

Il legno morto nei boschi italiani secondo l'Inventario Forestale Nazionale

Pignatti G* ⁽¹⁾, De Natale F ⁽¹⁾, Gasparini P ⁽²⁾, Paletto A ⁽²⁾

(1) CRA - Unità di ricerca per le produzioni legnose fuori foresta, v. Valle della Quistione 27, I-00166 Roma, Italy; (2) CRA - Unità di ricerca per il monitoraggio e la pianificazione forestale, p.zza Nicolini 6, I-38100 Trento, Italy - *Corresponding Author: Giuseppe Pignatti (giuseppe.pignatti@entecra.it).

Abstract: *Deadwood in Italian forests according to National Forest Inventory results.* Deadwood plays a key role in the functioning and productivity of forest ecosystem and it is an important feature for assessing and monitoring biodiversity. The third Ministerial Conference on the Protection of Forests in Europe (MCPFE) has recognized the importance of this forest component at the European level. More recently the national forest inventories have tried to harmonize the procedures including the quantitative and qualitative measurements of deadwood. This paper reports on the methods and results of Italian National Inventory of Forests and Forest Carbon Sinks (INFC) and compares the deadwood data with the results of other main European inventories and some local studies. In Italy the volume of deadwood (logs, snags and stumps) is on average 8.8 m³ ha⁻¹.

Keywords: Coarse woody debris, Deadwood, Forest inventory, Forest habitat, Biodiversity

Received: Jun 08, 2009; Accepted: Sep 22, 2009

Citation: Pignatti G, De Natale F, Gasparini P, Paletto A, 2009. Il legno morto nei boschi italiani secondo l'Inventario Forestale Nazionale. *Forest@* 6: 365-375 [online: 2009-11-23] - doi: 10.3832/efor0598-006

Introduzione

Fino a poco tempo fa il legno morto nei boschi veniva considerato dai tecnici forestali e da parte della popolazione un segno di cattiva gestione, per gli effetti relativi a possibili attacchi di parassiti, allo sviluppo di incendi o semplicemente per motivi di natura estetica (Schiegg 1998). Oggi, pur non essendo trascurabili questi aspetti in particolari situazioni, al legno morto viene riconosciuto un ruolo fondamentale per la conservazione della biodiversità dell'ecosistema, e la sua presenza è divenuta particolarmente significativa per una silvicoltura attenta a salvaguardare i processi naturali e le specie. Nell'ecosistema forestale, il compartimento del legno morto (Bormann & Likens 1994) formato da CWD (*Coarse Woody Debris* - Peterken 1996, Oldeman 1990) e da alberi senescenti in vita con cavità marcescenti (Mason et al. 2003) fornisce infatti i microhabitat necessari agli organismi "saproxilici" definiti da Speight (1989) quali organismi "che dipendono, durante una parte del loro ciclo di vita, dal legno morto o in via di decomposizione su alberi moribondi e/o morti o su

funghi del legno o dalla presenza di altri organismi saproxilici". La presenza degli organismi saproxilici fornisce circa il 30 % della biodiversità di una foresta (Vallauri et al. 2005, Bobiec et al. 2005).

Oltre alla conservazione della biodiversità, nei boschi di montagna su versanti ripidi il legno morto può contribuire, nel breve e medio periodo, alla stabilità rispetto a fenomeni di rotolamento dei massi verso valle (Berretti et al. 2007) ed alla conservazione del suolo (Hagan & Grove 1999). Il carbonio accumulato nella necromassa è una componente importante nella contabilità ambientale ed è menzionata tra i cinque *pool* di carbonio (biomassa epigea, biomassa ipogea, necromassa, lettiera e suolo) dall'*Intergovernmental Panel on Climate Change* (IPCC 2003).

A livello internazionale, la quantità di legno morto rappresenta uno degli indicatori di gestione forestale sostenibile ratificati dalla conferenza interministeriale europea (MCPFE 2002) e il suo rilevamento è compreso nei principali programmi di monitoraggio (Travaglini et al. 2007a), inclusi gli inventari forestali nazionali. In Italia, recenti studi di carattere locale in

Tab. 1 - Aggregazione delle categorie forestali INFC in sovracategorie.

Sovracategoria	Categorie forestali INFC
a - Boschi di conifere alpine	Boschi di larice e cembro; boschi di abete rosso; boschi di abete bianco; boschi di pino silvestre e montano
b - Pinete e altri boschi di conifere	Pinete di pino nero, laricio e loricato; pinete mediterranee; altri boschi di conifere
c - Faggete	Faggete
d - Querceti caducifoglie	Querceti di rovere, roverella e farnia; cerrete, boschi di farnetto, fragno e vallonea
e - Castagneti e carpineti	Castagneti; ostrieti e carpineti
f - Altri boschi di caducifoglie	Boschi igrofilii; altri boschi di caducifoglie
g - Boschi di latifoglie sempreverdi	Leccete; sugherete; altri boschi di latifoglie sempreverdi

formazioni planiziarie (Mason 2002, Travaglini et al. 2006, Travaglini et al. 2007b) ed in formazioni forestali del Centro-Sud d'Italia (Di Filippo et al. 2004, Barreca et al. 2005, Marchetti & Lombardi 2006, Lombardi et al. 2008, Barreca et al. 2008, La Fauci & Mercurio 2008, Marziliano 2009) hanno analizzato il campionamento del legno morto sia sotto il profilo quantitativo (volume, massa, numero di pezzi e distribuzione diametrica) che qualitativo (dinamica, posizione, classe di decadimento e grado di copertura al suolo). Morelli et al. (2007) hanno recentemente preso in esame alcuni aspetti metodologici per determinare con maggiore precisione lo *stock* attuale di carbonio presente nelle necromasse forestali.

I risultati del secondo inventario forestale italiano (Inventario Nazionale delle Foreste e dei serbatoi di Carbonio - INFC), recentemente divulgati (INFC 2009), offrono l'occasione per effettuare una prima analisi ad ampio raggio della situazione italiana. In questo contributo si analizzano i dati relativi al legno morto dei nostri boschi rispetto a quanto noto per altri paesi (dati inventariali) o per casi di studio più particolari del nostro Paese.

Il rilievo del legno morto negli inventari forestali: il caso italiano

Il legno morto viene comunemente suddiviso in due principali componenti (MCPFE 2003): le piante morte in piedi (*standing deadwood*) e il legno morto a terra (*lying deadwood*). Quest'ultimo viene a sua volta ripartito in *coarse woody debris* (CWD detrito legnoso grossolano) con diametro alla sezione più piccola uguale o maggiore a 10 cm, e in *fine woody debris* (legno morto fine), con diametro tra 2.5 e 10 cm (Harmon & Sexton 1996, Densmore et al. 2004). Il materiale legnoso sotto la soglia di 2.5 cm viene considerato solitamente come parte della lettiera (Woldendorp et al. 2002). Tali soglie diametriche non sono

adottate uniformemente da tutti gli inventari forestali nazionali: ad esempio, riguardo alla soglia di rilevamento limite fra materiale grosso e fine, i paesi scandinavi (Svezia, Norvegia, Finlandia) applicano lo standard di 10 cm (Fridman & Walheim 2000), Austria e Germania adottano 20 cm (Mehrani-Mylany & Hauk 2004, Kändler 2005), mentre Svizzera e Francia 7 cm (Vallauri & Poncet 2002, Böhl & Brändli 2007).

L'INFC nella sua terza fase prevede il rilievo del legno morto "grosso", con soglia diametrica minima di 10 cm, e rinvia la misura della componente "fine" (< 10 cm) ad una successiva campagna di rilievi (INFC 2006).

Nelle aree di saggio della terza fase INFC sono stati rilevati il legno morto a terra, gli alberi morti in piedi e le ceppaie, classificandole come conifere o latifoglie e registrandone dimensioni e stadio di decadimento. Quest'ultimo, che rappresenta il grado di decomposizione del legno (Stokland et al. 2004), è riferito alla singola pianta o spezzone in piedi sulla base dell'integrità strutturale del legno e della presenza di corteccia e di ramuli con diametro inferiore ai 3 cm, secondo la metodologia di Hunter (1990) e Woodall & Williams (2005). Quale unità di campionamento è stata adottata un'area di saggio circolare

Tab. 2 - Aggregazione dei distretti territoriali INFC in macroregioni.

Macroregione	Distretto territoriale INFC
N - Nord	Piemonte, Valle d'Aosta, Lombardia, Alto Adige, Trentino, Veneto, Friuli V.G., Liguria, Emilia Romagna
C - Centro	Toscana, Umbria, Marche, Lazio, Abruzzo
S - Sud	Molise, Campania, Puglia, Basilicata, Calabria, Sicilia, Sardegna

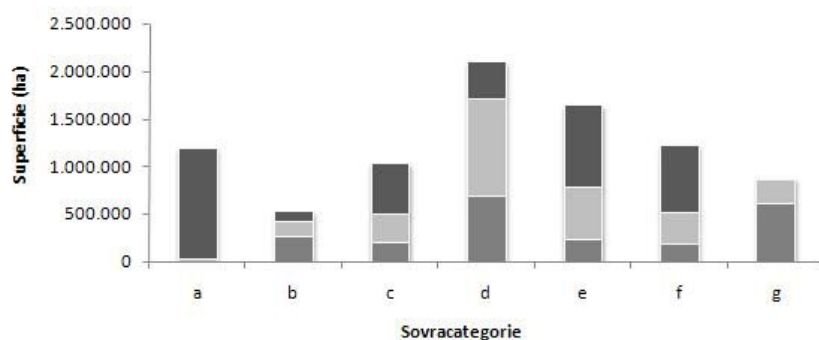


Fig. 1 - Superficie delle categorie forestali aggregate in "sovracategorie" nelle diverse "macroregioni" come riportato nelle Tab. 1 e Tab. 2.

di 531 m² con centro nel punto di campionamento inventariale (INFC 2006). I rilievi per la determinazione della necromassa sono stati effettuati su 6 685 aree di saggio, nel 25% delle quali non è stato rilevato legno morto di dimensioni superiori alle soglie fissate dal protocollo di rilevamento. A differenza delle altre componenti del legno morto, per gli alberi morti in piedi si è adottata la stessa soglia dimensionale prevista per le piante vive ed il rilievo ha pertanto interessato anche piante con diametro compreso fra 4.5 e 10 cm.

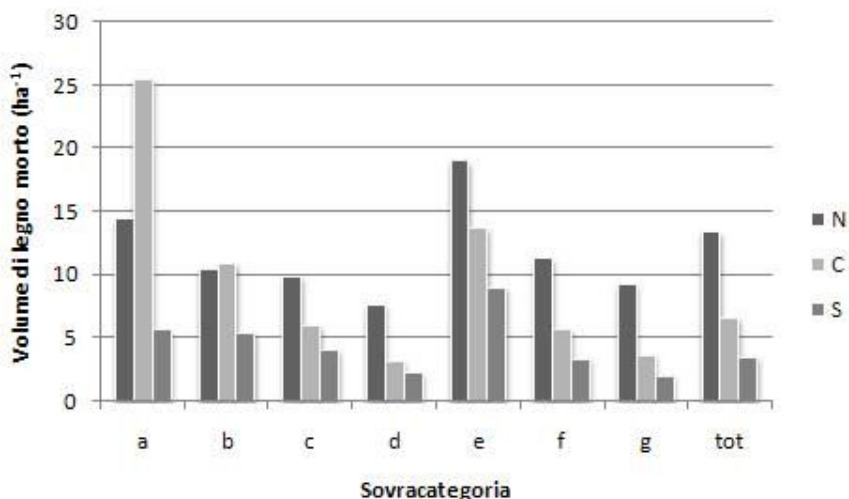
I rilievi hanno consentito di stimare il volume del legno morto (secondo la metodologia riportata in INFC 2009), oltre che il numero di soggetti morti, ripartiti secondo la loro posizione (a terra, in piedi, ceppaie), per categoria di vegetazione e per unità amministrativa (INFC 2007). I principali risultati sono pubblicati nel sito dedicato alla presentazione dell'inventario (INFC 2009). Nel presente lavoro sono stati presi in considerazione i dati riferiti solo ai "boschi alti" (INFC 2007), mentre sono stati esclusi gli impianti di arboricoltura e le aree temporaneamente prive di soprassuolo (per cause naturali, accidentali o antropiche per le quali si prevede la ricostituzione della copertura arborea in tempi brevi), per il loro contributo trascurabile (nemmeno l'1% del vo-

lume totale) al legno morto complessivamente presente a livello nazionale (INFC 2009). I boschi alti, con una superficie di circa 8 600 000 ha, rappresentano la parte più rilevante della superficie forestale nazionale. Nell'analisi sono state raggruppate le categorie forestali (ridotte da 17 a 7 "sovracategorie", aggregando formazioni non troppo diverse dal punto di vista ecologico) e le unità amministrative (ridotte da 21 a 3 "macroregioni", in Nord, Centro e Sud). Questi raggruppamenti, come riportati nelle Tab. 1 e Tab. 2, sono stati costituiti con l'intento di facilitare la visione d'insieme dei risultati ottenuti. Per le sovracategorie i raggruppamenti considerati trovano un parallelo in alcune unità principali della vegetazione forestale del nostro Paese (foresta boreale di conifere, faggete, querceti misti, foresta sempreverde mediterranea) come descritte da Pignatti (1998), sia pure con alcune differenze (ad esempio, sono state considerate unità distinte i castagneti e gli altri boschi di caducifoglie), che riflettono la fisionomia dei boschi italiani. La suddivisione in macroregioni tiene conto della suddivisione adottata dall'ISTAT per le statistiche ambientali (ISTAT 2008), sebbene nel nostro caso l'Abruzzo venga considerato nella macroregione "Centro" per motivi fitogeografici (Ozenda 1994). La ripartizione, in termini di superficie, dei

Tab. 3 - Volume ad ettaro del legno morto totale (alberi in piedi, legno morto a terra e ceppaie) delle sovracategorie di vegetazione (per le aggregazioni cfr. Tab. 1 e Tab. 2) e relativo errore standard percentuale.

Sovracategoria	Nord		Centro		Sud		Italia	
	m ³ ha ⁻¹	e.s.%	m ³ ha ⁻¹	e.s.%	m ³ ha ⁻¹	e.s.%	m ³ ha ⁻¹	e.s.%
Boschi di conifere alpine	14.4	4.7	25.5	159.4	5.6	245.4	14.5	4.1
Pinete e altri boschi di conifere	10.4	14.3	10.9	15.9	5.4	13.1	8.0	8.1
Faggete	9.8	7.2	6	19.1	4	12	7.6	6.4
Querceti caducifogli	7.6	10.9	3.1	8.4	2.2	11	3.6	5.6
Castagneti e carpineti	19	6	13.7	9.4	9	15.5	15.9	4.5
Altri boschi di caducifoglie	11.3	8	5.7	14.6	3.3	18	8.6	6.2
Boschi di latifoglie sempreverdi	9.2	96.8	3.6	23.7	2	12	2.6	10.9
Totale boschi alti	13.4	3.0	6.6	5.5	3.5	5.8	8.8	2.3

Fig. 2 - Volume del legno morto per unità di superficie per sovracategorie e macroregioni (tot: relativo al totale dei boschi alti).



boschi alti per le aggregazioni così determinate (Fig. 1), riflette la situazione forestale del nostro Paese: i boschi di conifere alpine sono largamente prevalenti al Nord, insieme a faggete, castagneti e carpineti ed agli altri boschi di caducifoglie; i querceti caducifogli prevalgono al Centro-Sud assieme alle pinete ed agli altri boschi di conifere (escluse le pinete di pino silvestre), mentre i boschi di latifoglie sempreverdi prevalgono al Sud.

I risultati dell'INFC

Nel complesso l'INFC ha stimato, per i boschi italiani, una presenza di legno morto pari a 8.8 m³ ha⁻¹ (Tab. 3), valore che comprende le tre componenti rilevate (alberi morti in piedi, legno morto a terra e ceppaie). A livello di aree geografiche, la densità di legno morto decresce passando da Nord Italia (13.4 m³ ha⁻¹), a Centro (6.6 m³ ha⁻¹) e Sud (3.5 m³ ha⁻¹).

Analogamente, analizzando i risultati per sovracategorie di vegetazione (Fig. 2), si osserva la tendenza alla riduzione della quantità di legno morto passan-

do da Nord a Sud, con l'eccezione dei boschi di conifere alpine che vedono al Centro (25.5 m³ ha⁻¹) ed al Sud (5.6 m³ ha⁻¹) valori elevati, ma riferibili a superfici molto ridotte presenti sull'Appennino, generalmente ad elevato grado di protezione o occupate da boschi invecchiati.

Se si esclude il dato "anomalo" sopra citato, il gruppo dei castagneti e carpineti presenta la necromassa media più alta a livello nazionale (da Nord a Sud, rispettivamente pari a 19, 13.7 e 9 m³ ha⁻¹), seguito al Nord dai boschi di conifere alpine (14.4 m³ ha⁻¹), al Centro e al Sud dalla sovracategoria delle pinete ed altri boschi di conifere (rispettivamente 10.9 e 5.4 m³ ha⁻¹). Infine anche gli altri boschi di caducifoglie al Nord si caratterizzano per un'elevata presenza di legno morto (11.3 m³ ha⁻¹).

Osservando i dati relativi al tipo di legno morto (Fig. 3), si può constatare che il legno morto in piedi rappresenta la parte prevalente, ad eccezione dei boschi di conifere alpine, dove le tre componenti sono presenti in forma equilibrata. Occorre però tener pre-

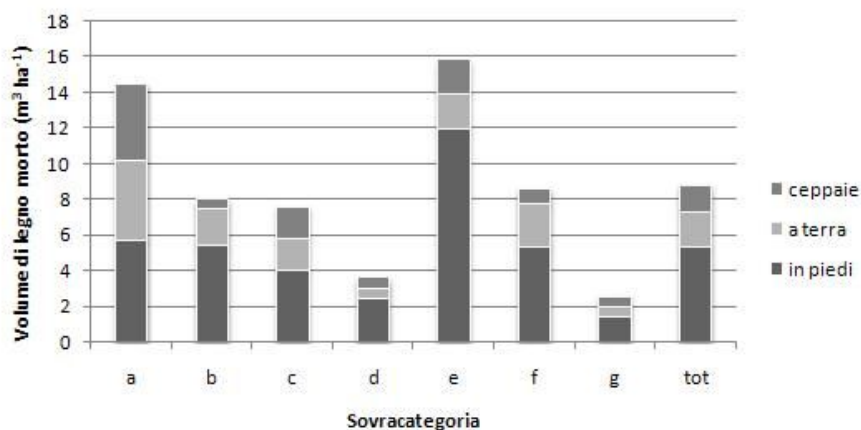


Fig. 3 - Volume del legno morto per unità di superficie, ripartito per tipo (ceppaie, a terra, in piedi) nelle diverse sovracategorie.

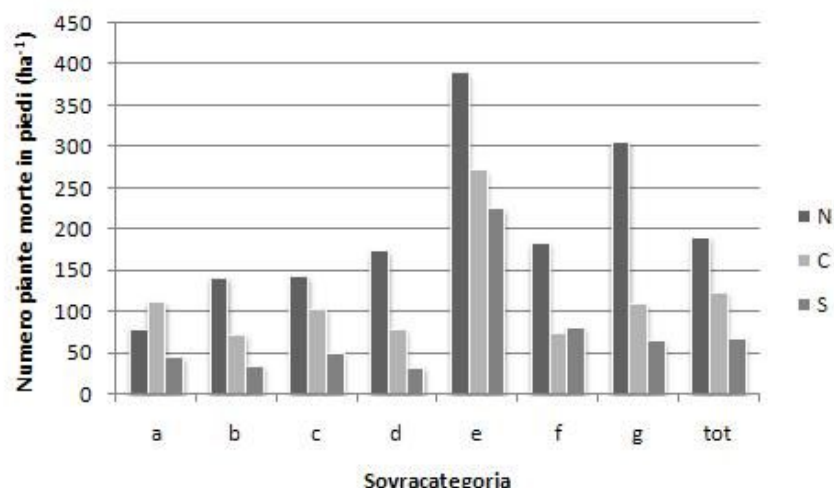


Fig. 4 - Numero di alberi morti, in piedi, per sovracategoria.

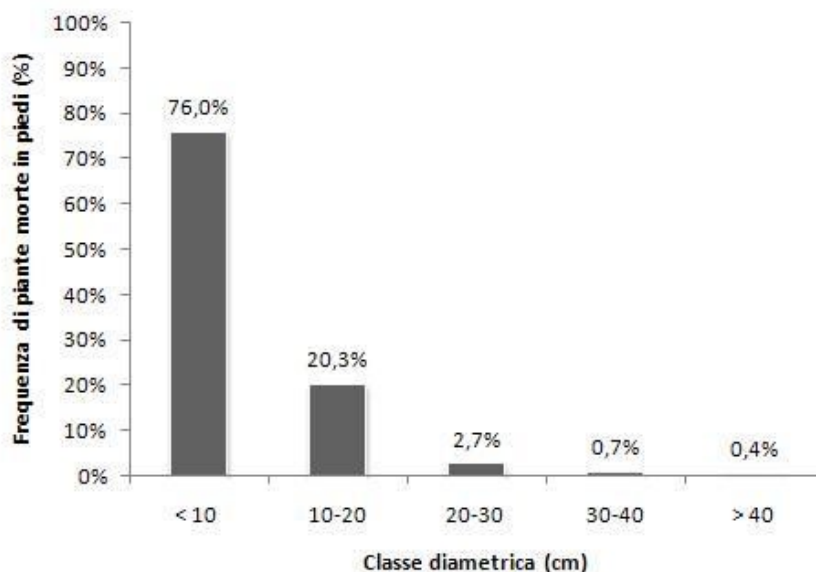
sente che le stime di volume per gli alberi morti in piedi si basano su di una soglia di diametro più bassa, pari a 4.5 cm e pertanto comprendono una frazione di materiale in più, pari mediamente al 25% del volume totale di questo tipo. Considerando il carattere ecologico delle formazioni, si conferma la tendenza generale ad una presenza più ridotta di legno morto per i boschi termofili e mediterranei rispetto ai boschi montani ed alpini.

Vengono quindi illustrati i dati relativi al numero di alberi morti in piedi per ettaro, per sovracategorie di vegetazione (Fig. 4). Anche in questo caso si possono osservare le tendenze già evidenziate, con valori massimi nei castagneti e carpineti al Nord (389 piante ha⁻¹), dovuti soprattutto al contributo delle formazioni a castagno, e decrescenti al Centro ed al Sud. I valori massimi si registrano sempre al Nord, superando le 100 piante ha⁻¹ in tutte le sovracatego-

Tab. 4 - Numero medio di piante morte, in piedi, con diametro superiore a 30 cm, per sovracategoria.

Sovracategoria	Numero piante morte ha ⁻¹	
	30-40 cm	>40 cm
Boschi di conifere alpine	1.57	0.82
Pinete e altri boschi di conifere	1.59	0.48
Faggete	0.71	0.38
Querceti caducifogli	0.40	0.13
Castagneti e carpineti	1.64	0.97
Altri boschi di caducifoglie	1.26	0.63
Boschi di latifoglie sempreverdi	0.09	0.13

Fig. 5 - Ripartizione percentuale degli alberi morti, in piedi, nelle diverse classi diametriche.



Tab. 5 - Dati sul volume del legno morto derivanti dai principali inventari forestali europei con le rispettive soglie di rilievo.

Paese	Necromassa media (m ³ ha ⁻¹)	Anno di rilievo	Soglia limite di rilievo legno a terra (cm)
Svezia	6.1	1993-2002	10
Norvegia	6.8	1994-1998	10
Finlandia	5.6	1996-2003	10
Germania	11.5	2001-2002	20
Austria	13.9	2000-2002	20
Svizzera	11.9	1993-1995	7
Italia	8.8	2005	10
Francia	2.2	2002	7

rie, ad eccezione dei boschi di conifere alpine. Il valore medio nazionale risulta di 139 piante ha⁻¹ e i valori per macroregioni di 191, 123 e 67 piante ha⁻¹ rispettivamente per Nord, Centro e Sud.

Nel grafico di Fig. 5, viene infine riportata la ripartizione percentuale del numero di alberi morti rimasti ancora in piedi, nelle diverse classi diametriche. Si può osservare che oltre tre quarti delle piante hanno un diametro a 1.30 m inferiore a 10 cm, mentre le piante più grosse (diametri sopra 30 cm) rappresentano nel complesso circa l'1% delle piante. Nella successiva Tab. 4 è riportato il numero medio ad ettaro delle piante di maggior diametro nelle diverse sovracategorie: i valori più alti si hanno per castagneti e carpineti e per i boschi di conifere alpine, quelli minimi per querceti caducifogli e per i boschi di latifoglie sempreverdi.

I dati dell'INFC a confronto con quelli di altre indagini nazionali e locali

Nei vari contributi relativi alla presenza di legno morto nelle formazioni forestali considerati in questo paragrafo, occorre distinguere gli studi di tipo inventariale, basati sul rilievo di numerose aree di saggio secondo un disegno campionario predefinito (come gli inventari nazionali), da indagini particolari, specifiche sul legno morto, che esaminano singoli tipi di bosco o situazioni locali, su un campione più limitato (Di Filippo et al. 2004, Barreca et al. 2005, Marchetti & Lombardi 2006, Travaglini et al. 2007a, Lombardi et al. 2008, Barreca et al. 2008, La Fauci & Mercurio 2008, Marziliano 2009).

Nonostante i limiti dovuti alle diverse definizioni e soglie adottate, osservando il quadro complessivo descritto dai diversi inventari nazionali e riassunto

schematicamente nella Tab. 5, si può affermare che la presenza di legno morto nei boschi centro-europei sia mediamente superiore a quella dei boschi dei paesi scandinavi o di paesi come l'Italia e la Francia. Rispetto ai paesi che hanno adottato soglie minime di rilievo pari o inferiori a quelle italiane, i valori medi di volume complessivo del legno morto dei nostri boschi si collocano al di sopra di quelli della Svezia (6.1 m³ ha⁻¹ - Fridman & Walheim 2000), di Norvegia e Finlandia (6.8 e 5.6 m³ ha⁻¹ - MCPFE 2007) e della Francia (2.2 m³ ha⁻¹ - Vallauri et al. 2003), ma risultano inferiori a quelli della Svizzera (11.9 m³ ha⁻¹ - Brassel & Brändli 1999). In Germania ed Austria, paesi con soglie di rilievo superiori a quelle italiane, i valori medi di legno morto sono, rispettivamente, 11.5 (Kändler 2005) e 13.9 m³ ha⁻¹ (Mehrani-Mylany & Hauk 2004).

L'accumulo di legno morto nei boschi viene considerato un effetto della maggiore ricorrenza di fenomeni di disturbo naturali (p.es., passaggio del fuoco, vento, attacchi di parassiti) e della conseguente mortalità delle piante arboree, rispetto ai processi che incidono sulla sua riduzione, come la decomposizione, le utilizzazioni legnose o gli stessi incendi (Clark et al. 1998, Tinker & Knight 2000). Come osservato da Hahn & Christensen (2004), esiste anche una relazione diretta fra produttività (volume degli alberi vivi per tipo di vegetazione forestale) e legno morto nel bosco. L'effetto combinato di questi diversi fattori potrebbe spiegare i valori più elevati di legno morto presente nei boschi dei paesi centro-europei.

Relativamente alla situazione del nostro Paese, la presenza di quantitativi di legno morto inferiori per le formazioni più termofile (p.es., pinete non alpine, querceti e boschi di latifoglie sempreverdi) rispetto a quelle più montane (p.es., boschi di conifere alpine, faggete, castagneti e carpineti) conferma una tendenza analoga rilevata nei siti di livello II della rete di monitoraggio europea ICP (Travaglini et al. 2007a).

Le peculiari condizioni ambientali delle aree mediterranee (maggiore rapidità di decomposizione a temperature medie più alte, maggiore frequenza degli incendi, minori danni per eventi meteorologici estremi nei boschi montani), le utilizzazioni più frequenti ed intensive (prevalenza dei cedui sulle fustate, turni brevi di trattamento), unite alle diffuse pratiche di raccolta di legna secca da parte delle popolazioni locali (Marziliano 2009), potrebbero spiegare, a livello nazionale, i quantitativi di legno morto più bassi nei boschi di impronta più termofila e in quelli del Centro e del Sud.

I maggiori quantitativi di legno morto a livello na-

zionale si hanno invece nella sovracategoria che include castagneti e ostrieti, dove sono riconducibili agli attacchi parassitari sul castagno, e in quella delle conifere alpine, dove agli effetti degli schianti prodotti da eventi di natura climatica si sommano le ridotte utilizzazioni nei boschi di alta quota o in condizioni meno accessibili, con conseguente accumulo di legno morto.

Più difficile appare il confronto con dati rilevati localmente. Gli inventari regionali effettuati in passato (così come il precedente inventario nazionale) non prevedevano il rilievo del legno morto, salvo il caso della Liguria (Tosi & Marchetti 1998). Una comparazione di massima può essere pertanto effettuata solo con studi specifici, come quello condotto in Alto Adige sull'emerobia nel 1997, che ha stimato un volume di legno morto (a terra, in piedi e ceppaie) di $21.7 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ (Vacik et al. 2000), valore molto superiore alla media nazionale, ma in linea con quello (23.9 e $29.3 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$) rilevato nella vicina Svizzera per altre due regioni forestali (Giura e Plateau) da Böhl & Brändli (2007).

Nei numerosi studi condotti per l'Italia centro-meridionale, sono stati applicati diversi metodi di rilevamento del legno morto, adottando aree campione di superficie variabile fra 1200 e 2700 m^2 (Barreca et al. 2005, Barreca et al. 2008, La Fauci & Mercurio 2008, Marziliano 2009), oppure transect di intersezione lineare in subplot di aree campione di 2500 m^2 (Lombardi et al. 2008). I risultati pubblicati presentano un'elevata variabilità. Nello studio di Lombardi et al. (2008), effettuato in 21 siti rappresentativi dei diversi tipi forestali del Molise, sono stati rilevati quantitativi di legno morto medi fra 3.2 e $15.8 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ per boschi ordinariamente gestiti e 5.8 e $56.3 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ per quelli non soggetti a prelievo da circa 50 anni. Per boschi di farnetto della Calabria (Serre e Aspromonte), Barreca et al. (2008) hanno calcolato valori di legno morto medi di $9.3 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$, mentre per le cerrete del Molise, Marchetti & Lombardi (2006) hanno riscontrato valori di $15.1 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$, che rappresentano livelli assai superiori di quelli rilevati dall'INFC per i querceti caducifogli al Sud ($2 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ - Tab. 3). Infine, per cedui di faggio del Parco Nazionale dell'Aspromonte e nel Parco dell'Etna, Barreca et al. (2005) hanno stimato volumi di legno morto medio di $8.9 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ (soprassuoli transitori) e di $15.4 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ (cedui in evoluzione).

Relativamente ai boschi non soggetti a gestione selvicolturale ordinaria, La Fauci & Mercurio (2008), per cedui di castagno invecchiati dell'Aspromonte riportano valori medi di $21.0 \pm 6.3 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ (ceduo di 40

anni) e di $59.1 \pm 17.1 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ (ceduo di 45 anni). Nelle faggete invecchiate della Valle Cervara in Abruzzo sono stati stimati volumi medi di legno morto pari a $65 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ (Di Filippo et al. 2004), mentre Marziliano (2009) ha rilevato $33.9 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ in cedui invecchiati di leccio (55 anni) del Gargano. Infine, si cita uno studio relativo al Nord Italia, condotto in formazioni planiziarie a ceduo composto della Pianura Padana abbandonate da circa 60 anni, dove sono stati stimati valori medi di $26.3 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ (Mason 2002).

Discussione e conclusioni

Sintetizzando i principali risultati emersi dal confronto fra i dati INFC e quelli di altri studi a livello nazionale e locale, è possibile evidenziare:

- una presenza di legno morto nei boschi italiani mediamente inferiore a quella dei boschi dei paesi centro-europei, ma superiore a quella dei paesi scandinavi e della Francia;
- a livello nazionale, un valore medio del volume di legno morto per le formazioni più termofile (e. g. pinete non alpine, querceti e boschi di latifoglie sempreverdi) inferiore a quello presente nelle formazioni più montane o alpine (e. g. boschi di conifere alpine, faggete, castagneti e carpineti);
- un'elevata presenza di legno morto, anche molto superiore alla media nazionale, in boschi caratterizzati da una gestione poco intensiva, abbandonati o invecchiati, come emerge da studi locali effettuati in Italia centro-meridionale e nella Pianura Padana.

Gli studi di carattere locale, riflettendo aspetti particolari dei popolamenti esaminati, conseguenza dell'età, della gestione e del contesto territoriale ed ambientale, si prestano meno bene a confronti con dati rilevati a livello nazionale, ma costituiscono una base conoscitiva importante per successive analisi, come quelle sulla dinamica di accumulo e sulla distribuzione territoriale del legno morto, in relazione alle specifiche esigenze di flora e fauna. Come evidenziano alcune ricerche in regioni più settentrionali (Hahn & Christensen 2004, Bowman et al. 2000, Jonsson et al. 2005), questi aspetti sono importanti per valutare il ruolo svolto dal legno morto per la conservazione della biodiversità.

Secondo Schiegg Pasinelli & Suter 2000 circa un quinto della fauna del bosco dipende dalla presenza di legno morto, ma è tuttavia evidente che la ricchezza specifica di un bosco dipende anche da molti altri fattori, non ultimo anche dalla presenza di alberi vivi. Più che puntare ad una massimizzazione della quantità di legno morto, nella gestione del bosco si dovrebbe tendere a portare questa componente verso

valori ottimali, indicati da soglie di riferimento, variabili per contesto ambientale e tipo di bosco (Schuck et al. 2004).

Per i boschi centro-europei, Böhl & Brändli (2007) riportano una quantità ottimale di legno morto intorno a 20-40 m³ ha⁻¹, come indicazione di massima scaturita da un confronto su base bibliografica, anche se tale soglia varia con il tipo di bosco. Secondo Bütler et al. 2004 basterebbero ad esempio circa 15 m³ ha⁻¹ per la salvaguardia di particolari specie ornamentali in boschi subalpini di conifere, mentre Müller et al. (2007), in uno studio in boschi temperati della Baviera, considerando le esigenze della fauna xilobiontica, indicano un valore di 20 m³ ha⁻¹. Sotto questo profilo, i valori medi per il Nord Italia (13.4 m³ ha⁻¹ per i boschi alti), risulterebbero inferiori a quelli ottimali. Occorre comunque rilevare che non sono rari i casi di valori prossimi o superiori ai 20 m³ ha⁻¹ a livello di singole categorie forestali analizzate nelle diverse regioni. Si segnalano ad esempio i valori medi di volume di legno morto nei boschi di abete rosso del Piemonte e della Val d'Aosta (rispettivamente pari a 22.7 e 20.0 m³ ha⁻¹) e quelli dei boschi di abete bianco che in 6 regioni superano la soglia indicata, arrivando a un valore massimo di 36.9 m³ ha⁻¹ in Friuli-Venezia Giulia (INFC 2009).

Per i boschi mediterranei, Humphrey et al. (2004) considerano più importante, dal punto di vista biologico, il numero di soggetti arborei senescenti cavi, definiti come "alberi habitat" (Mason et al. 2005). Questi autori considerano la presenza di 5-10 "alberi habitat" ad ettaro quale numero sufficiente per la conservazione della biodiversità riferita agli organismi saproxilici, un valore sostanzialmente in accordo con quanto già riportato da Mason (Mason 2001, Mason et al. 2003) per l'Italia. Un'indicazione molto approssimativa della presenza di alberi cavi nei boschi italiani è ricavabile dai risultati della II fase dell'INFC (INFC 2007). Il rilievo prevedeva infatti di osservare, riferendosi ad un'area circolare di 2000 m², la presenza di alberi cavi di diametro superiore a 20 cm nell'intorno del punto di campionamento. Sul territorio nazionale tale fenomeno è stato osservato su circa 500 000 ha di bosco, pari a circa 1/16 della superficie coperta dal bosco, di cui ben 120 000 concentrati nella categoria forestale dei castagneti. Dovendosi osservare almeno un soggetto su di un'area di 2000 m², si può stimare che in questi boschi siano presenti almeno 5 alberi ad ettaro con cavità, che potrebbero quindi svolgere un'importante funzione di microhabitat.

Non va altresì dimenticato che le considerazioni

sulle soglie ottimali sono anch'esse necessariamente indicative, in un paese come il nostro, con formazioni differenziate dal punto di vista ecologico e fisiologico, nel quale l'indicazione generale va necessariamente interpretata alla luce delle specificità del popolamento forestale esaminato.

I risultati prodotti dall'INFC offrono per la prima volta la possibilità di considerare stime per aggregati di specie (categorie e sottocategorie forestali), facilitando per questo anche l'interpretazione dei risultati delle analisi locali. In tale contesto, gli studi di approfondimento sui valori di soglia ottimali per le principali formazioni forestali del Paese, in relazione alle specifiche esigenze delle specie associate di fauna e flora, appaiono di notevole interesse per un avanzamento delle conoscenze in questo settore.

Ringraziamenti

Si ringraziano il Corpo Forestale dello Stato, che ha realizzato l'INFC insieme al CRA, per il consenso dato agli autori all'uso dei dati inventariali, e il dott. Franco Mason, che con una revisione critica e puntuale del testo ha consentito di migliorarne la forma ed i contenuti originari.

Bibliografia

- Barreca L, Cutini A, Mercurio R (2008). Caratterizzazione della necromassa in boschi di farnetto (*Quercus frainetto* Ten.) della Calabria. Forest@ 5: 187-194. - doi: 10.3832/efor0527-0050187
- Barreca L, Gugliotta OI, Mercurio R (2005). Stime quantitative della necromassa in cedui di faggio nel Parco Nazionale dell'Aspromonte e nel Parco dell'Etna. Linea Ecologica 1: 40-45.
- Berretti R, Caffo L, Camerano P, De Ferrari F, Domaine A, Dotta A, Gottero F, Haudemand JC, Letey C, Meloni F, Motta R, Terzuolo PG (2007). Selvicoltura nelle foreste di protezione. Sherwood 134: 11-38.
- Bobiec A, Gutowski J M, Laundeslayer W, Pawlaczyk P, Zub K (2005). The afterlife of a tree. WWF Poland, Białystok, Poland, pp. 252.
- Böhl J, Brändli UB (2007). Deadwood volume assessment in the third Swiss National Forest Inventory: methods and first results. Eur. J. Forest Res. 126: 449-457. - doi: 10.1007/s10342-007-0169-3
- Bormann FH, Likens GE (1994). Pattern and Process in a forested ecosystem. Springer Verlag, New York-Berlin-Heidelberg, pp. 253.
- Bowman J, Sleep D, Forbes G, Edwards M (2000). The association of small mammals with coarse woody debris at log and stand scales. Forest Ecology and Management 129 (1/3): 119-124. - doi: 10.1016/S0378-1127(99)00152-8

- Brassel P, Brändli UB (1999). Inventario forestale nazionale svizzero. Risultati del secondo inventario 1993-1995. Birnmensdorf, Istituto federale di ricerca per la foresta, la neve e il paesaggio. Haupt, Berna, Stoccarda e Vienna, pp. 444.
- Bütler R, Angelstam P, Ekelund P, Schlaepfer R (2004). Dead wood threshold values for the three-toed woodpecker presence in boreal and sub-Alpine forest. *Biological Conservation* 119: 305-318. - doi: 10.1016/j.biocon.2003.11.014
- Clark D, Kneeshaw D, Burton P, Antos J (1998). Coarse woody debris in sub-boreal spruce forests of west-central British Columbia. *Canadian Journal of Forest Research* 28 (2): 284-290. - doi: 10.1139/cjfr-28-2-284
- Densmore N, Parminter J, Stevens V (2004). Coarse woody debris: Inventory, decay modelling, and management implications in three biogeoclimatic zones. *BC Journal of Ecosystems and Management* 5 (2): 14-29.
- Di Filippo A, Piovesan G, Schirone B (2004). Le foreste vetuste: criteri per l'identificazione e la gestione. In: "XIV Congresso della Società Italiana di Ecologia". Siena (Italy), 4-6 October 2004. [online] URL: <http://www.xiv-congresso.societaitalianaecologia.org/articles/>
- Fridman J, Walheim M (2000). Amount, structure, and dynamics of dead wood on managed forestland in Sweden. *Forest Ecology and Management* 131: 23-36. - doi: 10.1016/S0378-1127(99)00208-X
- Hagan JM, Grove SL (1999). Coarse woody debris. *Journal of Forestry* 1: 6-11.
- Hahn K, Christensen M (2004). Dead wood in European forest reserves - a reference for forest management. In: "Monitoring and indicators of forest biodiversity in Europe - from ideas to operationality" (Marchetti M ed). Firenze (Italy) 12-15 November 2003. *EFI Proceedings* 51: 181-191.
- Harmon ME, Sexton J (1996). Guidelines for measurements of woody detritus in forest ecosystems. Publication 20, U.S. Long-TERM Ecological Research Network Office, University of Washington, pp. 73.
- Humphrey JW, Sippola AL, Lempérière G, Dodelin B, Alexander KNA, Butler JE (2004). Deadwood as an indicator of biodiversity in european forests: from theory to operational guidance. In: "Monitoring and indicators of forest biodiversity in Europe - from ideas to operationality" (Marchetti M ed). Firenze (Italy) 12-15 November 2003. *EFI Proceedings* 51: 193-206.
- Hunter ML (1990). *Wildlife, forests and forestry*. Prentice Hall, Englewood Cliffs, USA, pp. 370.
- INFC (2006). INFC - Procedure di posizionamento e di rilievo degli attributi di terza fase con istruzioni per l'impiego degli applicativi NAV3 e RAS3 (Tabacchi G, Scrinzi G, Tosi V, Floris A, Paletto A, Di Cosmo L, Colle G eds). Inventario Nazionale delle Foreste e dei Serbatoi Forestali di Carbonio, CRA-ISAF, Trento, Italy, pp. 296.
- INFC (2007). Le stime di superficie 2005 - Prima parte (Tabacchi G, De Natale F, Di Cosmo L, Floris A, Gagliano C, Gasparini P, Genchi L, Scrinzi G, Tosi V eds). Inventario nazionale delle foreste e dei serbatoi forestali di carbonio, MiPAAF - Corpo Forestale dello Stato - Ispettorato Generale, CRA - ISAF, Trento, Italy. [online] URL: http://www.sian.it/inventarioforestale/doc/INFC_Stime_d_i_superficie_I_parte.pdf
- INFC (2009). I caratteri quantitativi 2005 - Parte 1, versione 2 (Gasparini P, De Natale F, Di Cosmo L, Gagliano C, Salvadori G, Tabacchi G, Tosi V eds). Inventario nazionale delle foreste e dei serbatoi forestali di carbonio, MiPAAF - Ispettorato Generale Corpo Forestale dello Stato, CRA-MPF, Trento, Italy. [online] URL: http://www.sian.it/inventarioforestale/doc/INFC_I%20caratteri%20quantitativi_maggio_2009.pdf
- IPCC (2003). Good practice guidance for land use, land use change and forestry. Institute for global environmental strategies, Hayama, pp. 617.
- ISTAT (2008). *Statistiche ambientali 2008*. Istituto nazionale di statistica, Roma, Italy, pp. 648.
- Jonsson B, Krusys N, Ranius T (2005). Ecology of species living on dead wood - lessons for dead wood management. *Silva Fennica* 39 (2): 289-309.
- Kändler G (2005). Biologische Vielfalt des deutschen Waldes im Lichte der zweiten Bundeswaldinventur (BWI²). [online] URL: <http://www.bundeswaldinventur.de/media/archive/279.pdf>
- La Fauci A, Mercurio R (2008). Caratterizzazione della necromassa in cedui di castagno (*Castanea sativa* Mill.) in Aspromonte. *Forest@* 5: 92-99. - doi: 10.3832/efor0511-0050092
- Lombardi F, Lasserre B, Tognetti R, Marchetti M (2008). Deadwood in relation to stand management and forest type in Central Apennines (Molise, Italy). *Ecosystems* 11 (6): 882-894. - doi: 10.1007/s10021-008-9167-7
- Marchetti M, Lombardi F (2006). Analisi quali-quantitativa del legno morto in soprassuoli non gestiti: il caso di "Bosco Pennataro", Alto Molise. *L'Italia Forestale e Montana* 4: 275-301. - doi: 10.4129/IFM.2006.4.03
- Marziliano PA (2009). Analisi quali-quantitativa della necromassa in cedui invecchiati di leccio (*Quercus ilex* L.) del Gargano. *Forest@* 6: 19-28. - doi: 10.3832/efor0555-006
- Mason F (2001). Problematiche di conservazione e gestione. In: "Le Foreste della Pianura Padana - Un labirinto dissolto" (Ruffo S ed). Quaderni Habitat, Ministero dell'Ambiente, Museo Friulano di Storia Naturale, pp. 91-138.
- Mason F (2002). Dinamica di una foresta della Pianura Padana. Bosco della Fontana. Primo contributo, monitoraggio

- gio 1995. Rapporti scientifici 1. Centro Nazionale Biodiversità Forestale Verona-Bosco Fontana, Arcari Editore, Mantova, pp. 208.
- Mason F, Nardi G, Tisato M (2003). Proceedings of the international symposium "Dead wood: a key to biodiversity". Mantova (Italy), 29-31 May 2003. *Sherwood* 95 (2): 100.
- Mason F, Nardi G, Whitmore D (2005). Recherches sur la restauration des habitats du bois mort: l'exemple du LIFE "Bosco della Fontana" (Italie). In: "Bois mort et à cavités, une clé pour des forêts vivantes" (Vallauri D, André J, Dodelin B, Eynard-Machet R, Rambaud D eds). Éditions Tec & Doc, Paris, France, pp. 285-291.
- Mehrani-Mylany H, Hauk E (2004). Totholz - Auch hier deutliche zunahme. In: "Österreichische Waldinventur 2000/02 - Hauptergebnisse. BFW-Praxisinformation 3: 21-23". [online] URL: <http://bfw.ac.at/040/2303.html>
- MCPFE (2002). Improved pan-european indicators for sustainable forest management as adopted by MCPFE. Expert level Meeting, Vienna (Austria) 7-8 October 2002. MCPFE, Liason Unit, Vienna, pp. 6.
- MCPFE (2003). Background information for improved Pan-European indicators for sustainable forest management. MCPFE, Liason Unit, Vienna, pp. 46.
- MCPFE (2007). State of Europe's forests 2007 - The MCPFE report on sustainable forest management in Europe. Ministerial Conference on the Protection of Forests in Europe, pp. 263.
- Morelli S, Paletto A, Tosi V (2007). Il legno morto dei boschi: indagine sulla densità basale del legno di alcune specie del Trentino. *Forest@* 4: 395-406. - doi: 10.3832/efor0492-0040395
- Müller J, Bussler H, Utschick H (2007). Wie viel totholz braucht der Wald? Ein wissenschaftsbasiertes konzept gegen den artenschwund der totholzzönosen. *Naturschutz und Landschaftsplanung* 39 (6): 165-170.
- Oldeman RAA (1990). *Forests: elements of silvology*. Springer Verlag, New York-Heidelberg-Berlin, pp. 624.
- Ozenda P (1994). *Végétation du continent européen*. Delachaux et Niestlé, Paris, pp. 271.
- Peterken G (1996). *Natural woodland. Ecology and conservation in northern temperate region*. Cambridge University press, Cambridge, UK, pp. 522.
- Pignatti S (1998). I boschi d'Italia. *Sinecologia e biodiversità*. UTET, Torino, pp. 677.
- Schiegg K (1998). Totholz bringt Leben in den Wirtschaftswald. *Schweiz. Z. Forstw.* 149: 784-794.
- Schiegg Pasinelli K, Suter W (2000). *Lebensraum Totholz*. Eidg. Forschungsanstalt WSL, Birmensdorf, *Merkbl. Prax.* 33, pp. 7.
- Schuck A, Meyer P, Menke N, Lier M, Lindner M (2004). Forest biodiversity indicator: dead wood - a proposed approach towards operationalising the MCPFE Indicator. In: "Monitoring and indicators of forest biodiversity in Europe - from ideas to operationality" (Marchetti M ed). *EFI proceedings* 51: 49-77.
- Speight MCD (1989). *Les invertébrés saproxyliques et leur protection*. Conseil d'Europe. Collection Sauvegarde de la Nature 42, pp. 77.
- Stokland JN, Tomter SM, Söderberg U (2004). Development of dead wood indicators for biodiversity monitoring: experiences from Scandinavia. In: "Monitoring and indicators of forest biodiversity in Europe - from ideas to operationality" (Marchetti M ed). *EFI proceedings* 51: 207-226.
- Tinker D, Knight D (2000). Coarse woody debris following fire and logging in Wyoming lodgepole pine forests. *Ecosystems* 3 (5): 472-483. - doi: 10.1007/s100210000041
- Tosi V, Marchetti M (1998). I sistemi informativi forestali in Italia: uniformità e divergenze tra gli inventari delle risorse forestali. *L'Italia Forestale e Montana* 53 (5): 220-252.
- Travaglini D, Barbati A, Chirici G, Lombardi F, Marchetti M, Corona P (2007a). ForestBIOTA data on deadwood monitoring in Europe. *Plant Biosystems* 141 (2): 222-230. - doi: 10.1080/11263500701401778
- Travaglini D, Bottalico F, Brundu P, Chirici G, Minari E (2007b). Sampling deadwood within Bosco della Fontana. In: "Canopy analysis and dynamics of a floodplain forest" (Gianelle D, Travaglini D, Mason F, Minari E, Chirici G, Chemini C eds). *Rapporti scientifici, 3*. Centro Nazionale per lo studio e la conservazione della Biodiversità Forestale Bosco della Fontana, Cierre Grafica Editore, Verona, pp. 59-68.
- Travaglini D, Mason F, Lopresti M, Lombardi F, Marchetti F, Chirici G, Corona P (2006). Aspects of biological diversity in the CONECOFOR plots. V. Deadwood surveying experiments in alpine and mediterranean forest ecosystems. *Annali Istituto Sperimentale Selvicoltura* 30 (2): 71-86.
- Vacik H, Egger A, Koch G, Kirchmeir H (2000). Totholzerhebung im rahmen der hemerobiebewertung in Südtirols Wäldern. *Cbl. ges. Forstwesen* 117 (2): 115-132.
- Vallauri D, André J, Blondel J (2003). Le bois mort, une lacune des forêts gérées. *Revue Forestier Française* 2: 99-112.
- Vallauri D, André J, Dodelin B, Eynard-Machet R, Rambaud D (2005). Bois mort et à cavités. Un clé pour des forêts vivantes. Editions Tec & Doc, Paris, pp. 405.
- Vallauri D, Poncet L (2002). *Etat de la protection des forêts en France: indicateurs 2002*. Rapport WWF, Paris, pp. 100.
- Woldendorp G, Keenan RJ, Ryan MF (2002). Coarse woody debris in Australian forest ecosystems - report for the

national greenhouse strategy, module 6.6 (criteria and indicators of sustainable forest management), Bureau of Rural Sciences, Canberra, Australia, pp. 75.

Woodall C, Williams MS (2005). Sampling protocol, esti-

mation, and analysis procedures for the down woody materials indicator of the FIA Program. North Central Research Station, Forest Service U.S. Department of Agriculture, St. Paul, Minnesota, USA, pp. 47.