

DAVIDE MELINI (*)

GESTIONE FORESTALE E BIODIVERSITÀ: I CEDUI DI CERRO DELLA TOSCANA MERIDIONALE

Il lavoro prende in considerazione le relazioni tra attività selvicolturali e assestamentali e i processi ecologici nei sistemi forestali governati a ceduo. In 55 aree campione in cedui di cerro delle Colline Metallifere (GR), in Toscana meridionale, sono stati eseguiti rilievi relativi a età, area basimetrica, presenza di specie vegetali, avifauna nidificante, offerta alimentare per i grossi ungulati pascolatori. Sono state identificate e verificate le eventuali relazioni tra alcune delle principali caratteristiche della struttura e vari indicatori quantitativi relativi alla diversità biotica. La ripresa delle ceduazioni in popolamenti che hanno superato il turno consuetudinario determina l'aumento della produzione primaria netta in prossimità del terreno, ma impoverisce i soprassuoli in termini di ricchezza delle nicchie ecologiche disponibili sul piano verticale. I tagli raso del ceduo favoriscono le specie vegetali erbacee e arbustive, ma impediscono l'arricchimento della componente arborea e creano condizioni inadatte alle specie vegetali tipiche dei boschi vetusti. La conservazione della biodiversità nei comprensori dominati dal ceduo richiede azioni a scala di paesaggio, tra cui la conservazione e lo sviluppo di soprassuoli forestali adulti.

Parole chiave: Gestione forestale; ceduo; conservazione della biodiversità; paesaggio forestale.
Key words: Forest management; coppice; biological diversity conservation; forest landscape.

1. INTRODUZIONE

Riguardo alla conservazione della biodiversità forestale in un'ottica di gestione sostenibile, le Risoluzioni approvate al termine delle Conferenze Ministeriali sulla Protezione delle Foreste in Europa – tenute a Strasburgo, Helsinki, Lisbona e Vienna, rispettivamente negli anni 1990, 1993, 1998 e 2003 – forniscono chiare indicazioni.

Nell'Annesso 2 alla Risoluzione finale L2 della Conferenza di Lisbona, per esempio, si dichiara che «la pianificazione della gestione forestale deve tendere al mantenimento, alla conservazione e al miglioramento della biodi-

(*) Assegnista di Ricerca presso il Dipartimento di Scienze e Tecnologie Ambientali Forestali, Università di Firenze.

versità a livello di ecosistema, di specie e genetico e, dove appropriato, a livello paesaggistico» (LIAISON UNIT LISBON, 1998).

Nella Dichiarazione V4, emanata al termine alla Conferenza di Vienna, si riconosce l'importanza delle foreste ai fini della conservazione della diversità biologica e si afferma che «la conservazione e il miglioramento della biodiversità in tutti i tipi di foreste sono un elemento essenziale ai fini della loro gestione sostenibile» (MCPFE, 2003).

Poiché la conservazione della biodiversità ormai ha assunto una grande importanza ai fini dell'implementazione della gestione forestale sostenibile, si è ritenuto utile prendere in considerazione un caso di studio da cui trarre indicazioni ai fini della gestione dei cedui.

L'opinione più accreditata tra gli specialisti è che gli ecosistemi diversificati sono più stabili nel loro funzionamento (CIANCIO e NOCENTINI, 2004). La silvicoltura e la gestione forestale agiscono sulla biodiversità con molteplici effetti strettamente interrelati, spesso difficilmente quantificabili. Quelli più evidenti e facilmente rilevabili sono legati al modello colturale perseguito. La gestione determina modifiche di alcuni parametri, per i quali è nota una stretta relazione con la diversità di specie e i processi funzionali (CIANCIO e NOCENTINI, op. cit.). In sintesi, si tratta di:

1. *Struttura verticale dei soprassuoli*: in generale, più è diversificata la struttura di un bosco, maggiore è la diversità di specie;
2. *Struttura cronologica dei soprassuoli*: la ricchezza di specie in un ecosistema forestale aumenta passando attraverso fasi successionali via via più avanzate;
3. *Presenza di necromassa arborea*: gli alberi morti in piedi e il legno morto a terra partecipano a innumerevoli processi che riguardano l'*habitat* di specie animali e vegetali, il ciclo dei nutrienti e il ciclo idrogeologico (ELTON, 1966; MASER *et al.*, 1979; HARMON *et al.* 1986; SAMUELSSON *et al.*, 1994);
4. *Apertura di vuoti nella copertura arborea*: l'apertura di vuoti nella copertura può produrre un «mosaico mobile» di tessere di età, composizione e struttura diverse, contribuendo alla diversità a livello di paesaggio (PICKETT e WHITE, 1985; OLIVER e LARSON, 1990; FRANKLIN, 1993; TURNER *et al.*, 1995).

Nell'esame degli effetti della gestione sulla biodiversità forestale, spesso, ci si limita a esaminare solo la diversità compositiva, soffermandosi oltretutto solo su alcune componenti, per esempio sulla componente arborea, sulla flora erbacea e arbustiva, o sulla fauna omeoterma.

La complessità del sistema bosco supera la somma delle singole componenti: essa dipende anche dalle reciproche interazioni tra queste, dalla loro organizzazione nello spazio e dai processi ecologici in cui sono coinvolte. Le caratteristiche delle strutture e i processi che avvengono all'interno degli ecosistemi forestali, pertanto, non possono essere ignorati.

Questo lavoro prende in esame le relazioni tra attività selvicolturali e assestamentali e la presenza delle specie, delle strutture e dei processi ecologici nel ceduo di cerro (*Quercus cerris* L.).

Il governo a ceduo è molto diffuso nel nostro Paese, questa forma di governo occupa oltre 3.800.000 ettari (ISTAT, 2000). Il cerro è la specie arborea più diffusa sul territorio toscano, qui i cedui da essa edificati occupano complessivamente oltre 220.000 ettari (TABACCHI e VIGNOLI, 1998). In Toscana gran parte della produzione di legna da ardere è ricavata proprio dalle cerrete: in questi boschi le utilizzazioni annue ammonterebbero a circa 8000 ettari (TABACCHI e VIGNOLI, 1998). La tipologia forestale, per la sua diffusione, presenta una certa importanza dal punto di vista ambientale, per le numerose specie vegetali e animali ospitate e in riferimento alla tutela dei processi ecologici.

È utile analizzare il tema della conservazione e del miglioramento della biodiversità dei cedui di cerro della Toscana anche considerando che essi, spesso, ricadono all'interno di aree protette individuate ai sensi della L. 394/91 «Legge quadro sulle aree protette», della L.R. 49/95 «Norme sui parchi, le riserve naturali e le aree naturali protette di interesse locale», della L.R. 56/2000 «Norme per la conservazione e la tutela degli habitat naturali e seminaturali, della flora e della fauna selvatiche», o di siti della Rete Natura 2000, istituiti secondo il dettato della direttiva 92/43/CEE «Habitat» e della direttiva 79/409/CEE «Uccelli».

2. AREA DI STUDIO

L'area in cui è stata svolta la ricerca, che rientra nel patrimonio agricolo-forestale della Regione Toscana, ricade nel settore settentrionale della Provincia di Grosseto, nel cuore delle Colline Metallifere (Antiappennino toscano), nei Comuni di Monterotondo Marittimo e Massa Marittima. La foresta è estesa su circa 18.000 ettari e non è tutta interessata da pianificazione. Il *Piano di Gestione Forestale 1994-2003* (DREAM ITALIA, 1994) ha sottoposto a pianificazione circa 5.600 ettari di proprietà regionali gestite dalla Comunità Montana «Colline Metallifere». Per 1137 ettari di cedui semplici matricinati inclusi nella compresa dei *cedui al taglio* si è scelto di ritornare al taglio raso. I rilievi eseguiti nei popolamenti di età inferiore a 10 anni hanno interessato soprassuoli in cui sono state eseguite ceduazioni in attuazione del piano di gestione suddetto.

La morfologia è prevalentemente dolce e regolare, solo localmente si riscontrano elevate pendenze. Le aree campione individuate si trovano a quote comprese tra 500 e 780 m slm.

Il territorio in cui è stato svolto lo studio è caratterizzato da una fitta rete di ruscelli, che essendo secchi per la gran parte dell'anno danno luogo ad una ricca presenza di vallecole e impluvi.

I dati termometrici che si hanno a disposizione, relativi al periodo 1986-1996, sono riferiti alla stazione termometrica di Massa Marittima (400 m slm circa). La temperatura media annua per il periodo di riferimento è pari a 14,3°C, cioè è compresa fra 10°C e 15°C; la T media del mese più freddo è maggiore di 0°C, la media dei minimi è maggiore di -12°C: la zona fitoclimatica di riferimento è il *Castanetum sottozona calda* (PAVARI, 1916).

3. METODOLOGIA DEI RILIEVI

3.1. Premessa

Il lavoro di campagna è stato condotto rilevando o stimando una serie di parametri relativi al soprassuolo arboreo, alle specie vegetali, all'avifauna, alla produzione primaria netta in prossimità del terreno.

Per poter comprendere le dinamiche dei processi connessi alla diversità biotica del sistema ceduo con il procedere del suo sviluppo, è stata svolta un'indagine individuando 55 aree campione in altrettanti soprassuoli con età compresa tra 0 e 48 anni, scelti tra quelli presenti nella foresta di proprietà pubblica perché ritenuti rappresentativi dei vari stadi di sviluppo e delle varie età dei cedui puri di cerro o a prevalenza di cerro, in un contesto di omogeneità di massima dal punto di vista edafico, fisionomico e tipologico. Tutti i popolamenti sono ascrivibili alla *Cerreta mesofila collinare* secondo la classificazione dei tipi forestali della Regione Toscana (MONDINO e BERNETTI, 1998).

Nel lavoro sono stati inclusi, oltre a popolamenti tuttora governati a ceduo semplice matricinato, anche soprassuoli transitori avviati alla conversione a fustaia: vista la loro origine agamica anch'essi possono essere inclusi nella categoria dei popolamenti di origine cedua. La distribuzione delle aree campione nelle diverse classi di età è riportata in Fig. 1.

Il maggior numero di aree campione è stato individuato¹ in popolamenti ricadenti nella classe di età da 0 a 4 anni e in popolamenti di età compresa tra 30 e 34 anni. La situazione assestamentale, che al momento dei rilievi vedeva la forte carenza o l'assenza di cedui di alcune età, non ha permesso di sottoporre a indagine cedui di cerro puri o misti con età compresa tra 20 e 24 anni.

¹ Tutte le aree campione sono state rese permanenti registrando la loro posizione con un GPS con correzione differenziale «in post-processing» e accuratezza submetrica.

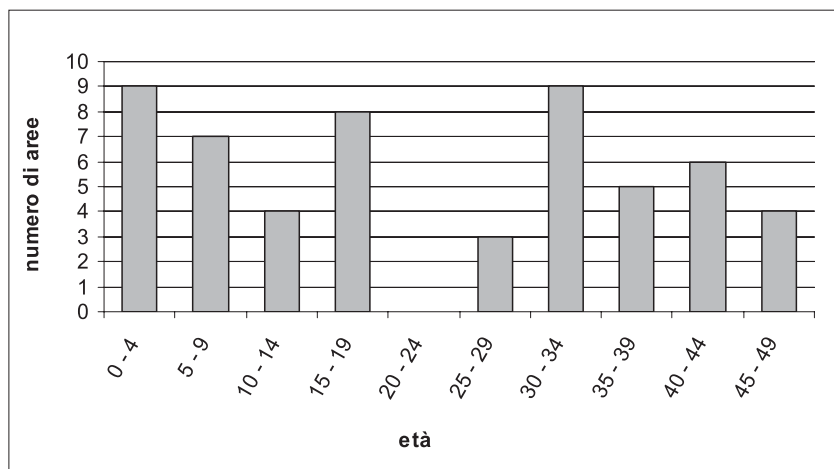


Figura 1 – Distribuzione delle aree campione in classi di età ampie 5 anni.

Per ciò che riguarda le classi di età meno campionate si è trattato di una scelta obbligata: non è stato possibile individuare popolamenti con composizione e struttura idonea all'inclusione tra quelli studiati e con superficie sufficiente. Come si specificherà poco più avanti, era necessario avere a disposizione popolamenti omogenei per composizione e struttura entro un raggio di 50 m dal centro dell'area campione, per poter eseguire i rilievi sull'avifauna nidificante.

In tutti i popolamenti di età inferiore a 36 anni, dopo la ceduzione da cui ha preso avvio la crescita del soprassuolo sottoposto alle indagini, non sono stati eseguiti interventi. Nel caso dei soprassuoli transitori inclusi nelle indagini, tutti di età superiore a 36 anni, dopo la cessazione delle pratiche di ceduzione, per l'avviamento alla conversione è stato eseguito almeno un diradamento.

Le informazioni ottenute, pur essendo state raccolte volgendo l'attenzione a una pluralità di aspetti singolarmente quantificabili, sono state analizzate in modo da esaminare i rapporti tra gestione e biodiversità in termini di processi qualitativi, come suggerito da CIANCIO e NOCENTINI (2004).

Terminato il lavoro di campagna, sono state testate tutte le possibili regressioni semplici tra le variabili coinvolte, calcolate con il metodo dei minimi quadrati ordinari (CORONA, 2000; CAMUSSI *et al.*, 1995). Ciò ha permesso di analizzare le tendenze che legano le variabili e di testare la loro validità. In tutti i casi si è proceduto a identificare la miglior regressione, cioè quella con il miglior coefficiente di determinazione, il miglior livello di significatività, il minore errore standard della stima della variabile dipen-

dente, i migliori risultati dei *test* di significatività relativi a ciascuno dei coefficienti di regressione della curva.

Considerando che il lavoro non ha lo scopo di creare modelli previsionali sull'andamento degli attributi relativi alla biodiversità al variare degli attributi relativi al soprassuolo, e che, pur comportando la formulazione di modelli tramite regressione, è finalizzato all'identificazione di tendenze in grado di descrivere i processi qualitativi che coinvolgono la diversità biologica, si è scelto di non eseguire alcun *trattamento dei dati aberranti*. Infatti eliminando valori in apparenza aberranti, ma probabilmente anch'essi espressione della complessità e della variabilità dei processi sottoposti a indagine, sarebbe stato possibile determinare artefatti.

3.2. Aree di saggio

Entro un raggio di 8 m dal centro delle aree di saggio, individuato sul terreno con l'uso di una rotella metrica (su una superficie circolare di 201,06 m²), è stata rilevata l'area basimetrica, la soglia di cavallettamento scelta è pari a 1 cm e i valori ottenuti nelle aree di saggio sono stati riportati a ettaro; ai fini di questo lavoro il parametro ha fornito indicazioni sul grado di sviluppo della componente arborea. I rilievi sono stati svolti in 40 aree nel corso del mese di luglio del 2004 e in 15 aree durante il mese di agosto del 2005.

L'età dei soprassuoli è stata ricavata dalle descrizioni particellari del Piano di Gestione della proprietà regionale e dal relativo Piano dei Tagli, messi a disposizione dal personale della Comunità Montana «Colline Metallifere».

I due parametri sono stati scelti perché l'applicazione del governo a ceduo «a regime» o l'avviamento alla conversione a fustaia ne determina nette modificazioni quantitative.

3.3. Rilievi relativi all'avifauna

A scala di singolo popolamento forestale la ricchezza in termini di specie ornitiche segue una tendenza ormai nota. La ricchezza è più elevata nei popolamenti forestali con struttura verticale più complessa (MAC ARTHUR e MAC ARTHUR, 1961; MAC ARTHUR *et al.*, 1962; MAC ARTHUR, 1964; KARR e ROTH, 1971; HINO, 1981; WILLSON, 1974; ROTH, 1976). Un'elevata complessità strutturale implica la diversificazione delle nicchie ecologiche, degli spazi trofici, dei rifugi disponibili. A tale diversificazione corrispondono popolamenti ornitici costituiti da un più elevato numero di specie.

Gli studi che riguardano l'intera comunità ornitica permettono di ottenere informazioni sulla sua struttura. Un metodo particolarmente adatto

all'uso negli ambienti forestali per questo scopo, prevede l'individuazione di *stazioni di ascolto* (PETTY e AVERY, 1990), definite anche come *punti d'ascolto*². Sono note, per questo metodo, alcune varianti.

La variante più utilizzata, definita come metodo dell'*Indice puntuale di abbondanza* o I.P.A. (BLONDEL *et al.*, 1970 in BLONDEL e FONDERFLICK, 1998), consiste nell'individuare una serie di punti d'ascolto e osservazione fissi all'interno del territorio oggetto di indagine, distanziati gli uni dagli altri, nei quali l'osservatore registra gli esemplari di cui è stato udito il canto territoriale o il richiamo, o che sono stati osservati in un arco di tempo preciso.

Applicando questo metodo tutti i punti d'ascolto, che corrispondono al centro dell'area di saggio per i rilievi dendrometrici, sono stati visitati due volte, durante la fase iniziale e quella inoltrata della stagione riproduttiva. In 40 aree i rilievi sono stati svolti tra il 24 aprile e il 12 giugno 2004, in 15 aree dal 26 aprile all'11 giugno 2005. Dal conteggio sono stati esclusi gli uccelli di grandi dimensioni che normalmente occupano ampi territori, che dunque difficilmente avrebbero presentato un legame con le aree di saggio individuate (si tratta di rapaci diurni e notturni).

Il raggio del cerchio è stato stabilito in 50 m. In ogni punto d'ascolto ci si è trattenuti per un tempo prefissato, 20 minuti, registrando sia la distanza di ciascun uccello dal centro del cerchio, sia la distanza alla quale sono stati rilevati uccelli situati all'esterno del cerchio ideale.

L'analisi dei dati qualitativi e quantitativi ottenuti ha portato al calcolo dei seguenti parametri:

1. Ricchezza specifica, numero complessivo di specie rilevate;
2. Abbondanza, numero totale di individui contattati per ogni stazione di ascolto, indica indirettamente le capacità di sostentamento che l'*habitat* offre alla comunità ornitica;
3. Percentuale di specie ornitiche forestali corticicole, il cui spazio trofico è rappresentato dalle cortecce, dalle cavità, dalle fessure degli alberi più vecchi. Si tratta di specie ornitiche specializzate, con abitudini trofiche specifiche, favorite dalla presenza di vecchi e grandi alberi.

In estrema sintesi, attraverso l'esame delle caratteristiche dei popolamenti ornitici nidificanti in funzione dell'età del ceduo e del suo sviluppo, si è tentato di valutare i cambiamenti della presenza e delle caratteristiche delle nicchie ecologiche nel sistema.

² In realtà, come si dirà più avanti, non si utilizza solo l'udito. In letteratura il termine utilizzato per descrivere il metodo è «*point counts*»: in effetti il metodo comporta l'esecuzione di «conteggi puntuali».

3.4. *Rilievi relativi alle specie vegetali*

Le aree su cui sono stati eseguiti rilievi relativi alle specie vegetali hanno un raggio di 5 m (superficie pari a 78,54 m²), individuato sul terreno con l'uso della rotella metrica. Il loro centro coincideva con quello delle aree di saggio per i rilievi dendrometrici. Si è ritornati circa ogni 15 giorni in ciascuna area. Le diverse specie erbacee e arbustive, infatti, fioriscono in periodi diversi che si susseguono senza soluzione di continuità: per poter eseguire rilievi accurati occorre indagare con la massima attenzione tutto il periodo di fioritura, dalla fine di marzo ai primi di settembre. I rilievi sono stati svolti in 40 aree nel 2004 e in 15 aree nel 2005.

Non sono stati eseguiti rilievi fitosociologici: ci si è limitati a registrare la presenza delle specie. Tutte le aree campione sono state posizionate ad almeno 50 m da ogni margine del bosco: si tratta di una scelta legata allo svolgimento dello studio ornitologico, ma tesa anche ad indagare soprassuoli non situati nelle immediate adiacenze dei margini boschivi. Le specie vegetali anemocore e quelle non strettamente forestali, grazie alla loro capacità di dispersione tendono a raggiungere le tagliate a raso, soprattutto quando esse si trovano nelle immediate adiacenze di strade o di aree aperte con copertura erbacea. Questo fenomeno, però, non rientra tra i processi che si desiderava sottoporre a indagine in modo diretto nell'ambito dello studio. Per sicurezza la distanza del centro dell'area campione per i rilievi floristici dal margine più vicino è stata calcolata e presa in considerazione³, tuttavia nessuna correlazione con gli attributi relativi alla diversità biologica è stata rilevata.

I rilievi relativi alle specie vegetali sono finalizzati a determinare valori quantitativi per i seguenti parametri:

1. Ricchezza in termini di specie vegetali, è stata rilevata per valutare eventuali variazioni in relazione all'età del ceduo e agli altri parametri relativi alla struttura⁴. Tali variazioni avrebbero evidenziato l'aumento o la diminuzione del numero di nicchie ecologiche disponibili per i vegetali in relazione all'età e alle caratteristiche strutturali dei popolamenti arborei. Inoltre la ricchezza della comunità vegetale è uno tra i più importanti parametri necessari per la determinazione della diversità compositiva della comunità (α – diversità);
2. Numero di specie arboree, il parametro è stato scelto per valutare l'eventuale cambiamento del loro peso nella comunità vegetale al variare del-

³ Il calcolo è stato eseguito in ambiente GIS utilizzando le posizioni GPS delle aree campione e ortofoto in formato digitale.

⁴ Date le difficoltà per la loro determinazione, i muschi sono stati esclusi dall'analisi.

l'età e dei parametri relativi alla struttura, considerando che esse sono caratterizzate da una certa lentezza nella colonizzazione e nell'abbandono di un *habitat* a seguito di cambiamenti del microclima e delle altre caratteristiche della stazione;

3. Numero di specie erbacee e arbustive, il parametro è stato scelto perché a differenza delle specie arboree le specie erbacee e arbustive sono piuttosto reattive ai cambiamenti delle caratteristiche stazionali. La valutazione dell'andamento del loro peso nella comunità vegetale in funzione dei parametri relativi alla struttura, dunque, permette di valutare l'esistenza e la portata di eventuali cambiamenti stazionali;
4. Percentuale di specie vegetali legate ai boschi vetusti. Le «ancient forest plant species»⁵ sono specie di piante vascolari legate ad ecosistemi forestali decidui vetusti (HERMY *et al.*, 1999). I boschi vetusti sono definiti come boschi la cui esistenza, in Europa, è documentata da oltre 250 anni (HERMY 1994; WULF 1997 in WULF, 2003). Si tratta di specie che possono essere considerate come un raggruppamento ben distinto. Sono tipiche di siti forestali con pH e disponibilità di azoto intermedi, evitano i siti troppo secchi e quelli troppo umidi. Tra le specie vegetali legate ai boschi vetusti sono più frequenti le geofite e le emicriptofite. La scarsa capacità di queste specie di colonizzare nuovi siti forestali può essere spiegata da un complesso di variabili interagenti tra loro, tra cui spiccano la scarsa capacità di dispersione e la scarsa capacità di competizione. Visto il loro profilo ecologico e le loro scarse capacità di colonizzazione, le specie tipiche dei boschi vetusti possono essere considerate come un importante indicatore di biodiversità. HERMY *et al.* (op. cit.), dopo aver passato in rassegna 22 ricerche, hanno proposto per l'Europa centrale e nordoccidentale una lista di 132 specie vegetali legate ai boschi vetusti. Il parametro è stato scelto per evidenziare l'eventuale legame tra la variazione delle caratteristiche strutturali dei cedui e il peso assunto da questo raggruppamento di specie vegetali. L'impossibilità di reperire ricerche su queste specie riguardanti il territorio italiano ha obbligato a prendere in esame la lista proposta per altri Paesi europei; si deve comunque considerare che molte delle specie prese in esame vivono anche in Italia e che nel corso del lavoro molte di esse sono state incontrate regolarmente⁶.

⁵ «Ancient forest plant species» è stato appunto tradotto in «specie vegetali legate ai boschi vetusti».

⁶ Nel corso di questo lavoro sono state rilevate 27 specie vegetali delle 132 incluse dagli Autori citati nella lista delle «ancient forest plant species».

3.5. *Stima della produzione primaria netta in prossimità del terreno*

Quanto esposto è l'adattamento alle necessità di questo lavoro del metodo di rilevamento proposto da CASANOVA *et al.* (1993), per la compilazione dei piani di assestamento faunistico.

L'offerta del pascolo disponibile per i Cervidi, o per altri ungulati, viene stimata applicando il *metodo del raccolto* (ODUM, 1971).

Il *metodo del raccolto* prevede l'asportazione e la quantificazione ponderale di tutto il possibile nutrimento a cui possono attingere i pascolatori presenti nell'ecosistema oggetto di studio, tra cui rientrano anche i grossi mammiferi pascolatori selvatici, che però non rappresentano tutti i pascolatori. Non tutta la produzione primaria netta viene asportata e pesata, in realtà ci si rivolge solo alla frazione effettivamente pascolabile, perché verde e perché costituita da specie vegetali non tossiche. La parte secca e le parti di specie vegetali tossiche non vengono pesate.

I valori ponderali ottenuti, però, hanno un valore indicativo riguardo all'effettiva produzione primaria netta in prossimità del terreno.

La metodologia originaria prevede di eseguire rilievi in tutte le stagioni. Poiché la produzione primaria netta in prossimità del terreno è stata valutata solo per ottenere indicazioni di massima e informazioni sulla funzionalità del sistema- ceduo, ma non per la redazione di un piano di assestamento faunistico, è stata eseguita una serie di rilievi in un momenti dell'anno scelti in modo da ottenere risultati utili, accorciando il più possibile il lavoro di campagna. Il periodo scelto è la parte finale della primavera, un'epoca che per gli ungulati dovrebbe essere coincidente o immediatamente seguente ai parti avvenuti, in genere, in maggio-giugno, a cui per le femmine conseguono notevoli esigenze nutrizionali.

All'interno di singole strisce di terreno, di forma rettangolare e con dimensioni di 5x2 m, materializzate sul terreno ricorrendo a picchetti metallici, con il lato maggiore orientato lungo la direzione della massima pendenza, è stata asportata tutta la produzione dell'anno che risulta pascolabile, cioè tutte le parti appetibili delle piante arboree e arbustive (germogli, foglie, frutti) non velenose che si trovavano ad una altezza inferiore a 1,5 m, oltre naturalmente alle erbe.

Nell'esecuzione dei rilievi in ciascuna area, per rendere casuale la localizzazione delle strisce, ponendosi con le spalle rivolte verso il pendio e la faccia rivolta verso le quote inferiori, si è proceduto individuando il lato destro della striscia 4 m a destra rispetto al centro dell'area di saggio per i rilievi dendrometrici. Sono state pesate separatamente la parte costituita da graminacee, leguminose, specie erbacee appartenenti alle famiglie, da quella costituita da specie arboree e arbustive. Il raccolto è stato effettuato in giornate asciutte e sempre dopo alcuni giorni dall'ultima pioggia, per non

falsare i pesi dei campioni qualora fossero bagnati. Quanto raccolto, a mano e con l'uso di forbici e talvolta di un falchetto, è stato pesato immediatamente sul campo, utilizzando un dinamometro con incertezza di ± 5 g e portata massima di 1 Kg.

Sebbene nel 2004 siano state individuate in totale 40 aree campione, i rilievi relativi alla produzione primaria netta sono stati eseguiti in 39 aree, tra il 6 e il 20 giugno. Un'area campione non è stata oggetto di rilievi relativi alla produzione primaria: essa è stata posizionata involontariamente in corrispondenza di un'area campione individuata, per altri scopi, dall'Istituto Sperimentale per la Selvicoltura di Arezzo. In quest'area i rilievi di tutti gli altri parametri relativi alla biodiversità sono stati svolti regolarmente. In 15 aree campione i rilievi sono stati svolti tra il 4 e il 10 giugno 2005.

4. RISULTATI E DISCUSSIONE

I risultati ottenuti saranno descritti illustrando alcune regressioni degli attributi relativi ad avifauna, specie vegetali, presenza di necromassa e produzione primaria netta in prossimità del terreno, in funzione delle variabili quantitative riferite alla struttura dei soprassuoli.

4.1. *Avifauna*

La regressione quadratica che lega la ricchezza della composizione dei popolamenti di uccelli nidificanti all'età del ceduo presenta $P < 0,0001$ (Fig. 2).

L'andamento della ricchezza dei popolamenti ornitici nidificanti è crescente all'aumentare dell'età: passando dalle età più giovani a quelle più avanzate la ricchezza in termini di specie ornitiche nidificanti aumenta. Nei cedui che hanno superato da tempo il turno consuetudinario e in quelli avviati alla conversione a fustaia, pertanto, la ricchezza delle nicchie ecologiche disponibili sul piano verticale tende ad aumentare.

Quando viene eseguito il taglio raso del ceduo semplice matricinato, con l'asportazione pressoché totale della biomassa arborea, si verifica una drastica riduzione delle nicchie ecologiche disponibili nello spazio verticale per la componente animale e vegetale della comunità. La ripresa delle ceduzazioni su grandi superfici accorpate di cedui che abbiano superato il turno consuetudinario determina un drastico impoverimento dell'ecosistema.

L'assestamento dei cedui attivamente gestiti tende a porre un argine a questo fenomeno, garantendo all'interno del paesaggio l'avvicendamento – nello spazio e nel tempo – di tessere che nel piano verticale presentano un numero di nicchie ecologiche più elevato rispetto a quello disponibile nei cedui tagliati a raso.

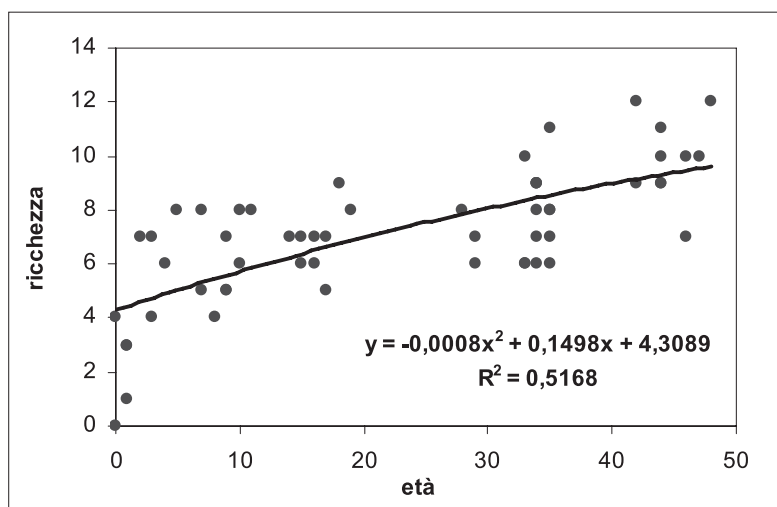


Figura 2 – Andamento della ricchezza del popolamento ornitico in relazione all'età del ceduo.

Nei paesaggi forestali dove sono stati pianificati e programmati nello spazio e nel tempo gli avviamenti alla conversione a fustaia, aumenta progressivamente la presenza di ecosistemi che nello spazio verticale presentano un numero più elevato di nicchie ecologiche.

L'abbondanza della comunità ornitica tende a crescere in funzione dell'età del popolamento, la regressione quadratica presenta $P < 0,0001$ (Fig. 3).

Ciò porta a svolgere alcune considerazioni. Durante il periodo riproduttivo l'attività di ricerca del cibo da parte degli uccelli che nidificano nei popolamenti forestali è orientata verso alimenti ricchi di proteine, si tratta soprattutto di invertebrati, predati per l'allevamento della prole. Molte delle specie contattate durante lo studio sono di piccola taglia: ciascuna coppia occupa territori riproduttivi di pochi ettari e ciascun individuo, per massimizzare il rateo di approvvigionamento energetico in rapporto alle calorie spese per la ricerca del cibo, tende a spostarsi il meno possibile. Poiché l'abbondanza della comunità ornitica cresce in funzione dell'età, si può affermare che quando l'età del popolamento aumenta, nella fascia di spazio epigeo più distante dal terreno – occupata dalle specie arboree – si localizza una quota significativa della produzione secondaria dell'ecosistema, costituita da invertebrati appartenenti a diversi *taxa*. Ciò garantisce ai popolamenti di uccelli nidificanti la possibilità di sostentarsi e riprodursi.

La percentuale di specie corticicole cresce in modo deciso a mano a mano che l'età dei popolamenti aumenta, la regressione cubica presenta $P < 0,0001$ (Fig. 4). Le specie ornitiche corticicole rilevate nel corso dello

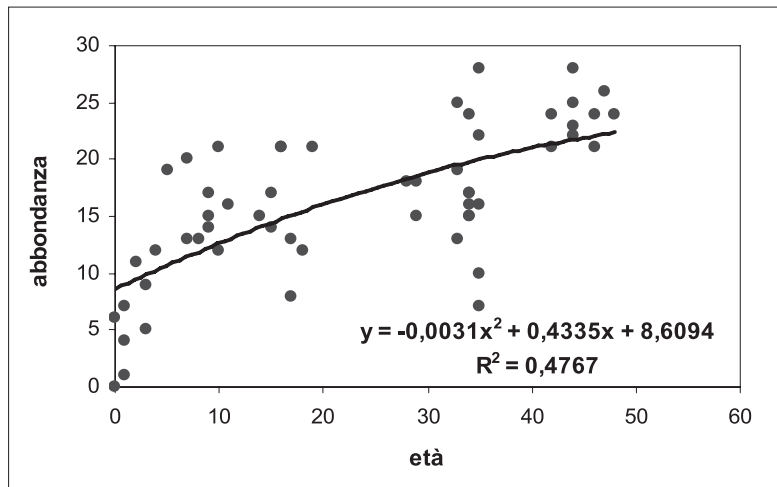


Figura 3 – Andamento dell'abbondanza del popolamento ornitico in relazione all'età del ceduo.

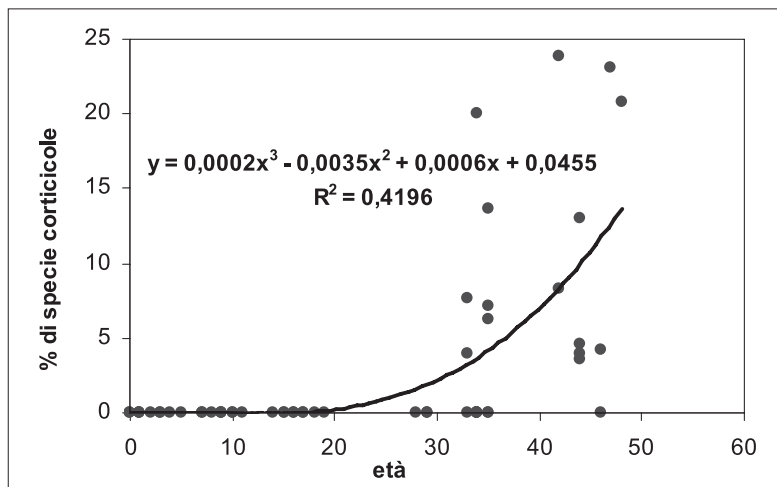


Figura 4 – Andamento della percentuale di specie corticicole nel popolamento ornitico in relazione all'età del ceduo.

studio sono Rampichino (*Certhia brachydactyla* Brehm C.L), Picchio muratore (*Sitta europaea* L.), Picchio rosso maggiore (*Picoides major* L.). Esse sono strettamente forestali: per sostentarsi e riprodursi richiedono una presenza continua nello spazio e nel tempo, all'interno del mosaico paesaggistico, di popolamenti forestali di estensione adeguata, con caratteristiche idonee alla nidificazione, capaci di fornire adeguate risorse trofiche.

Per esempio la dieta del Picchio muratore è costituita da semi e insetti, che vengono ricercati percorrendo i tronchi e i rami degli alberi più vecchi; per il Picchio rosso maggiore la limitata disponibilità di fustaie è un fattore limitante (BOITANI *et al.*, 1999). Tali condizioni che possono essere garantite dall'allungamento dei turni dei cedui gestiti «a regime» e, ancora di più, dall'avviamento alla conversione a fustaia.

In un territorio in cui dopo vari decenni di abbandono si torni ad applicare il governo a ceduo in modo generalizzato, la presenza di questo gruppo di specie è penalizzata.

La penalizzazione riguarda soprattutto le risorse dell'habitat a cui il gruppo è legato, importanti per un gran numero di vegetali e animali: funghi che vivono nel legno morto, insetti saproxilici, muschi, licheni, molluschi che vivono nelle parti morte dei vecchi alberi e così via.

4.2. *Specie vegetali*

Non sono state ottenute regressioni statisticamente significative tra la ricchezza in termini di specie vegetali e i parametri strutturali. È confermata l'ipotesi nulla delle regressioni: nessuno dei parametri strutturali presi in considerazione è risultato in grado di influenzare la ricchezza specifica della comunità vegetale. Il numero complessivo delle nicchie ecologiche occupate dai vegetali non sembra essere influenzato dalla gestione del ceduo. Questa affermazione, tuttavia, vale solo per l'intervallo di età dei popolamenti sottoposti a indagine, compreso tra 0 e 48 anni. Si rileva la necessità di ulteriori verifiche con l'aumento dell'età dei soprassuoli transitori, che sono i popolamenti più «vecchi» presi in esame.

L'equazione di regressione lineare che lega il numero di specie arboree e l'area basimetrica presenta $P < 0,001$ (Fig. 5). Si può affermare che con lo sviluppo del ceduo oltre il turno consuetudinario, un numero superiore di specie a portamento arboreo riesce a utilizzare lo spazio epigeo.

La regressione lineare che esprime la relazione tra il numero di specie erbacee e arbustive e l'area basimetrica presenta $P < 0,001$ (Fig. 6).

Quando un ceduo ha superato il turno consuetudinario o è stato avviato alla conversione a fustaia, a mano a mano che la componente arborea si sviluppa, il numero assoluto di specie erbacee e arbustive diminuisce (Fig. 6). In parte il maggior numero di specie erbacee e arbustive presente nei primi anni di età del ceduo si deve all'ingresso di specie vegetali dal valore naturalistico limitato, adattate a vivere in piena luce e a colonizzare terreni relativamente caldi e aridi (per esempio *Senecio vulgaris* L., *Cardamine hirsuta* L., *Bromus sterilis* L.).

La diminuzione delle specie erbacee e arbustive in funzione del grado di sviluppo dei popolamenti riscontrata in questo lavoro, peraltro, non indica

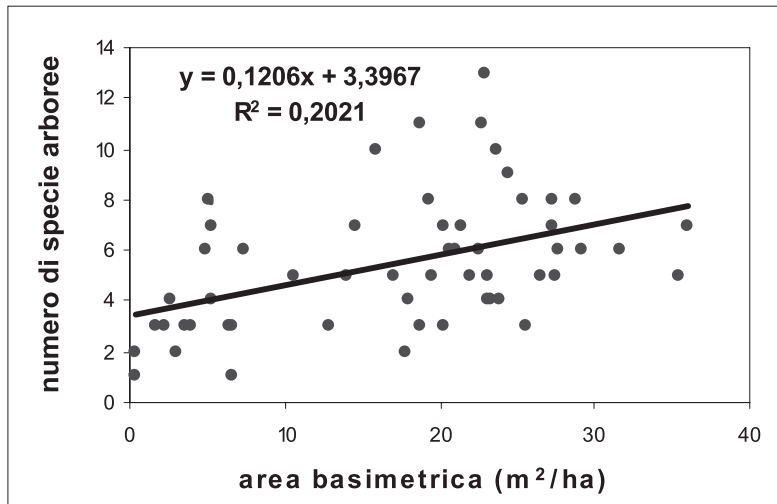


Figura 5 – Andamento del numero di specie arboree in funzione dell'area basimetrica.

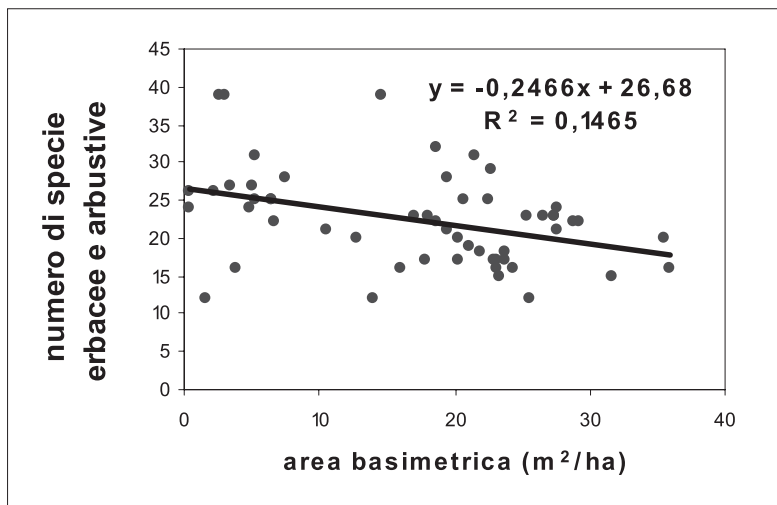


Figura 6 – Andamento del numero di specie erbacee e arbustive in funzione dell'area basimetrica.

necessariamente un impoverimento del sistema. BONCINA (2000) ha confrontato un frammento residuo di foresta vergine slovena con un bosco situato in una stazione pressoché identica alla prima, però gestito in modo estensivo. È emerso che rispetto al bosco gestito, nella foresta vergine il numero di specie vegetali è inferiore. Sulla base di questa osservazione, tuttavia, sarebbe diffici-

le affermare che il frammento di foresta vergine è più povero in termini di biodiversità rispetto al bosco gestito preso in esame dall'Autore.

Probabilmente la scala temporale presa in considerazione in questo lavoro è ancora troppo ristretta per descrivere in modo compiuto i fenomeni analizzati: sono necessarie ulteriori indagini, da svolgere a mano a mano che l'età dei soprassuoli presi in esame aumenterà.

La regressione cubica che esprime l'andamento della percentuale di specie vegetali legate ai boschi vetusti in funzione dell'area basimetrica presenta $P < 0,001$ (Fig. 7). L'andamento della curva che coinvolge l'area basimetrica, alquanto ripido nell'ultimo tratto, non deve far pensare a un artefatto. L'area basimetrica, infatti, con l'eventuale ulteriore sviluppo di quei popolamenti arborei che hanno permesso di rilevare le coppie di valori che

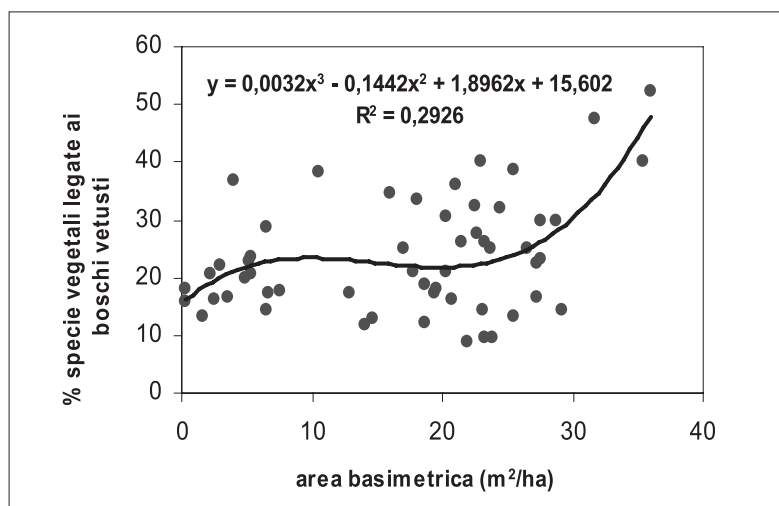


Figura 7 – Andamento della percentuale di specie vegetali legate ai boschi vetusti in relazione all'area basimetrica.

si trovano nella parte destra del grafico, non potrebbe aumentare ulteriormente o, se aumentasse, non potrebbe farlo in modo considerevole. Qualche cautela, al limite, è necessaria considerando che l'andamento della curva, nella parte destra del grafico, è influenzato da 3 coppie di valori alquanto distanti dalla nuvola principale. Con una regressione lineare, d'altra parte, il tracciato dei residui segue in modo evidente una funzione cubica, come è quella fornita dalla regressione scelta. In più, la retta ottenuta dalla regressione lineare ha $R^2 = 0,1237$ e il livello di significatività inferiore, con $P < 0,01$.

4.3. Produzione primaria netta in prossimità del terreno

La regressione quadratica che lega la produzione primaria netta delle specie erbacee con l'età è altamente significativa, con $P < 0,0001$ (Fig. 8).

La regressione quadratica che lega la produzione primaria netta di alberi e arbusti e l'età è altamente significativa, con $P < 0,0001$ (Fig. 9).

La produzione primaria netta in prossimità del terreno delle specie arboree e arbustive, ma anche delle specie erbacee, dapprima decresce con

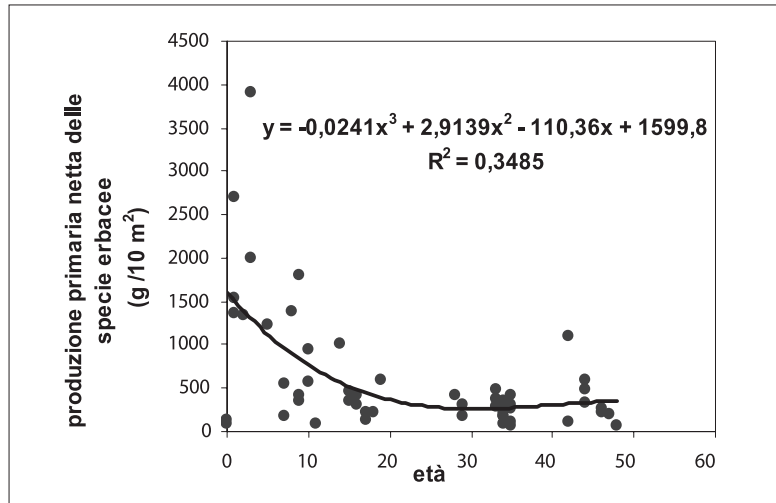


Figura 8 – Andamento della produzione primaria netta delle specie erbacee stimata alla fine della primavera in relazione all'età.

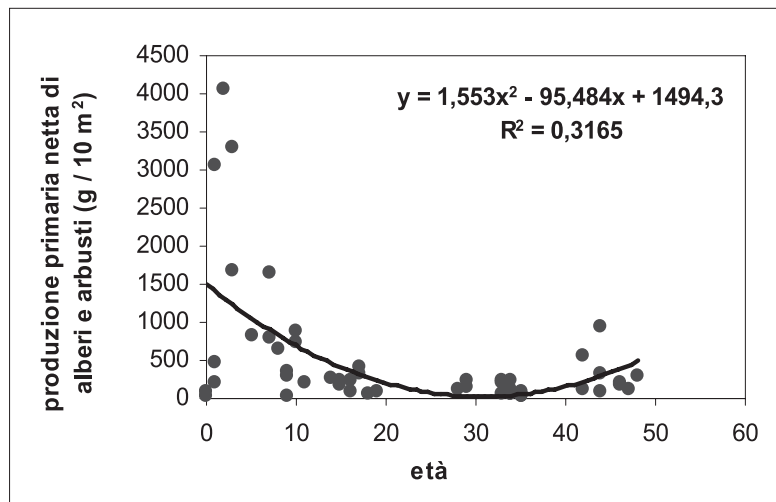


Figura 9 – Andamento della produzione primaria netta di alberi e arbusti stimata alla fine della primavera in relazione all'età.

l'aumentare dell'età, per poi tornare ad assumere un andamento crescente in corrispondenza delle età più elevate tra quelle prese in considerazione, in modo meno evidente per le specie erbacee.

Gli interventi selvicolturali sono in grado di condizionare la produzione primaria netta al livello del terreno, sia eliminando la copertura arborea con il taglio raso, sia accelerando l'insorgere della presenza di piccole lacune nella copertura attraverso i tagli di avviamento alla conversione a fustaia e i diradamenti. In entrambi i casi in prossimità del terreno si rende disponibile una fonte di alimento utilizzabile dai grossi mammiferi pascolatori, dagli invertebrati per l'alimentazione degli adulti (si pensi per esempio ai coleotteri Crisomelidi), o per lo sviluppo delle larve (si pensi per esempio alle larve delle farfalle).

L'assestamento forestale può determinare la distribuzione nello spazio e nel tempo dei popolamenti in cui una parte della produzione primaria netta, più consistente nel caso dei cedui semplici matricinati tagliati a raso, è dislocata in prossimità del terreno.

D'altra parte l'assenza di pianificazione e programmazione delle tagliate a raso del ceduo, che si verifica là dove esso non è gestito secondo piani di assestamento forestale, può determinare in pochi anni il repentino aumento, su ampi territori, dell'offerta alimentare per i grossi mammiferi pascolatori. Questo fattore può sommarsi con altri fattori in grado di provocare il rapido e incontrollato aumento numerico delle popolazioni di grossi ungulati selvatici.

Le popolazioni di micromammiferi erbivori, per esempio di Topi selvatici e Arvicole⁷ (Generi *Apodemus* e *Microtus*), come documentato da FULLER e WARREN (1993), sono in grado di sfruttare l'eventuale aumento dell'offerta alimentare in prossimità del terreno che la ceduzione determina. Se si considera che questi piccoli animali sono prede di Mustelidi, rettili e uccelli rapaci⁸, risulta chiaro che la selvicoltura e l'assestamento forestale possono innescare profonde trasformazioni delle reti alimentari, a seconda delle linee guida seguite nella gestione dei cedui e dei soprassuoli transitori.

Non sono da trascurare anche gli effetti sulle popolazioni di insetti erbivori, visto che i *taxa* appartenenti a questa Classe sono piuttosto reattivi nei confronti dei cambiamenti ambientali.

⁷ Essi possono nutrirsi delle parti verdi più tenere e succose delle specie erbacee e arbustive, oppure dei semi di varie specie erbacee e arbustive.

⁸ È utile ricordare anche che molte specie di uccelli rapaci diurni e notturni sono considerate come specie dall'elevato valore naturalistico.

5. OSSERVAZIONI E CONCLUSIONI

Sulla base delle indagini e delle analisi effettuate è possibile formulare delle osservazioni e trarre alcune conclusioni.

La ricchezza, l'abbondanza e la percentuale di specie ornitiche corticicole dei popolamenti di uccelli nidificanti crescono con il procedere dello sviluppo del soprassuolo. Più in generale il taglio raso del ceduo determina una drastica riduzione della ricchezza e della diversità di nicchie ecologiche e spazi trofici disponibili nello spazio verticale della comunità. Al contrario, la pianificazione e l'avviamento a fustaia garantiscono la disponibilità di un elevato numero di nicchie ecologiche e di spazi trofici nello spazio verticale.

Nessuno dei parametri strutturali presi in considerazione è risultato in grado di influenzare la ricchezza specifica complessiva della comunità vegetale.

La percentuale di specie vegetali legate ai boschi vetusti segue un andamento crescente con il procedere dello sviluppo della componente arborea.

La produzione primaria netta in prossimità del terreno segue un andamento decrescente in funzione dello sviluppo della componente arborea.

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.

Le attività selvicolturali e assestamentali condizionano in modo pervasivo la dinamica del sistema ceduo, determinando l'insorgenza di perturbazioni che assestano o interrompono bruscamente il dinamismo delle strutture e dei processi ecologici.

La ceduzione favorisce il repentino aumento dell'irraggiamento del suolo. La principale conseguenza è che nel periodo immediatamente successivo al taglio raso una quota significativa della produttività primaria netta si concentra in prossimità del terreno, creando condizioni idonee all'affermazione di molte specie erbacee e arbustive, che in parte sono banali e dal valore naturalistico limitato. Anche molte specie animali pascolatrici, di vari *taxa* e dimensioni, si avvantaggiano. Ciò modifica le reti trofiche all'interno del paesaggio forestale.

Il taglio raso non effettuato secondo una attenta pianificazione può determinare in pochi anni il repentino aumento dell'offerta alimentare per i grossi mammiferi pascolatori, su ampi territori. Questo fattore può sommarsi con gli altri fattori in grado di provocare il rapido e incontrollato aumento numerico delle popolazioni di grossi ungulati selvatici.

Nei paesaggi in cui i popolamenti forestali presentano coperture elevate e le aree aperte (prati, pascoli, arbusteti e così via) vanno scomparendo a causa della colonizzazione da parte del bosco a seguito dell'abbandono, è utile considerare la possibilità di pianificare l'esecuzione di ceduazioni, in modo da conservare la presenza di un mosaico mobile di ecosistemi nei quali la produzione primaria netta si concentra in prossimità del terreno.

Nei paesaggi forestali dominati dal ceduo, per poter conservare e migliorare la biodiversità è necessario prendere in considerazione il rilascio e/o lo sviluppo di tessere di bosco adulto, con estensione e distribuzione adeguate a garantire la presenza a lungo termine di risorse dell'habitat divenute scarse (a es. il legno morto), oltre alla migrazione, alla distribuzione geografica e allo scambio genetico delle specie animali e vegetali specializzate verso le risorse scarse. Ciò non implica necessariamente l'esclusione delle attività selvicolturali. Per poter conservare tutte le specie animali presenti nei paesaggi forestali dominati dal ceduo, l'insieme dei frammenti di bosco adulto deve avere una estensione territoriale sufficiente per ospitare popolazioni vitali di specie caratterizzate dal maggior peso corporeo, dall'*home-range* più esteso, dalle maggiori esigenze in fatto di approvvigionamento calorico.

In conclusione si può affermare che l'applicazione del governo a ceduo non è in grado di garantire il miglioramento e l'aumento della biodiversità forestale. Questo obiettivo può essere raggiunto pianificando specifiche azioni a scala di paesaggio, tra cui la conservazione e/o lo sviluppo di tessere di bosco adulto, con dimensione e distribuzione spaziale appropriate.

6. RINGRAZIAMENTI

Desidero ringraziare il Prof. Orazio Ciancio e la Prof.ssa Susanna Nocentini per la lettura critica del testo nella fase finale della stesura, oltre che per alcune preziose indicazioni durante lo svolgimento del lavoro. Un ringraziamento va anche al Prof. Paolo Casanova, per alcuni preziosi suggerimenti riguardo al metodo per la stima della produzione primaria netta in prossimità del terreno, al Dott. Alessandro Samola e al Dott. Marco Pollini, della Comunità Montana «Colline Metallifere», per aver messo a disposizione con cortesia il Piano di Gestione della Foresta delle Bandite di Follonica. L'ultimo ringraziamento, ma non per importanza, va al Prof. Federico Selvi, del Dipartimento di Biologia Vegetale dell'Università di Firenze, per l'aiuto fornito nell'identificazione di alcune specie vegetali di difficile determinazione.

SUMMARY

**Forest management and biological diversity:
the Southern Tuscany Turkey oak coppices**

The paper discusses relationships among forestry activities and ecological processes in coppice stands of Southern Tuscany. In 55 plots, age, basal area, plant species richness, bird community richness, primary production at the ground level, have been estimated. We have identified the correlations among the main features of coppice structure and the biotic diversity parameters. Coppice clearcuts determine an increase in primary production at the ground level, but the number of canopy ecological niches decreases. Herbs and shrubs take advantage. The clearcut conditions are unfavorable for ancient forest plant species group. In coppiced woodlands, the conservation of biotic diversity requires different actions at landscape scale, including the conservation and the formation of adult forests.

BIBLIOGRAFIA

- BERNETTI G., 2001 – *Biodiversità: ombrello o attaccapanni?* L'Italia Forestale e Montana, 56 (1): 68-70.
- BLONDEL J., FONDERFLICK J., 1998 – *Méthodes d'étude des peuplements d'oiseaux*. Centre d'Experimentation Pédagogique, Florac.
- BONCINA A., 2000 – *Comparison of structure and biodiversity in the Rajhenav virgin forest remnant and managed forest in the dinaric region of Slovenia*. Global Ecology and Biogeography, 9: 201-211.
- BRUUN B., SINGER A., 1997 – *Uccelli d'Europa. Ottava edizione*. Arnoldo Mondadori s.p.a., Milano.
- CAMUSSI A., MÖLLER F., OTTAVIANO E., SARI GORLA M., 1995 – *Metodi statistici per la sperimentazione biologica*. Zanichelli, Bologna.
- CASANOVA P. et al., 1993 – *Appunti di zoologia venatoria e gestione della selvaggina*. Edizioni Polistampa, Firenze.
- CIANCIO O., 2000 – *Prefazione del volume «Biodiversità e Indicatori nei tipi forestali del Veneto»*, a cura di Roberto del Favero. Editore Regione Veneto.
- CIANCIO O., NOCENTINI S., 1996a – *Il paradigma scientifico, la «buona selvicoltura» e la saggezza del forestale*. In: «Il bosco e l'uomo», a cura di O. Ciancio. Accademia Italiana di Scienze Forestali, Firenze, p. 261-270.
- CIANCIO O., NOCENTINI S., 1996b – *Il bosco e l'uomo: l'evoluzione del pensiero forestale dall'umanesimo moderno alla cultura della complessità*. La selvicoltura sistemica e la gestione su basi naturali. In: «Il bosco e l'uomo», a cura di O. Ciancio. Accademia Italiana di Scienze Forestali, Firenze, p. 21-114.
- CIANCIO O., NOCENTINI S., 1999 – *La gestione forestale sistemica e la conservazione della biodiversità*. L'Italia Forestale e Montana, 54 (4): 165-176.
- CIANCIO O., NOCENTINI S., 2003 – *La conservazione della biodiversità nei sistemi forestali. 2. Specie, strutture, processi*. L'Italia Forestale e Montana, 58 (1): 1-6.

- CIANCIO O., NOCENTINI S., 2004 – *Il bosco ceduo. Selvicoltura, Assestamento, Gestione*. Accademia Italiana di Scienze Forestali, Firenze.
- CLAUSER F., 1999 – *Chiaro-scuri della biodiversità forestale*. L'Italia Forestale e Montana, 54 (4): 191-195.
- CORONA P., 2000 – *Introduzione al rilevamento campionario delle risorse forestali*. Edizioni CUSL, Firenze.
- DECONCHAT M., BALENT G., 2001 – *Vegetation and bird community dynamics in fragmented coppice forests*. Forestry, 74 (2): 105-118.
- DREAM ITALIA S.C.R.L., 1994 – *Piano di Gestione Forestale 1994-2003*. Comunità Montana «Colline Metallifere», Massa M.ma (GR).
- ELTON C.S., 1966 – *Dying and dead wood*. In: «The Patterns of Animal Communities». John Wiley, New York, p. 279-305.
- FOWLER J., COHEN L., 1993 – *Statistica per ornitologi e naturalisti*. Franco Muzzio Editore, Padova.
- FRANKLIN J.F., 1993 – *Preserving biodiversity: species ecosystems or landscapes?* Ecological Applications, 3 (2): 202-205.
- FULLER R.J., WARREN M.S., 1993 – *Coppiced woodlands: their management for wildlife*. Nature Conservation Committee, United Kingdom, London.
- HARMON M.E., FRANKLIN J.F., SWANSON F.J., SOLLINS P., GREGORY S.V., LATTIN J.D., ANDERSON N.H., CLINE S.P., AUMEN N.G., SEDELL J.R., LIENKAEMPER G.W., CROMACK H.JR., CUMMINS K.W., 1986 – *Ecology of coarse woody debris in temperate ecosystems*. Advances in Ecological Research, vol. 15.
- HERMY M., HONNAY O., FIRBANK L., GRASHOF-BOKDAM C., LAWESSON E., 1999 – *An ecological comparison between ancient and other forest plant species of Europe, and the implications for forest conservation*. Biological Conservation, 91: 9-22.
- HINO T., 1985 – *Relationships between bird community and habitat structure in shelterbelts of Hokkaido, Japan*. Oecologia (Berlin), 65: 442-448.
- JAMES F.C., WAMER N.O., 1982 – *Relationships between temperate forest bird communities and vegetation structure*. Ecology, 61 (1): 159-171.
- KARR J.R., ROTH R.R., 1971 – *Vegetation structure and avian diversity in several New World areas*. The American Naturalist, 945: 423-435.
- ISTAT, 2000 – *Statistiche dell'Agricoltura*. Istituto Nazionale di Statistica, Roma.
- LIAISON UNIT LISBON, 1998 – *General Declaration and Resolutions Adopted*.
- MAC ARTHUR R.H., MACARTHUR J.W., 1961 – *On bird species diversity*. Ecology, 42: 594-598.
- 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.
- MAC ARTHUR R.H., 1964 – *Environmental factors affecting bird species diversity*. The American Naturalist, 903: 387-397.
- MASER C., ANDERSON R.G., CROMACK K. JR, 1979 – *Dead and down woody material*. In: Thomas J.W. (tech. ed.), «Wildlife habitats in managed forests: the Blue

- Mountains of Oregon and Washington». USDA Forest Service Agriculture Handbook, n. 553: 78-95.
- MCPFE, 2003 – *Conserving and enhancing forest biodiversity in Europe*. Vienna resolution 4. 28-30 april 2003, Vienna, Austria.
- MONDINO G.P., BERNETTI G., 1998 – *I tipi forestali*. Serie «Boschi e macchie di Toscana». Edizioni Regione Toscana, Firenze.
- OLIVER C.D., LARSON B.C., 1990 – *Forest stand dynamics*. McGraw Hill, New York.
- PAVARI A., 1916 – *Studio preliminare sulla coltura delle specie forestali esotiche in Italia*. Annali del Regio Istituto Superiore Forestale Nazionale, 1: 159-379, Firenze.
- PETTY S.J., AVERY M.I., 1990 – *Birds census methods and techniques*. In *Forest Bird Communities. A review of the Ecology and Management of Forest Bird Communities in relation to silvicultural practices in the British Uplands*. Forestry Commission, Edinburgh, p. 12-16.
- PICKETT S.T.A., WHITE P.S. (eds.), 1985 – *The ecology of natural disturbance and patch dynamics*. Academic Press, New York.
- PIGNATTI S., 1982 – *Flora d'Italia*. Volumi I, II, III. Edagricole, Bologna.
- RIONDATO R., COLPI C., DEL FAVERO R., 2005 – *Indicatori di biodiversità in ostrio-quercei di diversa età sui Colli Euganei (PD)*. L'Italia Forestale e Montana, 55 (4): 405-427.
- ROTH R.R., 1976 – *Spatial heterogeneity and bird species diversity*. Ecology, 57: 773-782.
- SAMUELSSON J., GUSTAFFSON L., INGELÖG T., 1994 – *Dying and dead trees: a review of their importance for biodiversity*. Swedish Threatened Species Unit, Uppsala.
- SPIES T.A., TURNER M.G., 1999 – *Dynamic forest mosaics*. In: Hunter M.L.Jr. (ed.) «Maintaining biodiversity in forest ecosystems». Cambridge University Press, Cambridge UK, p. 95-160.
- TABACCHI G., VIGNOLI M., 1998 – *Inventario Forestale della Toscana*. Serie «Boschi e macchie di Toscana». Edizioni Regione Toscana, Firenze.
- TURNER M.G., GARDNER R.H., O'NEILL R.V., 1995 – *Ecological dynamics at broad scales*. BioScience: Supplement S-29 – S-35.
- WILLSON M.F., 1974 – *Avian community organisation and habitat structure*. Ecology, 55: 1017-1029.
- WULF M., 2003 – *Preference of plant species for woodlands with differing habitat continuities*. Flora, 198: 444-460.