

SILVIA FIORENTINI (*) (°) - DAVIDE TRAVAGLINI (*) - SUSANNA NOCENTINI (*)

L'IMPATTO DEI CERVIDI SULLA PRODUTTIVITÀ DI CEDUI DI CERRO E CASTAGNO IN TOSCANA. INDAGINI SPERIMENTALI E UNA PROPOSTA METODOLOGICA (1)

(*) Dipartimento di Gestione dei Sistemi Agrari, Alimentari e Forestali, Università degli Studi di Firenze.
(°) Autore corrispondente; fiorentini.silvia2015@gmail.com

In questo lavoro viene proposta una metodologia speditiva per stimare l'effetto sulla produzione legnosa del bosco ceduo dell'impatto arrecato da cervo e capriolo nei primi anni di sviluppo del soprassuolo. Per l'indagine sono state scelte 3 zone che differiscono per presenza e sovrapposizione delle specie animali considerate. Sono stati esaminati cedui di castagno e cedui misti a prevalenza di cerro di 2 e 5 anni. I risultati evidenziano una notevole diversità dell'incidenza degli impatti a seconda della presenza o assenza del cervo. Nel cerro la capacità di risposta all'impatto dei cervidi è inferiore rispetto al castagno. Per questa specie, la metodologia applicata porta a stimare una diminuzione della produzione legnosa allo scadere del turno minimo (18 anni). Per l'area dove è presente il cervo questo comporta un allungamento medio del turno di circa 8 anni per raggiungere la produzione attesa a 18 anni in assenza di impatto. Dove è presente solo il capriolo il ritardo medio è invece di 2 anni. Per il castagno, una riduzione della produzione attesa allo scadere del turno minimo (8 anni) è stata stimata in poco meno della metà delle tagliate esaminate, dove l'allungamento del turno necessario per ottenere la produzione attesa a 8 anni è stato stimato in circa 2 anni. Si conclude che in zone con una sovrabbondanza di cervidi come quella analizzata si rende necessario valutare un cambiamento non solo nella gestione delle popolazioni animali, ma anche nella gestione forestale in accordo e in modo sinergico con la conoscenza delle popolazioni animali. La metodologia proposta può essere uno strumento utile per supportare la definizione di strategie condivise fra i diversi portatori di interesse coinvolti nella pianificazione e gestione delle risorse territoriali.

Parole chiave: bosco ceduo; cerro; castagno; cervidi; produzione legnosa.

Key words: coppice; Turkey oak; chestnut; roe deer; red deer; wood production.

Citazione: Fiorentini S., Travaglini D., Nocentini S., 2015 - *L'impatto dei cervidi sulla produttività di cedui di cerro e castagno in Toscana. Indagini sperimentali e una proposta metodologica*. L'Italia Forestale e Montana, 70 (1): 23-40. <http://dx.doi.org/10.4129/ifm.2015.1.02>

1. INTRODUZIONE

La sovrabbondanza di ungulati selvatici che si è manifestata negli ultimi decenni interessa ormai larga parte dell'Emisfero settentrionale ed è dovuta a fattori difficilmente controllabili o modificabili nel breve periodo (Côté *et al.*, 2004;

¹ Lavoro svolto nell'ambito del progetto "Gestione forestale sostenibile e ungulati selvatici - GEFORUS" promosso e finanziato dalla Regione Toscana tramite bando pubblico e coordinato dall'Accademia Italiana di Scienze Forestali.

Fuller e Gill, 2001). La diffusione spaziale e numerica di queste specie selvatiche le rende una delle principali criticità per le foreste temperate e boreali (Fiorentini, 2015). Secondo il PRAFT 2012-2015 la Toscana è una delle regioni europee con le maggiori consistenze di queste popolazioni. In questa regione il ceduo è la forma di governo più diffusa e frequente soprattutto nelle proprietà private (INFC, 2005), ed è anche una delle più suscettibili all'impatto dai cervidi (Bianchi *et al.*, 2014; Borghetti e Piussi, 1982; Cantiani *et al.*, 2006; Chianucci *et al.*, 2015; Cutini *et al.*, 2007, 2009, 2011; Giovannini, 1991; Giovannini *et al.*, 2003). Questo perché nel ceduo si realizza una convergenza spaziale e temporale della suscettibilità, dell'attrattività e della predisposizione all'impatto (Nopp-Mayr *et al.*, 2011; Reimoser e Gossow, 1996; Renaud *et al.*, 2003).

Nonostante siano noti i principali effetti che i cervidi provocano nei soprassuoli cedui nei primi anni di sviluppo, non sono ancora disponibili indagini sugli effetti sulla produzione legnosa valutati per l'intero ciclo produttivo. La maggioranza delle indagini ha interessato la fase maggiormente vulnerabile all'impatto della brucatura, ossia i primi anni di sviluppo in seguito al taglio e prevalentemente in situazioni ambientali dove è presente il capriolo (*Capreolus capreolus*) (Cantiani *et al.*, 2006; Casanova *et al.*, 2005; Cutini *et al.*, 2007, 2009, 2011; Chianucci *et al.*, 2015). Meno analizzate sono le situazioni ambientali in cui si ha la sovrapposizione di diverse specie di cervidi (Giovannini, 1991; Giovannini *et al.*, 2003), o dove si ha la presenza del cervo (*Cervus elaphus*) (Bianchi *et al.*, 2014; Fiorentini *et al.*, 2015). Per i cedui in Italia l'indagine che ha preso in considerazione il maggiore arco temporale è il lavoro di Chianucci *et al.* (2015) dove è stato valutato l'impatto del capriolo in cedui di cerro (*Quercus cerris*) a distanza di 11 anni dall'utilizzazione.

La generale mancanza di studi di lungo periodo, la grande diversità del paesaggio forestale e la variabilità della presenza e della sovrapposizione delle specie animali, sono alcune delle maggiori criticità per la valutazione dell'impatto sulla produzione a fine turno. L'impatto dei cervidi sulla rinnovazione forestale rappresenta solo il punto di partenza per effettuare una previsione, poiché il danno vero e proprio in termini di produzione legnosa potrà essere determinato solo in futuro, quando sarà eseguita l'utilizzazione del soprassuolo (Reimoser *et al.*, 1999). Quanto più è lontano questo momento, tanto più la stima sarà incerta poiché: *a*) i sistemi forestali sono caratterizzati da lunghi cicli colturali (nell'ordine di qualche decina di anni per i cedui), *b*) le condizioni future del soprassuolo e le capacità di recupero del tessuto perso non sono prevedibili con certezza e *c*) vi può essere la reiterazione nel tempo dell'impatto da parte dei cervidi (Reimoser *et al.*, 1999; Reimoser e Putman, 2011). Oltre a queste condizioni insite nei sistemi forestali, per una valutazione e qualificazione dell'impatto, affinché questo possa essere definito come "danno", occorre individuare un obiettivo gestionale o una "condizione desiderata" su cui "misurare" l'effettiva perdita di produzione (Reimoser *et al.*, 1999; Reimoser e Putman, 2011).

L'obiettivo del presente studio è di proporre una metodologia speditiva per stimare come l'impatto arrecato nei primi anni di sviluppo si ripercuote sulla

produzione legnosa a fine turno in cedui di castagno e in cedui misti a prevalenza di cerro. A tal fin è stato analizzato l'impatto dei cervidi in boschi cedui in una macroarea significativa del territorio toscano, cercando di valutare anche l'effetto della sovrapposizione di diverse specie di cervidi (cervo e capriolo) su presenza, frequenza e severità dell'impatto sulla rinnovazione agamica.

2. MATERIALI E METODI

2.1. *Aree sperimentali e rilievi*

Sono state selezionate e investigate 3 zone diverse che rispondessero alle seguenti condizioni: *a*) la sicura presenza o assenza del cervo; *b*) la disponibilità di dati sulle densità animali rilevati con metodologie ritenute comparabili e affidabili (Leonessi *et al.*, 2015). La prima zona è situata nei Comuni di Pistoia e Montale (PT) (Zona 1) dove si ha la presenza documentata del cervo e del capriolo e la presenza sia di cedui di castagno sia di cedui misti a prevalenza di cerro. Per quanto riguarda il cervo le densità assolute della popolazione, stimate da Orlandi *et al.* (2014) mediante il conteggio al bramito, sono di 5 capi/100 ha nel 2009, 8 capi/100 ha nel 2010 e 7 capi/100 ha nel 2011. Le densità di capriolo stimate sono di 26 capi/100 ha, 22 capi/100 ha e 26 capi/100 ha rispettivamente per gli anni 2009, 2010 e 2011. La seconda zona si trova nei Comuni di Pescia e Marliana (PT) (Zona 2), dove è presente solo il capriolo e vi sono cedui di castagno. In questa zona le consistenze stimate per la popolazione di capriolo sono di 40 capi/100 ha, 45 capi/100 ha e 54 capi/100 ha per gli stessi anni di riferimento (Orlandi *et al.*, 2014). Nella terza zona, ubicata nei Comuni di Gambassi Terme e Montaione (FI) (Zona 3), c'è solo il capriolo e sono presenti cedui misti a prevalenza di cerro. Qui la densità della popolazione di capriolo, fornita dall'Ambito Territoriale di Caccia Firenze 5 (ATCFI5) per l'anno 2013, è di 16 capi/100 ha.

Le Zone 1 e 2 hanno un gradiente altitudinale che va dai 350 ai 1100 metri s.l.m. Il substrato geologico è costituito da arenarie che determinano la presenza di suoli a carattere acido con una profondità media a tessitura prevalentemente sabbiosa. L'esposizione è prevalentemente meridionale e la morfologia è caratterizzata da versanti in cui sono presenti valli e impluvi sub-paralleli. La temperatura media annua è di 14,2 °C, la temperatura minima e massima sono, rispettivamente, di -4,2 °C e di 37,2 °C (Stazione di Santomato) (Riva *et al.*, 2010). Le precipitazioni medie annue sono di 1283 mm distribuite in 93 giornate (Stazione di Baggio). Le aree sperimentali 1 e 2 possono essere attribuite alle zone fitoclimatiche del *Fagetum* e del *Castanetum*.

La Zona 3 è prevalentemente collinare con quote che vanno dai 100 ai 400 m s.l.m. Il substrato geologico è eterogeneo e costituito principalmente da alternanza di arenarie calcaree, calcari marnosi e marne. I suoli sono mediamente profondi, con carattere alcalino e tessitura limosa. La rocciosità e la pietrosità sono superficiali. La morfologia è caratterizzata da versanti con pendenze che vanno da moderate a scoscese (Vinci e Gardin, 2002). La temperatura media annua è di 15,2 °C. Le precipitazioni medie annue sono di 662 mm, distribuite mediamente in 75

giornate (Stazione Castelfalfi Montaione) (www.sir.toscana.it); questa area sperimentale può essere attribuita alla zona del *Lauretum*.

Per l'indagine sono stati analizzati sia boschi cedui nei primi anni di sviluppo sia boschi cedui con età prossima al turno.

Per ognuna delle tre zone selezionate sono state estratte le richieste di autorizzazione e le dichiarazioni di taglio del ceduo dal *database* ARTEA della Regione Toscana per il periodo 2004-2010 relative ai Comuni oggetto di studio. Da questo strato informativo sono state selezionate le richieste di taglio nei cedui di castagno e nei cedui misti di specie quercine. In base ai riferimenti catastali contenuti nel *database* ARTEA sono stati estratti in formato digitale i confini delle particelle catastali per le quali era stata presentata la richiesta di taglio del ceduo. I confini delle particelle sono stati poi sovrapposti alla serie storica di ortofoto digitali disponibili tramite il servizio GEOscopio WMS della Regione Toscana per verificare: 1) che l'utilizzazione prevista fosse stata effettivamente realizzata, 2) l'effettivo anno in cui era stata eseguita l'utilizzazione; 3) la presenza/assenza di contiguità con altre utilizzazioni del ceduo realizzate in anni precedenti o successivi. Sulla base di questo esame sono state selezionate tagliate realizzate nell'anno silvano 2006/2007 e nell'anno silvano 2009/2010, non contigue ad altre tagliate eseguite. I soprassuoli in queste tagliate al momento del rilievo (primavera 2012) avevano rispettivamente 5 e 2 anni di età.

Sono state scelte e campionate complessivamente 39 tagliate di ceduo di 2 e 5 anni nelle tre zone di studio. Di queste 24 sono nella Zona 1, 10 nella Zona 2 e 5 nella Zona 3. In ciascuna tagliata selezionata sono state realizzate aree di saggio di forma circolare di 6 metri di raggio poste a distanze regolari lungo le due diagonali (maggiore e minore) della tagliata in modo da avere aree di saggio posizionate sia nella zona centrale sia ai margini della tagliata. Fra le tre zone la numerosità delle aree di saggio in ciascuna tagliata è diversa. Nella Zona 1 il rilievo è stato più approfondito e ha previsto la realizzazione di 9 aree di saggio in ciascuna tagliata, a eccezione di alcune tagliate di superficie modesta dove è stato effettuato un numero inferiore di aree di saggio. Nelle Zone 2 e 3 sono state realizzate 3 aree di saggio in ciascuna tagliata. La posizione di ogni area di saggio è stata acquisita mediante GPS.

All'interno di ogni area di saggio è stata rilevata la specie di ogni ceppaia e matricina presente e di eventuali altre piante singole. La mescolanza del ceduo è stata classificata come pura se la specie prevalente aveva una frequenza percentuale maggiore dell'85%, o mista, se questa soglia non era superata.

Per ogni ceppaia è stata rilevata l'altezza del pollone più alto. Ad ogni ceppaia è stata attribuita una classe dimensionale, in base alla stima del numero dei polloni presenti. Per ogni ceppaia è stata osservata la presenza e la tipologia di impatto provocato dai cervidi: brucatura, sfregatura, scortecciatura e stroncatura, quando almeno un pollone ne era affetto. Per ogni pianta singola e ceppaia morta è stato osservato se erano presenti segni di brucatura che ne avessero favorito l'esaurimento.

Per valutare la fertilità stazionale, nelle vicinanze dei boschi cedui di 2 e 5 anni

in cui sono stati effettuati i rilievi, sono stati individuati boschi cedui della medesima composizione specifica e con età prossima al turno consuetudinario. In questi popolamenti è stata realizzata un'area di saggio di 7 metri di raggio dove sono state rilevati il diametro e la specie di tutti i polloni su ogni ceppaia e di tutte le matricine, ed è stato misurato un campione di altezze rappresentative della distribuzione in classi di diametro per costruire la curva ipsometrica del popolamento.

2.2. *Analisi dei dati*

Sono state calcolate le frequenze percentuali delle varie tipologie di impatti e la severità e la selettività nei boschi di 2 e di 5 anni. La selettività è stata calcolata utilizzando il Tasso di Preferenza descritto da Motta (1996) $(PR)^2$, dato dal rapporto fra la percentuale di utilizzazione di ogni specie (U_i) e la percentuale di disponibilità (A_i).

La valutazione dell'effetto dell'impatto sullo sviluppo della rinnovazione agamica si è focalizzato sulle specie forestali principali: castagno e cerro. È stato utilizzato come parametro indicatore l'altezza del pollone più alto presente su ogni ceppaia rilevata. La scelta di questo indicatore, come misura sintetica dell'impatto dei cervidi, è dovuta alla sua capacità di sintetizzare l'impatto passato, la suscettibilità presente e lo sviluppo futuro delle piante (Carradore *et al.*, 2014; Motta, 2003).

Le altezze rilevate sono state confrontate con quelle indicate nelle Tavole alsometriche generalizzate per i cedui di castagno e i cedui misti a prevalenza di cerro della Toscana elaborate da Marone *et al.* (2012). La classe di fertilità dei cedui giovani è stata stabilita in base ai rilievi effettuati nei cedui adulti posti nelle vicinanze. In seguito sono state estese le relazioni alsometriche fra l'età e l'altezza riportate dalle Tavole alsometriche generalizzate per ottenere questo tipo di informazione anche per soprassuoli di giovane età (<10 anni). Sulla base di questi dati è stato possibile confrontare le altezze dei polloni rilevate nelle aree di saggio con le altezze "teoriche" derivate dalle Tavole alsometriche generalizzate per la corrispondente classe di fertilità, al fine di verificare la presenza di eventuali differenze connesse all'impatto della fauna. Le Tavole alsometriche sono state poi utilizzate per stimare l'impatto dei cervidi sullo sviluppo dei boschi cedui, sia in termini di accrescimento in altezza sia in termini di produzione legnosa. Il volume a fine turno riportato nelle Tavole alsometriche generalizzate per i cedui di castagno e i cedui misti a prevalenza di Cerro (Marone *et al.*, 2012) sono state poste come "condizione desiderata" o obiettivo gestionale (Reimoser e Putman, 2011; Reimoser, 2003; Reimoser *et al.*, 1999). Per quanto riguarda i cicli produttivi sono stati considerati i turni minimi previsti dal Regolamento Forestale della Regione Toscana (RF): 8 anni per i cedui di castagno e 18 anni per i cedui misti

² $U_i = D_{ti}/D_{tt}$ La percentuale di utilizzazione è data dal rapporto fra il numero di piante danneggiate di ogni specie (D_{ti}) e il numero di tutte le piante danneggiate rilevate (D_{tt}). $A_i = A_{ti}/A_{tt}$ dove A_{ti} è il numero di piante disponibili per ogni specie e A_{tt} è il numero complessivo di piante rilevate (Motta, 1996).

a prevalenza di specie quercine.

Dalle due Tavole alsometriche utilizzate sono state ricavate le equazioni che esprimono le relazioni alsometriche tra altezza media (y) e età (x), e successivamente fra volume (y) e altezza media (x). Come dati di *input* per la valutazione del ritardo di produzione a fine turno, stimato per ogni tagliata esaminata, sono stati utilizzati i seguenti parametri principali: 1) la media delle altezze del pollone più alto rilevato su ogni ceppaia (Hr); 2) l'età dei polloni al momento del rilievo (Er), 3) la classe di fertilità.

Dal rapporto fra Hr e Er è stato ottenuto l'incremento medio annuo di altezza ($imHr$). Quest'ultimo parametro è stato utilizzato per stimare il numero di anni necessario ai polloni più alti di ogni ceppaia per raggiungere altezze oltre le quali l'apice non può più essere brucato [Altezze di accessibilità (Hs)] e i polloni possono accrescersi liberamente. È stata scelta un'altezza di sicurezza di 2 m per il cervo e di 1,10 m per il capriolo (Carradore *et al.*, 2014; Casanova *et al.*, 2009). Per la stima è stato ipotizzato che: 1) fino al raggiungimento di queste altezze l'incremento medio annuo si mantenga costante e uguale a quello calcolato sulla base dei rilievi, 2) l'impatto dei cervidi rimanga costante fino al raggiungimento delle altezze di accessibilità.

In base a queste ipotesi è stata stimata l'età a cui i polloni raggiungeranno le soglie di sicurezza (Er_{Hs}), sommando all'età dei polloni al momento del rilievo gli anni necessari per raggiungere l'altezza di accessibilità [Eq. 1].

$$Er_{Hs} = Er + \frac{(Hs-Hr)}{imHr} \quad [1]$$

Una volta raggiunta l'età alla quale i polloni possono accrescersi senza più essere soggetti alla brucatura del getto apicale (Er_{Hs}), si è applicato ai polloni l'incremento corrente di altezza previsto a quell'età dalle Tavole, mantenuto costante fino alla età del turno (E_T) per ottenere l'altezza stimata a fine turno (H_{ET}).

Nelle aree in cui al momento del rilievo i polloni più alti di ogni ceppaia avevano già superato le Altezze di accessibilità (Hs), sono stati applicati direttamente gli incrementi correnti di altezza ricavati dalle Tavole alsometriche per la corrispondente età.

Con H_{ET} , utilizzando le equazioni alsometriche è stato stimato il volume raggiunto all'anno del turno (V_{ET}). Dal confronto fra V_{ET} e quello indicato dalle Tavole alsometriche per la stessa età è stata stimata la perdita di produzione legnosa provocata dai cervidi (V_{Trit}). Inoltre, nel caso di volumi a fine turno inferiori a quelli attesi, è stato stimato il numero di anni necessario per raggiungere il volume previsto dalle Tavole alsometriche (V_{TPost}) all'età corrispondente al turno consuetudinario (E_T). Questa stima è stata effettuata sommando al volume raggiunto all'anno E_T (V_{ET}) l'incremento corrente di volume all'anno E_T per il numero di anni necessario al raggiungimento del Volume previsto dalla Tavola alsometrica (V_{TPost}). In questo caso il ritardo di produzione sarà indicato come l'anno in cui i polloni raggiungono la produzione attesa all'età del turno (E_{Trit}).

3. RISULTATI

Complessivamente nelle tre zone sperimentali sono state rilevate 224 aree di saggio distribuite in 39 tagliate; nei boschi adulti sono state rilevate complessivamente 23 aree di saggio (Tabella 1).

Nella Zona 1 dove è presente il cervo, solo l'1,1% delle ceppaie vive di tutte le specie presenti al momento del rilievo non risultavano impattate (15 su 1351). Nei cedui di 2 anni di età solo 7 ceppaie su 866 (0,8%) non erano impattate e a 5 anni solo 8 su 485 (1,6%). Nelle Zone 2 e 3, dove non è presente il cervo, nei cedui di castagno le ceppaie indenni erano l'80,8% nei cedui di 2 anni e l'87,5% nei cedui di 5 anni; nei cedui quercini le ceppaie indenni erano il 35,3% e il 45,2% rispettivamente a 2 e a 5 anni.

Nell'area dove è presente il cervo, oltre ad essere poche le ceppaie non impattate, aumenta la frequenza delle ceppaie che presentano più tipologie di impatto e questo fenomeno sembra aumentare dal 2° al 5° anno. Viceversa, dove non è presente il cervo, la maggioranza delle ceppaie sono soggette a un solo tipo di impatto (Figura 1).

Tabella 1 - Numero di tagliate esaminate (Tg) nelle zone sperimentali e numero di aree di saggio (ads) nei boschi giovani e nei boschi adulti.

Zona	Composizione specifica	Ann i	N Tg	N ads	Boschi adulti N ads	
1	Cedui di castagno	2	6	44	8	
		5	4	29		
	Misto a prevalenza di specie quercine	2	5	34		7
		5	4	32		
	Misto a prevalenza di castagno	2	3	24		
		5	2	16		
2	Cedui di castagno	2	2	6	6	
		5	6	18		
	Misto a prevalenza di castagno	5	2	6		
3	Misto a prevalenza di specie quercine	2	3	9	2	
		5	2	6		
<i>Totale</i>			<i>39</i>	<i>224</i>	<i>23</i>	

Nell'area dove è presente il cervo, l'impatto della brucatura interessa quasi la totalità delle ceppaie di cerro e di castagno, indipendentemente dall'età. Anche per le altre specie arboree la brucatura interessa la totalità delle ceppaie ma solo quando hanno due anni; al 5° anno si è registrata una leggera diminuzione

dell'incidenza. Nelle Zone dove non è presente il cervo, nel caso del cerro l'incidenza della brucatura è comunque elevata e sembra aumentare al 5° anno. Nel caso del castagno, nella zona senza cervo la brucatura interessa meno del 20% delle piante rilevate. Per quanto riguarda le altre specie presenti, nelle aree senza cervo la brucatura interessa la metà delle ceppaie rilevate al 2° anno e si dimezza nelle aree rilevate al 5° anno di età (Figura 2).

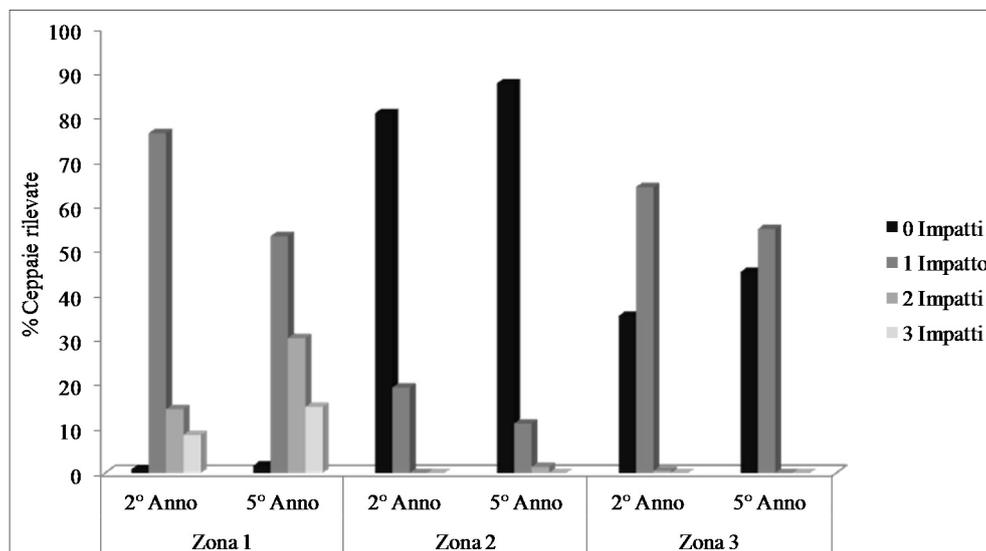


Figura 1 - Frequenza degli impatti rilevati nelle zone sperimentali (tutte le specie insieme).

Nel caso del cerro la brucatura è l'unico impatto presente in tutte le aree esaminate. Più diversificate sono le tipologie di impatto presenti sul castagno (Fiorentini *et al.*, 2015).

La mortalità dell'intera ceppaia indotta dalla brucatura è stata riscontrata prevalentemente a carico del cerro nella zona dove è presente il cervo (9% delle ceppaie sia al 2° sia al 5° anno di età). Nella stessa zona questo effetto ha interessato l'1% delle ceppaie di castagno, mentre non è stato rilevato nelle due zone senza cervo.

Nei confronti delle specie arboree, e in funzione delle tipologie di impatto, si osserva una diversa selettività (Tabella 2). Nella zona dove è presente il cervo, non è stata rilevata una forte variabilità della selettività realizzata con la brucatura. Le specie leggermente meno selezionate sono il carpino nero (*Ostrya carpinifolia*) e l'orniello. Nella terza zona invece la selettività della brucatura è più variabile. Particolarmente selezionato è il leccio (*Quercus ilex*) a cui segue il cerro, mentre il sorbo domestico (*Sorbus domestica*) e l'orniello non sono selezionati.

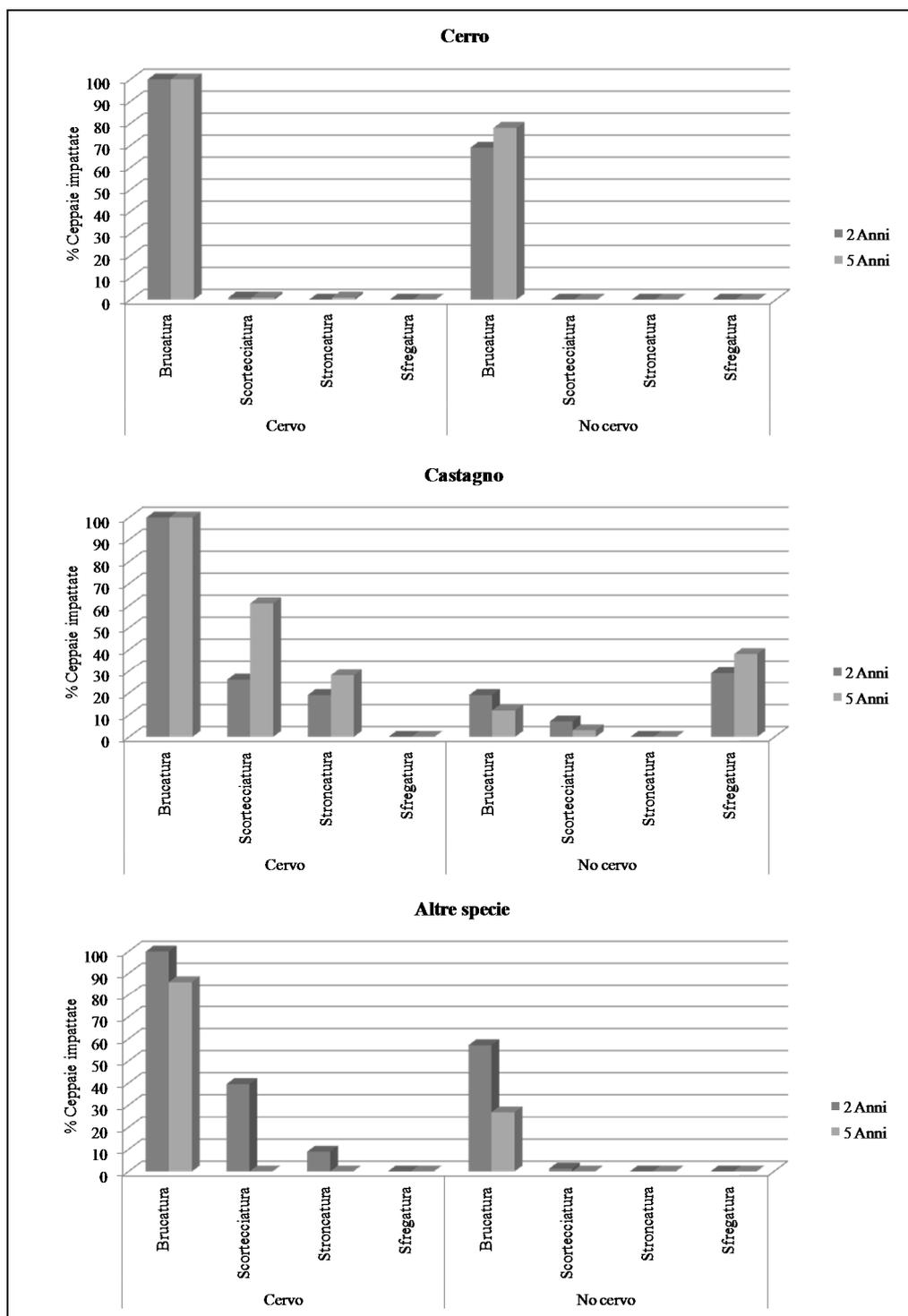


Figura 2 - Tipologie di impatto e relativa incidenza sul cerro, castagno e le altre specie nelle zone con presenza e assenza di cervo e nei due anni.

Tabella 2 - Tasso di Preferenza (PR) della brucatura sulla rinnovazione agamica rilevata nelle zone sperimentali.

Zona	Specie	A_i	U_i	PR
1	Carpino nero	2	2	0,97
	Castagno	64	64	1,00
	Cerro	18	18	1,00
	Faggio	1	1	1,01
	Orniello	4	4	0,93
	Robinia	11	12	1,01
	Sorbo montano	0,22	0,22	1,01
2	Castagno	100	100	1,00
3	Carpino nero	0	0	0,00
	Cerro	61	72	1,17
	Ciavardello	3	0	0,00
	Leccio	15	21	1,38
	Orniello	18	7	0,36
	Sorbo domestico	2	0	0,23

3.1. Sviluppo in altezza dei polloni

Nella Tabella 3 sono riportate le relazioni allometriche e le equazioni ricavate dalle Tavole allometriche generalizzate per i cedui di cerro e castagno della Toscana (Marone *et al.*, 2012).

In Tabella 4 e 5 sono riportati, l'età del ceduo (E_r) e l'altezza dei polloni più alti al momento del rilievo (H_r), la classe di fertilità (CLF), l'incremento medio di altezza rilevata dei polloni più alti ($ImHR$), l'altezza soglia H_s (2 m per il cerro, 1,10 per il capriolo), l'età a cui si stima venga raggiunta l'altezza soglia (E_{rH_s}), l'altezza stimata all'età del turno minimo (H_{ET}) (8 anni per il castagno, 18 per il cerro), il volume per ettaro stimato all'età del turno minimo (V_{ET}), la perdita di volume a tale età rispetto a quanto previsto dalle Tavole (V_{trit}), l'età reale (E_{Trit}) a cui si stima che possa essere ottenuta la produzione prevista dalle Tavole all'età del turno minimo.

Per i cedui misti a prevalenza di specie quercine, in tutti i casi esaminati la metodologia applicata porta a stimare una diminuzione della produzione attesa al 18° anno di età. Per l'area dove è presente il cerro questo comporta un allungamento medio del turno necessario per raggiungere la stessa produzione di circa 8 anni. Per la Zona dove è presente solo il capriolo, è stato stimato un ritardo di 2 anni. Per quanto riguarda invece i cedui puri e misti a prevalenza di castagno una riduzione della produzione è stata stimata per il 46% dei casi; in queste situazioni il prolungamento medio del turno è stimato in circa 2 anni. Per questa tipologia, anche nella zona dove è presente il cerro, vi sono casi in cui lo sviluppo delle altezze è tale da non comportare una riduzione della produzione stimata a fine turno.

Tabella 3 - Relazioni alometriche e equazioni utilizzate per il confronto per il cerro e per il castagno nelle classi di fertilità (CLF) (da Marone *et al.*, 2012).

Specie e classe di fertilità		Relazione alometrica	Equazione*
<i>Cerro</i>			
I CLF	1	Altezza in funzione dell'età	$y = -0,0099x^2 + 0,8814x$
	2	Volume in funzione dell'età	$y = 0,001x^4 - 0,0416x^3 + 0,4912x^2 + 4,4979x$
	3	Volume in funzione dell'altezza	$y = 0,0019x^5 - 0,0662x^4 + 0,7785x^3 - 3,4254x^2 + 11,771x$
II CLF	1	Altezza in funzione dell'età	$y = -0,0058x^2 + 0,5883x$
	2	Volume in funzione dell'età	$y = 0,0007x^4 - 0,0311x^3 + 0,4089x^2 + 2,7188x$
	3	Volume in funzione dell'altezza	$y = 0,0052x^5 - 0,1222x^4 + 0,936x^3 - 2,3859x^2 + 8,7253x$
III CLF	1	Altezza in funzione dell'età	$y = -0,0014x^2 + 0,2906x$
	2	Volume in funzione dell'età	$y = -0,00005x^4 + 0,0019x^3 - 0,0157x^2 + 2,6419x$
	3	Volume in funzione dell'altezza	$y = -0,0015x^5 + 0,011x^4 + 0,0117x^3 + 0,0881x^2 + 9,0137x$
<i>Castagno</i>			
I CLF	1	Altezza in funzione dell'età	$y = -0,0106x^2 + 0,8323x$
	2	Volume in funzione dell'età	$y = 0,00005x^4 - 0,0086x^3 + 0,3709x^2 + 4,558x$
	3	Volume in funzione dell'altezza	$y = 0,0023x^5 - 0,0817x^4 + 1,0266x^3 - 4,4818x^2 + 13,614x$
II CLF	1	Altezza in funzione dell'età	$y = -0,0098x^2 + 0,7527x$
	2	Volume in funzione dell'età	$y = 0,00005x^4 - 0,0071x^3 + 0,295x^2 + 3,3141x$
	3	Volume in funzione dell'altezza	$y = 0,0043x^5 - 0,1345x^4 + 1,4924x^3 - 5,9646x^2 + 13,649x$
III CLF	1	Altezza in funzione dell'età	$y = -0,0085x^2 + 0,6474x$
	2	Volume in funzione dell'età	$y = 0,00002x^4 - 0,0034x^3 + 0,1655x^2 + 2,4799x$
	3	Volume in funzione dell'altezza	$y = 0,0077x^5 - 0,2062x^4 + 1,9493x^3 - 6,8171x^2 + 12,575x$

* Campo di applicazione delle equazioni per il cerro: età max. 18 anni; altezza max. 13 m (I CLF), 9 m (II CLF), 5 m (III CLF). Campo di applicazione delle equazioni per il castagno: età max. 42 anni; altezza max. 17 m (I CLF), 15 m (II CLF), 13 m (III CLF).

Tabella 4 - Stima dell'effetto dell'impatto sui cedui misti a prevalenza di specie quercine a fine turno.

Zona	N Tg	Er anni	CLF	Hr m	ImHR m/anno	H _J m	Er _{H_J} anni	H _{ET} m	V _{ET} * m ³	V _{trit} * m ³	E _{T rit} anni
1 (Cervo e capriolo)	1	2	I	0,34	0,17	2,00	12	6,83	52,86	- 49,14	28
	2	2	I	0,44	0,22	2,00	9	8,24	66,96	- 35,04	25
	3	2	II	0,57	0,29	2,00	7	7,39	62,08	- 11,92	22
	4	2	II	0,51	0,26	2,00	8	6,88	58,25	- 15,75	23
	5	2	II	0,36	0,18	2,00	11	5,41	44,97	- 29,03	28
	6	5	I	1,00	0,20	2,00	10	7,53	59,93	- 42,07	26
	7	5	I	0,75	0,15	2,00	13	5,51	39,69	- 62,31	30
	8	5	II	0,47	0,09	2,00	21	<i>n.c.</i>	<i>n.c.</i>	<i>n.c.</i>	<i>n.c.</i>
	9	5	II	0,76	0,15	2,00	13	4,49	35,58	- 38,42	31
3 (Solo capriolo)	1	2	I	1,16	0,58	1,10	3	12,10	93,85	- 8,15	20
	2	2	I	1,16	0,58	1,10	3	12,10	93,85	- 8,15	20
	3	2	I	1,16	0,58	1,10	3	12,10	93,85	- 8,15	20
	4	5	I	2,38	0,48	1,10	4	11,67	91,56	- 10,44	20
	5	5	I	2,53	0,51	1,10	4	11,82	92,36	- 9,64	20

* In riferimento al turno minimo indicato dal RF (18 anni per le specie quercine).

n.c. Non calcolabile perché i dati di altezza rilevati al 5° anno hanno prodotto un incremento medio di altezza che nella simulazione realizzata non consentiva alle piante di raggiungere le altezze di sicurezza se non oltre un numero di anni troppo lungo (> 20 anni).

4. DISCUSSIONE E CONCLUSIONI

L'analisi svolta ha fotografato una notevole diversità dell'incidenza degli impatti a seconda della presenza o assenza del cervo.

Nelle zone dove vi è solo il capriolo, gli impatti, seppur presenti, hanno una limitata incidenza e severità. Il piccolo cervide agisce sulla rinnovazione agamica esclusivamente con la brucatura e la sfregatura. La brucatura è diffusa nel caso dei cedui quercini, ma la severità con cui affligge le piante è relativamente bassa. Inoltre, nelle aree sperimentali non sono state rilevate ceppaie morte per esaurimento imputabile alla brucatura, diversamente da quanto osservato da Cantiani *et al.* (2006) in cedui quercini dove era presente il capriolo. Anche gli effetti sullo sviluppo dei polloni, valutati mediante il confronto con la situazione "normale" derivata dalle Tavole alsometriche, non indicano per l'area esaminata un effetto imputabile al capriolo così rilevante sullo sviluppo come quello segnalato da Chianucci *et al.* (2015) e Cutini *et al.* (2007, 2009, 2011). Le differenze registrate

nel nostro caso di studio rispetto agli altri studi citati, anche se relativi a situazioni dove è presente la stessa specie animale, devono probabilmente essere collegate sia alle diverse densità delle popolazioni, sia ai diversi contesti ambientali e paesaggistici in cui sono state svolte le indagini. Nel nostro caso la presenza di aree agricole e una matrice paesaggistica molto diversificata può fungere da elemento dissuasivo e alternativo che limita l'impatto degli animali e la sua severità sulla rinnovazione forestale.

Tabella 5 - Stima dell'effetto dell'impatto sui cedui di castagno a fine turno.

Zona	N Tg	Er Anni	CLF	Hr m	ImHR m/anno	Hs m	Er _{ris} Anni	H _{ET} m	V _{ET} * m ³	V _{trit} * m ³	ET _{rit} Anni
(Cervo e capriolo)	1	2	I	1,18	0,59	2,00	3	6,23	57,62	- 7,38	10
	12	2	I	1,86	0,93	2,00	2	7,01	70,48	-	-
	13	2	I	1,57	0,79	2,00	3	7,01	70,48	-	-
	14	2	II	1,75	0,87	2,00	2	6,51	56,59	-	-
	15	2	II	0,81	0,41	2,00	5	5,13	36,61	- 12,39	11
	16	2	III	1,93	0,96	2,00	2	5,88	42,13	-	-
	17	2	III	0,84	0,42	2,00	5	4,68	27,77	- 5,23	10
	18	2	III	1,34	0,67	2,00	3	5,88	42,13	-	-
	19	2	III	0,53	0,27	2,00	7	3,56	17,60	- 15,40	13
	20	5	I	2,56	0,51	2,00	4	5,30	44,21	- 20,79	11
	21	5	II	3,29	0,66	2,00	3	5,75	45,02	- 3,98	10
	22	5	III	3,38	0,68	2,00	3	5,50	37,27	-	-
	23	5	III	3,09	0,62	2,00	3	5,21	33,75	-	-
	24	5	III	2,72	0,54	2,00	4	4,84	29,43	- 3,57	10
	25	5	III	3,27	0,65	2,00	3	5,39	35,94	-	-
2 (Solo capriolo)	1	2	III	2,71	1,35	1,10	1	6,59	51,45	-	-
	2	2	III	2,91	1,45	1,10	1	6,78	54,07	-	-
	3	5	I	3,98	0,80	1,10	3	6,10	55,54	- 9,46	10
	4	5	I	3,81	0,76	1,10	3	5,93	53,01	- 11,99	10
	5	5	II	3,96	0,79	1,10	3	6,43	55,20	-	-
	6	5	III	3,52	0,70	1,10	3	6,65	52,23	-	-
	7	5	III	3,74	0,75	1,10	3	6,87	55,16	-	-
	8	5	III	4,07	0,81	1,10	2	7,19	59,47	-	-

9	5	III	3,89	0,78	1,10	3	7,01	57,12	-	-
10	5	III	3,58	0,72	1,10	3	6,70	52,99	-	-

*In riferimento al turno minimo indicato dal RF 8 anni per il Castagno.

Nei cedui di castagno dove è presente solo capriolo l'incidenza della brucatura è molto inferiore (<20%) rispetto a quella registrata nell'area dove è presente anche il cervo. Con solo capriolo, l'unico altro impatto rilevato è la sfregatura a carico di polloni di cui al momento del rilievo non è stata osservata mortalità. I risultati ottenuti per il castagno, imputabili sia alla scarsa appetibilità sia alla elevata capacità di risposta incrementale della specie, concordano con quelli di Cutini *et al.* (2007, 2009, 2011). Per i cedui di castagno, dove al capriolo si aggiunge il cervo la rinnovazione agamica è stata invece quasi totalmente brucata e sono presenti e diffusi anche altri impatti come la scortecciatura e la stroncatura dei polloni (Fiorentini *et al.*, 2015).

L'effetto di questi impatti sullo sviluppo in altezza della rinnovazione agamica differisce notevolmente fra le due specie forestali esaminate. Nel cerro la capacità di sviluppo in risposta all'impatto dei cervidi risulta molto più limitata rispetto al castagno, in accordo con quanto già evidenziato da altri Autori (Bianchi *et al.*, 2014; Chianucci *et al.*, 2015; Cutini *et al.*, 2007, 2009, 2011).

Nei cedui di cerro dove è presente il cervo, è stato riscontrato uno sviluppo in altezza molto inferiore a quello stimato, a parità di fertilità, dalle Tavole allometriche, e questo differenziale sembra aumentare all'aumentare dell'età. In queste situazioni la metodologia applicata porta a stimare una notevole riduzione del volume ottenibile a fine turno e la necessità di allungare il ciclo colturale mediamente di 8 anni per raggiungere il volume previsto dalle Tavole. Una riduzione della produzione a fine turno è stata stimata anche per la zone dove non è presente il cervo, ma di entità sensibilmente inferiore e recuperabile con un allungamento del turno di 2 anni.

Nei cedui di castagno, al contrario, non è stata stimata una riduzione sensibile della produzione a fine turno anche nell'area dove è presente il cervo.

In conclusione si osserva che nelle zone esaminate (zone collinari e montane della provincia di Pistoia) la presenza e la persistenza della popolazione di cervo ha un effetto determinante sulla rinnovazione agamica dei boschi cedui. La coesistenza tra questa forma di governo e questa specie animale è estremamente difficile in ambedue le tipologie forestali analizzate, seppur per motivazioni diverse.

Nei cedui misti a prevalenza di specie quercine, il notevole rallentamento dell'accrescimento in altezza causato dalla brucatura compromette la capacità di sviluppo della copertura arborea. Altro fattore rilevante per questa tipologia forestale è l'aumento della mortalità delle ceppaie. Come ricorda Giovannini (2010), non sono possibili interventi tecnici che possano compensare la riduzione del numero di ceppaie almeno nell'immediato. Motta *et al.* (2014) suggeriscono l'aumento della matricinatura per poter successivamente compensare questa riduzione.

Nel caso del castagno, invece, seppur specie più tollerante alla brucatura, la suscettibilità non deve essere valutata solo nei primi anni di sviluppo. Con la

presenza del cervo la finestra temporale di suscettibilità è maggiore rispetto al cerro. Da 2 anni di età fino a oltre 32 anni, la scortecciatura può compromettere le condizioni vegetative dei polloni (Fiorentini *et al.*, 2015).

Da questo quadro emerge una indubbia presenza di impatti negativi sulla rinnovazione agamica dei boschi cedui dovuti alla presenza di popolazioni di cervo con queste densità (Leonessi *et al.*, 2015), che sono tali da poter definire per l'area analizzata la presenza di una *sovraabbondanza* dei cervidi (Côté *et al.*, 2004).

In zone con queste densità di cervi dove sono presenti cedui si rende quindi necessario valutare un cambiamento non solo nella gestione delle popolazioni animali, ma anche nella gestione forestale. L'intensificazione dei prelievi per il controllo delle popolazioni animali attraverso l'attività venatoria non può essere ritenuta l'unica soluzione, per una serie di motivi non solo tecnici ma anche di effettiva possibilità di ottenere la condivisione di una tale scelta da parte dei diversi attori coinvolti. Inoltre, anche se si riuscisse a ridurre l'espansione del cervo, questo avverrebbe in tempi relativamente lunghi, senza avere un effetto in tempi brevi sulla capacità di affermazione della rinnovazione agamica dei cedui. Ma una modificazione della gestione forestale deve essere realizzata in accordo e in modo sinergico con la conoscenza delle popolazioni animali. Fino a quando la selvicoltura e la gestione venatoria non adotteranno una strategia condivisa di miglioramento ambientale e di gestione spaziale e temporale delle due componenti, la ceduzione sarà solo un elemento di attrattività per gli animali e una minaccia per la stabilità, la conservazione e la perpetuazione del bosco stesso.

Occorre precisare che la metodologia qui proposta per la stima dell'impatto sulla produttività a fine turno è basata su un approccio riduttivo, che non tiene conto della reale capacità di reazione delle piante, riduce un fenomeno dinamico come l'impatto degli animali a un fenomeno costante nel tempo e nello spazio e fa uso di strumenti quali le Tavole alsometriche che sono basate su una visione "stabile" di fenomeni che sono invece intrinsecamente dinamici e non prevedibili con certezza. Inoltre va osservato che l'utilizzo dell'altezza del pollone più alto di ogni ceppaia porta a valutazioni biologiche ed economiche dell'impatto molto precauzionali e probabilmente lo stima per difetto.

Tuttavia si ritiene che questa metodologia possa essere uno strumento utile per ottenere, sulla base di dati rilevati nei primi anni dopo il taglio, una stima dell'*ordine di grandezza* dell'impatto dei cervidi sulla produzione a fine turno in cedui di cerro e castagno soprattutto al fine di confrontare situazioni diverse in termini di densità e specie animali presenti. I dati di input richiesti possono essere raccolti in maniera speditiva anche in cedui di specie diverse da quelle qui esaminate, utilizzando per le stime la Tavola alsometrica adatta. Il modello proposto, insieme con il sistema di Tavole alsometriche generalizzate realizzate per la Regione Toscana, consente di creare un sistema integrato e standardizzato per confrontare e valutare situazioni diverse, in modo da costruire un quadro sempre più aggiornato dell'impatto che le popolazioni di ungulati selvatici possono avere nelle diverse zone della Regione. Questo può essere particolarmente utile per fornire elementi di supporto per la definizione di strategie condivise fra i diversi

portatori di interesse coinvolti nella pianificazione e gestione delle risorse territoriali.

RINGRAZIAMENTI

Si ringrazia la Regione Toscana per avere messo a disposizione le informazioni estratte dal Database ARTEA e l'ATCFI5 per le indicazioni fornite sulle densità animali.

SUMMARY

*Deer impact on Turkey oak and chestnut coppice production in Tuscany.
Experimental survey and a methodological approach*

The aim of this paper is to define a quick method for estimating the loss of wood production at rotation age caused by red deer and roe deer in chestnut coppices and in Turkey oak coppices. Three study areas were chosen for the study, with presence of different or overlapping red deer and roe deer populations. A total of 224 plots were selected in coppiced areas 2 and 5 years after felling. General yield tables were used for estimating coppice growth with and without browsing.

Results showed a sensible difference between areas with red deer and areas with only roe deer. Chestnut coppices showed a better reaction to deer browsing compared to Turkey oak coppices. In Turkey oak coppices impacted by red deer browsing after felling, we estimated a sensible loss of production at traditional rotation age (18 years), and an average of 8 years was needed to attain the same level of production as in non-impacted coppices. With only roe deer, an average of 2 years were needed after rotation age to reach expected production.

In chestnut coppices, at traditional rotation age (8 years) a loss of wood production was estimated in less than half of all the examined coppices. In these cases 2 more years were estimated to reach the expected production at rotation age. With red deer bark stripping was frequently recorded on both young and older shoots in chestnut coppices.

We concluded that in areas with an overabundance of deer such as the one we examined here, there is the need for a change not only in deer management but also in forest management.

A shared management strategy of both coppices and deer populations at the different space and time scales is necessary otherwise coppicing will continue to be a factor of strong attraction for deer impact, with serious risks for the conservation of coppice regeneration and productivity.

The quick assessment method here presented can be a useful tool for supporting discussion and shared decisions among the different stakeholders involved in natural resource planning and management.

BIBLIOGRAFIA

- Bianchi L., Bartoli L., Paci M., Pozzi D., 2014 - *Impatto degli ungulati selvatici sui boschi cedui della Val di Bisenzio (Prato)*. Forest@ - Rivista di Selvicoltura ed Ecologia Forestale, 11: 116-124.
- Borghetti M., Piussi P., 1982 - *I danni da Capriolo nei boschi di Carrega*. Natura e Montagna, 1: 53-56.
- Cantiani P., Amorini E., Piovosi M., 2006 - *Effetti dell'intensità della matricinatura sulla ricostituzione della copertura e sull'accrescimento dei polloni in cedui a prevalenza di cerro*. Annali C.R.A. - Istituto Sperimentale per la Selvicoltura, 33: 9-20.
- Carradore A., De Battisti R., Pividori M., 2014 - *Impatto dei Cervidi negli ecosistemi forestali. Evoluzione*

- della tecnica e del pensiero. Compagnia delle Foreste, Arezzo.
- Casanova P., Pini L., Memoli A., 2005 - *Osservazioni sull'impatto del morso del Capriolo nelle tagliate di alcuni boschi cedui*. In: Corona P., et al. "Foreste Ricerca Cultura", Accademia Italiana di Scienze Forestali, Firenze.
- Casanova P., Memoli A., Pini L., 2009 - *Elementi per la gestione faunistica*. In: "La Riserva Naturale Statale Biogenetica di Vallombrosa. Piano di Gestione e Silvomuseo: 2006-2025" (Ciancio O. ed.). Tipografia Coppini, Firenze.
- Chianucci F., Mattioli L., Amorini E., Giannini T., Marcon A., Chirichella R., Apollonio M., Cutini A., 2015 - *Early and long-term impacts of browsing by roe deer in oak coppiced woods along a gradient of population density*. *Annals of Silvicultural Research*. 39 (1): 10-14.
- Côté S., Rooney T., Tremblay J., Dussault C., Waller D., 2004 - *Ecological impacts of deer overabundance*. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics*, 35: 113-147. <http://dx.doi.org/10.1146/annurev.ecolsys.35.021103.105725>
- Cutini A., Bartolucci S., Amorini E., 2007 - *Gestione dei boschi cedui di caducifoglie e relazione con gli Ungulati selvatici*. In: Lucifero M., Genghini M. (a cura di) - *La valorizzazione agro-forestale e faunistica dei territori collinari e montani*. Ist. Naz. Fauna Selv., Min. Pol. Agr. Alim. E For., St.e.r.n.a. Ed. Grafiche 3B, Toscanella di Dozza (BO), p. 287-304.
- Cutini A., Bonghi P., Chianucci F., Pagon N., Grignolio S., Amorini E., Apollonio M., Pagnon N., 2011 - *Roe deer (Capreolus capreolus L.) browsing effects and use of chestnut and Turkey oak coppiced areas*. *Annals of Forest Science*, 68 (4): 667-674. <http://dx.doi.org/10.1007/s13595-011-0072-4>
- Cutini A., Chianucci F., Giannini T., Tiberi R., Amorini E., 2009 - *Effetti del morso di Capriolo sull'accrescimento di cedui di cerro e di castagno*. *Annali del Centro di Ricerca per la Selvicoltura*, 36: 79-86.
- Fiorentini S., 2015 - *Cervidi e sistemi forestali. Analisi dell'impatto in relazione a diverse forme di gestione e pianificazione. Tre casi di studio nell'Appennino settentrionale*. Tesi di dottorato. Università degli Studi di Firenze.
- Fiorentini S., Travaglini D., Nocentini S., 2015 - *La scortecciatura causata dal cervo in cedui di castagno: un caso di studio nell'Appennino pistoiese*. *L'Italia Forestale e Montana*, 70 (1): 41-54. <http://dx.doi.org/10.4129/ifm.2015.1.03>
- Fuller R., Gill R., 2001 - *Ecological impacts of increasing numbers of deer in British woodland*. *Forestry*, 74: 193-199. <http://dx.doi.org/10.1093/forestry/74.3.193>
- Giovannini G., 1991 - *Effetti del pascolo di Ungulati selvatici sulla rinnovazione agamica in un ceduo di macchia mediterranea*. *Monti e Boschi*, 42 (5): 15-22.
- Giovannini G., 2010 - *Ungulati e bosco ceduo*. In: *Atti del 46^{mo} Corso di cultura in ecologia: gestione multifunzionale e sostenibile dei boschi cedui: criticità e prospettive*. Cento Studi per l'Ambiente Alpino L. Susmel - Università degli Studi di Padova, San Vito di Cadore, p. 177-183.
- Giovannini G., Chines A., Gandolfo G., 2003 - *Danni da Ungulati selvatici in boschi cedui*. *Sherwood*, 85: 9-16.
- INFC, 2005 - *Inventario Nazionale delle Foreste e dei Serbatoi Forestali di Carbonio*. Ministero delle Politiche Agricole Alimentari e Forestali, Ispettorato Generale - Corpo Forestale dello Stato. CRA - Unità di ricerca per il Monitoraggio e la Pianificazione forestale.
- Leonessi L., Semenzato P., Nicoloso S., Orlandi L., 2015 - *Indici per il monitoraggio delle popolazioni di cervo e capriolo finalizzati alla valutazione di impatto sui soprassuoli forestali in Provincia di Pistoia*. *L'Italia Forestale e Montana* (in corso di stampa).
- Marone E., Nocentini S., Travaglini D., Faraoni L., 2012 - *Progetto di validazione dati per aree campione inseriti nel Sistema Informativo per la Gestione delle Attività Forestali (SIGAF)*. *Relazione tecnica*. Dipartimento di Economia, Ingegneria, Scienze e Tecnologie Agrarie e Forestali, Università degli Studi di Firenze.
- Motta R., 1996 - *Impact of wild ungulates on forest regeneration and tree composition of mountain forests in the Western Italian Alps*. *Forest Ecology and Management*, 88 (1-2): 93-98. [http://dx.doi.org/10.1016/S0378-1127\(96\)03814-5](http://dx.doi.org/10.1016/S0378-1127(96)03814-5)
- Motta R., 2003 - *Ungulate impact on roan (Sorbus aucuparia L.) and Norway spruce (Picea abies (L.) Karst.) height structure in mountain forests in the eastern Italian Alps*. *Forest Ecology and*

- Management, 181 (1-2): 139-150. [http://dx.doi.org/10.1016/S0378-1127\(03\)00128-2](http://dx.doi.org/10.1016/S0378-1127(03)00128-2)
- Motta R., Meloni F., Berretti R., Bottero A., 2014 - *Impatto degli Ungulati selvatici in popolamenti d'alto fusto ed in popolamenti cedui delle Alpi*. In: Selvicoltura e Ungulati Selvatici: una Convivenza Possibile? SISEF - Società Italiana di Selvicoltura ed Ecologia Forestale Consiglio per la ricerca e sperimentazione in Agricoltura Centro di ricerca per la selvicoltura, Arezzo.
- Nopp-Mayr U., Reimoser F., Voelk F., 2011 - *Predisposition assessment of mountainous forests to bark peeling by red deer (Cervus elaphus L.) as a strategy in preventive forest habitat management*. Wildlife Biology in Practice, 7: 66-89. <http://dx.doi.org/10.2461/wbp.2011.7.7>
- Orlandi L., Nicoloso S., Tellini Florenzano G., Leonessi L., Semenzato P., 2014 - *Aspetti Faunistici*. Relazione tecnica. Progetto “Gestione forestale sostenibile e ungulati selvatici - GEFORUS”. Arezzo.
- Regione Toscana, 2012 - *Piano Agricolo Forestale (PRAF) 2012-2015*. Direzione generale Competitività del sistema regionale e sviluppo delle competenze Settore competente Programmazione Agricola - Forestale.
- Reimoser F., 2003 - *Steering the impacts of ungulates on temperate forests*. Journal for Nature Conservation, 10 (4): 243-252. <http://dx.doi.org/10.1078/1617-1381-00024>
- Reimoser F., Armstrong H., Suchant R., 1999 - *Measuring forest damage of ungulates: what should be considered*. Forest Ecology and Management, 120 (1-3): 47-58. [http://dx.doi.org/10.1016/S0378-1127\(98\)00542-8](http://dx.doi.org/10.1016/S0378-1127(98)00542-8)
- Reimoser F., Gossow H., 1996 - *Impact of ungulates on forest vegetation and its dependence on the silvicultural system*. Forest ecology and Management, 88 (1-2): 107-119. [http://dx.doi.org/10.1016/S0378-1127\(96\)03816-9](http://dx.doi.org/10.1016/S0378-1127(96)03816-9)
- Reimoser F., Putman R., 2011 - *Impacts of wild ungulates on vegetation: costs and benefits*. In: Putman R., Apollonio M., Andersen R. (Eds.), Ungulate Management in Europe. Problems and Practices. Cambridge University Press. <http://dx.doi.org/10.1017/CBO9780511974137.007>
- Renaud P., Verheyden-Tixier H., Dumont B., 2003 - *Damage to saplings by red deer (Cervus elaphus): effect of foliage height and structure*. Forest Ecology and Management, 181 (1-2): 31-37. [http://dx.doi.org/10.1016/S0378-1127\(03\)00126-9](http://dx.doi.org/10.1016/S0378-1127(03)00126-9)
- Riva G., Murano G., Corrado V., Baggio P., Antonacci G., 2010 - *Definizione degli anni tipo climatici delle province di alcune regioni italiane (Emilia Romagna - Friuli Venezia Giulia - Liguria - Lombardia - Piemonte Toscana - Trentino Alto Adige Valle D'Aosta - Veneto)*. Report RdS/2010/185. Report Ricerca di Sistema Elettrico Accordo di Programma Ministero dello Sviluppo Economico - ENEA
- Vinci A., Gardin L., 2002 - *Catalogo dei Suoli della Carta dei Suoli Della Toscana in Scala 1:250.000*. Progetto “Carta dei suoli d'Italia in scala 1:250 000” Programma interregionale “Agricoltura e Qualità”, misura 5. Regione Toscana Direzione Generale Sviluppo Economico Settore Foreste e Patrimonio Agro-Forestale.