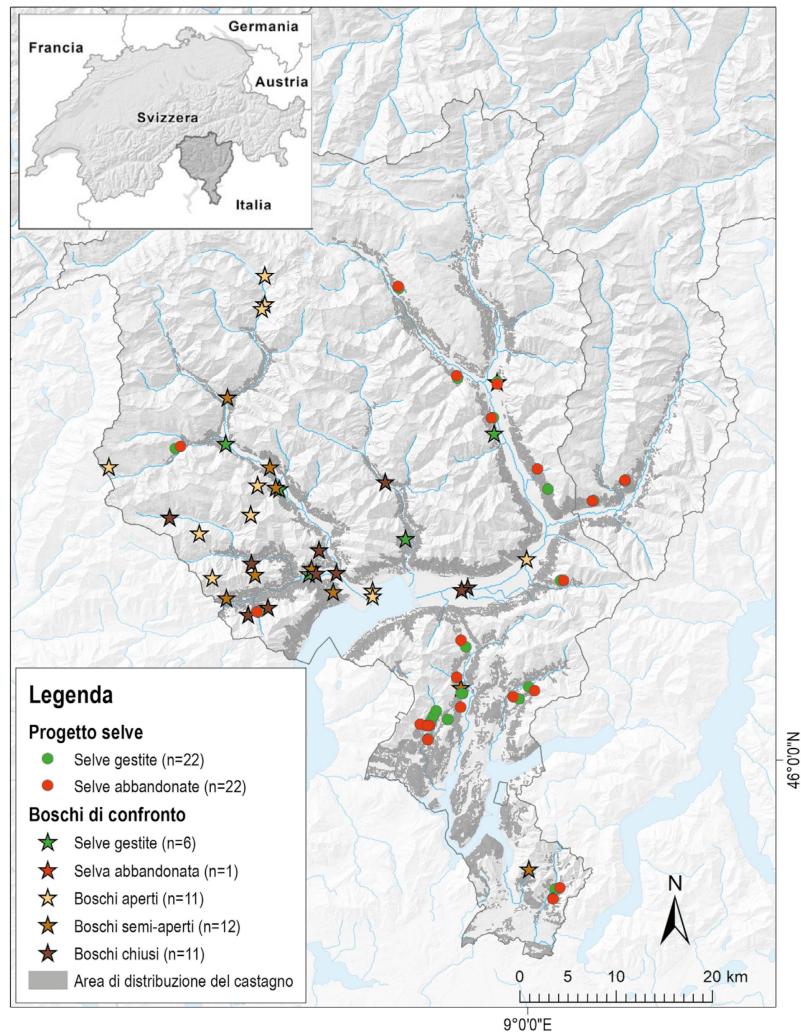


Fig. 5 – A) Martin Obrist presso una stazione di rilevamento degli ultrasuoni di pipistrelli composta da un computer per la registrazione dei segnali provenienti da cinque microfoni distribuiti all'interno della selva gestita e cinque in quella abbandonata. B) Esempio di un microfono (cerchio rosso) posizionato a 1 m da terra. C) Lampada luminosa per la cattura di insetti notturni (risorsa alimentare dei pipistrelli). D) Esempio di sonogrammi di Pipistrello nano (45 kHz), sopra e di Nottola di Leisler (25 kHz), sotto (foto Peter Flückiger e Martin Obrist).

der et al. 2018). Il numero di specie di pipistrelli per selva o per altro tipo di bosco è stato calcolato in modo parsimonioso e corrisponde al numero minimo di specie rilevato. Infatti soprattutto per alcune specie di *Myotis* e di *Plecotus* non sempre è possibile arrivare a un'identificazione specifica dei suoni in quanto la sovrapposizione interspecifica è troppo elevata. In questi casi i dati sono stati raccolti in cosiddetti "complessi di specie". È il caso, per esempio, dei complessi di piccoli *Myotis* (*Myotis daubentonii*, *M. mystacinus*, *M. brandtii* e *M. bechsteini*), dei due grandi *Myotis* (*M. myotis* e *M. blythii*) e dei *Plecotus* (*P. auritus* e *P. macrobullaris*). Il grado di minaccia delle specie si riferisce alla Lista Rossa delle specie minacciate in Svizzera (Bohnenstengel et al. 2014). Per quanto riguarda le analisi dei dati per il confronto tra selve gestite e abbandonate, abbiamo calcolato il numero e la composizione di specie di pipistrelli campionati in ogni selva. Considerata la grande variabilità della struttura delle selve gestite, abbiamo calcolato il grado di similitudine delle selve (attraverso il coefficiente di Bray-Curtis; Bray & Curtis 1957) basato sui parametri strutturali (grado di copertura dei vari strati della vegetazione, diametro degli alberi, presenza di manufatti) e topografici (pendenza, esposizione, altitudine) (v. Obrist et al. 2011a), ottenendo così gruppi di selve simili tra loro. Per identificare le variabili e i valori soglia che determinano la differenza tra questi gruppi di selve (importante ai fini gestionali delle selve), abbiamo utilizzato un'analisi di classificazione e regressione ad albero (Classification and regression tree; De'ath & Fabricius 2000). Le differenze del numero di specie di pipistrelli, dell'attività di caccia e delle risorse alimentari tra le varie tipologie di selve sono state infine calcolate, a seconda dei casi, mediante l'analisi della varianza (ANOVA) e test di Mann-Whitney U, mentre che il confronto tra comunità di pipistrelli delle selve e delle altre tipologie di bosco è stato di tipo qualitativo.

Fig. 4 – Distribuzione delle 22 coppie di selve gestite (pallini verdi) e abbandonate (pallini rossi) censite da giugno a settembre 2005 e 41 boschi di confronto aperti, semiaperti e chiusi (stelline) investigati dal 2011 al 2020 (Mattei-Roesli 2011a,b; 2012; 2013a,b; 2014; 2015; 2016; 2018a,b; 2019a,b; 2021; Marzia-Roesli et al. 2020).



## RISULTATI E DISCUSSIONE

### Confronto tra selve gestite e abbandonate

Nelle 22 coppie di selve gestite e abbandonate censite nel 2005 sono state rilevate 12 specie di pipistrelli, il 52% di quelle conosciute nel Cantone Ticino e Moesano (v. Tab. 1) (Graf & Fischer 2021). Di queste, 6 specie sono state censite unicamente nelle selve gestite; nessuna solo in quelle abbandonate.

La specie dominante in entrambe le tipologie di selva è il Pipistrello nano con il 73.1% degli ultrasuoni registrati, seguito da Pipistrello di Nathusius (7.8%), Pipistrello albolimbato (7.7%) e Pipistrello di Savi (7.4%).

Delle 6 specie presenti nelle due tipologie di selve (Tab. 1), 4 specie (Pipistrello nano, P. di Nathusius, P. albolimbato e P. di Savi) sono presenti nelle selve gestite con almeno il doppio dei segnali sonori rispetto alle selve abbandonate. Quindi, sebbene ubiquiste, anche queste specie sembrano essere favorite dal recupero delle selve.

Interessante è notare che tutte le 6 specie presenti esclusivamente nelle selve gestite appartengono a strategie di caccia diverse rispetto a quella delle specie dominanti delle selve abbandonate: 2 specie cacciano in ambienti aperti (Nottola comune e Molosso di Cestoni)

e ben 4 sono considerate “gleaner” poiché cacciano tra le fronde della vegetazione o catturano le prede direttamente dal fogliame (Orecchioni) o sulla superficie dell’acqua (Vespertilio di Daubenton).

La tabella 2 mostra il rapporto del numero di specie e di segnali in base alla strategia di caccia e al grado di manovrabilità delle diverse specie censite. Si noti come le selve gestite favoriscono soprattutto le specie con basso grado di manovrabilità che cacciano in spazi aperti (generalmente specie di grandi dimensioni) rispetto alle selve abbandonate.

Tutte le specie campionate nelle selve abbandonate, tranne una, la Nottola di Leisler, appartengono alla strategia di caccia “ecotono” in quanto cacciano attorno alle chiome. La Nottola di Leisler caccia di preferenza in zone aperte. La sua presenza in entrambe le categorie di selve è probabilmente da attribuire alla presenza di rifugi negli alberi cavi che, sebbene maggiormente occupati in selve aperte, sono stati ritrovati anche in selve chiuse (v. Zambelli et al. 2021 in questo volume).

Nelle selve gestite, per contro, le tre strategie di caccia coesistono. Questo lascia ipotizzare che il recupero delle selve e la conseguente struttura più ariosa favorisca nuove opportunità di foraggiamento che permettono a specie

Tab. 1 – Specie rilevate in 22 coppie di selve castanili (gestite e abbandonate) da giugno a settembre 2005 e numero totale di segnali (N.segn.) registrati (Obrist et al. 2011a). Sono inoltre riportati, la frequenza (Freq.) della presenza delle specie nelle 22 selve di ciascuna delle tipologie di gestione, il rapporto del numero di segnali tra selve gestite e abbandonate (Rapporto gest./abb.) e l'abbondanza relativa delle specie nelle selve castanili investigate. Le specie sono caratterizzate in base alle tre strategie di caccia descritte alla figura 1 (ⓐ caccia in spazi aperti [Aperto], ⓑ caccia attorno alle chiome e lungo ecotoni [Ecotono], ⓒ caccia tra le fronde, rasoterra e a pelo d'acqua [Gleaner]) e alla manovrabilità del volo (Bassa, Media Alta). LR: Lista Rossa delle specie minacciate in Svizzera (EN specie fortemente minacciata, VU vulnerabile, NT potenzialmente minacciata, LC non minacciata); Prio TI: "x" indica che la specie è prioritaria nel Cantone Ticino; Prio CH: Specie prioritarie in Svizzera (UFAM 2011): 1 = priorità nazionale molto elevata per la conservazione e la promozione della specie, 2 = elevata, 3 = media, 4 = esigua.

Specie		Selva				Rapporto gest./abb.	Abbond. relativa	Strategia di caccia	Manovrabilità	LR	Prio TI	Prio CH
		gestita		abbandonata								
		N.segn.	Freq.	N.segn.	Freq.							
Pipistrello nano	<i>Pipistrellus pipistrellus</i>	384	95%	78	55%	4.9	73.1%	Ecotono	Media	LC		
Pipistrello di Nathusius	<i>Pipistrellus nathusii</i>	47	59%	2	9%	23.5	7.8%	Ecotono	Media	LC		
Pipistrello albolimbato	<i>Pipistrellus kuhlii</i>	43	55%	4	9%	10.8	7.4%	Ecotono	Media	LC		
Pipistrello di Savi	<i>Hypsugo savii</i>	33	41%	16	14%	2.1	7.7%	Ecotono	Media	NT		3
Nottola di Leisler	<i>Nyctalus leisleri</i>	7	27%	1	5%	7.0	1.3%	Aperto	Bassa	NT	x	4
Pipistrello soprano	<i>Pipistrellus pygmaeus</i>	2	5%	1	5%	2.0	0.5%	Ecotono	Media	NT		
Orecchione sp.	<i>Plecotus sp.</i> <sup>[1]</sup>	3	14%			-	0.6%	Gleaner	Alta	VU/EN		1/3
Serotino comune	<i>Eptesicus serotinus</i>	2	9%			-	0.5%	Ecotono	Media	VU	x	1
Serotino di Nilsson	<i>Eptesicus nilssoni</i>	2	9%			-	0.3%	Ecotono	Media	VU		1
Nottola comune	<i>Nyctalus noctula</i>	2	9%			-	0.3%	Aperto	Bassa	NT		4
Molosso di Cestoni	<i>Tadarida teniotis</i>	2	5%			-	0.3%	Aperto	Bassa	NT		
Vespertilio di Daubenton	<i>Myotis daubentonii</i>	1	5%			-	0.2%	Gleaner	Alta	NT		
<b>Numero totale di specie</b>		<b>12</b>		<b>6</b>								
<b>Numero totale di segnali</b>		<b>530</b>		<b>102</b>			<b>100%</b>					

[1] *P. auritus* (VU, 1), *P. macrobullaris* (EN, 3)

Strategia di caccia	Manovrabilità	A) Numerodi specie		Rapporto gest./abb.	B) Numerodi segnali bioacustici		Rapporto gest./abb.
		Selva			Selva		
		gestita	abbandonata		gestita	abbandonata	
Aperto	Bassa	3	1	<u>3.0</u>	11	1	<u>11.0</u>
Ecotono	Media	7	5	1.4	513	101	5.1
Gleaner	Alta	2	0	2.0	4	0	4.0

Tab. 2 – A) Numero di specie di pipistrelli e B) numero di segnali bioacustici registrati nelle selve gestite e abbandonate raggruppati per "strategia di caccia" e grado di "manovrabilità" delle diverse specie censite (v. Tab. 1). Il riquadro grigio indica il rapporto selve gestite verso abbandonate (Rapporto gest./abb.) con il valore più alto sottolineato.

con strategie di caccia complementari di utilizzarle al meglio. Infatti, maggiore è il numero di nicchie diverse disponibile e maggiore sarà il numero di specie e di individui che potenzialmente possono occupare tali nicchie senza necessariamente farsi concorrenza. Non da ultimo, si noti che ben tre delle specie presenti solo nelle selve gestite hanno un grado di minaccia (categoria Lista Rossa) maggiore rispetto alle altre specie e sono riportate come prioritarie per il Ticino e per la Svizzera.

### Confronto con altre tipologie di bosco

Dal confronto tra le comunità di pipistrelli rilevate in tutte le tipologie di selve della tabella 2 (13 specie in tutto) e quelle rilevate in altre tipologie di boschi aperti, semiaperti e chiusi (14 specie), si nota che l'effetto dell'abbandono (e conseguente chiusura) delle selve castanili ha effetti più importanti sul numero di specie di pipistrello rispetto a quanto rilevato nelle tipologie strutturali (aperti, semiaperti e chiusi) degli alberi boschi. Infatti, nelle selve abbandonate/chiusure il numero di specie di pipistrelli diminuisce del 38% rispetto a quelle gestite/aperte, mentre la diminuzione raggiunge al massimo il 14% per le tipologie semiaperte degli altri boschi, dove sono presenti praticamente le medesime specie in tutte le tipologie

strutturali (Tab. 3). Fa eccezione l'Orecchione, rilevato unicamente nelle selve gestite e nei boschi aperti, dove però la probabilità di captare gli ultrasuoni emessi a "bassa voce" da questa specie è maggiore. Al contrario, il complesso Vespertilio maggiore/minore non è mai stato rilevato nelle selve castanili, sebbene non ci siano ragioni per escludere la presenza soprattutto del Vespertilio maggiore (*Myotis myotis*) nelle selve più aperte. Questa specie sfrutta però in modo molto mirato anche radure molto piccole, eludendo quindi il rilievo bioacustico.

### La struttura delle selve è il fattore chiave per la diversità dei pipistrelli

Come mostrato dalla figura 3, le selve gestite possono avere strutture e densità del bosco (p.es. dimensioni e distanze tra gli alberi) molto diverse tra loro. Ciò dipende da diversi fattori, quali la densità dell'impianto, le condizioni topografiche, ma soprattutto il tipo e il regime di gestione (frequenza e intensità), nonché il tempo trascorso dall'ultimo intervento (potatura, pascolo, ecc.).

L'analisi del grado di similitudine delle variabili strutturali e topografiche delle 22 coppie di selve investigate seguita dalla classificazione e regressione ad albero delle stesse variabili (v. Materiali e Metodi) ha permesso di identifi-



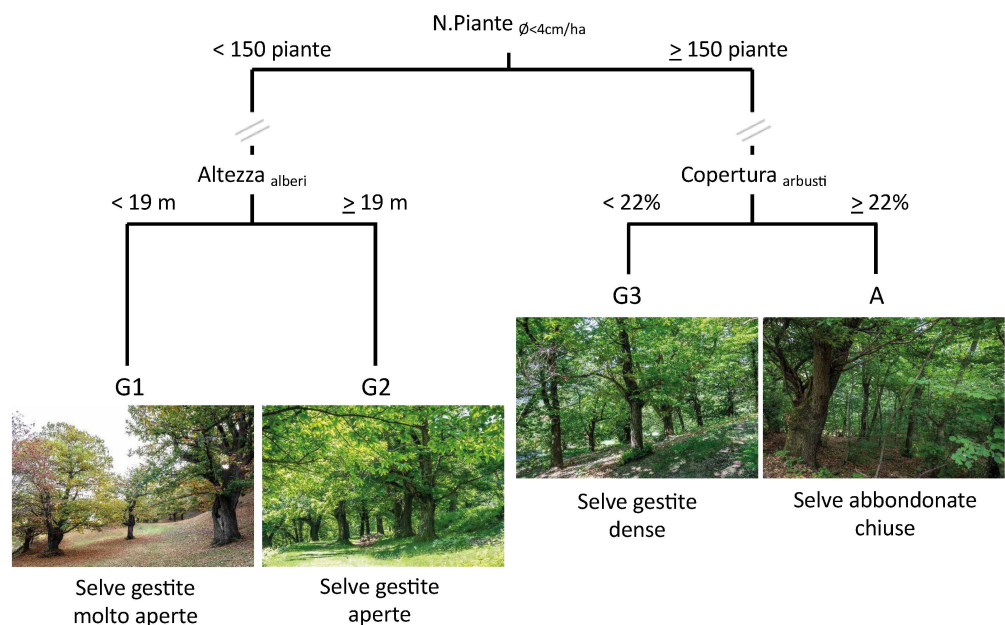
Tab. 3 – Confronto tra le specie di pipistrelli rilevate nelle 22 coppie di selve gestite e abbandonate e le specie rilevate in altre 7 selve castanili e 34 ambienti forestali diversi, raggruppati per tipologia di struttura (boschi aperti, semiaperti e chiusi). Si noti che si tratta di stime parsimoniose del numero di specie presenti. La percentuale indica il numero di boschi di una certa tipologia all'interno dei quali una determinata specie è stata osservata. Le specie i cui ultrasuoni mostrano un'ampia gamma di sovrapposizione sono state accorpate nei cinque gruppi seguenti: Pipistrello albolimbato/di Nathusius; Orecchioni; Nictaloidi; Nictaloidi; Vespertilio complesso; Vespertilio maggiore/minore.

Specie		Struttura del bosco						
		Selve gestite (n=22)	Selve abbandonate (n=22)	Selve aperte (n=6)	Selva chiusa (n=1)	Altri boschi aperti (n=11)	Altri boschi semiaperti (n=12)	Altri boschi chiusi (n=11)
Pipistrello nano	<i>Pipistrellus pipistrellus</i>	95%	55%	100%	x	100%	100%	100%
Pipistrello albolimbato/di Nathusius	<i>Pipistrellus kuhlii/nathusii</i>	73%	14%	100%		55%	42%	36%
Pipistrello di Savi	<i>Hypsugo savii</i>	41%	14%	83%	x	73%	67%	36%
Nottola di Leisler	<i>Nyctalus leisleri</i>	27%	5%	50%		55%	42%	36%
Pipistrello soprano	<i>Pipistrellus pygmaeus</i>	5%	5%	33%		45%	42%	45%
Orecchioni	<i>Plecotus auritus/macrobullaris</i>	14%		33%		18%	0%	0%
Serotino comune	<i>Eptesicus serotinus</i>	9%		50%		18%	25%	27%
Nictaloidi	Nyctaloid	9%		33%	x	36%	25%	27%
Nottola comune	<i>Nyctalus noctula</i>	9%		0%		9%	8%	18%
Vespertilio complesso	<i>Myotis komplex</i>	5%		83%	x	91%	42%	91%
Molosso di Cestoni	<i>Tadarida teniotis</i>	5%		17%		45%	17%	18%
Vespertilio di Natterer	<i>Myotis nattereri</i>			33%		55%	50%	36%
Vespertilio emarginato	<i>Myotis emarginatus</i>			17%	x	9%	0%	9%
Vespertilio maggiore/di Blyth	<i>Myotis myotis/blythii</i>			0%		9%	17%	18%
<b>Numero minimo di specie</b>		<b>11</b>	<b>5</b>	<b>14</b>	<b>5</b>	<b>14</b>	<b>14</b>	<b>14</b>
		<b>13 specie</b>				<b>14 specie</b>		

Fig. 6 – Risultato dell'analisi della classificazione e della regressione ad albero delle variabili strutturali e topografiche delle 22 coppie di selve investigate e i valori soglia delle variabili determinanti, ossia: il numero di piante all'ettaro con diametro ( $\emptyset$ ) inferiore a 4 cm ( $N_{\text{piante}_{\emptyset < 4\text{cm/ha}}}$ ), altezza degli alberi ( $Altezza_{\text{alberi}}$ ) e copertura arbustiva ( $Copertura_{\text{arbusti}}$ ). Si distinguono quattro tipologie di selve omogenee: G1 - Selve con meno di 150 piante legnose ( $\emptyset < 4\text{cm}$ ) per ettaro e un'altezza degli alberi inferiore a 19 m. G2 - Selve con la stessa densità di piante all'ettaro di G1, ma con un'altezza degli alberi maggiore a 19 m. G3 - Selve con oltre 150 piante legnose all'ettaro ma con una copertura arbustiva inferiore a 22%. A - Selve abbandonate con la stessa densità di specie legnose all'ettaro di G3, ma con una copertura arbustiva superiore a 22% (foto Giorgio Moretti).

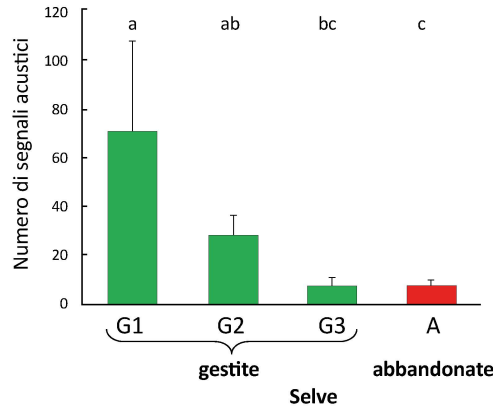
care quattro tipologie di selve omogenee e di identificare i valori soglia delle variabili principali definite alla figure 6: da un lato troviamo "selve gestite molto aperte (G1)" e "selve gestite aperte (G2)", entrambe con meno di 150 arbusti all'ettaro e altezza degli alberi fino a 19 m, rispettivamente oltre i 19 m, dall'altro le "selve gestite dense (G3)" e le "selve abbandonate chiuse (A)" con oltre 150 arbusti all'ettaro e copertura arbustiva inferiore, rispettivamente maggiore a 22%.

L'analisi del numero di segnali acustici registrati nelle diverse tipologie di selve mostra che tra le selve gestite (G1-G3) sono soprattutto le selve più aperte e con grossi alberi e ampi spazi tra gli alberi (G1) a registrare la maggiore attività di caccia (numero di segnali acustici), sebbene con una certa variabilità (Fig. 7). Le selve abbandonate (A) assieme alle selve gestite più dense (G3), registrano il minor numero di segnali acustici.



### Fattori che influenzano il numero di specie e l'attività di caccia dei pipistrelli nelle selve castanili

Sono tre le possibili ragioni che potrebbero spiegare la maggiore diversità di specie e attività di caccia dei pipistrelli nelle selve molto aperte rispetto a quelle più chiuse. Da un lato, le selve gestite aperte potrebbero offrire risorse alimentari più abbondanti (ossia, maggiore numero e biomassa di insetti notturni) grazie a un microclima più caldo e variegato creato dal mosaico di ambienti aperti (caldi) e chiusi (freschi) e dalla presenza di grossi alberi ben esposti al sole. Dall'altro lato, le selve gestite aperte potrebbero permettere a un numero più elevato di individui e di specie di pipistrelli di dimensioni e forme diverse di accedere agli strati bassi delle selve, sia per ragioni alimentari che per l'offerta di rifugi nelle cavità degli alberi. Dimensioni e forme diverse, in particolare delle ali, riflettono modalità di volo e strategia di caccia diverse. Per esempio ali larghe e corte, come quelle degli Orecchioni e del Serotino comune, hanno una portata alare (ossia, rapporto tra peso corporeo e superficie alare) maggiore che si riflette in una maggiore manovrabilità rispetto a specie



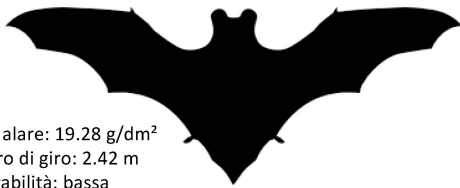
con ali strette e lunghe, come la Nottola. La terza opzione, potrebbe essere la combinazione delle due opzioni precedenti.

#### Opzione 1: abbondanza e biomassa di insetti

I risultati delle catture di insetti notturni condotte con lampade luminose in parallelo alle registrazioni dei pipistrelli mostrano che non c'è alcuna differenza nel numero e nella bio-

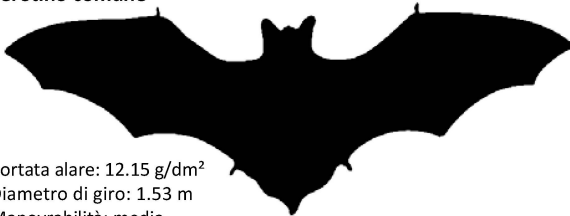
Fig. 7 – Numero medio (± sd) di segnali acustici registrati per notte suddivisi nelle tre tipologie di selve gestite in ordine crescente di densità di vegetazione arbustiva e arborea (G1, G2, G3) e nelle selve abbandonate come definiti alla figura 6). Lettere (a, b, c) diverse sopra le colonne indicano risultati significativamente diversi tra i diversi gruppi di selve. P.es. il numero di segnali acustici nelle selve aperte del gruppo G1 è significativamente maggiore rispetto a G3 (nessuna lettera in comune) ma non rispetto a G2 (la lettera 'a' è in comune). Mentre quest'ultima è maggiore a G3 ma non significativamente diversa (lettera 'b' in comune).

#### Nottola di Leisler



Portata alare: 19.28 g/dm<sup>2</sup>  
Diametro di giro: 2.42 m  
Manovrabilità: bassa

#### Serotino comune



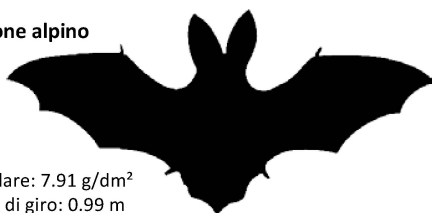
Portata alare: 12.15 g/dm<sup>2</sup>  
Diametro di giro: 1.53 m  
Manovrabilità: media

#### Pipistrello nano



Portata alare: 8.10 g/dm<sup>2</sup>  
Diametro di giro: 1.02 m  
Manovrabilità: media

#### Orecchione alpino



Portata alare: 7.91 g/dm<sup>2</sup>  
Diametro di giro: 0.99 m  
Manovrabilità: alta



Fig. 8 – Esempi di specie di pipistrelli con diversi valori di portata alare (ossia, rapporto tra massa corporea e superficie alare) e manovrabilità (stimata a partire da diversi parametri morfologici, v. Obrist et al. 2011b) (Silhouette e foto Stiftung Fledermausschutz).

massa di insetti notturni campionati nelle selve gestite rispetto a quelle abbandonate. Possiamo quindi scartare questa ipotesi.

### **Opzione 2:**

#### **Dimensione e forma delle ali dei pipistrelli**

Lo studio condotto nelle 22 coppie di selve gestite e abbandonate (v. Tab. 1) ha mostrato che pressoché tutte le specie hanno approfittato della gestione delle selve castanili e, in particolare, di quelle più aperte.

Le specie che cacciano lungo gli ecotoni e attorno alle chiome degli alberi (strategia 'ecotono'; Fig. 1), sebbene fossero presenti in entrambe le tipologie di gestione (gestite e abbandonate), nelle selve gestite hanno registrato un aumento degli effettivi di oltre il doppio rispetto alle selve abbandonate. Le sei specie rilevate esclusivamente nelle selve gestite aperte, presentano tecniche di caccia pressoché assenti nelle selve abbandonate: 3 specie (Nottola comune, N. di Leisler – inclusa tra i Nictaloidi – e Molosso di Cestoni) cacciano in spazi aperti (strategia 'aperto') e hanno quindi una manovrabilità bassa con un rapporto tra massa corporea e superficie alare corporea basso, mentre 2 specie (Orecchioni e in parte il complesso Vespertilio che comprende anche il V. di Daubenton) cacciano tra le fronde e il fogliame (strategia 'gleaner') e hanno una manovrabilità alta (rapporto tra massa corporea e superficie alare alto).

Questo risultato sembra sostenere l'ipotesi secondo cui il maggior numero di specie e di segnali rilevati nelle selve aperte riflette la maggiore accessibilità e disponibilità di ambienti di caccia diversi rispetto alle selve abbandonate con fitta vegetazione. Ciò permette a più specie di pipistrelli con modalità e tecniche di caccia diverse di coesistere e di occupare nicchie trofiche complementari rispetto a quanto succede nelle selve più dense. Particolarmente favorite sembrano essere le specie con bassa manovrabilità poiché necessitano ampi spazi di volo per procurarsi il cibo o accedere ai rifugi negli alberi, com'è il caso della Nottola di Leisler (Zambelli et al. 2021 in questo contributo). Ciò conferma anche quanto osservato da altri autori (p.es. Erickson & West 2003; Loeb & O'Keefe 2010) in piantagioni e frutteti degli Stati Uniti.

Ricordiamo comunque che i risultati bioacustici di determinate specie criptiche o che emettono a "basso volume", come gli Orecchioni, possono essere influenzati dal contesto ambientale, per cui i boschi più aperti e senza ostacoli, facilitano il rilievo e il riconoscimento delle specie. Ciò potrebbe creare delle differenze di probabilità di rilevamento dei segnali tra le specie (dettibilità del segnale) (Obrist et al. 2010, 2011).

## **CONCLUSIONI**

### **Sintesi dei risultati**

Sebbene la maggior parte delle conoscenze relative ai pipistrelli nel bosco si basano su dati raccolti soprattutto negli strati inferiori de-

gli alberi, ossia al di sotto delle chiome e nel sottobosco, i progressi fatti nell'ultimo decennio relativi alle tecniche di rilevamento bioacustico hanno migliorato di molto la nostra capacità di studiare i pipistrelli anche negli ambienti forestali. Siamo tuttavia ancora lontani dal comprendere la complessità del bosco e in particolare della sua canopea come pure il mosaico di microambienti presenti in una medesima tipologia forestale.

I risultati raccolti in questa e altre indagini possono essere riassunti nel seguente modo:

- Il numero di specie di pipistrelli e la loro attività di caccia è maggiore nelle selve gestite, ossia prive di arbusti e giovani alberi estranei alla selva, rispetto alle selve abbandonate.
- Tra le selve gestite, i pipistrelli prediligono quelle molto aperte, ossia con castagni molto spaziosi tra loro.
- Una maggiore apertura delle selve favorisce la diversità degli ambienti di caccia che si riflette nella coesistenza di specie con tecniche di volo e strategia di caccia diverse. Particolarmente favorite sono risultate le specie di taglia maggiore con una bassa manovrabilità di volo che possono così accedere agli ambienti di caccia e ai rifugi all'interno di questi boschi aperti.

### **Consigli per la pratica**

I risultati presentati ci permettono di proporre le seguenti indicazioni:

- Conservare una certa quantità di alberi cavi in piedi in bosco, anche quando sono morti, al fine di garantire un sufficiente numero di rifugi per le specie silvicole.
- Assicurare per tempo il ricambio generazionale degli alberi cavi tramite la messa a dimora mirata di giovani piante dove necessario.
- Dilazionare le potature nel tempo e nello spazio in modo da garantire una presenza costante di cavità, compresi lembi di corteccia distaccati.
- Evirare il taglio di alberi con presenza di cavità di ogni tipo e, se del caso, discusso con esperti del Centro protezione chiroteri Ticino.

Inoltre, considerata la longevità dei pipistrelli e il basso tasso di riproduzione, i rifugi in alberi cavi (p.es. nidi di picchio e altri tipi di cavità) e le aree di attività (alimentazione e spostamenti) devono essere conservate il più a lungo possibile nelle stesse regioni o addirittura essere incrementate. Ciò contribuisce alla conservazione delle specie che ritrovano i rifugi di riproduzione utilizzati per generazioni e gli ambienti di caccia nelle immediate vicinanze. In relazione al recupero e alla gestione delle selve castanili, si consiglia di favorire le selve molto aperte e di gestire lo strato erbaceo tramite il pascolo estensivo e regolare al fine di evitare che il numero di arbusti all'ettaro superi le 150 unità. La presenza di bestiame sembra avere un effetto positivo sulla biomassa di insetti a livello locale, ciò che costituisce una risorsa potenziale di nutrimento per i pipistrelli e per altri insettivori.

## RINGRAZIAMENTI

Si ringraziano i Servizi forestali del Cantone Ticino e Grigioni, come pure i proprietari delle selve castanili per aver fornito l'aiuto e i permessi necessari per la raccolta dei dati. Siamo grati per l'aiuto in campo di Franco Fibbioli, Marco Conedera, Simone Degiacomi e Nathalie Tzaud. Ringraziamo infine gli enti e le organizzazioni che hanno sostenuto finanziariamente i vari progetti, in particolare: il Museo cantonale di storia naturale, la Sezione forestale cantonale, l'Ufficio natura e paesaggio, il Patriziato di Caveragno, il Patriziato di Fusio, il Patriziato di Lodano, l'Associazione Hot Spots, il Centro natura Vallemaggia e la Fondazione Alpe Magnello.

## REFERENZE BIBLIOGRAFICHE

- Adams M.D., Law B.S. & French K.O. 2009. Vegetation structure influences the vertical stratification of open- and edge-space aerial-foraging bats in harvested forests. *Forest Ecology and Management*, 258: 2090-2100.
- Bader E., Bontadina F., Frey-Ehrenbold A., Schönbächler C., Zingg P.E. & Obrist M.K. 2018. Directives pour l'enregistrement, l'analyse et la validation de sons de chauves-souris en Suisse. *Swiss Bat Bioacoustics Group (SBBG)*, 19pp. - <https://www.sbbg.ch/fr/node/35> (ultima consultazione 15.9.2021).
- Bohnenstengel T., Krättli H., Obrist M.K., Bontadina F., Jaberg C., Ruedi M. & Moeschler P. 2014. Lista Rossa Pipistrelli - Specie minacciate in Svizzera, stato 2011. Ufficio federale dell'ambiente UFAM, CCO, KOF, CSCF, WSL, Bern.
- Bray J.R. & Curtis J.T. 1957. An Ordination of the Upland Forest Communities of Southern Wisconsin. *Ecological Monographs*, 27: 325-349.
- Browning E., Barlow K.E., Burns F., Hawkins C. & Boughey K. 2021. Drivers of European bat population change: a review reveals evidence gaps. *Mammal Review*, 51: 353-368.
- Carr A., Weatherall A. & Jones G. 2020. The effects of thinning management on bats and their insect prey in temperate broadleaved woodland. *Forest Ecology and Management*, 457, 117682.
- Conedera M., Bonavia F., Piattini P. & Krebs P. 2021. Le varietà di castagne da frutto della Svizzera Italiana. In: Moretti M., Moretti G. & Conedera M. (eds), *Le selve castanili della Svizzera italiana. Aspetti storici, paesaggistici, ecologici e gestionali. Memorie della Società ticinese di scienze naturali*, 13: 63-89.
- Davy C.M., Russo D. & Fenton M.B. 2007. Use of native woodlands and traditional olive groves by foraging bats on a Mediterranean island: consequences for conservation. *Journal of Zoology* 273: 397-405.
- De'ath G. & Fabricius K.E. 2000. Classification and regression trees: A powerful yet simple technique for ecological data analysis. *Ecology*, 81: 3178-3192.
- Dietz C. & Kiefer A. 2016. *Bats of Britain and Europe*. Bloomsbury Academic, 400 pp.
- Erickson J.L. & West S.D. 2003. Associations of bats with local structure and landscape features of forested stands in western Oregon and Washington. *Biological Conservation*, 109: 95-102.
- Fraser E.E., Silvis A., Brigham R.M. & Czenze Z.J. (eds.) 2020. *Bat echolocation research. A handbook for planning and conducting acoustic studies*. Bat Conservation International, Tucson, Arizona, 122 pp.
- Froidevaux J.S.P., Zellweger F., Bollmann K. & Obrist M.K. 2014. Optimising passive acoustic sampling of bats in forests. *Ecology and Evolution*, 4: 4690-4700.
- Graf R.F. & Fischer C. (Eds.) 2021. *Atlante dei mammiferi della Svizzera e del Liechtenstein*. Società Svizzera di Biologia della Fauna SSBF, Edizioni Haupt, Berna.
- Hayes J.P. & Loeb S.C. 2007. The influence of forest management on bats in North America. In: Lacking M.J., Hayes J.P., Kurta A. (eds.), *Bats in Forests: Conservation and Management*. John Hopkins University Press, Baltimore, pp. 207-235.
- Krebs P., Pezzatti G.B., Poretti A., Lauriantti F. & Conedera M. 2021a. Fonti e metodi per ricostruire l'evoluzione dei castagneti da frutto nella Svizzera sudalpina dal Settecento ai giorni nostri. In: Moretti M., Moretti G. & Conedera M. (eds), *Le selve castanili della Svizzera italiana. Aspetti storici, paesaggistici, ecologici e gestionali. Memorie della Società ticinese di scienze naturali*, 13: 15-42.
- Loeb S. & O'Keefe J.M. 2010. Habitat Use by Forest Bats in South Carolina in Relation to Local, Stand, and Landscape Characteristics. *Journal of Wildlife Management*, 70: 1210-1218.
- Mattei-Roesli M. 2011a. Approfondimento delle conoscenze sulla fauna chiropterologica in un comparto territoriale alpino (alta Val Lavizzara). Rapporto non pubblicato, 12 pp.
- Mattei-Roesli M. 2011b. Approfondimento delle conoscenze sulla fauna chiropterologica nel comparto territoriale prioritario del fondovalle Valmaggese. Rapporto non pubblicato, 12 pp.
- Mattei-Roesli M. 2012. Approfondimento delle conoscenze sulla fauna chiropterologica nel comparto territoriale prioritario del Monte Generoso. Rapporto non pubblicato, 12 pp.
- Mattei-Roesli M. 2013a. Approfondimento delle conoscenze sulla fauna chiropterologica nel comparto territoriale prioritario del Piano di Magadino. Rapporto non pubblicato, 12 pp.
- Mattei-Roesli M. 2013b. Approfondimento della situazione di *Myotis bechsteinii* (Kuhl 1818) nelle Terre di Pedemonte. Rapporto non pubblicato, 20 pp.
- Mattei-Roesli M. 2014. Approfondimento delle conoscenze sulla fauna chiropterologica della Valle Verzasca. Rapporto non pubblicato, 13 pp.
- Mattei-Roesli M. 2015. Inventario bioacustico dei chiroteri che cacciano in una selva recentemente recuperata sopra Mergoscia, 11 pp.
- Mattei-Roesli M. 2016. Monitoraggio progetto IC Interviviera - Chiroteri - Stato 0, 11 pp.
- Mattei-Roesli M. 2018a. Monitoraggio degli interventi di recupero in una selva castanile a Boschetto comune di Cevio utilizzando i chiroteri quali indicatori, 9 pp.
- Mattei-Roesli M. 2018b. I pipistrelli delle zone planiziali di Lodano. Rapporto non pubblicato, 14 pp.
- Mattei-Roesli M. 2019a. I chiroteri quali indicatori biologici per misurare gli effetti di interventi di valorizzazione forestale in lariceti pascolati. *Bollettino della Società ticinese di scienze naturali*, 107: 61-66.
- Mattei-Roesli M. 2019b. I pipistrelli del fondovalle di Caveragno, Comune di Cevio. Rapporto non pubblicato. 13pp.

- Mattei-Roesli M. 2021. Rilievi bioacustici presso due boschi planiziali sul Delta della Maggia a Locarno (Bosco Isolino e "bosco percorso vita" in faccia al Parco della Pace). Rapporto non pubblicato, 14 pp.
- Mattei-Roesli M., Pagano L., Zambelli N. & Rampazzi F. 2020. Contributo alla conoscenza dei chiropteri dei boschi del comprensorio del progetto di Parco nazionale del Locarnese (Svizzera). Bollettino della Società ticinese di scienze naturali, 108: 45-52.
- Matteucci M., Isocrono D., Favero-Longo S.E. & Moretti M. 2021. Comunità licheniche epifite dei castagneti da frutto del Cantone Ticino, Svizzera. In: Moretti M., Moretti G. & Conedera M. (eds), Le selve castanili della Svizzera italiana. Aspetti storici, paesaggistici, ecologici e gestionali. Memorie della Società ticinese di scienze naturali, 13: 109-120.
- Middleton N. 2020. Is that a bat – a guide to non-bat sounds encountered during bat surveys. Pelagic Publishing, Exeter, UK, 288 pp.
- Moretti G. 2021. Trent'anni di recupero delle selve castanili in Cantone Ticino: un'operazione di successo. In: Moretti M., Moretti G. & Conedera M. (eds), Le selve castanili della Svizzera italiana. Aspetti storici, paesaggistici, ecologici e gestionali. Memorie della Società ticinese di scienze naturali, 13: 213-234.
- Müller J.P., Jenny H., Lutz M., Mühlethaler E. & Briner T. 2010. Die Säugetiere Graubündens – Eine Übersicht. Coira, Stiftung Sammlung Bündner Naturmuseum e Disertina Verlag.
- Obrist M.K. & Giavi S. 2016. Monitoring bioacoustique des chiroptères – Méthodes, coûts et limites. Nature + Paysage Inside, 16: 17-21.
- Obrist M.K., Boesch R., Flückiger P.F. & Dieckmann U. 2004a. Who's calling? Acoustic bat species identification revised with synergetics. In: Thomas J., Moss C. & Vater M. (Eds.), Echolocation in Bats and Dolphins, Proceedings of the Biosonar Conference 1998. University of Chicago Press, Chicago, pp. 484-491.
- Obrist M.K., Flückiger P.F. & Boesch R. 2004b. Variability in echolocation call design of 26 Swiss bat species: consequences, limits and options for automated field identification with a synergetic pattern recognition approach. Mammalia, 69: 307-322.
- Obrist M.K., Flückiger P.F. & Boesch R. 2011b. Bioakustische Fledermauserhebungen in unterschiedlichen Lebensräumen der Schweiz - Computergestützte synergetische Arterkennung im Einsatz. Mitteilungen der Naturforschenden Gesellschaft des Kantons Solothurn, 41: 9-87.
- Obrist M.K., Pavan G., Sueur J., Riede K., Llusia D. & Marquez R. 2010. Bioacoustics approaches in biodiversity inventories. In: Eymann J., Degreef J., Häuser C., Monje J.C., Samyn Y., VandenSpiegel D. (eds) Manual on Field Recording Techniques and Protocols for All Taxa Biodiversity Inventories, pp. 68-99.
- Obrist M.K., Rathey E., Bontadina F., Martinoli A., Conedera M., Christe P. & Moretti M. 2011a. Response of bat species to sylvo-pastoral abandonment. Forest Ecology and Management 261: 789-798.
- Pezzatti G.B., Heubi M., Poli N., Walder D., Conedera M. & Krebs P. 2021. Caratteristiche strutturali delle selve castanili del Sud delle Alpi. In: Moretti M., Moretti G. & Conedera M. (eds), Le selve castanili della Svizzera italiana. Aspetti storici, paesaggistici, ecologici e gestionali. Memorie della Società ticinese di scienze naturali, 13: 99-107.
- Python A., Morelli F., Lardelli R. & Moretti M. 2021. Uccelli nidificanti delle selve castanili del Cantone Ticino e Moesano, Svizzera. Come reagiscono le comunità al recupero delle selve abbandonate? In: Moretti M., Moretti G. & Conedera M. (eds), Le selve castanili della Svizzera italiana. Aspetti storici, paesaggistici, ecologici e gestionali. Memorie della Società ticinese di scienze naturali, 13: 145-161.
- Rathey E. 2006. Species diversity and activity of bats in managed versus abandoned chestnut orchards. Ecology and Evolution Departement. University of Lausanne, Lausanne, p. 31.
- Schmieder D.A., Bader E., Schönbächler C., Krättli H., Bontadina F. & Obrist M.K. 2019: Validation des enregistrements bioacoustiques de chauves-souris Nature + Paysage Inside, 19: 39-43.
- UFAM 2011. Lista delle specie prioritarie a livello nazionale. Specie prioritarie per la conservazione e la promozione a livello nazionale, stato 2010. Ufficio federale dell'ambiente, Berna. Pratica ambientale, 1103: 1-132.
- Zambelli N., Martinoli A., Bontadina F., Mattei-Roesli M. & Moretti M. 2021. Nottola di Leisler (*Nyctalus leisleri*, Chiroptera), specie emblematica delle selve castanili dell'Alto Malcantone (Cantone Ticino, Svizzera). In: Moretti M., Moretti G. & Conedera M. (eds), Le selve castanili della Svizzera italiana. Aspetti storici, paesaggistici, ecologici e gestionali. Memorie della Società ticinese di scienze naturali, 13: 175-183.