

TOMMASO LA MANTIA (*) (°) - ROCCO LO DUCA (*) - BRUNO MASSA (*)
SUSANNA NOCENTINI (***) - JULIANE RÜHL (*)

LA BIODIVERSITÀ DEI BOSCHI SICILIANI. PARTE I: L'AVIFAUNA

(*) Università degli Studi di Palermo, Dipartimento Scienze Agrarie e Forestali (SAF), viale delle Scienze, Ed. 4, 90128 Palermo.

(***) Università degli Studi di Firenze, Dipartimento di Gestione dei Sistemi Agrari, Alimentari e Forestali (GESAAF), via San Bonaventura, 13, 50145 Firenze.

(°) Autore corrispondente; tommaso.lamantia@unipa.it

È stata censita la diversità delle specie ornitiche presente in alcune tipologie forestali della Regione Siciliana e la relazione tra le ornitocenosi, le scelte gestionali ed i diversi fattori abiotici e biotici. L'analisi della species richness (= numero delle specie) dimostra che essa è correlata con il bioclina, il diametro massimo degli individui arborei, il valore trofico di tutti gli strati di vegetazione ed il valore trofico dello strato arboreo. I boschi meso-supramediterranei sono più ricchi di specie rispetto ai boschi termomesomediterranei. L'importanza del diametro massimo degli individui arborei, che esprime indirettamente anche il tipo di gestione di un bosco, viene spiegata dalla dipendenza di alcune specie corticicole da piante di grosse dimensioni e di alcune specie legate a chiome di alberi alti in genere corrispondenti a piante di grosse dimensioni. Il valore trofico dei boschi è stato censito attraverso un apposito rilievo delle specie floristiche con valore nutritivo presente nello strato erbaceo, arbustivo e arboreo. L'assenza di specie con valore trofico riduce molto le specie di uccelli presenti ma, nello stesso tempo, l'abbondanza di specie floristiche con valore trofico non produce una abbondanza di specie ornitiche. Quando invece della species richness si correla l'indice di diversità di Shannon con i fattori suddetti, il risultato è simile: viene influenzato dal bioclina, dal diametro massimo e dalla presenza di piante con valore trofico. Infine, è da sottolineare che né la species richness né l'indice di Shannon risulta essere influenzata dal diametro del legno morto in piedi o dal volume del legno morto a terra. Le indicazioni che risultano dai risultati dell'analisi sono: 1) per aumentare la diversità ornitica bisogna lasciare nuclei di piante adulte e di una certa dimensione, anche nei cedui; 2) alla luce dei risultati sulla presenza di specie con valore trofico vanno riviste le norme che prevedono le specie (qualità e quantità) da rilasciare nei cedui; 3) per i rimboschimenti vanno escluse le ripuliture del sottobosco e le spalcatore che devono essere limitate alla fascia perimetrale per la prevenzione degli incendi.

Parole chiave: uccelli; Sicilia; selvicoltura; rimboschimenti.

Key words: birds; Sicily; silviculture; afforestation.

Citazione - LA MANTIA T., LO DUCA R., MASSA B., NOCENTINI S., RÜHL J., 2014 – *La biodiversità dei boschi siciliani. Parte I: l'avifauna*. L'Italia Forestale e Montana, 69 (3): 173-193. <http://dx.doi.org/10.4129/ifm.2014.3.01>

1. PREMessa E SCOPI DELLO STUDIO

La crescente attenzione verso le funzioni multiple del bosco – non solamente quindi quelle produttive – ha portato a valutare gli effetti che una gestione diversa rispetto a quella tradizionale può avere su alcune componenti. Pur non essendo possibile in questa sede una analisi dettagliata delle implicazioni scientifiche del con-

retto di biodiversità (cfr. MASSA, 2008), tema oggetto di particolare attenzione negli ultimi decenni (cfr. CIANCIO e NOCENTINI, 2002), tuttavia per poter affrontare in maniera coerente gli aspetti pratico-operativi della questione è necessario precisare il quadro concettuale in cui si opera. È ormai un fatto acquisito dalla comunità scientifica che la diversità biologica, intesa nelle sue diverse dimensioni (NOSS, 1997),

rappresenta un elemento determinante per la funzionalità degli ecosistemi. In particolare, viene oggi riconosciuto che la biodiversità contribuisce soprattutto ad aumentare la *resilienza* degli ecosistemi, cioè la loro capacità di reagire a fattori di disturbo. Conservare la biodiversità non vuol dire solo salvare dall'estinzione taxa considerati a rischio, ma anche, e soprattutto, sostenere la capacità degli ecosistemi di adattarsi ai cambiamenti (NOCENTINI, 2005). Poiché una delle caratteristiche dei sistemi naturali è il continuo cambiamento, l'obiettivo della conservazione non è quello di conservare lo *status quo*, ma piuttosto di far sì che le popolazioni possano rispondere ai cambiamenti ambientali in maniera adattativa (MEFFE e CARROLL, 1997).

Molti dei processi che producono e sostengono la diversità biologica in particolare di un ecosistema forestale si riferiscono a eventi che si sono verificati in un lontano passato. Da qui la necessità di conoscere questa storia per comprendere il presente ma è anche vero che la conoscenza del passato non può indicare con certezza quale sarà la traiettoria futura di un bosco (CIANCIO e NOCENTINI, 2004a). La selvicoltura, in particolare, agisce sulla biodiversità con molteplici effetti, strettamente interrelati, spesso difficilmente quantificabili. Gli effetti più evidenti e facilmente rilevabili sono legati al modello colturale perseguito che determina modifiche nei seguenti parametri per i quali è nota una stretta relazione con la diversità di specie e processi funzionali degli ecosistemi forestali (CIANCIO e NOCENTINI, 2003 e bibliografia ivi citata):

- 1) *Struttura verticale dei soprassuoli* – In generale, più è diversificata la struttura verticale di un bosco, maggiore è la diversità di specie come è stato documentato soprattutto per l'avifauna.
- 2) *Struttura cronologica dei soprassuoli* – Negli ecosistemi forestali la diversità aumenta all'aumentare dell'età della componente arborea; ciò si spiega con l'aumento della complessità verticale e in definitiva con l'aumento di nicchie che vengono realizzate.
- 3) *Presenza di necromassa arborea* – Il legno morto sia a terra che in piedi costituisce l'habitat di numerose specie animali e vegetali

e contribuisce in maniera determinante ad aumentare la biodiversità di un bosco.

- 4) *Apertura di vuoti nella copertura arborea* – La creazione di aree a diversa densità arborea ma anche di veri e propri vuoti occupati da specie erbacee o arbustive contribuisce a creare l'habitat per numerose specie animali e vegetali.

Oggi è generalmente riconosciuto che per conseguire l'efficienza complessiva dei sistemi forestali e la conservazione della biodiversità è necessario abbandonare la visione riduttiva che vede il bosco solo come un insieme di alberi di interesse economico o come una lista di specie, per considerarlo e gestirlo invece come un sistema biologico complesso (SIMBERLOFF, 1999). La selvicoltura tende(va) all'uniformità e all'omogeneità del bosco e, di conseguenza, alla riduzione della diversità biologica. Un bosco, gestito secondo questi canoni, quasi sempre è monospecifico o presenta una composizione costituita da una specie principale e da una o, al più, due specie secondarie, ha struttura spesso coetanea ed è ordinato in classi cronologiche o in classi di diametro inoltre i turni, per i boschi coetanei, sono relativamente brevi rispetto alla longevità della – o delle – specie.

Una gestione forestale sostenibile, di contro, non può prescindere dai seguenti principi (PERRY e AMARANTHUS, 1997; CIANCIO e NOCENTINI, 2002): a) proteggere la diversità biologica: la protezione della biodiversità è la migliore assicurazione che i forestali e la società possono sottoscrivere per proteggere l'integrità a lungo termine delle foreste; b) proteggere il suolo; c) pianificare a scala del paesaggio: occorre considerare il territorio come un insieme interconnesso e non come parti separate in diverse categorie di uso del suolo; d) per conservare le specie nel lungo periodo, occorre tener conto dell'imprevedibilità degli eventi e agire di conseguenza. La conoscenza dei rapporti tra le comunità animali e l'ambiente a cui queste appartengono consente di valutare gli effetti della manipolazione dell'ambiente sulle specie. La biodiversità, pertanto, è certamente uno dei parametri – nelle sue componenti misurabili – utilizzato per valutare la sostenibilità della gestione forestale e proprio negli ultimi decenni

sono stati eseguiti numerosissimi studi sul tema diversità-gestione forestale.

L'esistenza di relazioni tra le caratteristiche delle comunità animali (specie e densità) e in particolare degli uccelli e quelle del territorio anche forestale è nota e rende gli uccelli degli ottimi indicatori ecologici per alcune ragioni: 1) relativa abbondanza e facilità di rilevamento, 2) sensibilità elevata verso fattori di disturbo, 3) legame tra alcune specie e il proprio habitat di riferimento.

Su quest'ultimo aspetto bisogna tuttavia sottolineare come non possano utilizzarsi degli indicatori "universali" perché le specie cambiano abitudini e habitat al cambiare delle aree geografiche (LONDI *et al.*, 2009). Inoltre l'analisi dei rapporti ecologici tra la comunità animale e l'ambiente presuppone l'acquisizione di dati qualitativi e quantitativi del popolamento animale ma anche sull'ambiente indagato (BEECHER *et al.*, 2002).

Scopo dello studio è stato quello di valutare le relazioni esistenti tra alcune tipologie di bosco e popolamenti ornitici ma anche di valutare quali sono i fattori che, all'interno del bosco, influenzano la diversità ornitica.

Le informazioni disponibili ad oggi per la Sicilia sono, infatti, esclusivamente qualitative con l'eccezione di alcuni contributi su singole specie o particolari comunità forestali (BARRECA *et al.*, 2010; BELLIA, 2005; BELLIA *et al.*, 2011; MASSA e MARGAGLIOTTA, 2005; MASSA *et al.*, 2011; SARÀ *et al.*, 2005 e 2006). Su questo tema, relazione avifauna-foreste, esiste una vastissima letteratura la cui rassegna però esula dagli scopi di questo contributo, si riporteranno pertanto solamente gli articoli utili ad un confronto nella discussione. Infatti, come già evidenziato, i risultati delle indagini possono essere estesi con difficoltà ad altre realtà perché le specie mostrano comportamenti diversi in aree geografiche differenti e quindi non si può fare riferimento a specie genericamente definibili "forestali". La Tor-dela *Turdus viscivorus*, ad esempio è una specie ubiquitaria vivendo nei giardini e nei frutteti nel resto dell'Italia mentre in Sicilia vive solamente nei boschi costituiti da specie autoctone o rimboschimenti in rinaturalizzazione.

Scopo implicito quindi nello studio è quello

di verificare se in Sicilia, per le tipologie e gli ambienti indagati, si verificano alcuni fatti appurati in altri ambienti mediterranei e cioè 1) se i rimboschimenti hanno un effetto positivo sull'avifauna delle foreste (GIL-TENA, 2010) (in Sicilia si sono tradotti in un generale impoverimento della diversità a esclusivo vantaggio di specie ubiquitarie, cfr. LA MANTIA, 2002) e, di contro, se anche in Sicilia risultano più poveri rispetto ai boschi costituiti da specie autoctone (CARNUS *et al.*, 2006; BLONDEL, 1990; PROENÇA *et al.*, 2010); 2) se quest'ultimo aspetto non sia influenzato dalla forma di governo e in particolare se le fustaie, anche di specie come i pini usati anche al di fuori del loro areale, non svolgano un ruolo nell'aumentare la diversità ospitando specie legate alle chiome; 3) se, nei boschi naturali la modalità di gestione dei cedui ha gli stessi effetti rispetto a quanto verificato in altre realtà in Italia (TELLINI FLORENZANO, 1998; TELLINI FLORENZANO *et al.*, 2012).

2. MATERIALI E METODI

2.1. Criteri di scelta delle aree di studio e delle aree di saggio

Il territorio siciliano è caratterizzato da un'alta variabilità di fattori abiotici e tipi gestionali forestali. Come conseguenza, per rilevare le relazioni esistenti tra questa grande variabilità e l'avifauna sarebbero necessari un numero elevatissimo di rilievi, per il presente lavoro sono state scelte 15 aree di studio, applicando le seguenti priorità:

- (co)presenza delle tipologie forestali individuate per lo studio;
- rappresentatività delle formazioni presenti;
- presenza di una varietà di scelte gestionali all'interno della stessa tipologia forestale;
- varietà dei fattori abiotici e di disturbo all'interno della stessa tipologia forestale;
- posizione geografica del bosco.

Si sono scelte cioè 15 aree di studio o macroaree omogenee per fattori ambientali all'interno delle quali, quando possibile, si sono messi a confronto tipologie forestali e modalità di gestione differente.

All'interno di queste 15 aree di studio sono

stati compiuti dei rilievi in 81 aree di saggio (AdS) (Tab. 1).

La individuazione della posizione delle singole AdS è stato uno dei punti cruciali (Tab. 2). Infatti, con lo scopo di individuare le condizioni che aumentano la diversità, per ogni tipo-

logia di bosco (= specie arborea dominante del bosco) sono stati fatti dei rilievi che coprono almeno una parte della variabilità dei fattori ambientali e strutturali presenti all'interno della tipologia. Ad esempio, nella tipologia "Lecceta di bassa quota su substrato basico" sono state

Tabella 1 – Informazioni generali sulle aree di saggio (AdS).
– General information on the sample plots (AdS).

Codice AdS	Tipologia	Località	Bio-clima*	Substrato	Caratteri selvicolturali e fisionomici**	Intensità pascolo/incendio
B01, B02	Betuletta	Etna	S	Vulcanico	CTC	Assente/no
C01	Cerreta	Ficuzza	M	Arenaceo-argilloso	F	Assente/no
C02	Cerreta	Caronie	M	Arenaceo-argilloso	CA+	Alta/no
C03	Cerreta	Caronie	S	Arenaceo-argilloso	F	Alta/no
C04	Cerreta	Peloritani	S	Arenaceo-argilloso	F	Alta/no
C05	Cerreta	Etna	S	Vulcanico	F	Assente/no
C06	Cerreta	Etna	S	Vulcanico	CA+	Assente/no
E01	Eucalitteta	Piazza Armerina	M	Sabbioso-calcarenitico	FR, ev	Assente/no
E02	Eucalitteta	Niscemi	T	Sabbioso-calcarenitico	FR, ev	Assente/SI
E03	Eucalitteta	Monte Gibliscemi	TM	Argilloso	FR	Assente/no
E04, E06	Eucalitteta	Monte Gibliscemi	TM	Argilloso	FR, ev	Assente/no
E05	Eucalitteta	Monte Gibliscemi	TM	Argilloso	Ca	Assente/no
F01, F02	Faggeta	Caronie	S	Arenaceo-argilloso	CTC	Bassa/no
F03	Faggeta	Caronie	S	Arenaceo-argilloso	C	Bassa/no
F04, F05	Faggeta	Madonie	S	Carbonatico	CTC	Media/no; Bassa/no
F06	Faggeta	Madonie	S	Carbonatico	CA+	Alta/no
F07	Faggeta	Peloritani	S	Arenaceo-argilloso	CA+	Alta/no
F08	Faggeta	Etna	S	Vulcanico	CA+	Assente/no
L01, L02	Lecceta	Monti Palermo	M	Carbonatico	CTC, r	Alta/no
L03, L04, L05	Lecceta	Monti Palermo	M	Carbonatico	CTC	Bassa/no; Alta/no; Media/no
L06	Lecceta	Ficuzza	M	Arenaceo-argilloso	CA	Alta/no
L07	Lecceta	Monte Gibliscemi	TM	Evaporitico	CTC, r	Assente/no
L08, L10, L11	Lecceta	Madonie	M	Arenaceo-argilloso	CA	Media/no
L09	Lecceta	Madonie	M	Arenaceo-argilloso	CA, r	Media/no
L12	Lecceta	Madonie	M	Argilloso	CA	Assente/no
L13, L14	Lecceta	Iblei	TM	Carbonatico	CTC	Bassa/no; Assente/no
L15	Lecceta	Pantelleria	T	Vulcanico	F	Assente/no
L16***	Lecceta	Iblei	T	Carbonatico	F	-
P01	Pineta	Monti Palermo	M	Carbonatico	FR, ev	Bassa/no
P02	Pineta	Monti Palermo	M	Carbonatico	FR	Assente/no
P03	Pineta	Monti Palermo	TM	Carbonatico	FR, ev	Assente/SI
P04, P05	Pineta	Monti Palermo	TM	Carbonatico	FR	Media/no; Bassa/no
P06, P07	Pineta	Vittoria	T	Sabbioso-calcarenitico	F (Pineta naturale)	Assente/no; Assente/SI

(Segue)

Segue Tabella 1

Codice AdS	Tipologia	Località	Bio-clima*	Substrato	Caratteri selvicolturali e fisionomici**	Intensità pascolo/incendio
P08	Pineta	Nisceci	T	Sabbioso-calcarenitico	FR, ev	Assente/ SI
P09	Pineta	Monte Carcaci	M	Carbonatico	FR, ev	Media/no
P10	Pineta	Ficuzza	M	Arenaceo-argilloso	FR, ev	Alta/no
P11	Pineta	Sperlinga	M	Arenaceo-argilloso	FR	Alta/no
P12, P13	Pineta	Sambughetti	M	Arenaceo-argilloso	FR	Assente/no; Media/no
P14	Pineta	Madonie	S	Arenaceo-argilloso	FR, ev	Assente/no
P15, P16	Pineta	Iblei	TM	Carbonatico	FR, ev	Bassa/no
P17	Pineta	Peloritani	S	Arenaceo-argilloso	FR, ev	Assente/no
P18, P19, P20, P21	Pineta	Etna	S	Vulcanico	F	Assente/no
Q01	Querceto a rovere	Madonie	S	Arenaceo-argilloso	F	Media/no
R01	Querceto di roverella	Monte Carcaci	M	Carbonatico	CA ⁺	Assente/no
R02	Querceto di roverella	Ficuzza	M	Arenaceo-argilloso	CA ⁺	Bassa/no
R03	Querceto di roverella	Sperlinga	M	Arenaceo-argilloso	F	Media/no
R04, R05	Querceto di roverella	Madonie	M	Argilloso	CA ⁺	Assente/no; Media/no
R06	Querceto di roverella	Iblei	M	Carbonatico	CTC	Media/no
R07	Querceto di roverella	Peloritani	S	Arenaceo-argilloso	F	Assente/no
R08	Querceto di roverella	Etna	M	Vulcanico	F	Bassa/no
R09, R10	Querceto di roverella	Etna	S	Vulcanico	F	Alta/no; Assente/no
R11***	Querceto di roverella	Etna	M	Arenaceo-argilloso	F	
Rip01***	Vegetazione riparia	Iblei	TM	Carbonatico	F	
S01	Sughereta	Monti Palermo	TM	Argilloso	F	AltaSI
S02	Sughereta	Monti Palermo	TM	Argilloso	F, r	AltaSI
S03, S04	Sughereta	Nisceci	T	Sabbioso-calcarenitico	F	Assente/no; AssenteSI
S05	Sughereta	Ficuzza	M	Arenaceo-argilloso	F	Alta/no
S06	Sughereta	Sambughetti	M	Arenaceo-argilloso	F	Alta/no
S07	Sughereta	Sambughetti	M	Arenaceo-argilloso	F, r	Alta/no
S08	Sughereta	Caronie	M	Arenaceo-argilloso	F	BassaSI
S09	Sughereta	Madonie	M	Arenaceo-argilloso	F	Alta/no

* Abbreviazioni: bioclima: T = termomediterraneo, TM = termo-/mesomediterraneo, M = mesomediterraneo, S = meso-/supramediterraneo;

** per quanto concerne i cedui in avviamento, spesso l'effetto dei diradamenti ha fatto assumere al ceduo l'aspetto fisionomico di una fustaia ma a rigore non può parlarsi di "Cedui in conversione a fustaia" non essendo praticati i tagli di rinnovazione (cfr. CIANCIO e NOCENTINI, 2004b); CTC: ceduo che ha superato il turno consuetudinario; F: fustaia; CA: ceduo in avviamento; FR: fustaia (rimboschimento); ev: in evoluzione; Ca: ceduo con specie alloctone utilizzato meno di 5 anni fa; C: ceduo utilizzato meno di 5 anni fa; r: presenza di radure; + In molti casi (cfr. nota **) come per i boschi di faggio e di roverella, la situazione appare complicata dalla presenza di piante di sicura origine gamica e pertanto mai ceduate e da un aspetto da fustaia, siccome l'aspetto fisionomico e le dimensioni delle piante hanno rilevante importanza sulla flora e sull'avifauna si è deciso di evidenziare i popolamenti con questi caratteri;

***: per queste stazioni sono disponibili solo dati avifaunistici.

Tabella 2 – Metodologia per la scelta delle aree di saggio.
– Steps for choosing sample plots in the study areas.

Nr.	Fase	Descrizione delle azioni intraprese
1	Raccolta di materiale bibliografico e cartografico	✓ Raccolta di informazioni sulle tipologie forestali presenti. ✓ Raccolta di carte tematiche (dove disponibile contenente i tipi forestali; dove non disponibile: carte della vegetazione o carte dell'uso del suolo).
2	Individuazione della variabilità interna dell'area di studio	✓ Individuazione della variabilità dei fattori abiotici e biotici e dello status del popolamento forestale all'interno delle tipologie forestali presenti nelle aree di studio: esposizione, bioclima, rocciosità, pietrosità, substrato geologico, composizione specifica, struttura corologica e struttura orizzontale/verticale del soprassuolo, presenza/assenza di sottobosco, gestione selvicolturale (forma di governo e trattamento, diradamenti, tagli) e/o effetti naturali, disturbi (pascolo, incendio).
3	Scelta delle situazioni da studiare	✓ Scelta delle situazioni più frequentemente riscontrate e più rappresentative della tipologia forestale all'interno dell'area, tenendo in considerazione tipi di gestione selvicolturale differenti.
4	Materializzazione delle AdS	✓ Ogni area di saggio deve rappresentare condizioni omogenee in un raggio di almeno 40 m, non avvicinandosi troppo al margine del bosco che può rappresentare una situazione diversa.

saggiate le aree a copertura elevata così come quelle a bassa copertura forestale per valutare la diversità specifica e sistemica e verificare se e quanto la presenza di radure e aree scoperte all'interno di un bosco contribuisce alla diversità specifica della tipologia.

2.2. Metodologia di rilievo

La forma delle AdS era circolare, alcune variabili sono state rilevate nell'area di 8 m (cui corrisponde una superficie campionata di circa 200 m²) di raggio e altre in un'area di 40 m di raggio (superficie campionata di ca. 5000 m²). Il punto centrale della AdS è stato marcato e le sue coordinate sono state riprese con l'ausilio di un GPS.

L'approccio dei rilievi si è basato sulla metodologia applicata nel Progetto EC-Project FAIR CT98 4045 per il MNTFR (*Scale Dependent Monitoring of Non-Timber Forest Resources Based on Indicators Assessed in Various Data Sources*), adottando però delle schede profondamente modificate.

Per ciascuna AdS sono stati rilevati i seguenti fattori abiotici dalla letteratura:

- il termotipo del bioclima, dati da DRAGO (2002) (cfr. RIVAS-MARTÍNEZ, 1994 e RIVAS-MARTÍNEZ e LOIDI ARREGUI, 1999);
- il substrato geologico, dati da REGIONE SICILIANA, ASSESSORATO BENI CULTURALI E AMBIENTALI E PUBBLICA ISTRUZIONE (1996);

e in campo:

- altitudine, esposizione, rocciosità affiorante, pietrosità (rilevati nel raggio di 40 m);
- presenza di microstrutture: cavità in rocce o terreno, radici di alberi caduti, accumuli di pietre (che svolgono un ruolo nell'aumentare la diversità anche nel bosco cfr. LA MANTIA, 2010), pile di tronchi tagliati, suolo nudo, roccia affiorante (rilevati nel raggio di 40 m);
- presenza di legno morto di piccola dimensione (< 5 cm), legno morto di grande dimensione (> 5 cm) (rilevati nel raggio di 40 m);
- interventi selvicolturali (forma di governo e trattamento, diradamenti, ecc. rilevati nel raggio di 40 m);
- disturbi (rilevati nel raggio di 40 m attraverso la quantità di feci di animali al pascolo e tipo di animali, fusti bruciati, ricacci di alberi ed arbusti);
- nel raggio di 40 m dal centro della AdS sono stati rilevati gli habitat presenti, la presenza di specie fruttificanti nei diversi strati di vegetazione e il periodo della fruttificazione;
- nel raggio di 8 m dal centro della AdS sono stati rilevati i diametri e le altezze degli individui legnosi vivi e morti (nel caso di presenza di polloni è stato censito ogni singolo pollone con diametro > 2 cm).

Inoltre, al fine di potere valutare più approfonditamente il ruolo svolto dal legno morto fattore chiave per la biodiversità forestale (cfr. STOKLAND *et al.*, 2012) lungo un *transect* di 40 m di lunghezza e 10 m di larghezza è stato rilevato il diametro e la lunghezza del legno morto a terra.

2.3. Modalità di censimento degli uccelli

La metodologia utilizzata è stata quella, ormai consolidata del cosiddetto E.F.P., *Echantillonnages Fréquentiels Progressifs*, che fornisce le frequenze di ogni specie, che si sono dimostrate correlate alle abbondanze (BLONDEL, 1975). È un metodo utile per il monitoraggio della biodiversità e il confronto tra habitat ampiamente sperimentato e che permette di contattare attraverso il canto e quindi con una certa facilità anche le specie difficili da osservare. Risulta molto utilizzato soprattutto in ambiente boschivo. In ogni area di saggio vengono individuati dei punti d'ascolto nei quali si sosta per un tempo di 15-20 minuti, registrando ogni uccello sentito o visto. Il rilievo va compiuto all'inizio e nella fase avanzata della stagione di nidificazione per contattare specie precoci e tardive e nel periodo della giornata più idoneo, escludendo le ore calde.

2.4. Metodologia di elaborazione

Sono state compiute delle statistiche di diversi fattori strutturali e vegetazionali per tipologia di bosco (= specie dominante in termini di copertura superiore all'80%) e tipologia gestionale; dai risultati dei rilievi ornitologici sono stati calcolati 1) il numero delle specie (*species richness*) e 2) la diversità ornitica rappresentata dall'indice di Shannon-Wiener. L'indice di Shannon-Wiener H' (SHANNON e WEAVER, 1949) è un indice di diversità combinato, nel senso che prende in considerazione sia il numero di specie che la loro rispettiva abbondanza. Esso calcola la somma delle specie ponderato dalla loro abbondanza con la seguente formula:

$$H' = - \sum_{j=1}^s p_j \log p_j$$

dove p_j è la proporzione della j -esima specie ($\sum_j p_j = 1$) e s è il numero delle specie. Un valore

dell'indice più alto indica delle comunità più diverse. L'indice solitamente assume valori da 1,5 a 3,5, sorpassando raramente il valore 4,5 (MARGALEF, 1972).

La frequenza delle specie di uccelli è stata calcolata in base alle volte in cui ogni singola specie è stata contattata rispetto al numero di censimenti effettuati in un contesto ambientale ed è espressa in valori riportati tra 0 e 1.

Per conoscere i fattori ambientali che hanno la maggiore influenza sulla diversità ornitica, è stata applicata la ANOVA. Il livello di significatività è stato scelto per $P \leq 0,05$, e i confronti a coppie sono stati effettuati usando il test di Holm-Sidak con $P = 0,05$. Nel caso che i dati immessi non superavano il test della distribuzione normale o il test della *equal variance* è stata compiuta una *ANOVA on Ranks*, e successivamente il test di Dunn. Come potenziali fattori che hanno influenza sul numero delle specie e l'indice di Shannon, sono stati testati i seguenti fattori: a) tipologia di bosco (9 classi vedi Tab. 1); b) la combinazione della forma di governo e trattamento, l'origine delle specie arboree e la presenza di pascolo e/o radure ha portato alla individuazione di 15 classi (C = Ceduo, utilizzato <5 anni; CA = Ceduo in "avviamento"; Ca = Ceduo, specie alloctone, utilizzato < 5 anni; CA,p = C. in "avv." pascolato; CA,r,p = C. in "avv." con radure e pascolato; CTC = Ceduo che ha superato il turno consuetudinario; CTC,p = C. che ha su. il turno cons. pascolato; CTC,r,p = C. che ha su. il turno cons. con radure e pascolato; F = Fustaia; FR = Fustaia da Rimboschimento; F,p = F. pascolata; F,r,p = F. con radure pascolata; FR,ev = F. con rinaturalizzazione in corso; FR,ev,p = F. con rinaturalizzazione in corso e pascolata; FR,p = Fustaia da Rimboschimento pascolata); c) bioclina (2 classi); d) copertura arborea (%); e) copertura arbustiva (%); f) copertura complessiva dello strato arboreo ed arbustivo (%); g) altezza dello strato arboreo (m); h) altezza dello strato arbustivo (m); i) copertura totale della vegetazione (%); j) copertura erbacea (%); k) struttura verticale (*Vertical Evenness*); l) diametro medio delle specie arboree (cm); m) diametro massimo delle specie arboree (cm); n) diametro di legno morto in piedi (cm); o) vo-

lume di legno morto a terra (m^2); p) il valore trofico delle specie vegetali presenti (risultante della somma di specie vegetali con valore trofico presenti nei singoli in tutti gli strati di vegetazione); q) il valore trofico delle specie vegetali nello strato arboreo (numero delle specie vegetali con valore trofico presenti nello strato arboreo); r) il valore trofico delle specie vegetali presenti nello strato arbustivo (numero delle specie vegetali con valore trofico presenti nello strato arbustivo); s) il valore trofico delle specie vegetali presenti nello strato erbaceo (numero delle specie vegetali con valore trofico presenti nello strato erbaceo).

3. RISULTATI

3.1. Fattori abiotici e biotici con rilevanza per l'avifauna

Dal punto di vista strutturale, i boschi studiati sono molto diversi tra di loro. I valori più bassi di diametro medio e massimo degli individui legnosi sono stati rilevati negli Eucalitteti e nei boschi di Betulla (12 e 11 cm, rispettivamente), mentre gli altri boschi sono caratterizzati da diametri compresi tra i 15-25 cm (Fig. 1). Ciò è dipeso dalla scelta delle tipologie da investigare che per gli eucalitteti hanno riguardato cedui utilizzati o fustaie avviate alla rinaturalizzazione, che sono le due modalità di gestione proponibili per gli eucalitteti in Sicilia. La presenza di fustaie di eucalitto in Sicilia è una "anomalia" legata alle vicende della eucalitticoltura nell'Isola (cfr. LA MANTIA, 2013). Fa eccezione il Querceto a Rovere, per il quale, a causa dei grandi individui di Rovere presenti (alcuni monumentali), risulta un diametro medio di 43 cm.

Dal punto di vista gestionale, i boschi con i diametri medi più bassi sono, logicamente, i cedui in uso, mentre i valori medi vengono raggiunti dai cedui che hanno superato il turno consuetudinario e i cedui in "avviamento". In quasi tutte le altre categorie di boschi il valore oscilla tra 30-45 cm, ai valori più alti arrivano le fustaie naturali e le fustaie di specie alloctone pascolate (Fig. 2) che arrivano ad un valore medio più alto (51 cm).

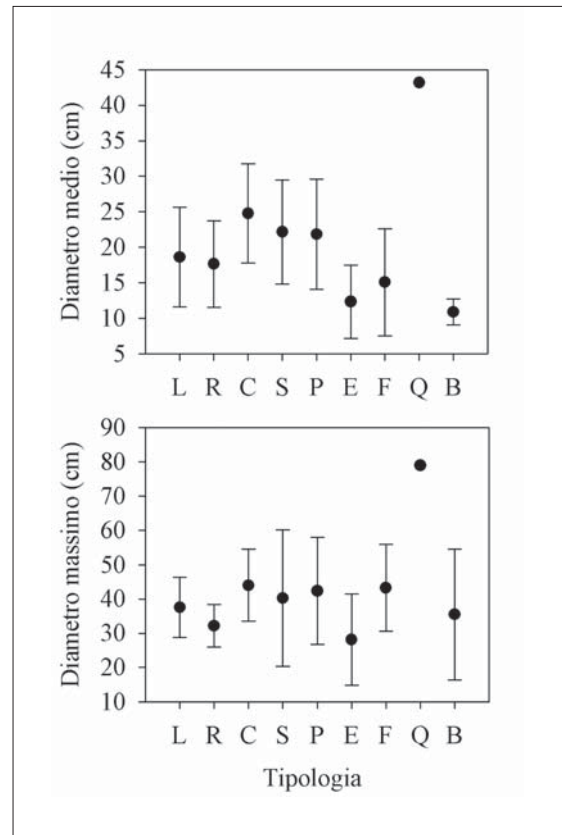


Figura 1 – Diametro medio (sopra) e massimo (sotto) degli individui legnosi per tipologia di bosco. Abbreviazioni: L = Lecceto, R = Querceto a Roverella, C = Cerreto, S = Sughereto, P = Pineta, E = Eucalitteta, F = Faggeto, Q = Querceto a Rovere, B = Bosco a Betulla.

– Medium (above) and maximum (below) diameter of woody individuals for forest type. Abbreviations: L = Quercus ilex wood, R = Quercus pubescens s.l. wood, C = Quercus cerris wood, S = Quercus suber wood, P = Pinus spp. wood, E = Eucalyptus spp. wood, F = Fagus sylvatica wood, Q = Quercus petraea wood, B = Betula aetnensis wood.

L'area basimetrica degli individui legnosi vivi risulta più bassa negli Eucalitteti e nei boschi di Betulla ($<0,03$), mentre gli altri boschi mostrano valori intermedi ($0,03-0,1$), ad eccezione dei Cerreti e dei Querceti di Rovere ($> 0,1$). Anche in questo caso, il valore più basso si trova naturalmente nei cedui a regime, anche se un valore relativamente alto risulta per i cedui utilizzati di specie alloctone ($0,06$). Questo è dovuto alla rapida crescita degli eucalitti dopo il taglio. L'area basimetrica più alta si trova nelle fustaie e nei rimboschimenti in corso di rinaturalizzazione pascolati ($> 0,1$).

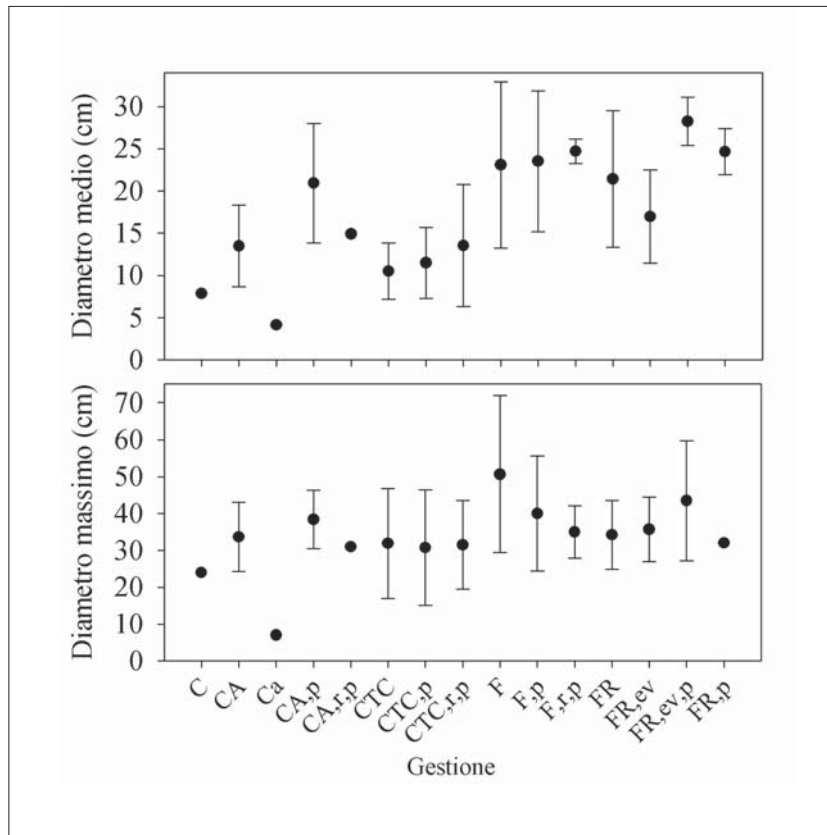


Figura 2 – Diametro medio (sopra) e massimo (sotto) degli individui legnosi per categorie di gestione. Abbreviazioni: CTC = Ceduo che ha superato il turno consuetudinario; CA = Ceduo in “avviamento”; C = Ceduo, utilizzato <5 anni; Ca = Ceduo, specie alloctone, utilizzato <5 anni; F = Fustaia; FR = Fustaia, Rimboschimento; p = pascolo; r = radura; ev = rinaturalizzazione in corso.

– Medium (above) and maximum (below) diameter of woody individuals for category of silvicultural management. Abbreviations: CTC = coppice which has passed the normal rotation age; CA = coppice in the conversion to high forest; C = coppice, cut <5 years ago; Ca = coppice of allocthonous tree species, cut <5 years ago; F = high forest; FR = high forest, reafforestation; p = grazing; r = clearance; ev = natural dynamics present.

Nei Querceti a Roverella e nelle Pinete sono stati trovati i valori più bassi del volume di legno morto a terra, ma in tutti e due i casi è presente una quantità medio-alta di legno morto in piedi (Tab. 3). Nelle restanti tipologie di bosco sono stati censiti tra 4 e 7 m³/ha di legno morto a terra. L'unico valore più alto viene raggiunto nei Faggeti che arrivano a quasi 12 m³/ha. Anche il legno morto in piedi è generalmente assente. I valori più alti sono stati registrati nelle Sugherete e nelle Pinete.

Nei cedui utilizzati non c'è, o quasi, legno morto a terra (Tab. 4), lo stesso si verifica per i rimboschimenti in corso di rinaturalizzazione pascolati. I valori più alti di legno morto a terra sono stati trovati, invece, nei cedui in “avviamento”.

Il numero di specie vegetali che hanno un valore trofico per gli uccelli varia molto tra i boschi studiati. I valori più bassi sono stati trovati nei Faggeti, nei Querceti a Rovere e nei Boschi di Betulla (in media < 10 specie), e anche negli Eucalitteti se essi non sono in corso di rinaturalizzazione (Tab. 5). Le altre tipologie di boschi sono caratterizzate mediamente da 11-15 specie vegetali di valore trofico. La differenza tra le tipologie viene creata soprattutto dalle specie arbustive presenti.

Anche le categorie di gestione si differenziano tra di esse per il loro valore trofico (Tab. 6). Il valore più basso risulta per il ceduo in uso di specie alloctone dove c'è una totale assenza di specie di valore trofico. Di contro, i cedui in uso di specie

Tabella 3 – Volume del legno morto a terra (m^3), diametro medio del legno morto in piedi (cm) e area basimetrica del legno morto in piedi per tipologia di bosco.
 – Volume of fallen dead wood (m^3), diameter of standing dead wood (cm) and basimetric area of standing dead wood for the forest types.

Tipologia	Volume legno morto a terra (m^3) per transect	Volume legno morto a terra (m^3) per ha	Diametro medio legno morto in piedi (cm)	Area basimetrica legno morto in piedi
Lecceto	0,197	4,93	4,7	0,005
Querceto a Roverella	0,092	2,30	5,6	0,005
Cerreto	0,215	5,38	3,9	0,003
Sughereto	0,199	4,98	5,7	0,008
Pineta	0,114	2,85	5,7	0,009
Eucalitteta	0,271	6,78	1,8	0,001
Faggeto	0,479	11,98	4,6	0,002
Querceto a Rovere	0,177	4,43	4,4	0,002
Bosco a Betulla	0,160	4,00	2,0	0,001

Tabella 4 – Volume del legno morto a terra (m^3), diametro medio del legno morto in piedi (cm) e area basimetrica del legno morto in piedi per categoria di gestione. Abbreviazioni: CTC = Ceduo che ha superato il turno consuetudinario; CA = Ceduo in “avviamento”; C = Ceduo, utilizzato <5 anni; Ca = Ceduo, specie alloctone, utilizzato < 5 anni; F = Fustaia; FR = Fustaia, Rimboschimento; p = pascolo; r = radura; ev = rinaturalizzazione in corso.

– Volume of fallen dead wood (m^3), diameter of standing dead wood (cm) and basimetric area of standing dead wood for the management categories. Abbreviations: CTC = coppice which has passed the normal rotation age; CA = coppice in the conversion to high forest; C = coppice, cut <5 years ago; Ca = coppice of allochthonous tree species, cut <5 years ago; F = high forest; FR = high forest, reforestation; p = grazing; r = clearance; ev = natural dynamics present.

Gestione	Volume legno morto a terra (m^3)	Volume legno morto a terra (m^3) per ha	Diametro medio legno morto in piedi (cm)	Area basimetrica legno morto in piedi
C	0,015	0,38	3,8	0,001
CA	0,362	9,05	3,2	0,002
Ca	0,000	0,00	4,0	0,001
CA,p	0,274	6,85	4,7	0,002
CA,r,p	0,049	1,23	0,0	0,000
CTC	0,244	6,10	2,0	0,001
CTC,p	0,202	5,05	5,1	0,003
CTC,r,p	0,260	6,50	7,9	0,005
F	0,213	5,33	5,6	0,005
F,p	0,133	3,33	6,0	0,007
F,r,p	0,201	5,03	10,3	0,017
FR	0,185	4,63	3,7	0,002
FR,ev	0,156	3,90	0,9	0,000
FR,ev,p	0,019	0,48	4,0	0,003
FR,p	0,053	1,33	18,5	0,041

autoctone sono caratterizzati mediamente da 9 specie di valore trofico. Le altre categorie raggiungono valori medi tra le 8-15 specie, mentre nei rimboschimenti in corso di rinaturalizzazione sono stati trovati in media 17 specie di valore trofico. Anche qui, la differenza tra le categorie viene creata dallo strato arbustivo.

3.2. Le specie di uccelli censite

Complessivamente sono state contattate 51 specie (Tabelle 7 e 8), 11 di queste sono state escluse dalle elaborazioni perché pur essendo specie forestali il loro rilevamento appare occasionale (Sparviere *Accipiter nisus*) o perché, pur nidificando negli alberi cacciano in ambienti

Tabella 5 – Numero medio (\pm deviazione standard) delle specie vegetali con valore trofico negli strati di vegetazione per tipologia di bosco.

– Mean number (\pm standard deviation) of plant species with nutritive value present in the vegetation layers of the forest types.

Tipologia	Tutti gli strati	Strato erbaceo	Strato arbustivo	Strato arboreo
Lecceto	11 \pm 4	2 \pm 1	7 \pm 3	3 \pm 1
Querceto a Roverella	15 \pm 3	3 \pm 1	9 \pm 3	4 \pm 2
Cerreto	15 \pm 4	3 \pm 1	8 \pm 4	3 \pm 1
Sughereto	11 \pm 5	2 \pm 1	8 \pm 5	1 \pm 1
Pineta	12 \pm 5	2 \pm 2	6 \pm 3	4 \pm 2
Eucalitteta	9 \pm 7	1 \pm 2	7 \pm 6	1 \pm 1
Faggeto	7 \pm 3	0 \pm 1	3 \pm 2	3 \pm 2
Querceto a Rovere	9 \pm 0	0 \pm 0	6 \pm 0	3 \pm 0
Bosco a Betulla	8 \pm 5	2 \pm 2	3 \pm 1	3 \pm 1

Tabella 6 – Numero medio (\pm deviazione standard) delle specie vegetali con valore trofico negli strati di vegetazione per categoria di gestione. Abbreviazioni: CTC = Ceduo che ha superato il turno consuetudinario; CA = Ceduo in “avviamento”; C = Ceduo, utilizzato < 5 anni; Ca = Ceduo, specie alloctone, utilizzato < 5 anni; F = Fustaia; FR = Fustaia, Rimboschimento; p = pascolo; r = radura; ev = rinaturalizzazione in corso.

– Mean number (\pm standard deviation) of plant species with nutritive value present in the vegetation layers in the categories of silvicultural management. Abbreviations: CTC = coppice which has passed the normal rotation age; CA = coppice in the conversion to high forest; C = coppice, cut < 5 years ago; Ca = coppice of allochthonous tree species, cut < 5 years ago; F = high forest; FR = high forest, reforestation; p = grazing; r = clearance; ev = natural dynamics present.

Gestione	Tutti gli strati	Strato erbaceo	Strato arbustivo	Strato arboreo
C	9 \pm 0	0 \pm 0	6 \pm 0	3 \pm 0
CA	14 \pm 3	2 \pm 1	8 \pm 4	4 \pm 1
Ca	0 \pm 0	0 \pm 0	0 \pm 0	0 \pm 0
CA,p	12 \pm 5	1 \pm 1	7 \pm 4	3 \pm 1
CA,r,p	11 \pm 0	1 \pm 0	6 \pm 0	4 \pm 0
CTC	8 \pm 4	1 \pm 1	5 \pm 3	3 \pm 2
CTC,p	12 \pm 6	2 \pm 1	8 \pm 5	2 \pm 1
CTC,r,p	11 \pm 3	2 \pm 0	7 \pm 2	3 \pm 1
F	10 \pm 5	1 \pm 1	6 \pm 4	3 \pm 2
F,p	12 \pm 5	2 \pm 2	8 \pm 4	2 \pm 2
F,r,p	10 \pm 9	2 \pm 0	7 \pm 9	1 \pm 0
FR	13 \pm 8	2 \pm 3	6 \pm 4	4 \pm 3
FR,ev	13 \pm 5	2 \pm 2	8 \pm 4	3 \pm 2
FR,ev,p	17 \pm 1	3 \pm 0	10 \pm 1	5 \pm 1
FR,p	10 \pm 2	4 \pm 1	4 \pm 2	2 \pm 0

aperti (*Poiana Buteo buteo*); altre si rinvergono occasionalmente nei boschi ma comunque solo ai loro margini o in boschi molto radi (Coturnice di Sicilia *Alectoris graeca whitakeri*, Succiacapre *Caprimulgus europaeus*, Sterpazzola *Sylvia communis*, Averla capirossa *Lanius senator*, Zigolo muciatto *Emberiza cia*, Strillozzo *Emberiza calandra*); altri infine sorvolano spesso

i boschi e si posano sui grandi alberi (*Gheppio Falco tinnunculus*, Taccola *Corvus mone-dula*, Corvo imperiale *Corvus corax*), ma non realizzano la nicchia ecologica al loro interno. Abbiamo inserito anche i rapaci notturni, normalmente esclusi dal metodo di censimento utilizzato; il loro inserimento è in questo caso utile come indicatore della qualità degli habi-

Tabella 7 – Numero di specie (in ordine crescente) per aree di saggio e caratteri della stazione che influenzano la presenza delle specie di uccelli.
 – Number of species (in ascending order) per sample plot and habitat characteristics which influence the presence of bird species.

Tipologia (Codice AdS)	N specie di uccelli	Numero di specie presenti perché legate a fatti specifici di habitat o di alimentazione come esplicitato
Eucalitteto (E05)	0	
Eucalitteto (E03)	2	
Lecceta (L15)	3	
Lecceta (L07)	7	1 in periferia 1 nelle macchie di agrifoglio interne
Lecceta (L14)	8	
Faggeta (F01)	9	
Lecceta (L12)	9	
Betullea (B01)	10	
Eucalitteto (E04)	10	
Faggeta (F03)	10	
Pineta (P06)	10	2 in periferia 1 in arbusteti e/o boscaglie in periferia 1 in periferia su vegetazione ripariale
Pineta (P03)	11	
Sughereta (S05)	11	
Betullea (B02)	12	
Eucalitteto (E06)	12	3 in arbusteti e/o forre umide interne
Faggeta (F02)	12	
Faggeta (F04)	12	
Lecceta (L01)	12	
Lecceta (L11)	12	
Lecceta (L13)	12	1 in periferia
Pineta (P04)	12	1 arbusteti e/o forre umide interne 2 nelle radure
Pineta (P07)	12	2 in periferia 1 in arbusteti e/o boscaglie in periferia 3 in arbusteti e/o boscaglie in periferia
Pineta (P08)	12	
Cerreta (C04)	13	
Lecceta (L02)	13	2 in periferia
Roverella (R10)	13	
Cerreta (C03)	14	2 in macchie di agrifoglio interne
Pineta (P05)	14	3 in periferia
Roverella (R04)	14	
Roverella (R06)	14	1 in periferia
Sughereta (S08)	14	
Faggeta (F06)	15	
Lecceta (L03)	15	2 in periferia
Pineta (P17)	15	1 in periferia 1 nelle radure
Pineta (P21)	15	
Roverella (R03)	15	2 si nutrono dei bruchi e delle crisalidi di <i>Tortrix viridana</i>
Sughereta (S09)	15	2 in periferia
Cerreta (C01)	16	
Eucalitteto (E01)	16	1 in arbusteti e/o forre umide interne 2 in periferia 1 in arbusteti e/o boscaglie in periferia
Faggeta (F07)	16	
Faggeta (F08)	16	
Pineta (P09)	16	2 in periferia
Pineta (P13)	16	2 in arbusteti e/o forre umide interne 1 ai limiti di boschi artificiali di frassino meridionale
Pineta (P18)	16	
Cerreta (C06)	17	
Lecceta (L05)	17	3 in periferia

(Segue)

Segue Tabella 7

Tipologia (Codice AdS)	N specie di uccelli	Numero di specie presenti perché legate a fatti specifici di habitat o di alimentazione come esplicitato
Pineta (P01)	17	1 in periferia 4 in arbusteti di margine lungo le stradelle forestali interne
Roverella (R05)	17	1 in periferia 1 nelle radure
Roverella (R09)	17	4 nelle radure
Sughereta (S04)	17	4 nelle parti di bosco più fitte
Sughereta (S06)	17	1 in arbusteti e/o boscaglie in periferia 1 in arbusteti e/o forre umide interne
Sughereta (S07)	17	1 in arbusteti e/o boscaglie in periferia 1 in arbusteti e/o forre umide interne
Cerreta (C05)	18	4 in periferia
Eucalitteto (E02)	18	3 in periferia 1 nidifica all'interno di un grosso nido di Poiana sugli alberi
Faggeta (F05)	18	
Lecceta (L08)	18	
Lecceta (L09)	18	
Lecceta (L10)	18	
Lecceta L06)	18	
Pineta (P02)	18	4 in periferia 3 in arbusteti e/o forre umide interne 1 in arbusteti e/o boscaglie in periferia 1 in periferia, arbusteti e/o forre umide interne
Pineta (P12)	18	2 in periferia 1 in arbusteti e/o forre umide interne
Pineta (P14)	18	1 in arbusteti e/o forre umide interne
Pineta (P16)	18	2 in periferia
Pineta (P19)	18	
Pineta (P20)	18	
Riparia (Rip01)	18	1 in arbusteti e/o boscaglie in periferia
Roverella (R02)	18	2 si nutrono dei bruchi e delle crisalidi di <i>Tortrix viridana</i>
Sughereta (S01)	18	4 in periferia 1 in periferia su vegetazione ripariale
Sughereta (S02)	18	3 in periferia 1 in periferia su vegetazione ripariale
Cerreta (C02)	19	1 nelle parti di bosco più fitte; 1 nelle parti di bosco più fitte e con edera
Roverella (R08)	19	
Roverella (R11)	19	2 in periferia
Lecceta (L16)	20	2 in periferia 2 in arbusteti e/o boscaglie in periferia
Pineta (P10)	20	
Roverella (R01)	20	2 in periferia 1 si nutre dei bruchi e delle crisalidi di <i>Tortrix viridana</i>
Pineta (P11)	21	5 in arbusteti e/o forre umide interne
Querceto a Rovere (Q01)	21	2 nelle macchie di agrifoglio interne
Roverella (R07)	21	3 in periferia 1 in arbusteti e/o boscaglie in periferia 1 in Bosco aperto
Sughereta (S03)	21	
Pineta (P15)	22	2 in periferia
Lecceta (L04)	23	9 in periferia

tat. Il numero di specie di uccelli per bosco varia da 0 a 23 (Tab. 7). Il più basso è stato rilevato in un ceduo di *Eucalyptus occidentalis* dove era praticamente assente lo strato erbaceo ed arbustivo. Con riferimento alla gestione, un

numero ridotto di specie si rinviene nei cedui che hanno superato il turno consuetudinario. Le fustaie anche artificiali ma in rinaturalizzazione ospitano un elevato numero di specie. I dati confermano quanto noto in letteratura e

Tabella 8 – Frequenza delle specie di uccelli nelle aree di saggio.
– Frequency of bird species in the sample plots.

SPECIE DI UCCELLI	Lecceca (Ceduo che ha superato il turno consuetudinario anche pascolato e con radure) Meso-supra	Lecceca (Ceduo che ha superato il turno consuetudinario) Termo-Meso	Lecceca (Ceduo in avviamento anche pascolato e con radure) Meso-supra	Lecceca (Fustaia) Termo-Meso	Roverella (Ceduo in avviamento anche pascolato e con radure) Meso-supra	Roverella (Fustaia anche pascolata) Meso-supra	Roverella (Ceduo in avviamento e Fustate anche pascolati) Meso-supra	Sughereta (Fustaia anche pascolato e con radure) Termo-Meso	Sughereta (Fustaia anche pascolato e con radure) Meso-supra	Pineta (anche pascolata e in rinaturalizzazione) Meso-supra	Pineta (in rinaturalizzazione) Termo-Meso	Pineta (anche pascolata) Termo-Meso	Pineta naturale Meso-supra	Eucalipto (fustaia in rinaturalizzazione) Termo-Meso	Faggeta (Ceduo che ha superato il turno consuetudinario) Meso-supra
<i>Aegibolus caudatus scitulus</i>	0,2	0,7	0,8	0,5	0,6	0,8	1	0,2	0,8	0,6	0,5		0,5		0,2
<i>Carduelis camabina</i>					0,2	0,2		0,5	0,2	0,4	1	0,7	0,2	0,3	
<i>Carduelis carduelis</i>		0,7		1	0,4	0,7		1	0,4	0,6	0,7	0,7		0,7	0,2
<i>Carduelis chloris</i>	0,2					0,2				0,2	0,2	0,5			
<i>Carduelis spinus</i>													0,7		
<i>Certhia brachydactyla</i>	0,8	0,3	0,7	0,5	1	1	1	1	0,8	1	0,7	0,5	1	0,7	1
<i>Cettia cetti</i>	0,2							0,5		0,2		0,5			
<i>Columba palumbus</i>	1	1	1	0,5	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0,4
<i>Corvus cornix</i>	0,4				0,2			0,5	0,4	0,6		0,2			
<i>Cuculus canorus</i>	0,4		0,8		0,8	0,2	0,2	0,5	0,4	0,2	0,2			0,3	0,4
<i>Cyanistes caeruleus</i>	1	0,7	1	1	0,4	1	1	1	1	1	0,7	0,7	1	0,7	1
<i>Dendrocopos major</i>	0,4	0,3	0,7	0,5	0,6	1	0,8	0,5	0,8	1	0,7	0,2	1	0,7	0,2
<i>Emberiza cirilis</i>	0,2			0,5	0,6	0,5	0,2	0,5	0,2	0,2	0,5			0,7	
<i>Eritacus rubecula</i>	1	0,3	1		0,6	0,7	0,8		0,6	0,6			1		1
<i>Fringilla coelebs</i>	0,8	0,3	1	0,5	1	0,8	1	0,2	0,8	1	0,7	0,5	1	0,3	1
<i>Garrulus glandarius</i>	0,8	0,3	1	0,5	1	1	0,8	0,5	0,2	1	0,2	0,5	1	0,7	0,6
<i>Loxia curvirostra</i>													0,7		

consentono di individuare/confermare i possibili indicatori.

Per quanto riguarda la frequenza delle specie, appare evidente come alcune di esse, generalmente legate ad ambienti arbustivi, abbiano valori di frequenza molto bassi (Usignolo *Luscinia megarhynchos*, Usignolo di fiume *Cettia cetti*, Magnanina *Sylvia undata*, Sterpazzolina *Sylvia cantillans*), in quanto legate a strati arbustivi di boschi strutturati in modo complesso. Di un certo interesse è la presenza nei boschi siciliani, ancora con popolazioni discrete, di Tortora selvatica *Streptopelia turtur* e Fringuello *Fringilla coelebs*, in recente declino e di Rigogolo *Oriolus oriolus*, che sembra invece in incremento (LA MANTIA *et al.*, 2013). Altre specie, come Tordela e Picchio muratore *Sitta europaea* sono piuttosto localizzate in boschi maturi, mentre il Picchio rosso maggiore *Dendrocopos major*, il Merlo *Turdus merula*, la Capinera *Sylvia atricapilla*, il Luì piccolo *Phylloscopus collybita*, il Fiorrancino *Regulus ignicapilla* e la Cincia mora *Periparus ater* sono in recente espansione

e negli ultimi anni stanno occupando habitat forestali in cui erano assenti, soprattutto le ultime tre specie, probabilmente perché questi hanno raggiunto la maturità necessaria per il loro insediamento.

Quando viene analizzato il numero di specie di uccelli presenti (*species richness*), di tutti i fattori ambientali presi in considerazione solo 4 hanno un esito positivo, nel senso che hanno un'influenza significativa sul numero di uccelli trovati nelle aree di saggio. Essi sono il bioclina (ANOVA: $P = 0,004$; Tab. 9), il diametro massimo ($P = 0,013$), il valore trofico totale ($P = 0,001$) ed il valore trofico dello strato arboreo ($P = 0,001$). Per il diametro massimo, l'unica differenza significativa esiste, però, tra i boschi con valori massimi tra 0-20 cm e 60-80 cm.

L'assenza di specie vegetali di cui si possono nutrire gli uccelli riduce notevolmente le specie di uccelli presenti (Tab. 9). Anche la presenza in particolare di specie arboree con valore trofico è fondamentale per la ricchezza di specie di uccelli.

Tabella 9 – Numero medio (\pm deviazione standard) delle specie di uccelli per fattore ambientale risultante avere influenza sull'avifauna. Per ogni fattore, righe con lettera diversa nella colonna "confronto a coppie" sono significativamente diversi con $P = 0,05$. Abbreviazioni bioclina: TM = termo-/mesomediterraneo, MS = meso-/supramediterraneo.

– Mean number (\pm standard deviation) of bird species for each of the environmental factors which resulted to influence bird's richness. For each factor, rows with different letters in the column "confronto a coppie (=pairwise comparison)" are significantly different with $P = 0,05$. Abbreviations bioclimate: TM = thermo-/mesomediterranean, MS = meso-/supramediterranean.

Fattore	Valore fattore	Numero di specie	Confronto a coppie
Bioclina	TM	12 \pm 6	A
	MS	16 \pm 3	B
Diametro massimo (cm)	0-20	5 \pm 5	A
	20-40	15 \pm 4	AB
	40-60	15 \pm 3	AB
	60-80	18 \pm 2	AB
	80-100	18 \pm 4	B
Valore trofico (tutti gli strati)	0	1 \pm 1	A
	1-3	15 \pm 0	BC
	3-6	13 \pm 6	B
	6-9	16 \pm 2	BC
	9-12	14 \pm 3	BC
	12-15	14 \pm 4	BC
	15-18	16 \pm 3	BC
18-21	17 \pm 2	C	
Valore trofico (strato arboreo)	0	4 \pm 5	A
	1-2	15 \pm 3	B
	2-4	15 \pm 4	B
	4-6	16 \pm 3	B
	6-8	15 \pm 4	B

Il numero di piante presenti con valore trofico non è correlato con il numero di specie vascolari presenti (il valore di r^2 di una regressione lineare è di 0,350), ma dipende da molteplici fattori, come l'autecologia delle specie vegetali, la presenza di efficaci vettori di dispersione, etc. Un risultato interessante della presente ricerca è che sembra importante che ci sia un minimo numero di specie vegetali con valore trofico, ma che la loro abbondanza non aumenta necessariamente il numero di specie di uccelli presenti.

Ci sono altri tre fattori che vengono individuati da ANOVA come fattori che influiscono in modo significativo sul numero di specie di uccelli presenti, ovvero la tipologia di bosco ($P = 0,041$), la gestione ($P = 0,048$) e il diametro medio ($P = 0,001$) anche se il successivo test di Dunn non individua differenze significative nel confronto a coppie.

Quando invece si analizza l'indice di Shannon, dei 18 fattori ambientali presi in considerazione 3 risultano avere un'influenza sull'indice. Essi sono il bioclina (in media con il valore di Shannon (H) di 2,38 nel termo-/meso-mediterraneo contro in media 2,69 nel meso-/supramediterraneo; $P = 0,009$), il diametro massimo ($P = 0,033$) ed il valore trofico totale ($P = 0,001$). Anche per il diametro medio delle specie legnose l'ANOVA segnala differenze significative tra le diverse classi di diametri ($P = 0,002$), ma nel confronto diretto tra le classi attraverso il test di Dunn non risultano differenze significative.

Come è già stato trovato per i dati di presenza/assenza (= *species richness*), per il diametro massimo l'unica differenza significativa esiste tra i boschi con valori massimi tra 0-20 cm (in media $H = 1,89$) e 60-80 cm (in media $H = 2,75$). E anche il risultato sull'importanza della presenza di specie vegetali di cui si possono nutrire gli uccelli viene confermato: nei boschi dove non ci sono specie vegetali di valore trofico risulta in media $H = 0,35$, mentre in quelli con presenza di specie vegetali di valore trofico la media è tra 2,38 e 2,70, quest'ultimo valore presente nei boschi con più alto valore trofico registrato (18-21 specie vegetali).

4. DISCUSSIONE, CONCLUSIONI E LINEE GUIDA PER LA CONSERVAZIONE DELLA DIVERSITÀ AVIFAUNISTICA NELLE FORESTE IN SICILIA

Lo studio delle caratteristiche dell'avifauna dei differenti boschi studiati ha consentito di giungere ad alcune conclusioni che sebbene non possano essere estese a tutte le superfici forestali siciliane in ragione della loro grande variabilità possono considerarsi idonee per le aree e tipologie indagate. Innanzitutto il numero di specie per bosco varia in funzione del bioclina (>meso-/supramediterraneo rispetto al termo-/mesomediterraneo), del diametro massimo e delle piante del valore trofico totale e in particolare di quello dello strato arboreo. Coerentemente con quanto noto da studi precedenti (MAC ARTHUR e MAC ARTHUR, 1961; MAC ARTHUR *et al.*, 1962; MAC ARTHUR, 1964; KARR e ROTH, 1971; WILLSON, 1974; ROTH, 1976) che hanno accertato che la diversità strutturale determina la diversificazione di nicchie, le fustaie anche artificiali ma in rinaturalizzazione ospitano un elevato numero di specie, ma probabilmente ciò dipende dall'aumento delle risorse alimentari determinato dalle chiome.

La specie dominante arborea, determinata dal substrato, dal clima e dalla gestione passata, influisce molto sulla flora presente, perché determina il microclima nel bosco (quantità di luce che arriva a terra e agli strati di vegetazione non-dominanti) e le caratteristiche della lettiera che poi è substrato per le piante erbacee e per le plantule delle specie legnose. In questa ottica, la specie arborea dominante del bosco ha un'influenza solo indiretta sugli uccelli, attraverso le condizioni che crea per le piante, che poi servono per il loro nutrimento o per nidificare.

Il diametro massimo delle specie legnose presenti risulta un fattore di grande importanza: quando sono presenti solo alberi con un diametro inferiore a 20 cm, il numero delle specie di uccelli presenti si riduce notevolmente. Attraverso il diametro massimo, indirettamente, la modalità di gestione del bosco esprime la *species richness* degli uccelli.

Tutto ciò risulta tuttavia abbastanza com-

plesso, come è noto infatti molte specie corticicole hanno bisogno di piante di una certa dimensione per potere vivere nei boschi tuttavia per il fattore “diametro massimo”, l’unica differenza significativa esiste, però, tra i boschi con valori massimi tra 0-20 cm e 60-80 cm. Ciò si spiega se si considera che alcune specie corticicole dipendono da piante di grosse dimensioni ma che alcune specie (Fiorrancino *Regulus ignicapilla*, Luì piccolo *Phylloscopus collybita*, ad esempio) sono legate alle chiome di alberi alti in genere corrispondenti a piante di grosse dimensioni. Delle specie corticicole indicatrici della presenza di piante di una certa dimensione come il Picchio muratore *Sitta europaea*, il Picchio rosso maggiore *Dendrocopos major* e il Rampichino *Certhia brachydactyla*, solamente il picchio muratore vive esclusivamente in boschi maturi, il Picchio rosso maggiore si è espanso nei rimboschimenti e negli eucalitteti attaccati da *Phoracanta semipunctata* (LA MANTIA *et al.*, 2002), mentre il rampichino vive pure nei parchi urbani purché siano presenti piante di una certa dimensione.

Specie che possono essere considerate strettamente forestali e che si sono rinvenute anche diffusamente ma solamente dove i boschi sono naturali o, nel caso dei rimboschimenti, in rinaturalizzazione sono: Rigogolo, Tordela, Cincia mora, Codibugnolo di Sicilia *Aegithalos caudatus siculus*, Pettiroso *Erithacus rubecula*, Fiorrancino, Luì piccolo, Rampichino. Il mancato rinvenimento durante i rilievi della Cincia bigia di Sicilia *Poecile palustris siculus* testimonia la sua rarità e questo ne fa un ottimo indicatore dei boschi alto montani e specificatamente dei boschi di faggio misti a *Ilex aquifolium*, *Prunus spinosa*, *Crataegus oxycantha*.

Alcune specie sono legate a formazioni particolari come i boschi di pino laricio (Lucherino *Carduelis spinus* e Crociere *Loxia curvirostra*) sebbene il Crociere si sia espanso recentemente anche nelle pinete artificiali mature dove però le popolazioni appaiono fluttuanti. In generale tuttavia si può affermare che i rimboschimenti a pino non hanno contribuito ad incrementare la ricchezza di specie forestali (DÍAZ *et al.*, 1998).

Nonostante la letteratura riporti come in genere l’avifauna risulti più povera nei rimbo-

schimenti, specialmente se realizzati da specie non autoctone (cfr. CARNUS *et al.*, 2006) e ove siano confrontati eucalitteti con formazioni autoctone (cfr. BLONDEL, 1990; PROENÇA *et al.*, 2010), nel nostro caso la maggiore povertà di queste formazioni dipende dalla forma di governo e dalla loro “naturalità”. Così i cedui di eucalitto, con la quasi totale assenza di strato erbaceo ed arbustivo, hanno il più basso numero di specie così come ridotto è il numero di specie nei cedui che hanno superato il turno consuetudinario; forse perché come è stato ipotizzato da MELINI (2006): “Quando i soprassuoli transitori conservano per lungo tempo una copertura elevata, la produzione primaria netta in prossimità del terreno crolla. Le conseguenze del fenomeno non sono state analizzate, ma è verosimile che l’assenza di produzione primaria netta al livello del terreno limiti drasticamente la presenza, la ricchezza e la diversità delle specie di invertebrati e di piccoli vertebrati che vivono nutrendosi a carico delle specie vegetali del sottobosco.” A stessi risultati sono giunti in Spagna anche per i boschi di alto fusto dove alla chiusura della canopy maggiore del 70% consegue una riduzione della diversità avifaunistica sia delle specie generaliste che specialiste (GIL-TENA *et al.*, 2007). Tornando ai cedui, TELLINI FLORENZANO *et al.* (2012) hanno trovato che “con le attuali forme di utilizzazione (turni lunghi ed assenza di uso multifunzionale del bosco), i cedui a regime hanno una minore capacità rispetto ai cedui in conversione di sostenere popolamenti di uccelli ricchi e diversificati”. Le nostre osservazioni sembrano confermare queste conclusioni. TELLINI FLORENZANO (1998) e TELLINI FLORENZANO *et al.* (2012) hanno messo in evidenza l’importanza dei pascoli, coltivi e arbusteti che affiancando le foreste determinano una maggiore ricchezza avifaunistica. La lettura dei dati riportati in tabella 7 conferma anche in Sicilia queste osservazioni.

Un ruolo importante viene svolto altresì dalle specie arboree che possono essere una risorsa alimentare, fatto accertato anche in altri ambienti (FULLER, 1997).

È significativo che né il numero delle specie né l’indice di Shannon risultano essere influen-

zati dalla presenza di legno morto in piedi o a terra. Una spiegazione potrebbe essere il fatto che nei boschi siciliani è in genere presente una discreta quantità di legno morto e, affinché si colgano effetti sulla componente ornitica è necessario incrementarne il volume. Altra spiegazione è che le specie che si avvantaggiano del legno morto in Sicilia sono specie abbastanza eurivalenti (picchio rosso maggiore e rampichino per alimentazione e nidificazione e cince per nidificazione).

In conclusione, ai fini della conservazione della biodiversità forestale in Sicilia è quindi raccomandabile:

- lasciare, anche nei cedui semplici che si vogliono conservare tali anche per ragioni storiche e paesaggistiche, nuclei di piante adulte. Le piante di una certa dimensione svolgono un ruolo importante nell'aumentare la diversità;
- preferire il rilascio all'interno del bosco di "nuclei" di piante anche morte di grosse dimensioni. Anche se dalla nostra analisi non emerge una relazione tra diversità ornitica e legno morto, la presenza di legno morto favorisce certamente gli insetti xilofagi e quindi il picchio rosso maggiore e le cince;
- rivedere le norme che prevedono le specie (qualità e quantità) da rilasciare nei cedui, in quanto esiste una stretta relazione tra presenza di specie "accessorie", che possono garantire una risorsa trofica per gli uccelli, e lo presenza di questi ultimi;
- per i rimboschimenti vanno escluse le ripuliture del sottobosco e le spalcatore che devono essere limitate alla fascia perimetrale per la prevenzione degli incendi.

RINGRAZIAMENTI

Lavoro svolto nell'ambito delle attività di Assistenza Tecnica al Dipartimento Foreste della Regione Siciliana per la definizione del Piano Forestale Regionale (Misura 7.01 del POR Sicilia 2000-2006 - Cod. Id. 1999.IT16. IPO.0.11/7.01/2.49/0003) e condotte da parte dell'Accademia Italiana di Scienze Forestali e dell'Università degli Studi di Palermo (coordi-

natore: Prof. O. Ciancio). Questo studio non sarebbe stato possibile senza la collaborazione di numerose persone che ci hanno consentito di accedere ai boschi studiati e di raccogliere informazioni sulla loro storia. Un sentito ringraziamento va al Dott. R. Cibella del Dipartimento Foreste della Regione Siciliana e al Dott. L. Saporito dell'Azienda Foreste Demaniali della Regione Siciliana, al Maresciallo S. Spugnetti del Distaccamento Forestale di Zafferana, e al personale del Distaccamento Forestale di Polizzi. Inoltre un particolare ringraziamento va alle numerose persone che a vario titolo frequentano i boschi (operai forestali, agenti tecnici, guardie, etc.) che ci hanno fornito indicazioni preziose sui boschi rilevati.

SUMMARY

Biodiversity of the Sicilian forests. Part I: the birds

We collected data on bird diversity in the main Sicilian forest types and related them to silvicultural management and a number of abiotic and biotic factors. The results show that bird species richness is influenced by bioclimate, maximum tree diameter, nutritive value of all vegetation layers. Forests in meso-/supramediterranean bioclimate are richer in species than forests in thermo-/mesomediterranean bioclimate. The importance of maximum tree diameter, which indirectly reflects also the silvicultural management of a forest, is due to the dependency of some corticolous species on large trees, and of some other bird species on crowns of high trees which have usually large diameters. The nutritive value of a forest was quantified by data sampling: for the herbaceous, shrub and tree layers we recorded all species with nutritive value. The absence of plant species with nutritive value strongly reduces the number of bird species present in a forest; it is, however, noteworthy that an abundance of plant species with nutritive value does not automatically lead to abundant bird species. In addition, it has to be underlined that neither species richness nor Shannon's diversity index are influenced by the diameter of standing dead wood or by the volume of fallen dead wood. The guidelines which result from our analysis for the silvicultural management of Sicilian forests are: 1) in order to increase bird diversity do not cut large adult trees, also in coppices; 2) leave plants with high nutritive value in coppices; 3) in reforestations do not cut the underbrush and do not prune the lower branches of trees, these actions have to be taken only in the forest edge for wildfire prevention.

BIBLIOGRAFIA

- BARRECA L., MARZILIANO P.A., MENGUZZATO G., SCUDERI A., 2010 – *Avifauna e struttura nella pineta Ragabo (Linguaglossa, CT)*. Forest@, 7: 223-233. <http://dx.doi.org/10.3832/efor0633-007>

- BEECHER N.A., JOHNSON R.J., BRANDLE J.R., CASE R.M., YOUNG L.J., 2002 – *Agroecology of birds in organic and nonorganic farmland*. Conservation Biology, 16 (6): 1620-1631. <http://dx.doi.org/10.1046/j.1523-1739.2002.01228.x>
- BELLIA E., 2005 – *Diversità e struttura dell'avifauna in una successione post incendio di bosco meso-mediterraneo*. Avocetta, 29: 75-84.
- BELLIA E., CAMPOBELLO D., SARÀ M., 2011 – *Great tit (Parus major) breeding in fire-prone oak woods: differential effects of post-fire conditions on reproductive stages*. Int. J. Wildl. Fire, 20: 605-611. <http://dx.doi.org/10.1071/WF09129>
- BLONDEL J., 1990 – *Long term studies on bird communities and populations in mainland and island Mediterranean forests*. In: Keast A., editors, Biogeography and ecology of forest bird communities. SPB Academic Publishing, The Hague, Netherlands, p. 167-182.
- BLONDEL J., 1975 - *L'analyse des peuplements d'oiseaux, elements d'un diagnostic écologique I. La methode des echantillonnages frequentiels progressifs (E.F.P.)*. Terre et Vie, 29: 533-589.
- CARNUS J.-M., PARROTTA J., BROCKERHOFF E., ARBEZ M., JACTEL H., KREMER A., LAMB D., O'HARA K., WALTERS B., 2006 – *Planted forests and biodiversity*. Journal of Forestry, 104 (2): 65-77.
- CIANCIO O., NOCENTINI S., 2002 – *La conservazione della biodiversità nei sistemi forestali. 1. Ipotesi per il mantenimento degli ecosistemi*. L'Italia Forestale e Montana, 6: 505-512.
- CIANCIO O., NOCENTINI S., 2003 – *La conservazione della biodiversità nei sistemi forestali. 2. Specie, strutture, processi*. L'Italia Forestale e Montana, 1: 1-6.
- CIANCIO O., NOCENTINI S., 2004a – *Biodiversity conservation in Mediterranean forest ecosystems: from theory to operationality*. In: M. Marchetti ed., Monitoring and Indicators of Forest Biodiversity in Europe - From Ideas to Operationality. EFI Proceedings No. 51: 163-168. http://www.efi.int/files/attachments/publications/proc51_net.pdf
- CIANCIO O., NOCENTINI S., 2004b – *Il bosco ceduo. Selvicoltura, Assestamento, Gestione*. Accademia Italiana di Scienze Forestali, Firenze, 721 p.
- DIAZ M., CARBONELL R., SANTOS T., TELLERIA J.L., 1998 – *Breeding bird communities in pine plantations of the Spanish plateaux: biogeography, landscape and vegetation effects*. J. Appl. Ecol., 35 (4): 562-574. <http://dx.doi.org/10.1046/j.1365-2664.1998.3540562.x>
- DRAGO A. (ed.), 2002 – *Atlante climatologico della Sicilia*. Servizio Informativo Agrometeorologico Siciliano, Assessorato Agricoltura e Foreste, Regione Sicilia, CD-ROM.
- FULLER R.J., 1997 – *Native and non-native trees as factors in habitat selection by woodland birds in Britain*. In: "Native and non-Native in British Forestry. Proceedings of a Discussion Meeting, Institute of Chartered Foresters", Ratcliffe, P.R. ed., p. 131-140.
- GIL-TENA A., SAURA S. E BROTONS L., 2007 – *Effects of forest composition and structure on bird species richness in a Mediterranean context: implications for forest ecosystem management*. Forest Ecology and Management, 242: 470-476. <http://dx.doi.org/10.1016/j.foreco.2007.01.080>
- KARR J.R., ROTH R.R., 1971 – *Vegetation structure and avian diversity in several New World areas*. The American Naturalist, 945: 423-435. <http://dx.doi.org/10.1086/282735>
- LA MANTIA T., 2010 – *I cumuli di pietre denominati "Chirchiarì" in Sicilia, tra ecologia e storia*. Naturalista sicil., 34 (3-4): 527-542.
- LA MANTIA T., 2013 – *Storia dell'eucalitticoltura in Sicilia*. Naturalista sicil., 37 (2): 587-628.
- LA MANTIA T., D'ANGELO S., LO DUCA R., MANZO S., PACE G., RÜHL J., SALA G., 2013 – *Nuovi dati sulla nidificazione del Rigogolo Oriolus oriolus (L.) (Aves Oriolidae) in Sicilia*. Naturalista sicil., 37 (2): 671-672.
- LA MANTIA T., SPOTO M., MASSA B., 2002 – *The colonisation of the Great Spotted Woodpecker (Picoides major L.) in Eucalypt woods and Popular cultivations in Sicily*. Ecologia Mediterranea, 28 (2): 65-73.
- LONDI G., TELLINI FLORENZANO G., MINI L., CALIENDO M.F., CAMPEDELLI T., DE CARLI E., 2009 – *Assessing woodland ecological characters through a new objective bird community index, the WBCI*. Avocetta, 33 (2): 107-114.
- MAC ARTHUR R.H., 1964 – *Environmental factors affecting bird species diversity*. The American Naturalist, 903: 387-397. <http://dx.doi.org/10.1086/282334>
- MAC ARTHUR R.H., MAC ARTHUR J.W., PREER J., 1962 – *On bird species diversity. II. Prediction of bird Census from Habitat Measurement*. The American Naturalist, 888: 167-174. <http://dx.doi.org/10.1086/282219>
- MAC ARTHUR R.H., MACARTHUR J.W., 1961 – *On bird species diversity*. Ecology, 42: 594-598. <http://dx.doi.org/10.2307/1932254>
- MARGALEF R., 1972 – *Homage to Evelyn Hutchinson, or why is there an upper limit to diversity*. Trans. Connect. Acad. Arts Sci., 44: 211-235.
- MASSA B., MARGAGLIOTTA B., 2005 – *Cambiamenti selvicolturali e riproduzione di cincialella Parus caeruleus e cinciallegra Parus major*. Avocetta, 29: 73.
- MASSA B., 2008 – *In difesa della biodiversità*. Oasi Alberto Perdisa Editore, 347 p.
- MASSA B., CUSIMANO C.A., MARGAGLIOTTA B. E GALICI R., 2011 – *Reproductive characteristics and differential response to seasonal temperatures of Blue and Great Tits (Cyanistes caeruleus e Parus major) in three neighbouring mediterranean habitats*. Rev. écol. (Terre Vie), 66: 157-172.
- MEFFE G.K., CARROLL C.R., 1997 – *What is conservation biology?* In: "Principles of conservation biology" (Meffe G.K., Carroll C.R. eds.), second edition. Sinauer Associates, Sunderland, Massachusetts, p. 3-28.
- MELINI D., 2006 – *Gestione forestale e biodiversità: i cedui di cerro della Toscana meridionale*. L'Italia Forestale e Montana, 4: 251-273. <http://dx.doi.org/10.4129/IFM.2006.4.02>
- NOCENTINI S., 2005 – *Conservazione della complessità e della diversità biologica dei sistemi forestali*. L'Italia Forestale e Montana, 4: 342-345.
- NOSS R.F., 1999 – *Assessing and monitoring forest biodiversity: a suggested framework and indicators*. Forest Ecology and Management, 115: 135-146. [http://dx.doi.org/10.1016/S0378-1127\(98\)00394-6](http://dx.doi.org/10.1016/S0378-1127(98)00394-6)
- PERRY D.A., AMARANTHUS M.P., 1997 – *Disturbance, recovery and stability*. In: Khom K.A., Franklin J.F., "Creating a forestry for the 21st century". Island Press, Washington D.C., p. 31-56.

- PROENÇA V.M., PEREIRA H.M., GUILHERME J., VICENTE L., 2010 – *Plant and bird diversity in natural forests and in native and exotic plantations in NW Portugal*. Acta Oecologica, 36 (2): 219-226. <http://dx.doi.org/10.1016/j.actao.2010.01.002>
- REGIONE SICILIANA, ASSESSORATO BENI CULTURALI E AMBIENTALI E PUBBLICA ISTRUZIONE (a cura di), 1996 – *Linee guida del Piano Territoriale Paesistico Regionale*. Regione Siciliana - Assessorato Beni Culturali, Ambientali e della Pubblica Istruzione. Palermo.
- RIVAS-MARTÍNEZ S., 1994 – *Bases para una nueva clasificación bioclimática de la Tierra*. Folia Botanica Matritensia, 10: 1-23.
- RIVAS-MARTÍNEZ S., LOIDI ARREGUI L. 1999 – *Bioclimatology of the Iberian Peninsula*. In: Rivas-Martínez S., Fernández-González F., Loidi J., editors, "Checklist of plant communities of Iberian Peninsula, Balearic and Canary Islands to suballiance level". Itinera Geobotanica, 13: 353-451.
- ROTH R.R., 1976 – *Spatial heterogeneity and bird species diversity*. Ecology, 57: 773-782. <http://dx.doi.org/10.2307/1936190>
- SARÀ M., BELLIA E., MILAZZO A., 2006 – *Fire disturbance disrupts co-occurrence patterns of terrestrial vertebrates in Mediterranean woodlands*. Journal Biogeography, 33: 843-852. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1365-2699.2006.01429.x>
- SARÀ M., MILAZZO A., FALLETTA W., BELLIA E., 2005 – *Exploitation competition between hole-nesters* (Muscardinus avellanarius, Mammalia and Parus caeruleus, Aves) in Mediterranean woodlands. J. Zool., London, 265: 347-357. <http://dx.doi.org/10.1017/S095283690500645X>
- SHANNON C.E., WEAVER W., 1949 – *The mathematical theory of communication*. Univ. of Illinois Press, Urbana, IL.
- SIMBERLOFF D., 1999 – *The role of science in the preservation of forest biodiversity*. Forest Ecology and Management, 115: 101-111. [http://dx.doi.org/10.1016/S0378-1127\(98\)00391-0](http://dx.doi.org/10.1016/S0378-1127(98)00391-0)
- STOKLAND J.N., SIITONEN J., JONSSON B.G., 2012 – *Biodiversity in dead wood*. Cambridge, 509 p. <http://dx.doi.org/10.1017/CBO9781139025843>
- TELLINI FLORENZANO G., 1998 – *Priorità di conservazione degli uccelli nel Parco Nazionale delle Foreste Casentinesi, Monte Falterona e Campigna, in relazione all'ecologia delle specie rare e minacciate*. Riv. Ital. Orn., 68 (2): 193-198.
- TELLINI FLORENZANO G., CAMPEDELLI T., CUTINI S., LONDI G., 2012 – *Diversità ornitica nei cedui di cerro utilizzati e in conversione: un confronto nell'Appennino settentrionale*. Forest@, 9: 185-197 [online 2012-07-23] URL: <http://www.sisef.it/forest@/contents/?id=efor0697-009>
- WILLSON M.F., 1974 – *Avian community organisation and habitat structure*. Ecology, 55: 1017-1029. <http://dx.doi.org/10.2307/1940352>