



**FutureFor
Coppices**

Shaping future forestry for sustainable coppices in southern Europe:
the legacy of past management trials



Criterio 1 - Contributo delle foreste al ciclo globale del carbonio

Indicatori di Gestione Forestale Sostenibile

Report on status and trend of SFM Criterion 1 indicators at the project sites from available data

Dicembre 2017

La revisione editoriale del Rapporto è stata curata dal personale di TerraData environmetrics (Giorgio Brunialti, Luisa Frati, Marco Calderisi).

Forma raccomandata di citazione:

Bertini G., Di Salvatore U., Chianucci F., Ferrara C., Cutini A., Piovosi M., Marchino L., Calderisi M., Fabbio G., 2016. Report on status and trend of indicators related to SFM Criterion 1 at the project sites Documento del progetto LIFE FutureForCoppiceS, pp. 75.

SOMMARIO

Riassunto esteso	6
1. Introduzione	7
3. Obiettivi	8
4. Dati disponibili	9
4.1. Siti di indagine	9
4.2. Descrizione sintetica dei trattamenti e dei trattamenti semplificati	13
4.3. Dati pregressi	14
4.4. Dati rilevati nell'ambito del progetto	14
5. Elaborazione dei dati	16
6. Risultati	17
6.1 Indicatori tradizionali	17
6.1.1. Alberese	18
6.1.2. Buca Zamponi	23
6.1.3 Buca Zamponi 1	27
6.1.4 Caselli	32
6.1.5 Eremo della Casella	37
6.1.6 Is Cannoneris	41
6.1.7 Poggio Pievano	46
6.1.8 SetteFratelli	49
6.1.9 Valsavignone	54
6.2 Indicatori innovativi	60
6.2.1 Buca Zamponi	61
6.2.2 Is Cannoneris	61
6.2.3 Poggio Pievano	62
6.2.4 Caselli	62
6.2.5 Valsavignone	63
6.2.6 Buca Zamponi, Caselli, Is Cannoneris, Poggio Pievano, Valsavignone	64
6.3 Confronto tra Indicatori tradizionali e innovativi	66
8. Bibliografia ed ulteriori letture	71
9. Annessi	73

Extended abstract

This Report describes the assessment method of new SFM Indicators (FOREST EUROPE 2015) with reference to Criterion 1 - *Maintenance and Appropriate Enhancement of Forest Resources and their Contribution to Global Carbon Cycles*. The attribute of *new Indicator* is referred either to its calculation (variable(s) used) or to the scale of application. The level addressed here is the *forest stand level*, i.e. the operational scale of management and silvicultural practice. The Indicators chosen at the purpose are as follows: *Growing stock-standing volume*, *Standing biomass-dry matter*, *Carbon stock of woody biomass-standing*, *Carbon stock of woody biomass*, *Soil organic carbon content*, *Diameter or Age class distribution*.

These Indicators, already consolidated in the use at the country level (MCPFE 2003) are new at the forest stand, i.e. at the local level. New indicators to the Criterion 1 are *Total aboveground tree biomass* and *Growth efficiency*. The calculation of *Growing stock-standing volume*, *Standing biomass-dry matter*, *Carbon stock of woody biomass-standing*, *Carbon stock of woody biomass*, *Diameter or age class distribution*, *Total aboveground tree biomass* is based on variables currently used in the descriptive analysis of tree growth pattern at the stand level and intermediate wood production allotment throughout the stand life-span. The main tools of analysis are therefore in the availability of forest technicians. The assessment of *Soil organic carbon content* and of *Growth efficiency*, requires vice versa specific, targeted surveys and instruments. They may become therefore additional Indicators where their calculation may be implemented, but also datasets in literature may be used at the purpose as reference values. Except the Indicator *Carbon stock of woody biomass*, all the others tested proved to be consistent with the list of Indicators' attributes required and especially as for relative sensitivity and response ability. All of them may provide relevant information about the main goal at assessment (contribution to Carbon cycles). About the new Indicators proposed, *Total aboveground tree biomass* is especially useful in the assessment of a comprehensive value allowing to compare the different management and silvicultural solutions on the floor. The implementation and periodical survey of a few monitoring plots to assess the growth values and design the underlying trend, makes the dataset of reference to local managers. The recording of intermediate volumes harvested with thinnings is basic in the comparison between the different options in progress. This dataset should be always available because strictly linked to the economical values resulting from the applied management. *Growth efficiency* has the specific feature to be the only Indicator directly linked to quantify the current standing crop ability to store Carbon. This capacity is addressed by the site index, the auto-ecology of tree species concerned, their fitting with the growth medium, i.e. local climate features and soil quality, but also to possible disturbances like pollution, extreme events or biological diseases. It requires specific instrumental device availability (LAI assessment) or the survey of leaf litter production (leaf mass), in addition to the knowledge of the current wood biomass increment. Data from literature show the positive outcome of any practice targeted to optimize leaf mass distribution within the stand structure, i.e. of periodical thinnings as in the conversion option.

Riassunto esteso

Obiettivo del Report è di produrre nuovi indicatori di Gestione Forestale Sostenibile (FOREST EUROPE 2015) con riferimento al Criterio 1 - *Maintenance and Appropriate Enhancement of Forest Resources and their Contribution to Global Carbon Cycles*. L'attributo di nuovo Indicatore è riferito sia al calcolo (variabile(i) utilizzata(e)) che alla scala di applicazione. Quella qui utilizzata è il livello di popolamento forestale, quindi la scala operativa della gestione e della pratica colturale. Gli Indicatori individuati allo scopo sono i seguenti: *Growing stock-standing volume*, *Standing biomass-dry matter*, *Carbon stock of woody biomass- standing*, *Carbon stock of woody biomass*, *Soil organic carbon content*, *Diameter or Age class distribution*. Questi, già consolidati nell'uso a livello Paese (MCPFE 2003) sono nuovi alla scala di popolamento forestale, quindi al livello locale. I nuovi Indicatori, relativi al Criterio 1, sono *Total aboveground tree biomass* e *Growth efficiency*. Il calcolo di *Growing stock-standing volume*, *Standing biomass - dry matter*, *Carbon stock of woody biomass - standing*, *Carbon stock of woody biomass*, *Diameter or age class distribution*, *Total aboveground tree biomass* si basa su variabili correntemente utilizzate nell'analisi descrittiva del modello di accrescimento a livello di soprassuolo ed alla collocazione temporale della produzione legnosa intercalare nell'arco di vita dello stesso. I principali strumenti di analisi sono quindi nella disponibilità dei tecnici forestali. La determinazione di *Soil organic carbon content* e di *Growth efficiency* richiede viceversa rilievi appositi e dotazione strumentale. Essi possono diventare quindi indicatori addizionali laddove il calcolo possa essere implementato, ma anche i set di dati presenti in bibliografia possono essere utilizzati allo scopo, come valori di riferimento. Con l'eccezione dell'Indicatore *Carbon stock of woody biomass* tutti gli altri testati hanno dimostrato di essere coerenti con l'elenco di requisiti richiesti, specialmente per quanto attiene alla sensibilità relativa ed alla loro capacità di risposta. Questi indicatori possono quindi contribuire a fornire un'informazione pertinente all'obiettivo principale di contribuzione del bosco ai cicli del carbonio.

Circa i nuovi indicatori, *Total aboveground tree biomass* ha particolare utilità nella determinazione di un valore comprensivo di comparazione tra le differenti opzioni di gestione e selvicolturali presenti all'attualità.

La realizzazione ed il rilievo periodico di alcune aree di saggio per determinare i valori di accrescimento e disegnare l'andamento dello stesso, costituisce la base dati di riferimento ai gestori locali. La registrazione dei volumi intercalari raccolti con i diradamenti è alla base nel confronto tra le differenti soluzioni colturali praticate. Tale set di dati dovrebbe essere sempre disponibile perché strettamente legato ai valori economici della gestione forestale applicata. *Growth efficiency* ha la caratteristica specifica di essere l'unico Indicatore direttamente collegato a quantificare la capacità corrente del soprassuolo di immagazzinare Carbonio. Questa è collegata alla fertilità stazionale, all'auto-ecologia delle specie arboree presenti, alla loro aderenza ai caratteri del mezzo di crescita, clima locale e qualità del suolo, ma anche possibili disturbi quali inquinamento, eventi estremi o disturbi di natura biologica. Esso richiede la disponibilità strumentale per il calcolo del LAI od il rilievo della massa di lettiera fogliare prodotta, in aggiunta alla conoscenza dell'incremento corrente del volume o massa arborea. I dati in bibliografia dimostrano il risultato positivo di qualsiasi pratica colturale mirata ad ottimizzare la distribuzione della massa fogliare, quali i diradamenti periodici come nella scelta di conversione ad alto fusto.

1. Introduzione

I **Criteri e Indicatori di Gestione Forestale Sostenibile (GFS)** sono stati adottati fino dalla Terza Conferenza Ministeriale di Lisbona nel 1998. Dopo un lungo processo di revisione sono stati recentemente aggiornati e proposti alla 7° Conferenza Ministeriale di Madrid nel 2015 (Forest Europe 2015). Questi indicatori rappresentano il consenso raggiunto dai Paesi della Comunità Europea sugli aspetti più importanti di GFS e producono la guida comune allo sviluppo delle politiche di settore.

Questo Rapporto è dedicato al Criterio 1 (**C1 - Mantenimento e Miglioramento delle Risorse Forestali e del loro Contributo al Ciclo Globale del Carbonio** - Forest Europe 2011). La capacità delle foreste di sequestrare carbonio dall'atmosfera e di accumularlo nel suolo e nel soprassuolo rappresenta l'elemento chiave del bilancio globale di questo elemento. Le stime attuali riportano infatti come il carbonio emesso in atmosfera per attività umana dall'inizio della rivoluzione industriale ammonti a 480 GtC. Il 35% (166 GtC) è stato assorbito dagli ecosistemi forestali, il 25% (124 GtC) dagli oceani, il restante 40% (190 GtC) è rimasto in atmosfera ed è causa del considerevole aumento di concentrazione di CO₂, principale gas serra e fattore del cambiamento climatico in atto (House et al. 2002). Numerosi studi attribuiscono alle foreste dell'emisfero boreale, la gran parte delle quali gestite, un ruolo fondamentale nel bilancio globale del carbonio degli ultimi 20-30 anni (Schimel et al. 2001).

Obiettivo primario della gestione forestale è oggi quello di trovare soluzioni capaci di mantenere e migliorare la capacità di sequestro e accumulo del carbonio, considerando contemporaneamente la loro diversità, vitalità e multifunzionalità (Becagli et al. 2016).

Si propongono nel Report, accanto agli **Indicatori consolidati**, **nuovi Indicatori** basati su variabili elementari o loro combinazioni calcolabili dalle grandezze normalmente monitorate. Gli Indicatori sono tutti riferiti alla **scala di popolamento**, che è la *scala operativa* della gestione forestale e di *applicazione reale* della selvicoltura. L'attributo di *nuovo Indicatore* è quindi riferibile sia alla *scala* che alla sua *formulazione*.

Le foreste di interesse sono qui i **boschi cedui**, forma di governo che comprende una quota rilevante della superficie forestale complessiva, all'attualità tuttavia spesso non specificatamente considerata nei documenti di sintesi ufficiali.

I boschi cedui rappresentano infatti una parte significativa (circa il 70%) delle foreste europee di latifoglie di origine semi-naturale (Forest Europe 2011), che caratterizzano il paesaggio forestale dei 5 Paesi Mediterranei dell'Unione europea con circa 8,5 milioni di ettari (Morandini 1994) e sono presenti con più di 3,6 milioni di ettari in Italia (Gasparini e Tabacchi 2011).

I cedui in Italia rappresentano il 19% di quelli dei Paesi EU28, che a loro volta sono l'83% dell'intero continente europeo ed il 52% a livello globale (UN/ECE-FAO 2000; Mairota et al. 2016).

La base di dati è rappresentata da 9 siti di monitoraggio di lungo periodo realizzati dalla fine degli anni '60 fino a metà degli anni '90 del secolo scorso e monitorati dalle età minime di 20 anni, fino ai 70 attuali. Le tre specie qui considerate Faggio, Leccio, Cerro - sono rappresentate oggi per il 98% (faggio), il 92% (leccio), e l'80% (cerro) nelle classi di età 21 - 40 e > 40 anni (INFC CFS-CREA 2005 in Fabbio e Cutini 2017).

2. Scopo del report

Scopo principale di questo Report è di presentare i risultati sullo stato e l'andamento degli Indicatori considerati nell'ambito del progetto Life FutureforCoppiceS per analizzare la sostenibilità della gestione corrente dei boschi cedui attraverso una serie di Indicatori di cui al Criterio 1. Le analisi sono state condotte con riferimento alle linee guida contenute nel Manuale preparato nell'ambito del progetto (Ferretti et al.

2016). I dati sono riferiti ai nove siti di monitoraggio del progetto. Sono riportati le *serie storiche* e lo *stato attuale* degli Indicatori (2016) disponibili per ciascun sito.

Nel Rapporto sono posti a confronto - alla scala comune del popolamento forestale - una serie di Indicatori consolidati e nuovi nella formulazione per verificare (i) capacità di ciascuno di descrivere e quantificare il contributo a ciascun Criterio di GFS in termini di funzione prevalente e funzioni accessorie svolte, (ii) loro eventuale sovrapposizione o complementarietà (iii) idoneità a interpretare le diverse opzioni gestionali praticabili nei boschi cedui e di origine cedua (iv) qualità dell'informazione prodotta.

3. Obiettivi

Gli indicatori utilizzati per il Criterio 1 sono di tipo quantitativo e fanno riferimento alla variabile *Massa legnosa*, alla sua struttura dimensionale (distribuzione per classi diametriche), al contenuto di *carbonio* della massa legnosa alla *scala* di *popolamento forestale (stand growth)* e al contenuto di Carbonio organico nel suolo.

L'utilizzo di *Indicatori consolidati* è motivato dalla necessità di (i) ottenere dati comparabili con le informazioni esistenti a *scala nazionale e sovranazionale*; (ii) dimostrare quanto Criteri e Indicatori di GFS correnti siano applicabili anche alla *scala locale*, trasferibili quindi al livello della gestione operativa e della pratica della selvicoltura, mentre la loro formulazione originale prevede l'utilizzo di statistiche a livello nazionale o superiore.

L'utilizzo di *Indicatori innovativi* è motivato dalla necessità di integrare informazioni di carattere generale (es. composizione specifica) con maggiore dettaglio (es. composizione delle specie erbacee, dei licheni, funghi, uccelli) al livello di sito. I nuovi indicatori intendono quindi consolidare il potenziale informativo complessivo per il Criterio 1 qui considerato.

La scala scelta (*popolamento*) consente il confronto diretto, in termini di indicatori, di soluzioni differenti ma complementari sullo stesso territorio e tipologie di soprassuolo comparabili per età e composizione specifica, ma variabili nella gamma naturale dei caratteri stazionali (giacitura, fertilità, accessibilità, etc.).

I nuovi Indicatori proposti sono stati selezionati secondo attributi precisi (Pettenella e Secco 1998) per rispondere alle seguenti esigenze:

1. produrre una informazione di sintesi e una misura nello spazio e nel tempo del sistema biologico e delle sue componenti, segnalando il livello di risposta ai cambiamenti, inclusa la gestione;
2. essere in stretta e diretta relazione con l'obiettivo della valutazione;
3. essere operativamente funzionali e in grado di utilizzare dati esistenti;
4. essere definiti con precisione e facili da determinare, registrare, interpretare;
5. prevedere procedure di raccolta e aggiornamento delle informazioni poco costose.

Gli Indicatori consolidati relativi al **Criterio 1** sono la *massa in piedi* e le *masse intercalari* (quando presenti), la *distribuzione per classi diametriche e fase di sviluppo* (da Forest Europe 2015, in precedenza *per classi di età*), il *contenuto di carbonio nella massa legnosa corrente, intercalare e nel suolo*.

I nuovi Indicatori selezionati sono la *biomassa arborea totale fuori terra* e *l'efficienza di accrescimento*, *rapporto tra l'incremento corrente della massa arborea e l'Indice di Area Fogliare o la massa fogliare*.

4. Dati disponibili

4.1. Siti di indagine

Gli Indicatori consolidati e innovativi sono stati calcolati su 9 siti complessivamente, di cui 3 nominati *plus* e 45 aree elementari. La localizzazione e le caratteristiche dendro-strutturali di ciascun sito sono riportate in Tabella 4.1.

Tab.4.1 – Tabella riassuntiva dei caratteri stazionali e strutturali di ciascun sito, descrizione del protocollo sperimentale e della storia colturale (coordinate geografiche in formato decimale WGS84).

ID_Distretto	ID_Sito	ID_Area	Latitudine	Longitudine	EFT	Trattamento	Età (anni)	Piante per ettaro	Area Basimetrica (m ² ha ⁻¹)	d_medio_cm	d_dom_cm	h_medio_m	h_dom_m	Vol_INFNC_m ² ha ⁻¹
Foresta di Settefratelli	Settefratelli	qiA1acq	39.275961	9.431475	Broadleaved evergreen forest (9.1)	Conversion	75	1188	51,73	23,55	38,78	16,12	18,09	447,68
	Settefratelli	qiA2acq	39.273881	9.429858	Broadleaved evergreen forest (9.1)	Conversion	75	1375	38,48	18,88	33,51	11,7	13,42	249,58
Alberese	Alberese	qiAalbLC	42.649457	11.102701	Broadleaved evergreen forest (9.1)	Conversion	85	525	27,15	25,66	42,97	16,07	17,96	236,71
	Alberese	qiT1albPL	42.641105	11.092765	Broadleaved evergreen forest (9.1)	Natural evolution	85	4125	38,69	10,93	24,87	9,25	12,95	213,28
	Alberese	qiT2albAB	42.648625	11.098003	Broadleaved evergreen forest (9.1)	Thinning	85	500	29,09	27,22	38,51	20,42	22,38	315,03
Alpe di Catenaia	Buca Zamponi	fsDIR3cate	43.649521	11.913421	Beech forest (7.3)	Conversion	71	525	35,11	29,18	36,13	23,9	25,18	420,49
	Buca Zamponi	fsDIR4cate	43.649547	11.912442	Beech forest (7.3)	Conversion	71	313	38,11	39,4	51	27,06	29,55	542,26
	Buca Zamponi	fsDIR5cate	43.650340	11.912020	Beech forest (7.3)	Conversion	71	413	34,69	32,72	40,47	25,68	27,43	451,99
	Buca Zamponi	fsDIRcate	43.650184	11.913350	Beech forest (7.3)	Conversion	71	338	26,7	31,74	38,81	23,86	25,72	321,89
	Buca Zamponi	fsTESTcate	43.649729	11.914445	Beech forest (7.3)	Natural evolution	71	1900	48,11	17,96	38,86	19,88	27,95	545
	Buca Zamponi 1	fsCEDcolt1	43.655689	11.922279	Beech forest (7.3)	Traditional coppice	75	1888	13,56	9,56	18,42	12,27	16,47	90,36
	Buca Zamponi 1	fsCEDcolt2	43.655020	11.921228	Beech forest (7.3)	Traditional coppice	75	2563	16,04	8,93	18,26	11,83	16,42	104,79
	Buca Zamponi 1	fsCEDgeom1	43.655280	11.922414	Beech forest (7.3)	Traditional coppice	75	1525	19,34	12,71	23,72	14,09	18,09	147,73
	Buca Zamponi 1	fsCEDgeom2	43.655540	11.921057	Beech forest (7.3)	Traditional coppice	75	1863	19,07	11,42	23,77	13,41	18,11	141,25
	Eremo della Casella	fsCONTRcate	43.661512	11.919557	Beech forest (7.3)	Conversion	74	413	36,64	33,63	48,09	22,99	24,76	427,61
Alto Tevere	Valsavignone	qcD1vals	43.740160	12.039320	Thermophilous deciduous forest (8.2)	Conversion	64	850	35,93	23,2	36,27	24,14	28,54	463,59
	Valsavignone	qcD4vals	43.734020	12.031855	Thermophilous deciduous forest (8.2)	Conversion	64	475	26,43	26,62	32,49	25,09	27,64	327,84
	Valsavignone	qcDvals	43.734273	12.031505	Thermophilous deciduous forest (8.2)	Conversion	64	450	20,99	24,37	29,52	22,83	24,6	236,2
	Valsavignone	qcTvals	43.739290	12.035161	Thermophilous deciduous forest (8.2)	Natural evolution	64	1125	33,68	19,52	35,1	20,12	25,71	360,17

ID_Distretto	ID_Sito	ID_Area	Latitudine	Longitudine	EFT	Trattamento	Età (anni)	Piante per ettaro	Area Basimetrica (m² ha⁻¹)	d_medio_cm	d_dom_cm	h_medio_m	h_dom_m	Vol_INF_m²ha⁻¹
Colline Metallifere	Poggio Pievano	qc112mass	43.146164	10.904461	Thermophilous deciduous forest (8.2)	Natural evolution	57	2388	33,17	13,3	24,15	14,05	19,25	251,56
	Poggio Pievano	qc1324mass	43.145122	10.904622	Thermophilous deciduous forest (8.2)	Traditional coppice	21	5575	22,26	7,13	18,96	9,16	12,88	108,68
	Poggio Pievano	qc2536mass	43.143726	10.903868	Thermophilous deciduous forest (8.2)	Conversion	57	775	30,22	22,28	30,24	19,21	21,87	295,12
	Poggio Pievano	qcCEDmass	43.145495	10.904407	Thermophilous deciduous forest (8.2)	Traditional coppice	21	4188	22,86	8,34	23,4	9,49	13,29	117,65
Foresta di Caselli	Caselli	qcD1case	43.209923	10.704118	Thermophilous deciduous forest (8.2)	Conversion	66	2647	37,79	13,96	34,74	15,64	25,63	399,43
	Caselli	qcD2case	43.209648	10.704244	Thermophilous deciduous forest (8.2)	Conversion	66	1956	39,79	16,09	34,85	17,2	25,67	440,02
	Caselli	qcD3case	43.207690	10.700723	Thermophilous deciduous forest (8.2)	Conversion	66	1867	38,55	16,21	32,31	17,3	24,87	419,57
	Caselli	qcD4case	43.207546	10.701163	Thermophilous deciduous forest (8.2)	Conversion	66	1534	37,3	17,59	32,28	18,17	24,86	417,66
	Caselli	qcD1Acase	43.209870	10.703849	Thermophilous deciduous forest (8.2)	Conversion	66	1045	34,13	20,39	36,83	21,57	26,78	410,65
	Caselli	qcD2Acase	43.209549	10.703633	Thermophilous deciduous forest (8.2)	Conversion	66	2922	32,31	11,86	40,65	16,8	27,65	402,84
	Caselli	qcD3Acase	43.207755	10.701028	Thermophilous deciduous forest (8.2)	Conversion	66	1723	34,15	15,88	35,44	19,37	26,44	405,05
	Caselli	qcD4Acase	43.207500	10.700857	Thermophilous deciduous forest (8.2)	Conversion	66	2900	32,64	11,97	31,9	16,88	25,51	363,89
	Caselli	qcT1case	43.209831	10.703552	Thermophilous deciduous forest (8.2)	Natural evolution	66	1845	41,57	16,93	40,51	17	28,57	493,67
	Caselli	qcT2case	43.209595	10.703948	Thermophilous deciduous forest (8.2)	Natural evolution	66	1445	43,33	19,53	41,35	18,89	28,85	540,95
	Caselli	qcT3case	43.207821	10.701316	Thermophilous deciduous forest (8.2)	Natural evolution	66	1789	32,55	15,22	35,68	15,58	26,89	373,28
	Caselli	qcT4case	43.207598	10.701423	Thermophilous deciduous forest (8.2)	Natural evolution	66	2311	38,84	14,62	34,62	15,5	26,49	436,91
Foresta di Is Cannoneris	Is Cannoneris	qiAisc	39.050745	8.840276	Broadleaved evergreen forest (9.1)	Conversion	67	963	24	17,82	26,59	12,77	14,68	167,75
	Is Cannoneris	qiA2isc	39.051185	8.841291	Broadleaved evergreen forest (9.1)	Conversion	67	475	22,45	24,53	30,77	14,29	15,37	170,39
	Is Cannoneris	qiA3isc	39.048987	8.838830	Broadleaved evergreen forest (9.1)	Conversion	67	850	26,01	19,74	29,35	13,26	15,15	187,25
	Is Cannoneris	qiBisc	39.050417	8.840411	Broadleaved evergreen forest (9.1)	Conversion	67	650	22,47	20,98	29,4	12,69	13,94	153,75
	Is Cannoneris	qiB2isc	39.050557	8.840914	Broadleaved evergreen forest (9.1)	Conversion	67	713	21,97	19,81	29,94	12,47	14,01	149,03
	Is Cannoneris	qiB3isc	39.049713	8.838623	Broadleaved evergreen forest (9.1)	Conversion	67	800	21,72	18,59	25,42	12,24	13,4	143,8
	Is Cannoneris	qiTisc	39.050613	8.839701	Broadleaved evergreen forest (9.1)	Natural evolution	67	4063	50,85	12,62	26,81	10,13	15,21	286,88
	Is Cannoneris	qiT2isc	39.050899	8.840752	Broadleaved evergreen forest (9.1)	Natural evolution	67	3513	55,07	14,13	29,16	10,89	15,78	346,35
	Is Cannoneris	qiT3isc	39.049476	8.838650	Broadleaved evergreen forest (9.1)	Natural evolution	67	3850	47,59	12,55	26,9	10,09	15,23	258,96

Specie: faggio

Buca Zamponi

Protocollo sperimentale installato nel 1972. Composizione: 5 aree (1 realizzata nel 1982). Superficie unitaria 5.000 m². Opzioni gestionali a confronto: a) conversione ad alto fusto (*conversion*) tramite interventi di diradamento di tipo basso e misto eseguiti secondo varianti di intensità e intervallo di ripetizione (4 aree); b) evoluzione naturale (*natural evolution*) del ceduo (1 area). Intervallo di monitoraggio 1972-2016 corrispondente alle età del popolamento da 27 a 71 anni.

Buca Zamponi 1

Protocollo sperimentale installato nel 2011. Composizione: 4 aree. Superficie unitaria 2.500 m². Opzione gestionale testata: ripristino del ceduo a sterzo (*traditional coppice*) di cedui invecchiati (oltre 60 anni) in fase di evoluzione naturale attraverso due varianti gestionali: 1) taglio geometrico (taglio della metà dei polloni presenti sulla ceppaia); 2) taglio colturale (eliminazione dei polloni più grossi e diradamento di quelli di medie e piccole dimensioni). Intervallo di monitoraggio: 2011-2016 corrispondente alle età del popolamento da 70 a 75 anni.

Eremo della Casella

Protocollo sperimentale installato nel 2001. Composizione: 2 aree. Superficie unitaria di a) 10.000 m² e b) 5.000 m². Opzioni gestionali a confronto: a) taglio di sementazione anticipato al 2002 e taglio di sgombero eseguito nel 2017 (*seed cutting*); b) Conversione all'alto fusto (*conversion*) del soprassuolo di origine tramite agamica taglio di avviamento e diradamenti dal basso. Intervallo di monitoraggio: 2002-2017 corrispondente alle età del popolamento da 60 a 77 anni.

Specie: cerro

Valsavignone

Protocollo sperimentale installato nel 1972. Composizione: 4 aree. Superficie unitaria 5.000 m². Opzioni gestionali a confronto: a) conversione ad alto fusto (*conversion*) tramite interventi di diradamento di tipo basso e misto eseguiti secondo varianti di intensità e intervallo di ripetizione (3 aree); b) evoluzione naturale (*natural evolution*) del ceduo (1 area). Intervallo di monitoraggio: 1972-2016, corrispondente alle età del popolamento da 20 a 64 anni.

Poggio Pievano

Protocollo sperimentale installato nel 1995. Composizione: 4 aree. Superficie unitaria 5.000 m². Opzioni gestionali a confronto: a) in 2 aree ceduzione (*traditional coppice*) con 2 diverse intensità di rilascio della matricinatura (50 e 180 soggetti per ettaro) b) in 1 area avviamento ad alto fusto (*conversion*); c) in 1 area evoluzione naturale del ceduo (*natural evolution*). Intervallo di monitoraggio: 1995-2016, corrispondente alle età del popolamento da 35 a 56 anni (nell' area avviata all'alto fusto ed in quella ad evoluzione naturale); da 1 a 21 anni (nelle aree soggette a ceduzione).

Caselli

Protocollo sperimentale installato nel 1969. Composizione: disegno a blocchi randomizzati (4). Superficie unitaria: 4 blocchi all'interno di ciascuno dei quali ci sono tre aree da 900 m² l'una. Opzioni gestionali a confronto all'interno di ciascuno dei 4 blocchi: a) conversione all'alto fusto (*conversion*) con diverse intensità di rilascio (1.100 – 1.500 soggetti ad ettaro nel piano principale; b) evoluzione naturale del soprassuolo (*natural evolution*). Intervallo di monitoraggio: 1969-2016, corrispondente alle età del popolamento da 20 a 67 anni.

Specie: leccio

Is Cannoneris

Protocollo sperimentale installato nel 1994. Composizione: disegno a blocchi randomizzati (3). Superficie unitaria: 3 blocchi all'interno di ciascuno dei quali ci sono tre aree da 1600 m² l'una. Opzioni gestionali a confronto in ciascuno dei 3 blocchi: a) conversione ad alto fusto (*conversion*) tramite diradamento di diversa intensità (da media a elevata); b) evoluzione naturale del soprassuolo (*natural evolution*). Intervallo di monitoraggio: 1995-2016, corrispondente alle età del popolamento da 45 a 66 anni.

Alberese

Protocollo sperimentale installato nel 1991 in aree di macchia mediterranea a prevalenza di leccio. Composizione: 3 aree (Poggio Lecci, Albatraia e Leccetella). Superficie unitaria: Albatraia e Leccetella = 2.500 m²; Poggio Lecci = 800 m². Opzioni gestionali a confronto: a) evoluzione naturale del ceduo (*natural evolution*) nell'area di Poggio Lecci; b) ceduo in evoluzione naturale sottoposto a diradamento tardivo (*thinning*) eseguito dopo il 2012 nell'area di Albatraia; c) conversione all'alto fusto (*conversion*) nell'area di Leccetella tramite taglio di avviamento eseguito nel 2006. Intervallo di monitoraggio: 1991-2016, corrispondete alle età dei popolamenti da 56 a 85 anni.

Settefratelli

Protocollo sperimentale installato nel 1994. Composizione: 2 aree. Superficie unitaria 2.500 m². Opzione gestionale testata: conversione all'alto fusto (*conversion*) all'età di 45 anni (1985) in due aree differenziate per classe di fertilità. Intervallo di monitoraggio: 1995-2016, corrispondente alle età del popolamento da 55 a 76 anni.

4.2. Descrizione sintetica dei trattamenti e dei trattamenti semplificati

Le opzioni gestionali comprendono l'**evoluzione naturale** del ceduo e il suo **avviamento all'alto fusto** secondo (i) diverse densità di rilascio iniziale, (ii) diversa periodicità ed intensità dei successivi diradamenti sulle 3 specie arboree, **cerro, faggio e leccio**, il mantenimento della **ceduazione con intensità diversa di matricinatura (cerro)**, il **taglio a sterzo** nel ceduo molto invecchiato e il **taglio di sementazione (faggio)**.

I disegni sperimentali adottati nei 9 siti analizzati prevedono da 2 a più *varianti* dello stesso trattamento *replicate* da 3 a 4 volte o *non replicate*. Le *varianti* dello **stesso trattamento** - es. avviamento ad alto fusto (*conversion*); intensità di matricinatura per il governo a ceduo (*traditional coppice*); modalità del taglio a sterzo per il governo a ceduo (*traditional coppice*); intensità del taglio di sementazione (fine del ciclo di conversione da ceduo ad alto fusto; *seed cutting*) - costituiscono di fatto ciascuna una *unica tesi* e quindi sono accorpate nell'analisi e nella discussione come **trattamento semplificato**.

4.3. Dati pregressi

Disponibili alla data della *deliverable* (dicembre 2017)

L'analisi è stata svolta sulle serie di dati (da 1 a 5) prodotte dai periodici inventari sulle superfici originali delle aree sperimentali. Queste sono variabili dai 5.000 m² nei primi protocolli, che privilegiavano numerosità iniziali della popolazione arborea sufficientemente elevate per monitoraggi di lungo periodo, ai 1.600-900 m² di quelli più recenti, disegnati con replicazioni.

I dati delle serie storiche sono la base per il calcolo e andamento relativo degli Indicatori nel periodo monitorato.

4.4. Dati rilevati nell'ambito del progetto

Disponibili alla data della *deliverable* (dicembre 2017)

Ai dati pregressi (*serie storiche*), che descrivono la variazione temporale degli Indicatori conseguente alla dinamica di accrescimento dei soprassuoli, si aggiunge il dato corrente (2016) (**stato attuale**) realizzato sulla superficie di riferimento comune o *macroplot*. Questa superficie (800 m²), designata per i rilievi all'attualità di tipo inventariale o di campionamento secondo le grandezze da rilevare, è stata collocata in posizione *casuale* all'interno delle aree originali più grandi (5.000 m²) o è circa coincidente con quelle di dimensione minore (900 m²) (Ferretti et al. 2016).

I valori delle grandezze dendrometriche rilevati nel *macroplot* sono quindi il riferimento alle altre variabili misurate all'attualità sulla stessa superficie. La posizione *random* del *macroplot* è quindi espressione della variabilità interna di questi soprassuoli di origine naturale. Per questa ragione, i valori del *macroplot* riportati ad ettaro possono non essere confrontabili con i precedenti della serie storica per la superficie anche molto diversa (in alcuni casi fino a +6 volte maggiore) delle aree originali.

Per il calcolo del volume e delle biomasse legnose sono state utilizzate relazioni allometriche specie e sito specifiche costruite *ad hoc* nel corso della sperimentazione. I valori sul *macroplot* utilizzano invece le equazioni del recente INFC, sia per il campo dimensionale (diametro-altezza) più ampio, che per la diffusione e la loro immediata reperibilità in rete, ma anche per le statistiche INFC alle scale regionali e nazionale, costruite su questi modelli.

I dati raccolti sulla superficie di riferimento comune o *macroplot* sono la base di calcolo dello **stato attuale**.

Tutti i dati, sia i dati delle serie storiche che i dati rilevati in occasione del progetto, sono stati inseriti nel *database* MySQL sottoforma di dati grezzi. Attraverso specifiche *query*, sono stati calcolati gli Indicatori derivati.

I dati relativi agli *Indicatori tradizionali* riguardano 9 siti e 45 aree, quelli degli *Indicatori innovativi* i 3 siti denominati *plus* per 18 aree in totale.

Gli Indicatori tradizionali (Tab. 4.2) sono i seguenti:

- **Massa in piedi**
- **Contenuto di C nella massa legnosa**
- **Contenuto di C nel suolo**
- **Distribuzione in classi di diametro**

Gli Indicatori innovativi (Tab. 4.2) sono i seguenti:

- **Biomassa arborea totale fuori terra (epigea)**
- **Efficienza di accrescimento**

Tab. 4.2 - Descrizione degli indicatori, delle variabili di calcolo, delle unità di misura e dei metodi applicati/strumenti utilizzati.

Indicatore	Variabile	Unità di misura	Metodo/strumento
massa in piedi e masse intercalari	massa arborea viva in piedi (massa corrente) espressa in volume, peso secco (i) alle età del turno designato per la raccolta finale nel ceduo; (ii) all'età corrente per i cedui in invecchiamento; (iii) all'età corrente + sommatoria masse intercalari nell' avviamento ad alto fusto	m ³ ha ⁻¹ Mg ha ⁻¹	volume: via relazioni allometriche peso secco: da volume del fusto tramite coefficienti di espansione/conversione e/o tramite relazioni allometriche dirette
distribuzione per frequenze diametriche e fase di sviluppo (Forest Europe 2015) (boschi coetanei)	frequenza diametrica	n° di alberi per classe (cm)	determinazione attraverso i censimenti successivi della variabile diametro individuale
stock di carbonio nella massa legnosa	contenuto medio di carbonio nella massa arborea viva in piedi (massa corrente) espressa peso secco (i) alle età del turno designato per la raccolta finale nel ceduo; (ii) all'età corrente per i cedui in invecchiamento; (iii) all'età corrente + contenuto di carbonio della sommatoria delle masse intercalari nell' avviamento ad alto fusto	Mg C ha ⁻¹	via coefficiente di conversione da biomassa (peso secco) a contenuto medio di carbonio
stock di carbonio nel suolo	contenuto di carbonio organico nel suolo	g Kg ⁻¹	<i>vedi Report Criterio 2, Indicatore 2.2 Soil condition</i>

biomassa arborea epigea totale	massa arborea viva in piedi espressa in peso secco (i) alle età del turno designato per la raccolta finale nel ceduo; (ii) all'età corrente per i cedui in invecchiamento; (iii) all'età corrente + sommatoria masse intercalari nell' avviamento ad alto fusto	Mg ha ⁻¹	da volume del fusto tramite coefficienti di espansione/conversione e/o tramite relazioni allometriche dirette
efficienza di accrescimento	rapporto tra (o) incremento corrente annuo di biomassa legnosa e: (a) massa fogliare anidra prodotta annualmente su 1 ettaro; (b) Indice di Area Fogliare (LAI) o area fogliare per unità di superficie (m ² /m ²)	(o) Mg ha ⁻¹ anno ⁻¹ (a) Mg ha ⁻¹ anno ⁻¹ (b) m ² /m ²	(o) differenza tra inventari successivi; (a) raccolta in trappole con campionamento sistematico ed essiccazione fino a peso costante; (b) vedi Chianucci e Cutini 2013/ strumento LAI 2000/ schema di rilievo sistematico

Le grandezze (volume, peso fresco, peso secco, area fogliare) sono state calcolate tramite relazioni allometriche, coefficienti di conversione specie-specifici (Federici et al. 2008), e metodi strumentali.

5. Elaborazione dei dati

La elaborazione dei dati è stata condotta a livello di sito, aggregando eventualmente l'informazione disponibile a livello inferiore.

- (i) Statistiche descrittive: sono state calcolate le statistiche di sintesi: media, mediana, intervallo interquartile, minimo e massimo, sia a livello di *dataset* completo, che di sito.
- (ii) I confronti tra trattamenti sono stati eseguiti sempre per via grafica. Se il numero di campioni era sufficiente, mediante *boxplot*, altrimenti riportando i singoli campioni (*dotplot*).
- (iii) Il confronto tra indicatori tradizionali ed innovativi è stato eseguito sia calcolando le matrici di correlazione in modo classico, riportando i coefficienti di correlazione e i *p-value*, sia in modo grafico. Nei grafici, il colore riportato nelle varie caselle è blu se la correlazione è diretta e rosso se è inversa. La dimensione e l'intensità del colore sono proporzionali alla misura della correlazione. Inoltre, nel grafico sono riportati i riquadri che mostrano i *cluster* di variabili maggiormente correlate tra loro.

6. Risultati

6.1 Indicatori tradizionali

In questa sezione sono riportati i risultati relativi agli Indicatori consolidati nell'uso (o tradizionali). Sono prima riportate le *statistiche descrittive* e poi *serie storiche* e *stato attuale* dei diversi indicatori per sito.

Growing stock

L'Indicatore è il descrittore quantitativo immediato della *massa legnosa* corrente presente *sull'unità di superficie e disponibile al prelievo o prelevata*. Il collegamento è diretto con il Criterio 1 *Contributo al ciclo globale del carbonio* sia in termini di *produzione* di legno che immagazzina carbonio (*stock di C*) che di *capacità di sostituzione* dei combustibili fossili con energia rinnovabile (*legna*). Ciascuna delle *opzioni di gestione* a confronto realizza *soluzioni diverse e complementari*.

1. Il governo a ceduo prevede la *raccolta periodica quasi totale* (a meno del rilascio della matricinatura) della *massa legnosa*.
2. L'avviamento propone *raccolte periodiche parziali* e il *mantenimento di masse correnti crescenti con l'età* fino all'utilizzazione finale del soprassuolo che chiude il ciclo di conversione.
3. L'*evoluzione naturale* del ceduo privilegia lo *stock* sulla funzione di sostituzione e trasforma durante il ciclo una parte della *biomassa legnosa* in *necromassa* per mortalità naturale. Questa *necromassa* viene progressivamente incorporata nel suolo, e rimane quindi nel sistema in forma di C organico.

Carbon stock

L'Indicatore, che quantifica direttamente la grandezza di interesse di cui al Criterio 1, viene distinto in (a) **contenuto di C nella massa legnosa in piedi** (*Carbon stock woody biomass standing*) prima (*massa corrente*) e subito dopo i diradamenti (*massa principale*) e (b) in **contenuto di C nella massa legnosa corrente** (*Carbon stock woody biomass*) a ciascun inventario, che incorpora anche la massa intercalare nel caso di diradamento, senza evidenziarne però l'asportazione dal sistema. In funzione della distanza dall'ultimo taglio intercalare, e quindi del tempo di recupero della massa in piedi, il valore successivo può essere inferiore quando l'intervento è vicino nel tempo. Qui, la grandezza contabilizza anche la massa che non risiede più sulla superficie, ma diventa carbonio sostitutivo di combustibili fossili (legna da ardere).

Soil Carbon content

L'Indicatore descrive il contenuto di Carbonio organico (*stato attuale*) per opzione colturale e per strato (0-10 cm, 10-20 cm, 20-40 cm). Non sono quindi disponibili valori precedenti che consentano il confronto degli andamenti pregressi (**vedi Report B2**).

Diameter distribution / age class

L'Indicatore descrive le frequenze di alberi per classe dimensionale (diametri) e quindi sia il *range* diametrico che la forma distributiva, associabile alla fase di sviluppo (giovanile, intermedia, adulta, matura) del soprassuolo nei casi di bosco coetaneo, quali quelli qui analizzati.

6.1.1. Alberese

Serie storiche degli indicatori

Growing stock

I valori in Tabella 6.1 registrano le differenze tra le due opzioni di gestione: trattamento e non-trattamento.

L'opzione *conversion* non è riportata perché presente con un unico valore.

Tab. 6.1 - Statistiche descrittive dell'indicatore *growing stock*.

Indicatori	Statistiche	conversion	natural evolution	thinning
Growing_Stock_Standing_Volume	Min		145,74	319,37
	Quantiles25		145,74	319,37
	Median		168,94	325,12
	Mean		168,94	325,12
	Std Dev		32,80	8,13
	Std Err		23,2	5,75
	CV		19,42	2,50
	Quantiles75		192,14	330,87
	Max		192,14	330,87
Standing_Biomass_Dry_Matter	Min		123,69	271,05
	Quantiles25		123,69	271,05
	Median		143,38	275,93
	Mean		143,38	275,93
	Std Dev		27,85	6,90
	Std Err		19,69	4,88
	CV		19,42	2,50
	Quantiles75		163,07	280,81
	Max		163,07	280,81

L'Indicatore *Growing stock* (Fig. 6.1) è qui espresso sia come volume in piedi (sx) che come biomassa (dx). La seconda grandezza, derivata direttamente dalla prima, ha lo stesso andamento.

I valori dell'Indicatore sono superiori nella tesi diradata (*thinning*) sia all'inventario 1991 (319,37 m³ha⁻¹; 271,05 Mgha⁻¹) che all'inventario 2006 (330,87 m³ha⁻¹; 280,81 Mgha⁻¹) per la struttura e la fertilità diverse in origine dei due soprassuoli; gli andamenti di tesi diradata e tesi in evoluzione naturale (*natural evolution*) hanno comunque pendenze diverse. Il dato della tesi avviata (*conversion*) risulta il più basso con valori di 165,93 m³ha⁻¹ e 140,82 Mgha⁻¹ rispettivamente.

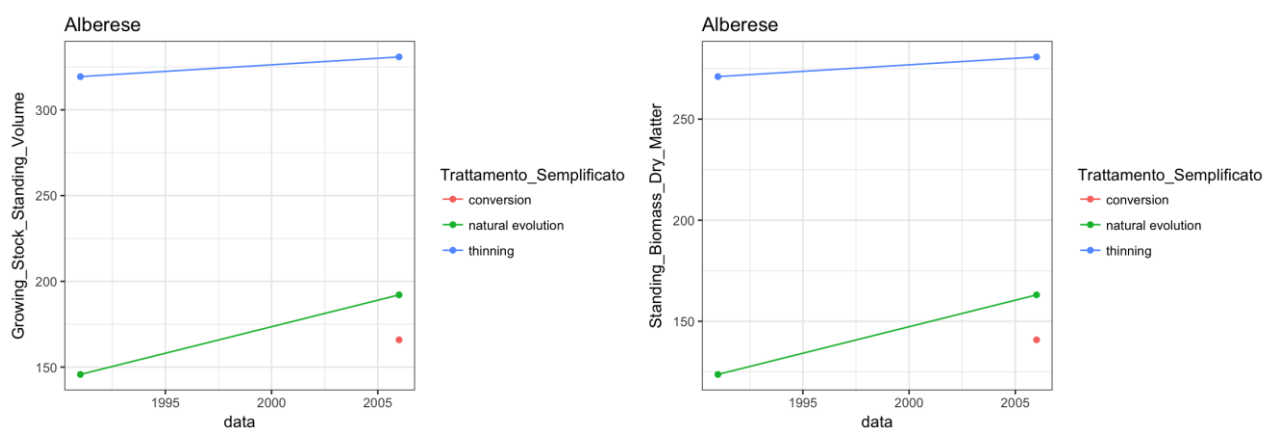


Fig.6.1 - Andamento dell'Indicatore *Growing stock*.

Diameter distribution

In Figura 6.2 sono rappresentati stadi di sviluppo diversi di soprassuoli coetanei e della stessa età. L'Indicatore (struttura diametrica) è modificato in modo sensibile dal diradamento (opzione *conversion* e opzione *thinning*). Sono infatti azzerate le classi da piccole a intermedie, che invece rimangono presenti, a meno della mortalità naturale, nella opzione *natural evolution*.

Queste forme distributive sono tipiche di popolamenti nella *fase di sviluppo intermedia*.

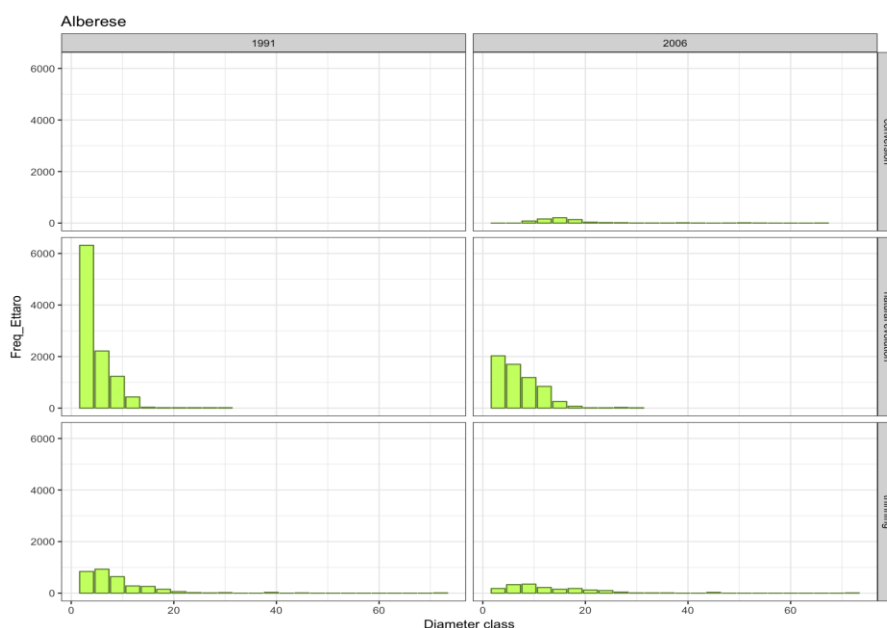


Fig. 6.2 - Andamento dell'Indicatore Diameter distribution.

Carbon stock

I valori in Tabella 6.2 registrano le differenze tra le due opzioni di gestione: trattamento e non-trattamento. L'opzione *conversion* non è riportata perché presente con un unico valore.

Tab. 6.2 - Statistiche descrittive dell'indicatore carbon stock woody biomass.

Indicatori	Statistiche			
		conversion	natural evolution	thinning
Carbon_Stock_Woody_Biomass	Min		61,84	135,52
	Quantiles25		61,84	135,52
	Median		71,69	137,96
	Mean		71,69	137,96
	Std Dev		13,92	3,45
	Std Err		9,85	2,44
	CV		19,42	2,50
	Quantiles75		81,53	140,40
	Max		81,53	140,40

L'Indicatore *carbon stock* (Fig. 6.3) viene distinto in contenuto di C nella massa legnosa in piedi (sx) e in quella totale (dx) che differisce in positivo della quantità asportata con i diradamenti, quando questi sono presenti. I valori dell'indicatore sono superiori nella tesi diradata (*thinning*) sia all'inventario 1991 (135,52 Mgha⁻¹) che all'inventario 2006 (140,40 Mgha⁻¹) per la struttura e la fertilità diverse in origine dei due soprassuoli; gli andamenti di tesi diradata e tesi in evoluzione naturale (*natural evolution*) hanno comunque pendenze diverse. Il dato della tesi avviata (*conversion*) risulta il più basso con un valore di 70,41 Mgha⁻¹.

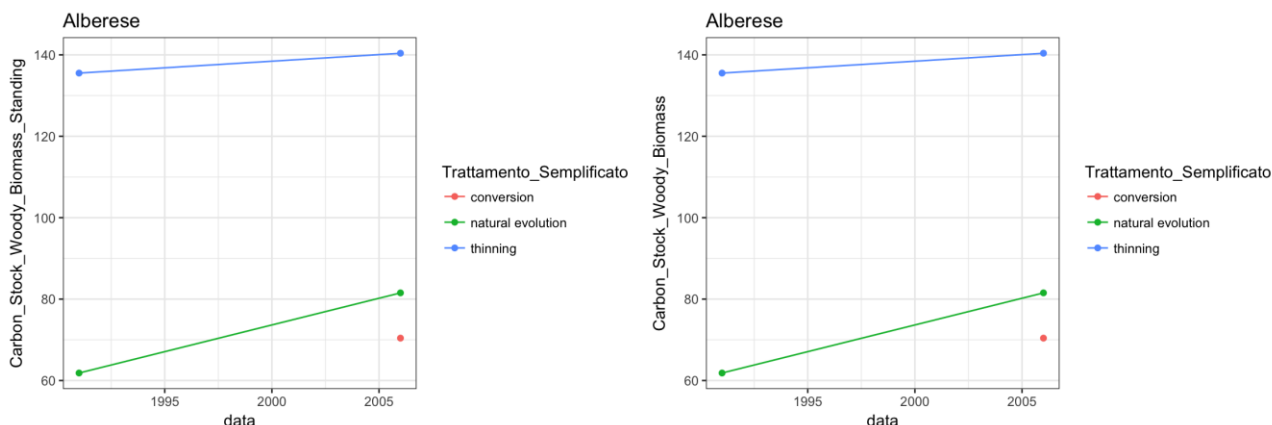


Fig. 6.3 – Andamento dell'Indicatore Carbon stock.

Stato degli indicatori

I valori qui rappresentati, a scala di popolamento, derivano dal rilievo all'attualità sulla superficie del *macroplot*.

L'Indicatore Growing stock espresso sia in volume che in peso secco (Fig. 6.4 a,b),, varia secondo le opzioni colturali da un valore minimo di 181,01 Mgha⁻¹ (*natural evolution*) a un massimo di 267,37 Mgha⁻¹ (*thinning*) espressi in peso secco.

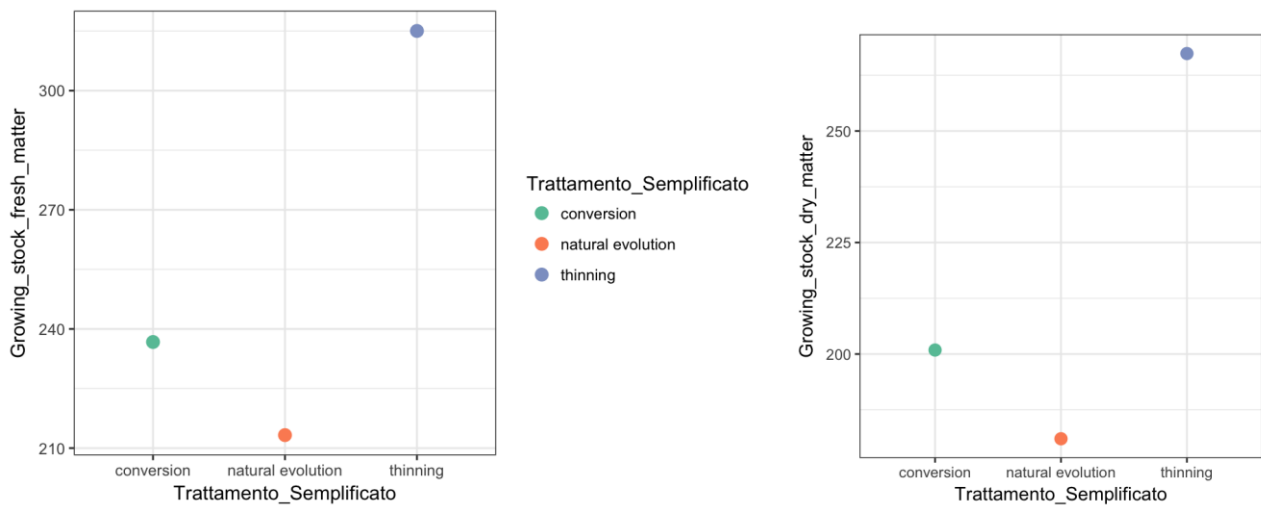


Fig. 6.4 – Stato dell' Indicatore Growing stock espresso in volume (sx) e in peso secco (dx).

L'indicatore *Carbon stock of woody biomass* deriva direttamente dalla grandezza precedente e assume quindi le stesse posizioni relative (Fig. 6.5).

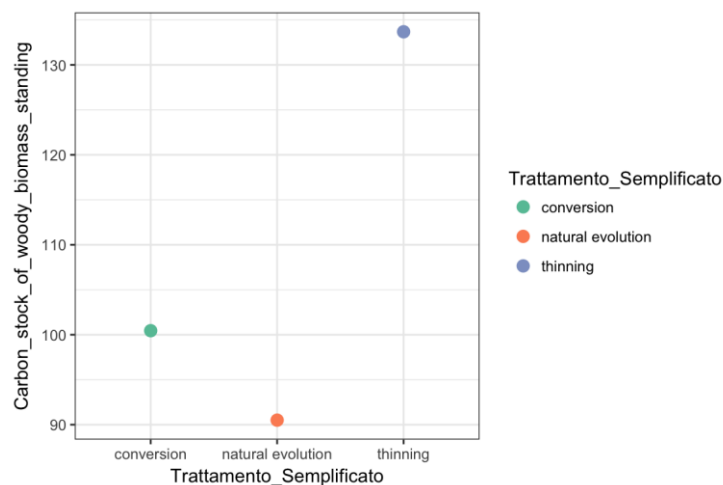


Fig. 6.5 – Stato dell'Indicatore Carbon stock of woody biomass.

L'indicatore Diameter distribution (Fig. 6.6) rappresenta strutture coetanee in una *fase di sviluppo intermedia*. Le differenze relative nella struttura diametrica sono dovute al trattamento pregresso (conversion + thinning) che riduce fortemente le frequenze nelle classi diametriche minori. L'autoecologia delle specie componenti (tolleranza dell'ombra) favorisce nel caso la permanenza di soggetti piccoli e dominati fino alle età attuali.

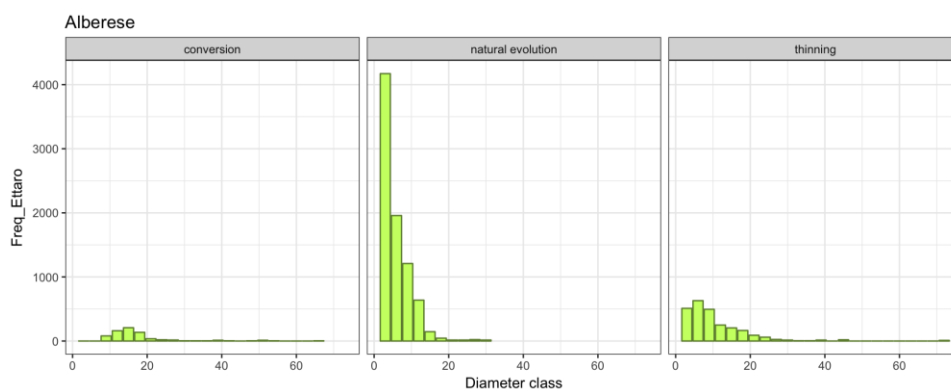


Fig. 6.6 – Stato dell'Indicatore Diameter distribution.

Stato dell'Indicatore Soil carbon content (vedi Report Status and Trend Azione B2)

L'Indicatore riportato nella forma di *C organic content* (stato attuale) distingue valori differenti tra le tesi, ma i dati disponibili non consentono la valutazione delle eventuali differenze iniziali (n anni precedenti) il senso delle stesse, in funzione delle opzioni applicate. Il valore dell'indicatore varia:

- da 45 (*natural evolution*) a 70 (*conversion*) gkg^{-1} nel *layer* 0-10;
- da 12,75 (*conversion*) a 15,25 (*natural evolution*) gkg^{-1} nel *layer* 10-20;
- da 7,5 (*thinning*) a 25 (*natural evolution*) gkg^{-1} nel *layer* 20-40.

La variabilità dei valori, esplorata nel tempo, potrà esprimere se la grandezza sia capace di registrare le mutate condizioni ecologiche rappresentate da ciascuna opzione colturale, quindi determinare o meno il suo valore come indicatore.

6.1.2. Buca Zamponi

Serie storiche degli indicatori

Growing stock

I valori in Tab. 6.3 registrano le differenze tra le due opzioni di gestione applicate: *trattamento* e *non-trattamento*. Il valore Min - tesi *conversion* è riferito alla massa in piedi subito dopo il primo diradamento e non alla massa totale alla stessa età. Le masse totali convergono su valori molto simili ed esprimono quindi un comune livello di fertilità.

Tab.6.3 – Statistiche descrittive dell'indicatore *growing stock*.

Indicatore	Statistiche	Buca Zamponi	
		conversion	natural evolution
Growing_Stock_Standing_Volume	Min	93,7	164,26
	Quantiles25	159,2	204,78
	Median	257,3	333
	Mean	261,41	337,696
	Std Dev	105,39	139,02
	Std Err	20,28	62,17
	CV	40,31	41,16
	Quantiles75	349,81	472,96
	Max	495,30	505,22
Standing_Biomass_Dry_Matter	Min	77,73	136,27
	Quantiles25	132,07	169,89
	Median	213,46	276,26
	Mean	216,87	280,15
	Std Dev	87,44	115,34
	Std Err	16,83	51,58
	CV	40,32	41,17
	Quantiles75	290,21	392,37
	Max	410,90	419,13

L'Indicatore *Growing stock* (Fig. 6.7) è qui espresso sia come volume in piedi (sx) che come biomassa (dx). La seconda grandezza, derivata direttamente dalla prima, ha lo stesso andamento.

I valori dell'Indicatore sono superiori nella tesi *natural evolution* a tutti i 5 inventari. L'andamento autonomo naturale della massa principale naturale (*sensu* Hellrigl 1988), seguente la fase di abbandono colturale del ceduo, esprime quindi uno sviluppo maggiore di complesso in termini di volume epigeo e biomassa arborea.

I valori relativi alle tesi *conversion* seguono la dinamica pre e post-diradamento (massa principale - corrente). Gli andamenti delle diverse varianti di *conversion* seguono comunque tutti lo stesso *trend* che nella tesi *natural evolution*. L'Indicatore esprime in modo aderente lo sviluppo del soprassuolo per ciascuna opzione colturale.

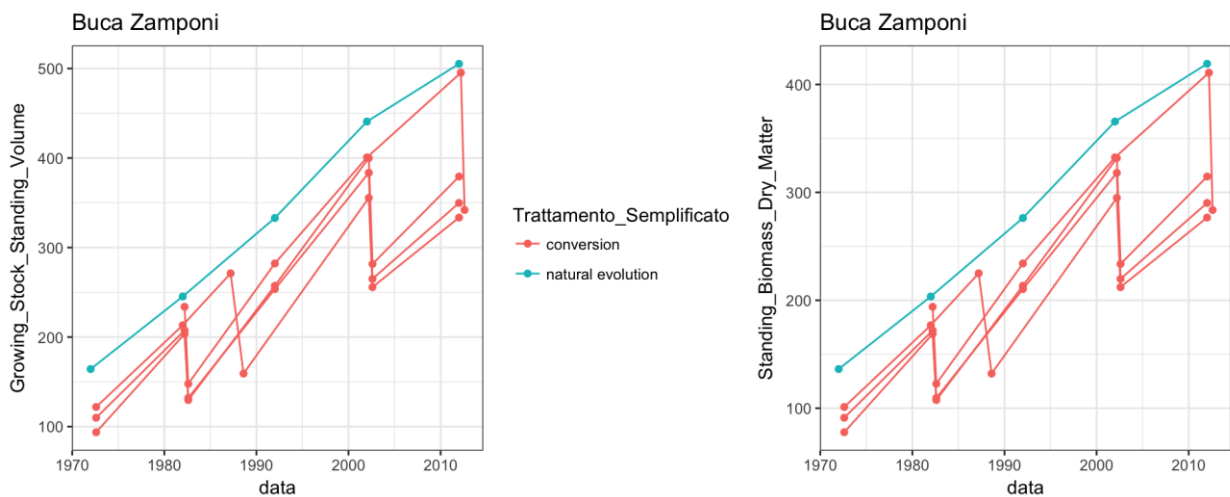


Fig. 6.7 – Andamento dell'Indicatore Growing stock.

Diameter distribution

In Fig. 6.8 sono rappresentati stadi di sviluppo diversi di soprassuoli coetanei e della stessa età. La struttura diametrica descritta dall'indicatore è modificata in modo sensibile dal diradamento (opzione *conversion*). Sono infatti azzerate le classi diametriche da piccole a intermedie, che invece rimangono presenti, a meno della mortalità naturale, nella opzione *natural evolution*. Il tempo di permanenza naturale delle classi minori è collegato alla autoecologia della specie, che, nel caso del faggio, è conservativa (specie tollerante dell'ombra).

Queste forme distributive sono tipiche di popolamenti nella *fase di sviluppo intermedia*.

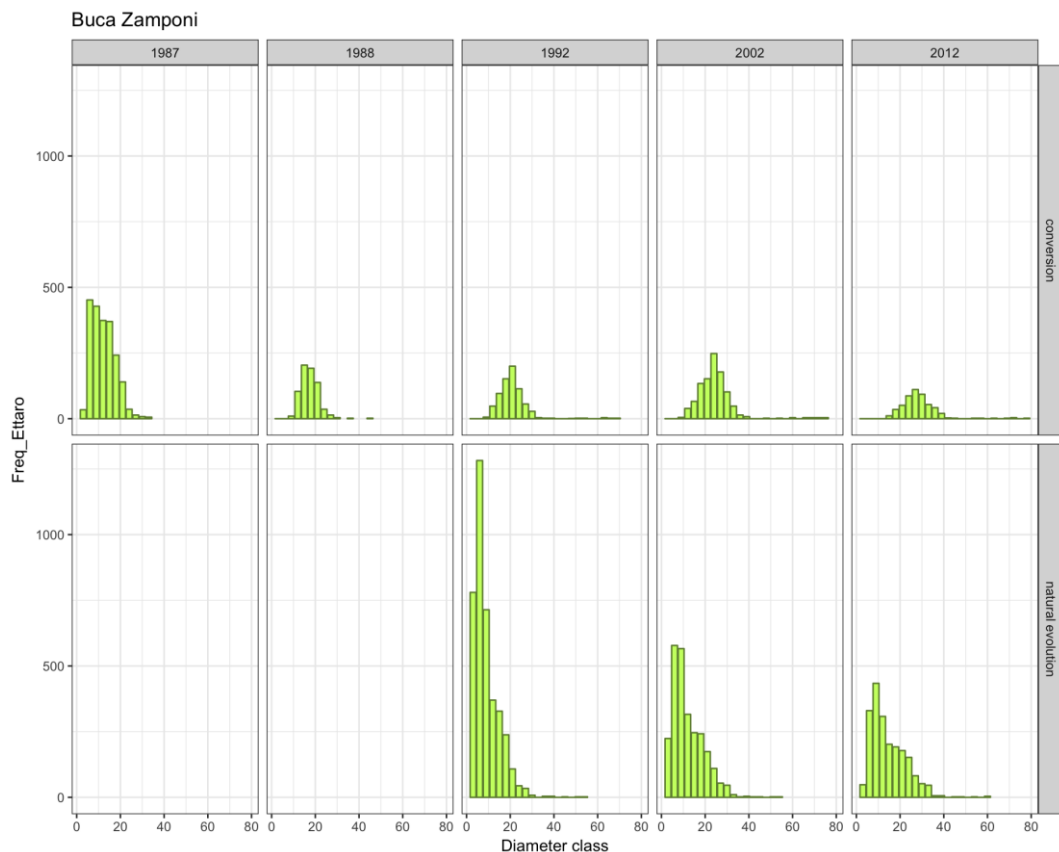


Fig. 6.8 – Andamento dell'Indicatore Diameter distribution.

Carbon stock

I valori in Tab. 6.4 registrano le differenze tra le due opzioni di gestione: trattamento e non-trattamento.

Tab. 6.4 – Statistiche descrittive dell'Indicatore Carbon stock.

Indicatore	Statistiche	Buca Zamponi	
		conversion	natural evolution
Carbon_Stock_Woody_Biomass	Min	68,61	68,14
	Quantiles25	86,03	84,95
	Median	112,5	138,13
	Mean	124,66	140,08
	Std Dev	39,56	57,67
	Std Err	7,61	25,79
	CV	31,75	41,17
	Quantiles75	159,05	196,19
	Max	205,45	209,57

L'Indicatore *carbon stock* (Fig. 6.9) viene distinto in contenuto di C nella massa legnosa in piedi (sx) prima e dopo i diradamenti e in quella (dx) presente al momento del rilievo, che è funzione della distanza dall'ultimo diradamento, e quindi del tempo di recupero della massa in piedi. Il valore dopo un diradamento può essere quindi inferiore al precedente, quando l'intervento è vicino nel tempo. Qui, la grandezza contabilizza anche la massa intercalare che non risiede più sulla superficie, ma diventa carbonio sostitutivo di combustibili fossili (legna da ardere).

I valori dell'Indicatore sono superiori nella *natural evolution* a tutti i 5 inventari rispetto alla tesi *conversion*.

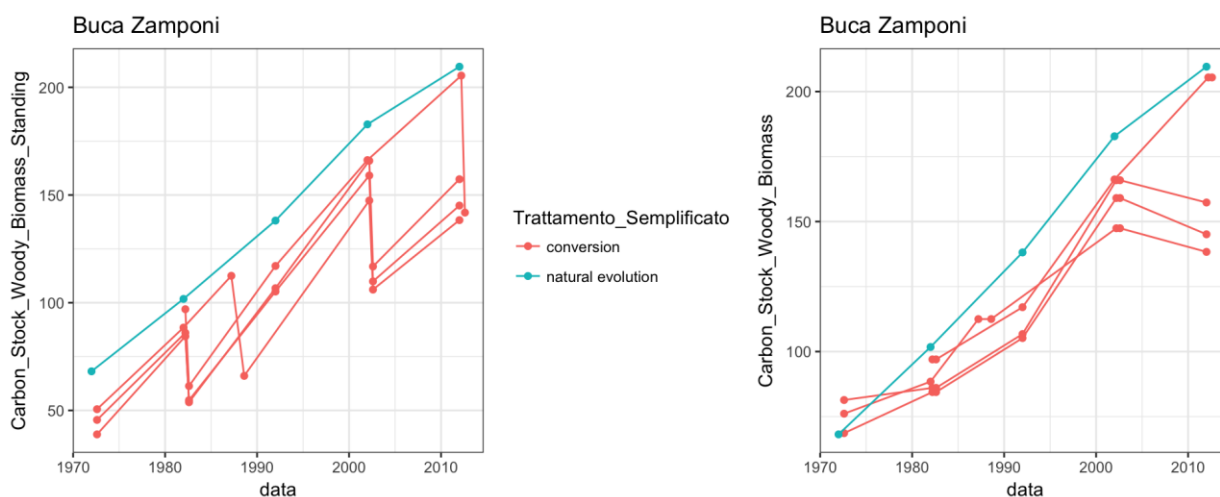


Fig. 6.9 – Andamento dell'Indicatore Carbon stock.

Stato degli indicatori

I valori qui rappresentati, a scala di popolamento, derivano dal rilievo all'attualità sulla superficie del *macroplot*. L'Indicatore *Growing stock* (Fig.6.10), espresso sia in volume (sx) che in peso secco (dx), varia secondo le opzioni colturali da un valore minimo di 267,04 Mgha⁻¹ (*conversion*) a un massimo di 452,13 Mgha⁻¹ (*natural evolution*) espressi in peso secco.

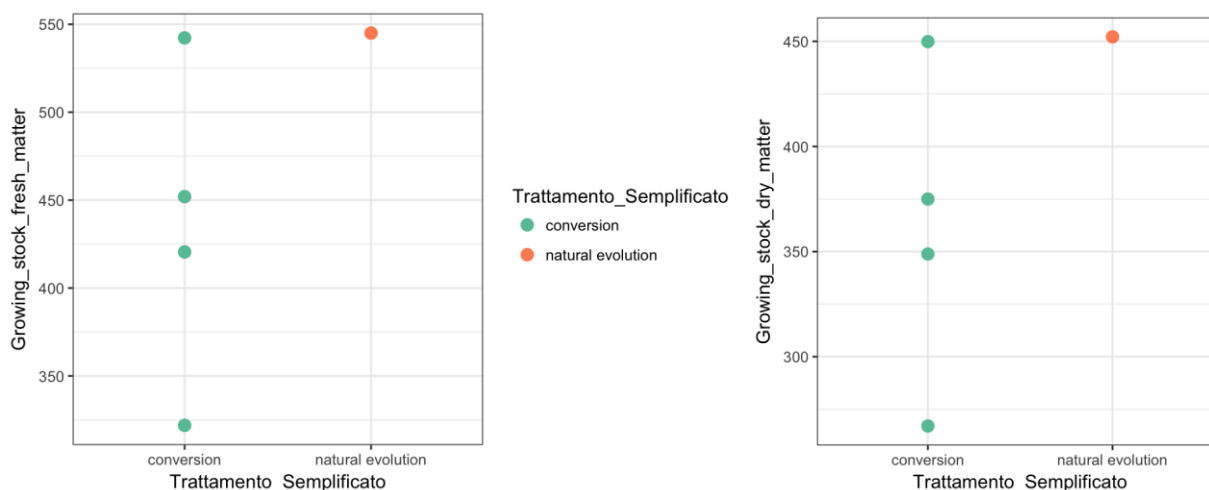


Fig. 6.10 – Stato dell'Indicatore *Growing stock*, espresso in volume (sx) e in peso secco (dx).

L'Indicatore *Carbon stock of woody biomass* deriva direttamente dalla grandezza precedente e assume quindi le stesse posizioni relative (Fig. 6.11).

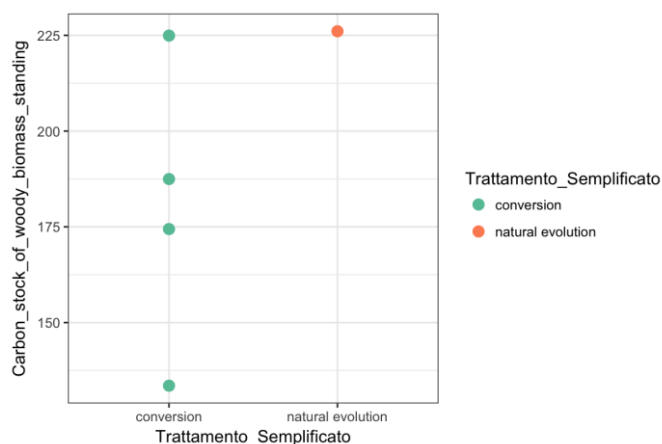


Fig. 6.11 – Stato dell'Indicatore *Carbon stock of woody biomass*

L'Indicatore *Diameter distribution* rappresenta strutture coetanee in una *fase di sviluppo intermedia*. Le differenze relative nella struttura diametrica sono dovute al trattamento (*conversion*) che riduce fortemente le frequenze nelle classi diametriche medie e inferiori perché su queste si concentra la parte numericamente prevalente del prelievo.

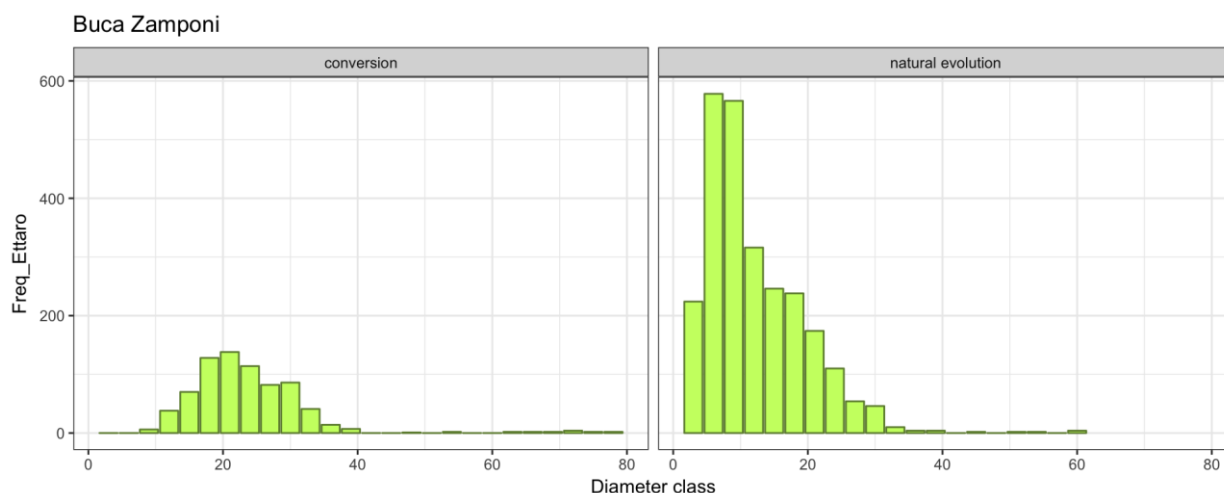


Fig. 6.12 – Stato dell'Indicatore Diameter distribution.

Stato dell'Indicatore Soil carbon content (vedi Report Status and Trend Azione B2)

L'Indicatore riportato nella forma di *C organic content* (stato attuale) distingue valori differenti tra le tesi, ma i dati disponibili non consentono la valutazione delle eventuali differenze iniziali (n anni precedenti) il senso delle stesse, in funzione delle opzioni applicate. Il valore dell'indicatore varia:

- da 39-58 (*conversion*) a 43 (*natural evolution*) gkg⁻¹ nel layer 0-10;
- da 10-42 (*conversion*) a 28 (*natural evolution*) gkg⁻¹ nel layer 10-20;
- da 12-27 (*conversion*) a 14 (*natural evolution*) gkg⁻¹ nel layer 20-40.

6.1.3 Buca Zamponi 1

Serie storiche degli indicatori

Growing stock

I valori in Tab. 6.5 registrano l'opzione di gestione applicata: *traditional coppice* nella variante a sterzo.

Tab. 6.5 – Statistiche descrittive dell'Indicatore Growing stock.

Indicatore	Statistiche	
	traditional coppice	
Growing_Stock_Standing_Volume	Min	64,12
	Quantiles25	78,50
	Median	120,62
	Mean	149,51
	Std Dev	82,04
	Std Err	23,68
	CV	54,87
	Quantiles75	245,95
	Max	278,85

Standing_Biomass_Dry_Matter	Min	53,19
	Quantiles25	65,13
	Median	100,07
	Mean	124,04
	Std Dev	68,06
	Std Err	19,65
	CV	54,87
	Quantiles75	204,04
	Max	231,33

L'Indicatore *Growing stock* (Fig. 6.13), espresso sia come volume in piedi (sx) che come biomassa (dx), ha lo stesso andamento essendo le grandezze derivate.

I valori dell'indicatore seguono la dinamica pre/post-diradamento (massa principale-corrente). Gli andamenti delle diverse varianti di ceduzione sono simili, pure se differenziati quantitativamente.

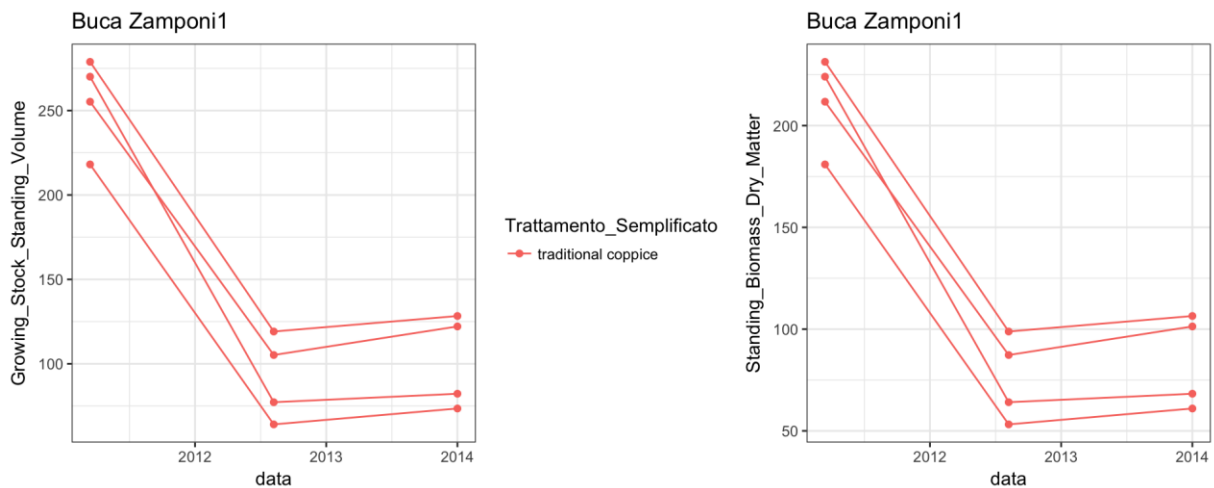


Fig. 6.13 – Andamento dell'Indicatore *Growing stock*.

Diameter distribution

In Fig. 6.14 è rappresentato (a sx) lo stadio di sviluppo relativamente *intermedio-adulto* di un soprassuolo coetaneo. Il tempo di permanenza naturale delle classi minori è collegato alla autoecologia della specie che, nel caso del faggio, è conservativa (specie tollerante dell'ombra). A centro e a dx le situazioni subito dopo il taglio e a distanza di 2 anni.

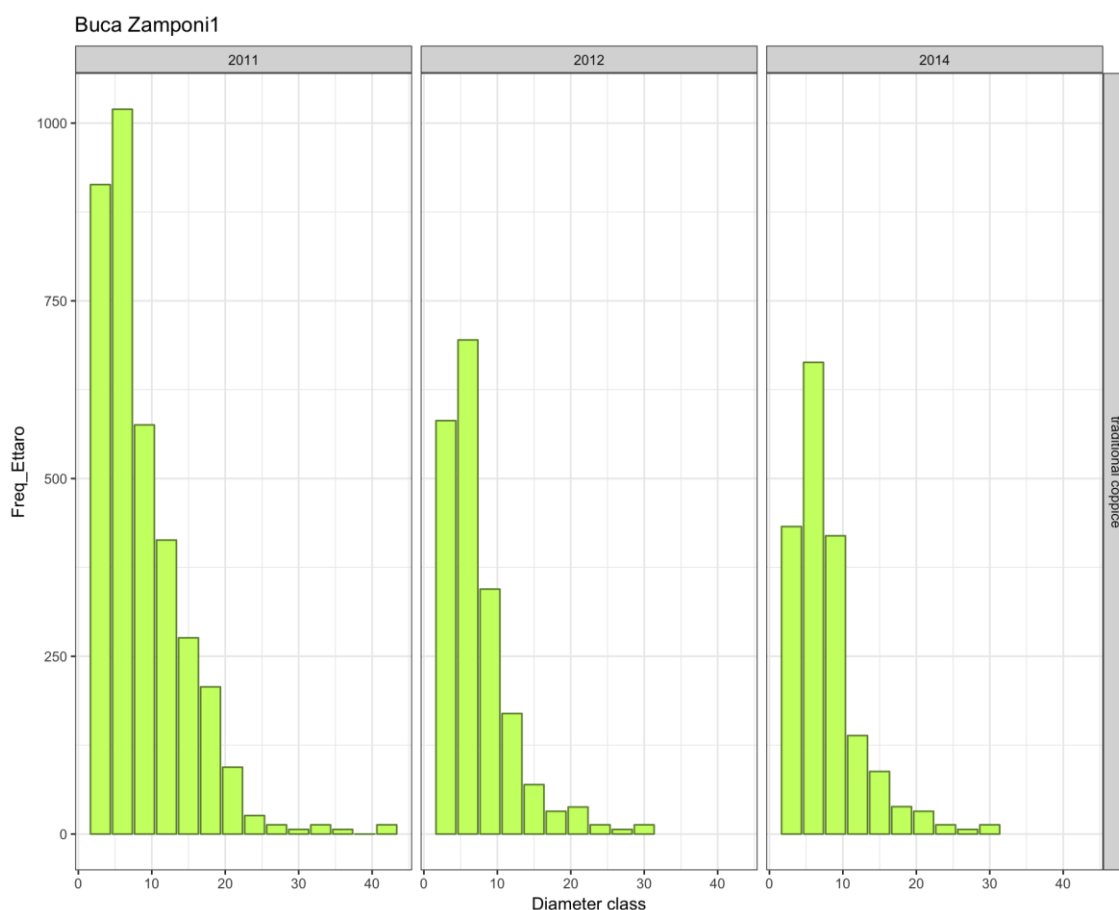


Fig. 6.14 – Andamento dell'Indicatore Diameter distribution.

Carbon stock

La Tab. 6.6 riporta le statistiche relative alla grandezza *stock* di carbonio nella massa legnosa.

Tab. 6.6 – Statistiche descrittive dell'Indicatore Carbon stock.

Indicatore	Statistiche	
	traditional coppice	
Carbon_Stock_Woody_Biomass	Min	26,60
	Quantiles25	32,56
	Median	50,04
	Mean	62,02
	Std Dev	34,03
	Std Err	9,82
	CV	54,87
	Quantiles75	102,02
	Max	115,67

L'Indicatore *carbon stock* (Fig. 6.15) viene distinto in contenuto di C nella massa legnosa in piedi (sx) prima e dopo il diradamento e in quella (dx) presente al momento del rilievo, che è funzione della distanza dall'ultimo diradamento, e quindi del tempo di recupero della massa in piedi. Il valore dopo un diradamento è

quindi inferiore al precedente, quando l'intervento è vicino nel tempo. Qui, la grandezza incorpora anche la massa intercalare che non risiede più sulla superficie, ma diventa carbonio sostitutivo di combustibili fossili (legna da ardere).

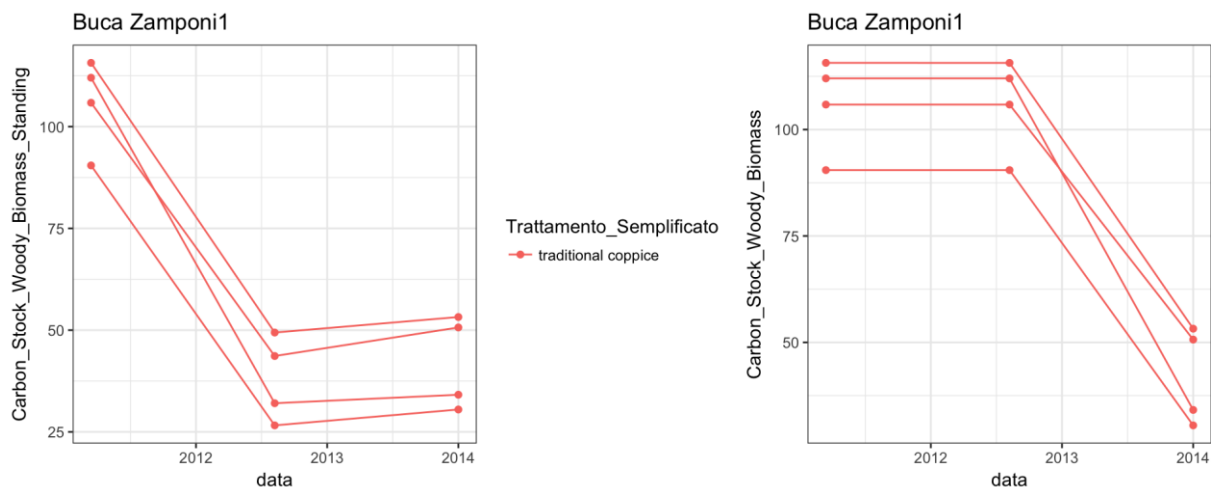


Fig. 6.15 - Andamento dell'Indicatore Carbon stock.

Stato degli indicatori

I valori qui rappresentati, a scala di popolamento, derivano dal rilievo all'attualità sulla superficie del **macroplot**. L'Indicatore Growing stock (Fig. 6.16), espresso sia in volume (sx) che in peso secco (dx), varia dal valore minimo di 75 Mgha⁻¹ al massimo di 123 Mgha⁻¹ espressi in peso secco.

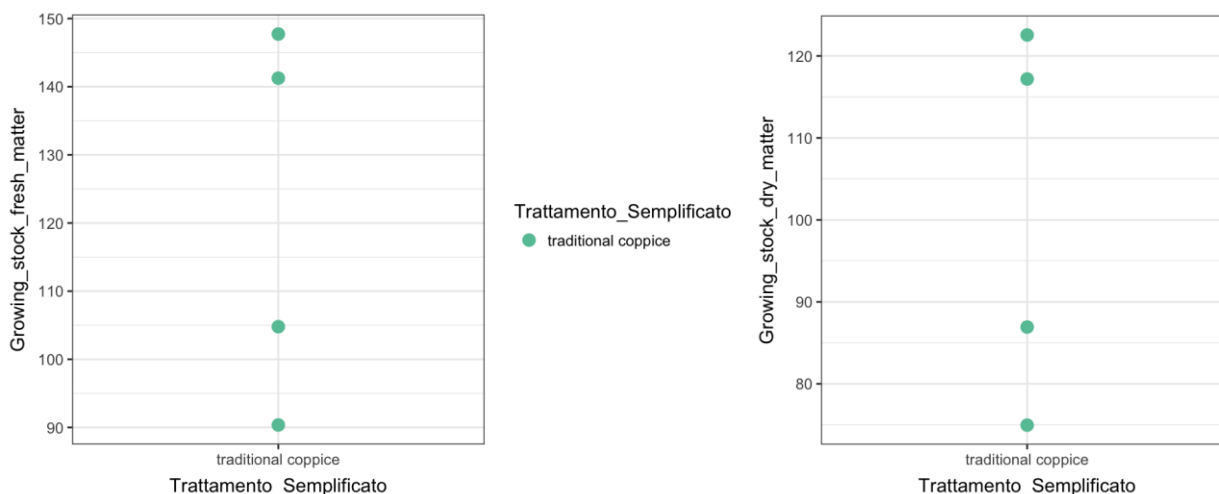


Fig. 6.16 – Stato dell'Indicatore Growing stock, espresso in volume (sx) e in peso secco (dx).

L'Indicatore Carbon stock (Fig. 6.17) deriva direttamente dalla grandezza precedente e assume quindi le stesse posizioni relative.

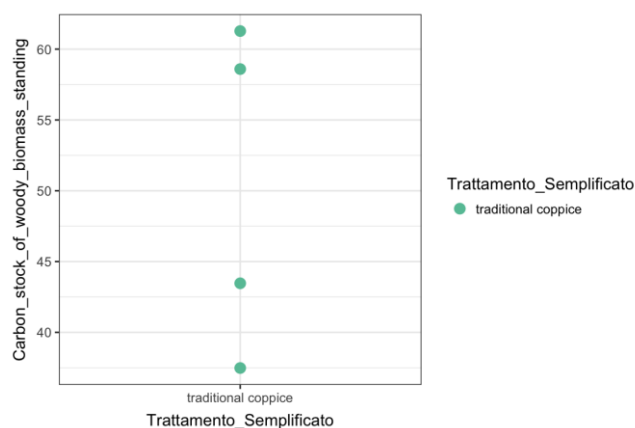


Fig. 6.17 – Stato dell'Indicatore Carbon stock of woody biomass.

L'Indicatore Diameter distribution (Fig. 6.18) rappresenta una struttura coetanea in una fase di sviluppo relativamente avanzata, pochi anni dopo il diradamento che ha normalizzato le frequenze asportando prevalentemente le classi piccole.

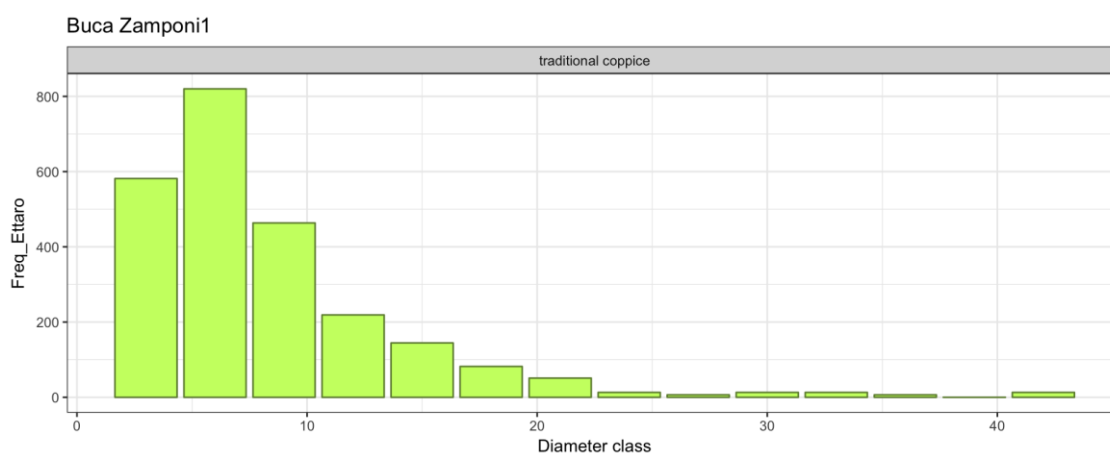


Fig. 6.18 – Stato dell'Indicatore Diameter distribution.

Stato dell'indicatore Soil carbon content (vedi Report Status and Trend Azione B2)

L'Indicatore riportato nella forma di *C organic content* (stato attuale) dimostra l'evidente variabilità tra le varianti di ceduzione applicate. I dati disponibili non consentono la valutazione delle eventuali differenze iniziali (n anni precedenti) ed il senso delle stesse. Il valore dell'indicatore varia:

- da 25 a 67 gkg⁻¹ nel *layer* 0-10;
- da 11 a 24 gkg⁻¹ nel *layer* 10-20;
- da 10 a 86 gkg⁻¹ nel *layer* 20-40.

6.1.4 Caselli

Serie storiche degli indicatori

Growing stock

I valori in Tab. 6.7 registrano le differenze tra le due opzioni di gestione applicate: trattamento e non-trattamento. Il valore Min - tesi *conversion* è riferito alla massa in piedi subito dopo il primo diradamento e non alla massa totale alla stessa età. Si possono distinguere 2 livelli di fertilità che comprendono le 2 varianti di trattamento e la tesi di evoluzione naturale nei blocchi relativi.

Tab. 6.7 – Statistiche descrittive dell'Indicatore Growing stock.

Indicatore	Statistiche		
		conversion	natural evolution
Growing_Stock_Standing_Volume	Min	69,09	128,15
	Quantiles25	130,35	160,08
	Median	208,34	315,90
	Mean	210,15	292,90
	Std Dev	87,63	115,03
	Std Err	13,85	33,21
	CV	41,70	39,27
	Quantiles75	274,46	365,29
	Max	358,22	462,94
Standing_Biomass_Dry_Matter	Min	58,64	108,76
	Quantiles25	110,63	135,86
	Median	176,82	268,10
	Mean	178,36	248,59
	Std Dev	74,37	97,62
	Std Err	11,76	28,18
	CV	41,70	39,27
	Quantiles75	232,93	310,03
	Max	304,02	392,90

L'Indicatore *Growing stock* (Fig. 6.19) è qui espresso sia come volume in piedi (sx) che come biomassa (dx). La seconda grandezza, derivata direttamente dalla prima, ha lo stesso andamento.

I valori dell'Indicatore sono in genere superiori nella tesi *natural evolution* a tutti i 3 inventari. L'andamento ausonomico naturale della massa principale naturale (*sensu* Hellrigl 1988), seguente la fase di abbandono colturale del ceduo, esprime quindi uno sviluppo simile sia in termini di volume epigeo che di biomassa arborea. Si distingue nella fertilità inferiore il rallentamento dell'incremento successivamente al 1990. Lo stesso non avviene nella tesi avviamento che mantiene la spinta incrementale successiva ai tagli intercalari.

I valori relativi alle tesi *conversion* seguono la dinamica pre e post-diradamento (massa principale - corrente). Gli andamenti delle diverse varianti di *conversion* seguono comunque tutti lo stesso *trend* che

nella tesi *natural evolution*. L'Indicatore esprime in modo aderente lo sviluppo del soprassuolo per ciascuna opzione colturale.

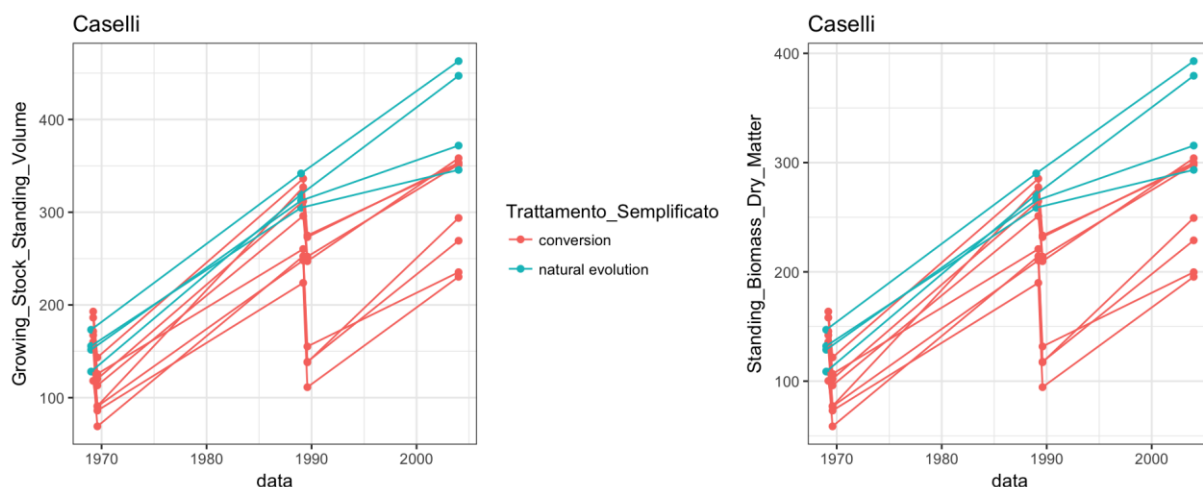


Fig. 6.19 – Andamento dell'Indicatore Growing stock.

Diameter distribution

In Fig. 6.20 sono rappresentate distribuzioni estremamente asimmetriche fino alla bimodalità (*natural evolution*) distribuzioni normalizzate dagli interventi di diradamento (*conversion*). La struttura diametrica descritta dall'indicatore è quindi modificata in modo sensibile dal diradamento. Sono infatti azzerate le classi diametriche da piccole a intermedie, che invece rimangono presenti, a meno della mortalità naturale, nella opzione *natural evolution*. In questo sito, le classi diametriche piccole non sono formate dal cerro (quercia che richiede un ambiente luminoso), ma dalle numerose specie accessorie che si sviluppano e vivono nel piano dominato perché tolleranti dell'ombra.

Queste forme distributive sono tipiche di popolamenti nella *fase di sviluppo intermedia*.

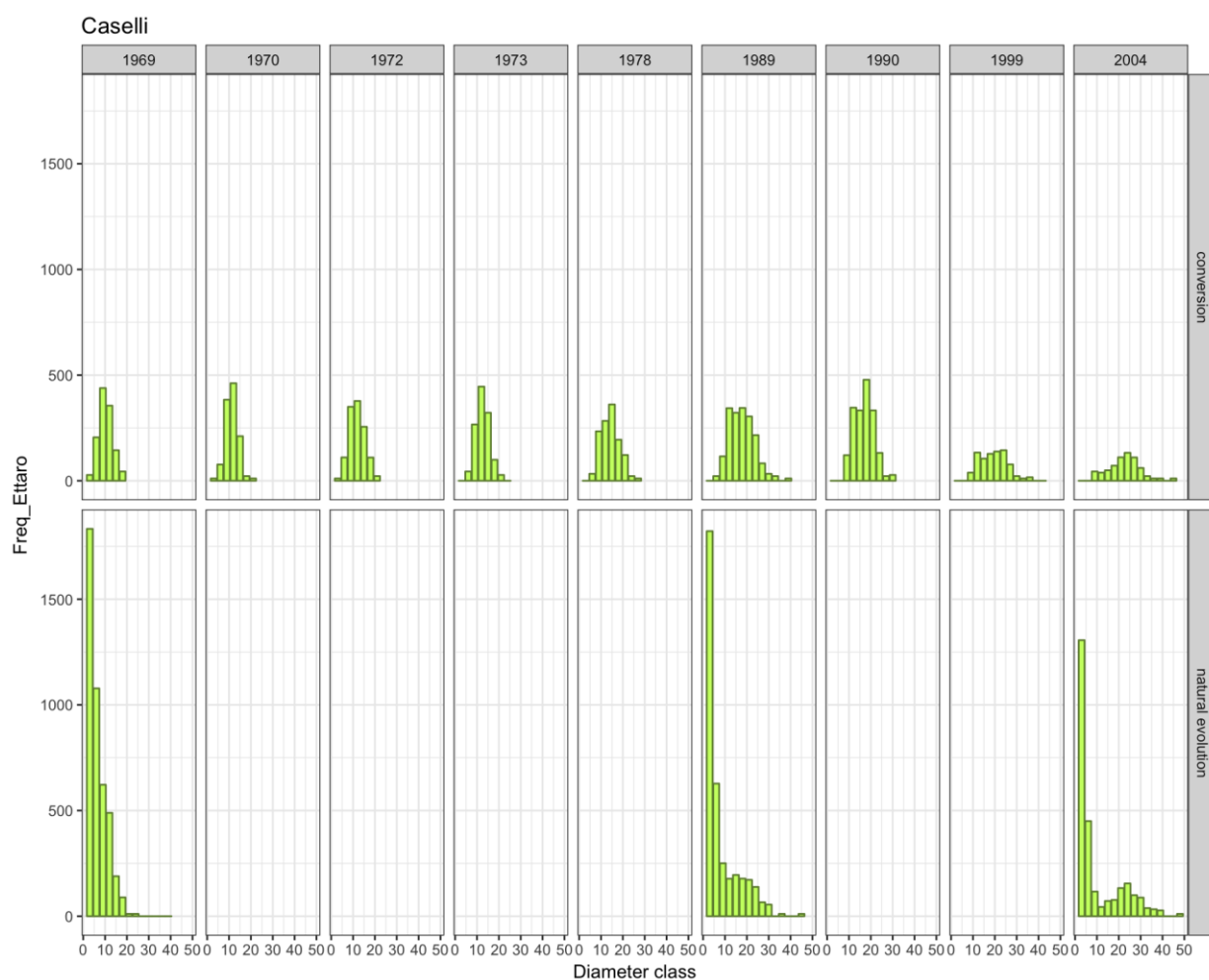


Fig.6.20 – Andamento dell'Indicatore Diameter distribution.

Carbon stock

I valori in Tab. 6.8 registrano le differenze tra le due opzioni di gestione: *trattamento* e *non-trattamento*.

Tab. 6.8 – Statistiche descrittive dell'Indicatore Carbon stock.

Indicatore	Statistiche	conversion		natural evolution	
Carbon_Stock_Woody_Biomass					
	Min	50,14		54,38	
	Quantiles25	68,74		67,93	
	Median	102,56		134,06	
	Mean	100,15		124,29	
	Std Dev	32,59		48,81	
	Std Err	5,15		14,09	
	CV	32,54		39,27	
	Quantiles75	130,66		155,02	
	Max	152,01		196,45	

L'Indicatore *carbon stock* (Fig. 6.21) viene distinto in contenuto di C nella massa legnosa in piedi (sx) prima e dopo i diradamenti e in quella (dx) presente al momento del rilievo, che è funzione della distanza

dall'ultimo diradamento, e quindi del tempo di recupero della massa in piedi. Il valore dopo un diradamento può essere quindi inferiore al precedente, quando l'intervento è vicino nel tempo. Qui, la grandezza contabilizza anche la massa intercalare che non risiede più sulla superficie, ma diventa carbonio sostitutivo di combustibili fossili (legna da ardere).

I valori dell'indicatore sono superiori nella *natural evolution* a tutti i 3 inventari rispetto alla tesi *conversion*.

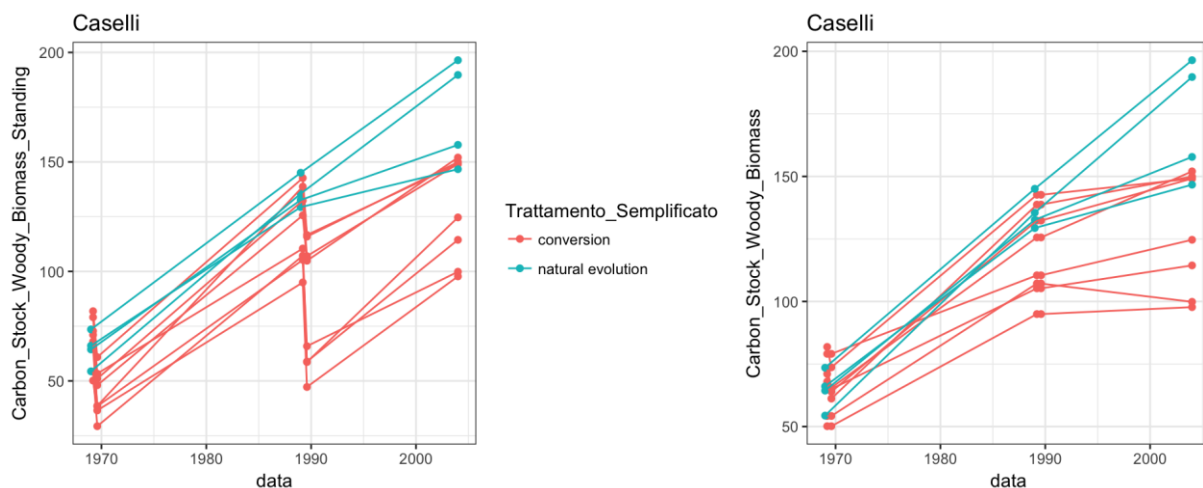


Fig. 6.21 – Andamento dell'Indicatore Carbon stock.

Stato degli indicatori

I valori qui rappresentati, a scala di popolamento, derivano dal rilievo all'attualità sulla superficie del *macroplot*. L'indicatore Growing stock (Fig. 6.22), espresso sia in volume che in peso secco, varia secondo le opzioni colturali da un valore minimo di 308,83 Mgha⁻¹ (*conversion*) a un massimo di 459,11 Mgha⁻¹ (*natural evolution*) espressi in peso secco.

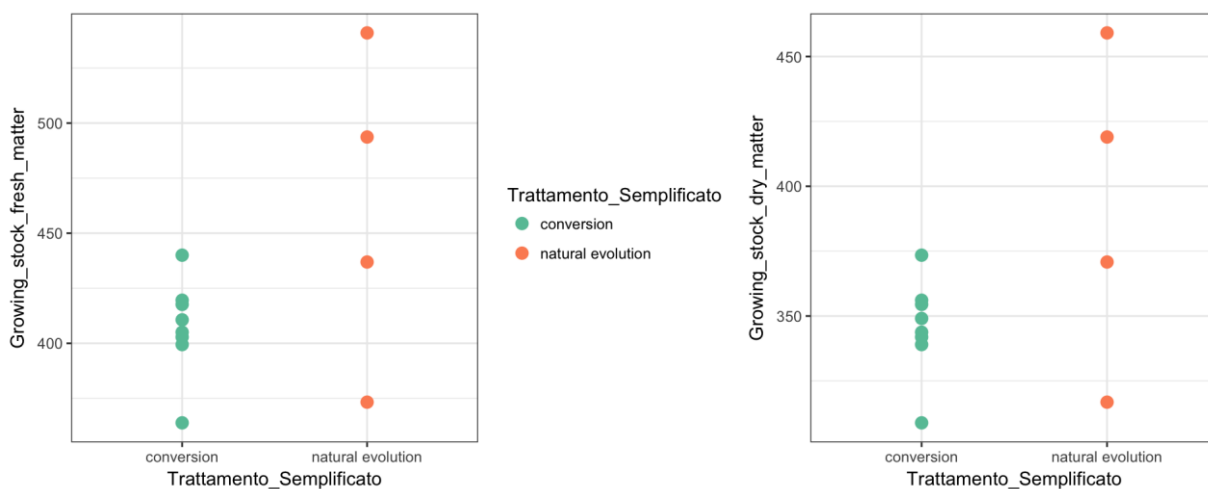


Fig.6.22 – Stato dell'Indicatore Growing stock, espresso in volume (sx) e in peso secco (dx).

L'Indicatore *Carbon stock of woody biomass* deriva direttamente dalla grandezza precedente e assume quindi le stesse posizioni relative (Fig. 6.23).

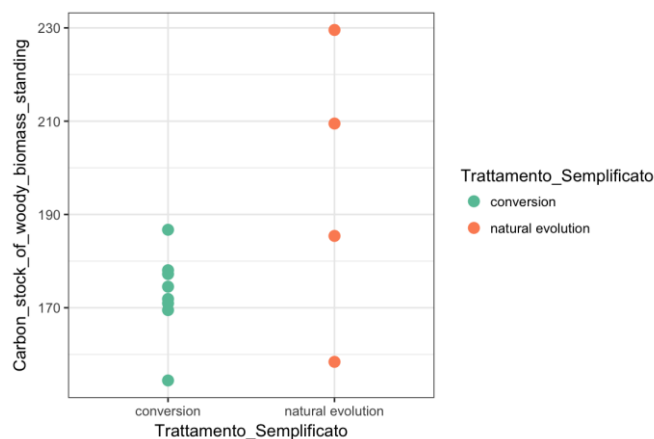


Fig. 6.23 - Stato dell'Indicatore Carbon stock of woody biomass.

L'Indicatore Diameter distribution (Fig. 6.24) rappresenta strutture coetanee in una *fase di sviluppo intermedia*. Le differenze relative nella struttura diametrica sono dovute al trattamento (*conversion*) che riduce fortemente le frequenze nelle classi diametriche medie e inferiori.

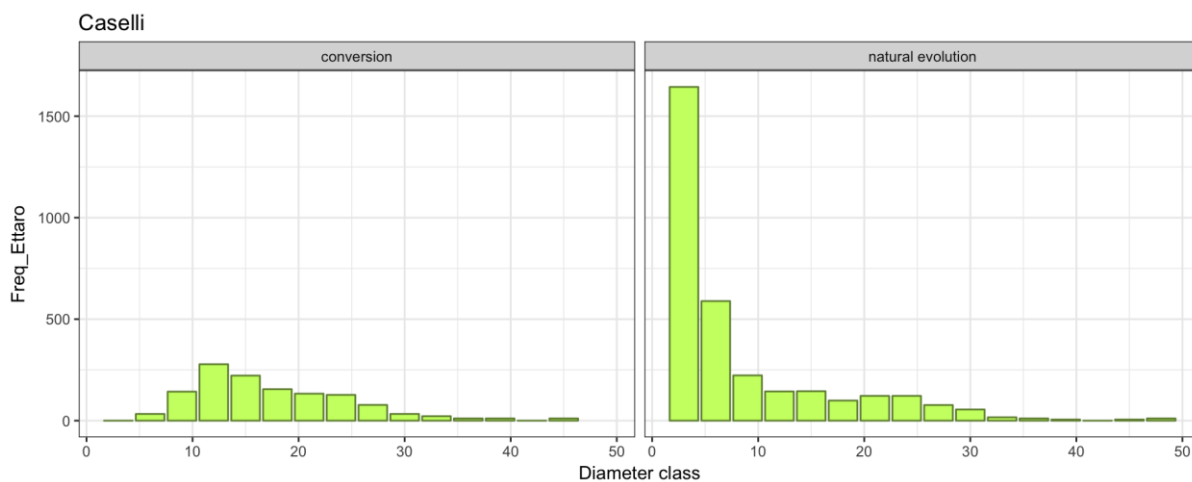


Fig. 6.24 – Stato dell'Indicatore Diameter distribution.

Stato dell'Indicatore Soil carbon content (vedi Report Status and Trend Azione B2)

L'Indicatore riportato nella forma di *C organic content* (stato attuale) distingue valori differenti tra le tesi, ma i dati disponibili non consentono la valutazione delle eventuali differenze iniziali (n anni precedenti) il senso delle stesse, in funzione delle opzioni applicate. Il valore dell'indicatore varia:

- da 32-75 (*conversion*) a 32-61 (*natural evolution*) gkg⁻¹ nel layer 0-10;

- da 8-20 (*conversion*) a 11-14 (*natural evolution*) gkg⁻¹ nel *layer* 10-20;
- da 6-14 (*conversion*) a 9-16 (*natural evolution*) gkg⁻¹ nel *layer* 20-40.

6.1.5 Eremo della Casella

Serie storiche degli indicatori

Growing stock

I valori in Tab. 6.9 registrano le differenze tra le due opzioni di gestione applicate.

Tab. 6.9 – Statistiche descrittive dell'Indicatore Growing stock.

Statistiche		conversion	seed cutting
Growing_Stock_Standing_Volume	Min	352,89	149,57
	Median	390,88	196,41
	Mean	390,88	211,32
	Std Dev	53,73	70,40
	Std Err	37,99	40,64
	CV	13,74	33,31
	Max	428,86	287,98
Standing_Biomass_Dry_Matter	Min	292,75	124,09
	Median	324,27	162,94
	Mean	324,27	175,31
	Std Dev	44,57	58,40
	Std Err	31,52	33,72
	CV	13,74	33,31
	Max	355,79	238,91

L'Indicatore *Growing stock* (Fig. 6.25) è qui espresso sia come volume in piedi (sx) che come biomassa (dx). La seconda grandezza, derivata direttamente dalla prima, ha lo stesso andamento.

I valori dell'Indicatore sono superiori nella tesi *conversion* ai 2 inventari. L'andamento della tesi *seed cutting* è aderente alla forte riduzione della massa in piedi a seguito dell'intervento, cui segue una ripresa costante nell'intervallo di età osservato.

L'Indicatore esprime in modo coerente lo sviluppo del soprassuolo per ciascuna opzione colturale.

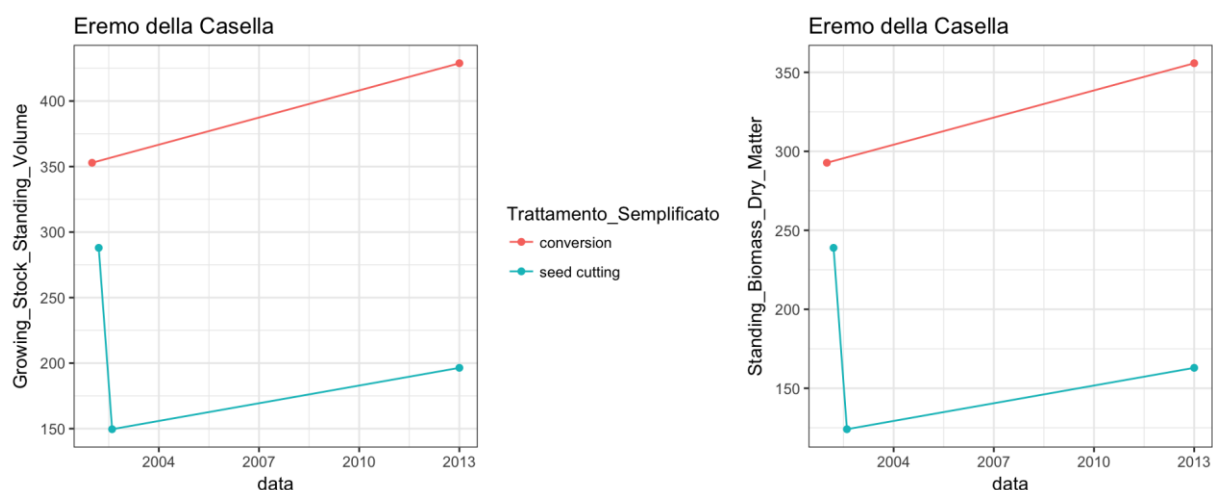


Fig. 6.25 – Andamento dell'Indicatore Growing stock.

Diameter distribution

In Fig. 6.26 sono rappresentate distribuzioni piuttosto diverse per storia culturale. La prima serie (in alto) descrive due piani distinti (principale o dominante e intermedio) che allungano la seriazione diametrica a destra. La seconda serie (in basso) è il risultato della rimozione quasi totale del soprassuolo con il rilascio della sola componente utile alla rinnovazione da seme. Queste forme distributive sono tipiche di popolamenti nella fase di sviluppo adulta.

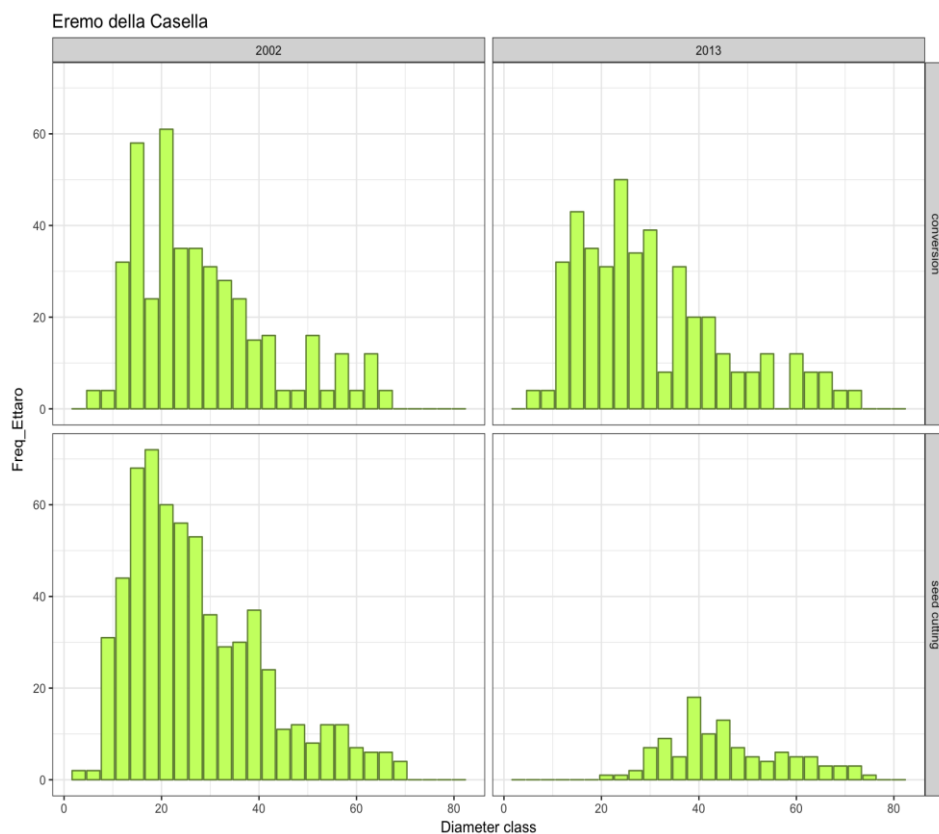


Fig. 6.26 – Andamento dell'Indicatore Diameter distribution.

Carbon stock

I valori in Tab. 6.10 registrano le differenze tra le due opzioni di gestione: *trattamento* e *non-trattamento*.

Tab. 6.10 – Statistiche descrittive dell'Indicatore Carbon stock.

Statistiche		conversion	seed cutting
Carbon_Stock_Woody_Biomass	Min	146,38	62,04
	Median	162,13	81,47
	Mean	162,13	87,65
	Std Dev	22,28	29,20
	Std Err	15,75	16,85
	CV	13,74	33,31
	Max	177,89	119,45

L'Indicatore *carbon stock* (Fig. 6.27) viene riportato come contenuto di C nella massa legnosa in piedi prima e dopo il taglio di sementazione in confronto alla opzione *conversion*.

I valori dell'Indicatore sono superiori nella opzione *conversion* ai 2 inventari rispetto alla tesi *seed cutting*.

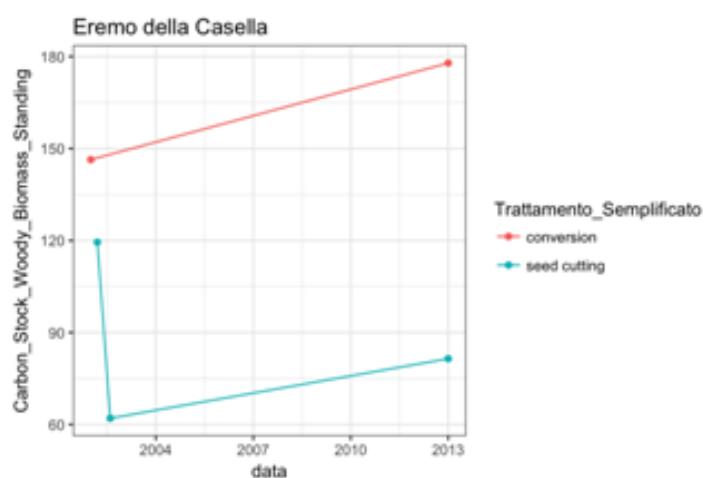


Fig. 6.27 – Andamento dell'Indicatore Carbon stock.

Stato degli indicatori

I valori qui rappresentati, a scala di popolamento, derivano dal rilievo all'attualità sulla superficie del *macroplot*. L'Indicatore (Fig. 6.28), espresso sia in volume che in peso secco, varia secondo le opzioni colturali da un valore minimo di 162,94 Mgha⁻¹ (*seed cutting*) a un massimo di 355,79 Mgha⁻¹ (*natural evolution*) espressi in peso secco.

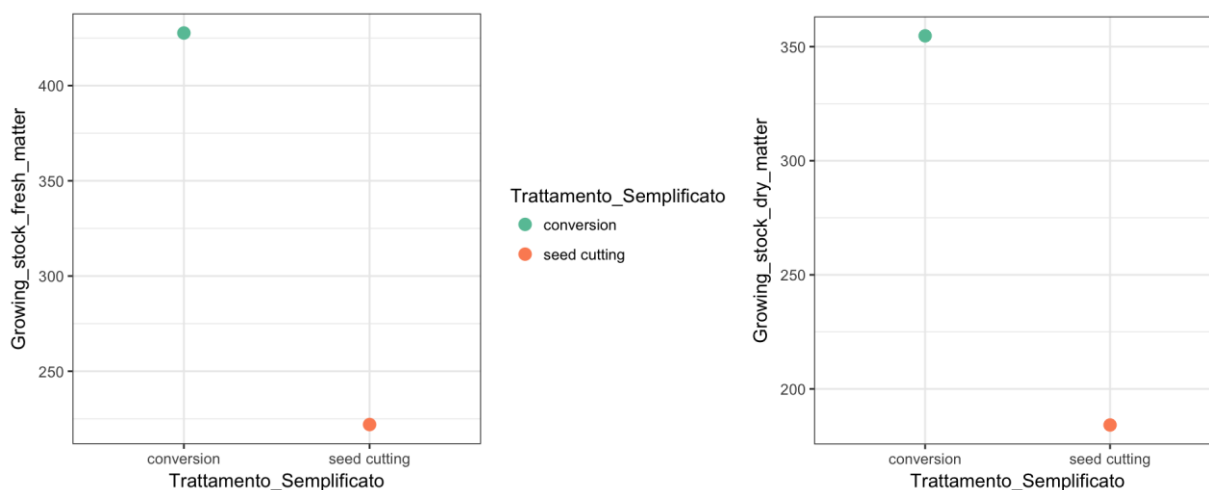


Fig. 6.28 – Stato dell'Indicatore Growing stock, espresso in volume (sx) e in peso secco (dx).

L'Indicatore *Carbon stock of woody biomass* deriva direttamente dalla grandezza precedente e assume quindi le stesse posizioni relative (Fig. 6.29).

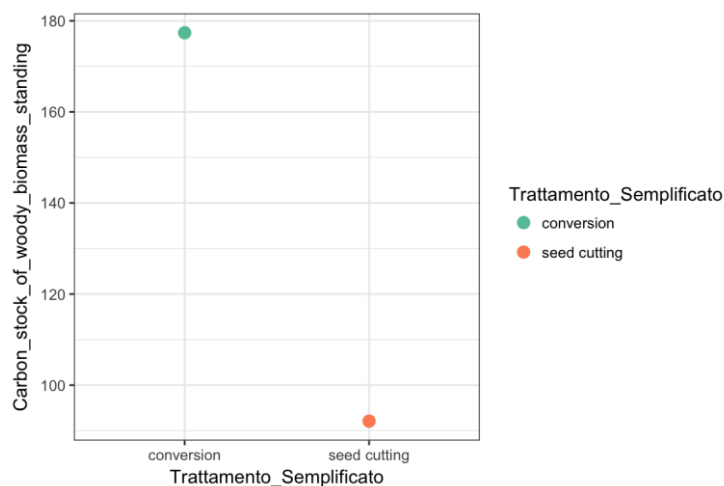


Fig. 6.29 – Stato dell'Indicatore Carbon stock of woody biomass.

L'Indicatore *Diameter distribution* rappresenta strutture coetanee in una *fase di sviluppo adulta* (Fig. 6.30).

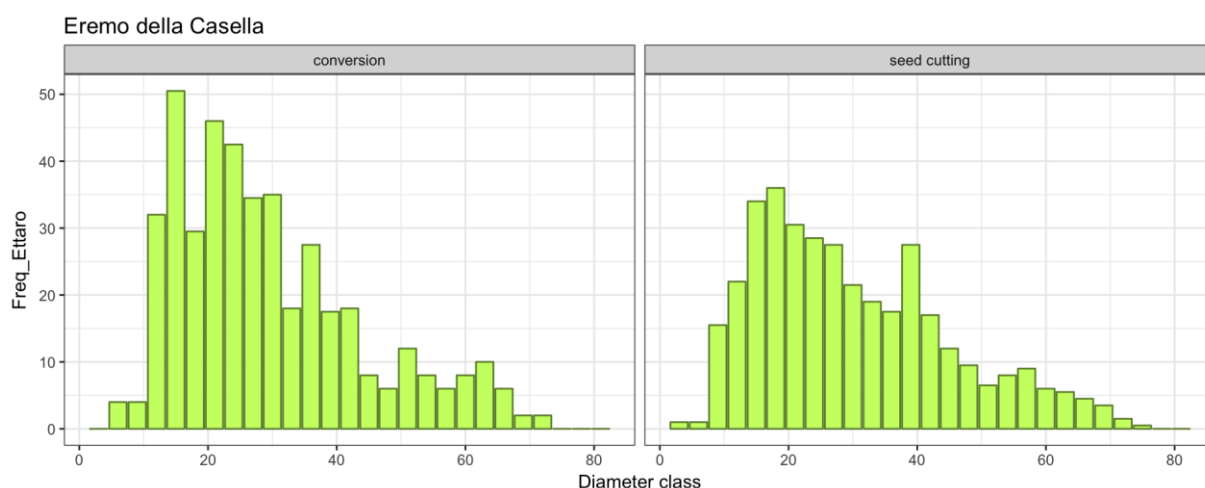


Fig. 6.30 – Stato dell'Indicatore Diameter distribution.

Stato dell'indicatore *Soil carbon content* (vedi *Report Status and Trend Azione B2*)

L'indicatore riportato nella forma di C organic content (stato attuale) distingue valori differenti tra le tesi, ma i dati disponibili non consentono la valutazione delle eventuali differenze iniziali (n anni precedenti) il senso delle stesse, in funzione delle opzioni applicate. Il valore dell'indicatore varia:

- da 33 (*conversion*) a 56 (*seed cutting*) gkg^{-1} nel *layer* 0-10;
- da 32,4 (*conversion*) a 36,4(*seed cutting*) gkg^{-1} nel *layer* 10-20;
- da 14 (*conversion*) a 29 (*seed cutting*) gkg^{-1} nel *layer* 20-40.

6.1.6 Is Cannoneris

Serie storiche degli indicatori

Growing stock

I valori in Tab. 6.11 registrano le differenze tra le due opzioni di gestione applicate: trattamento e non-trattamento. Il valore Min - tesi conversion è riferito alla massa in piedi subito dopo il primo diradamento e non alla massa totale alla stessa età.

Tab. 6.11 – Statistiche descrittive dell'Indicatore Growing stock.

	Statistics	Is Cannoneris	
		conversion	natural evolution
Growing_Stock_Standing_Volume	Min	98,88	237,30
	Quantiles25	119,50	272,25
	Median	145,43	314,36
	Mean	164,05	310,79
	Std Dev	54,24	48,26
	Std Err	9,90	16,09
	CV	33,06	15,53

	Quantiles75	211,73	349,90
	Max	264,60	389,45
Standing_Biomass_Dry_Matter	Min	84,14	201,40
	Quantiles25	103,00	231,06
	Median	128,42	266,79
	Mean	143,40	263,77
	Std Dev	45,97	40,96
	Std Err	8,39	13,65
	CV	32,06	15,53
	Quantiles75	190,35	296,96
	Max	224,57	330,53

L'Indicatore *Growing stock* (Fig. 6.31) è qui espresso sia come volume in piedi (sx) che come biomassa (dx). La seconda grandezza, derivata direttamente dalla prima, ha lo stesso andamento.

I valori dell'Indicatore sono in genere superiori nella tesi *natural evolution* a tutti i 3 inventari. L'andamento autonomo naturale della massa principale naturale (*sensu* Hellrigl 1988), seguente la fase di abbandono colturale del ceduo, esprime quindi uno sviluppo simile sia in termini di volume epigeo che di biomassa arborea.

I valori relativi alle tesi *conversion* seguono la dinamica pre e post-diradamento (massa principale - corrente). Gli andamenti delle diverse varianti di *conversion* sono simili a quelli di *natural evolution*. L'Indicatore esprime in modo aderente lo sviluppo del soprassuolo per ciascuna opzione colturale. Si individuano un comune livello medio di fertilità nel complesso dei *plot* componenti.

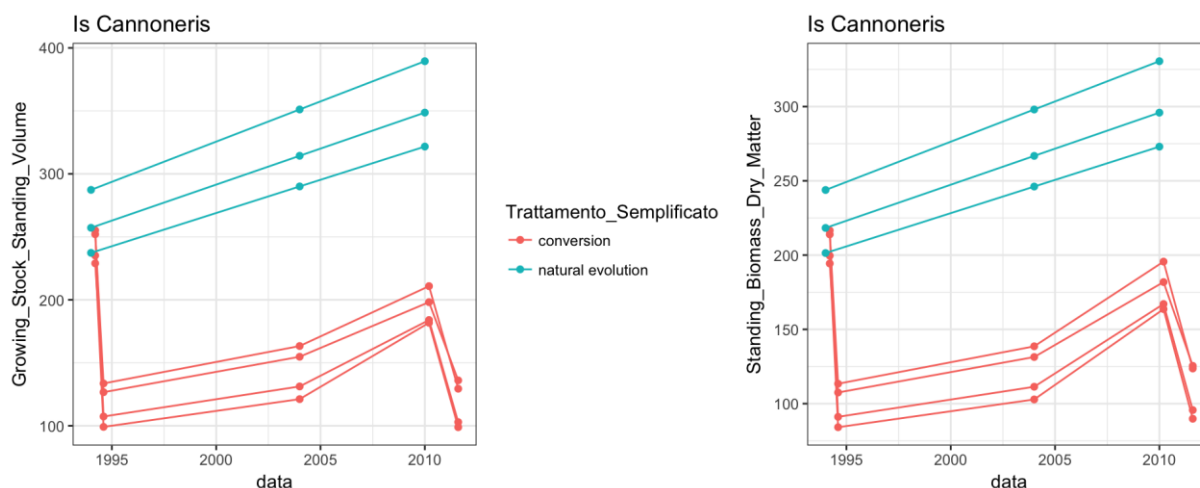


Fig. 6.31 – Andamento dell'Indicatore *Growing stock* espresso in volume (sx) e in peso secco (dx)..

Diameter distribution

In Fig. 6.32 sono rappresentate distribuzioni asimmetriche (*natural evolution*) e distribuzioni normalizzate dagli interventi di diradamento (*conversion*). La struttura diametrica descritta dall'indicatore è quindi modificata in modo sensibile dal diradamento. Sono infatti azzerate le classi diametriche da piccole a intermedie, che invece rimangono presenti, a meno della mortalità naturale, nella opzione *natural evolution*.

Queste forme distributive sono tipiche di popolamenti nella *fase di sviluppo intermedia*.

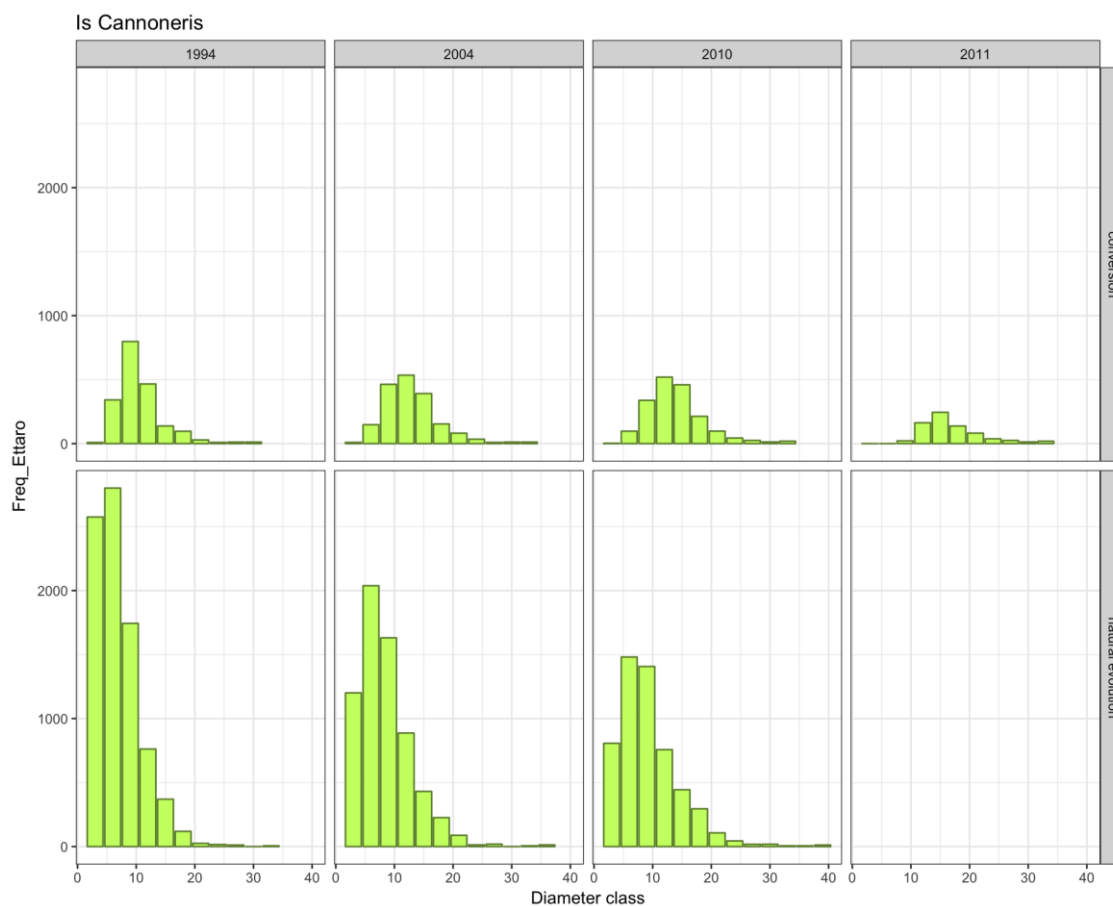


Fig. 6.32 – Andamento dell'Indicatore Diameter distribution.

Carbon stock

I valori in Tab. 6.12 registrano le differenze tra le due opzioni di gestione: *trattamento* e *non-trattamento*.

Tab. 6.12 – Statistiche descrittive dell'Indicatore Carbon stock.

Statistiche		conversion	natural evolution
Carbon_Stock_Woody_Biomass	Min	51,42	100,70
	Quantiles25	80,41	115,53
	Median	94,51	133,40
	Mean	89,85	131,88
	Std Dev	17,79	20,48
	Std Err	3,25	6,83
	CV	19,80	15,53
	Quantiles75	106,98	148,48
	Max	112,28	165,26

L'Indicatore *carbon stock* (Fig. 6.33) viene distinto in contenuto di C nella massa legnosa in piedi (sx) prima e dopo i diradamenti e in quella (dx) presente al momento del rilievo, che è funzione della distanza dall'ultimo diradamento, e quindi del tempo di recupero della massa in piedi. Il valore post-diradamento può essere quindi inferiore al precedente, quando l'intervento è vicino nel tempo. Qui, la grandezza contabilizza anche la massa intercalare che non risiede più sulla superficie, ma diventa carbonio sostitutivo di combustibili fossili (legna da ardere).

I valori dell'indicatore sono superiori nella tesi di *natural evolution* a tutti i 3 inventari rispetto alla tesi di *conversion*.

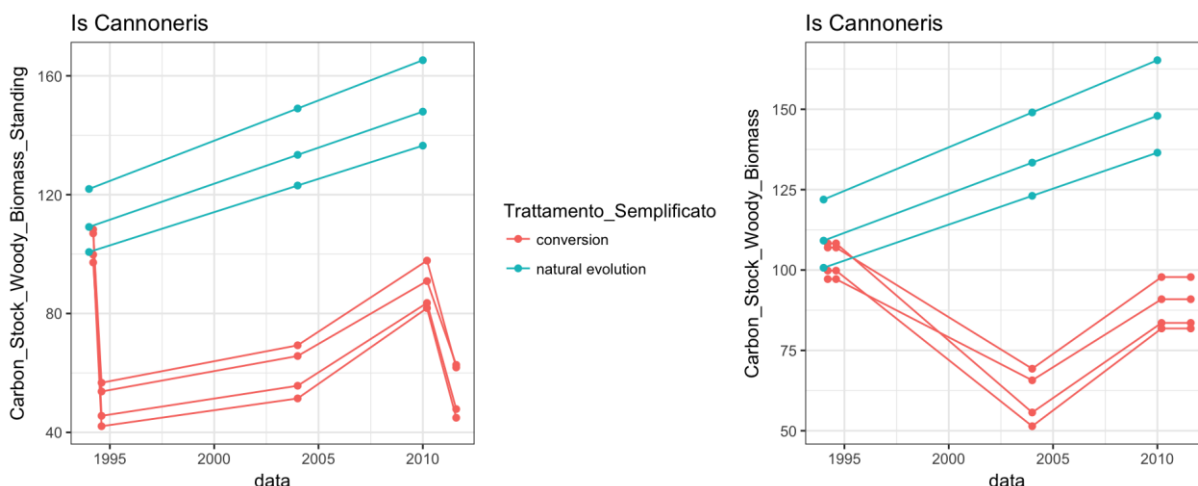


Fig.

6.33 – Andamento dell'Indicatore Carbon stock.

Stato degli indicatori

I valori qui rappresentati, a scala di popolamento, derivano dal rilievo all'attualità sulla superficie del *macroplot*. L'Indicatore (Fig. 6.34), espresso sia in volume che in peso secco, varia secondo le opzioni colturali da un valore minimo di 133,68 Mgha⁻¹ (*conversion*) a un massimo di 293,95 Mgha⁻¹ (*natural evolution*) espressi in peso secco.

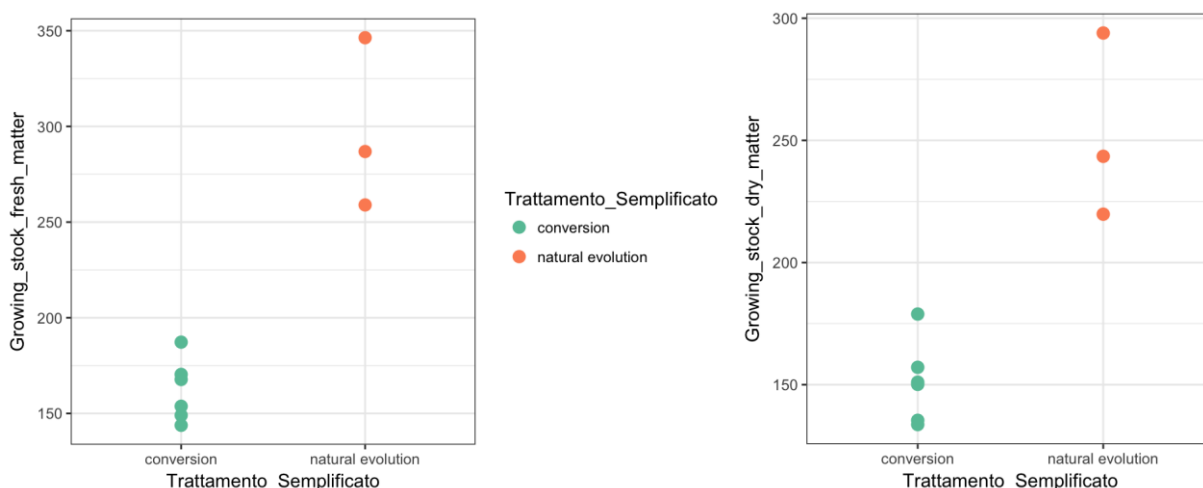


Fig. 6.34 – Stato dell'Indicatore Growing stock, espresso in volume (sx) e in peso secco (dx).

L'Indicatore *Carbon stock of woody biomass* deriva direttamente dalla grandezza precedente e assume quindi le stesse posizioni relative (Fig. 6.35).

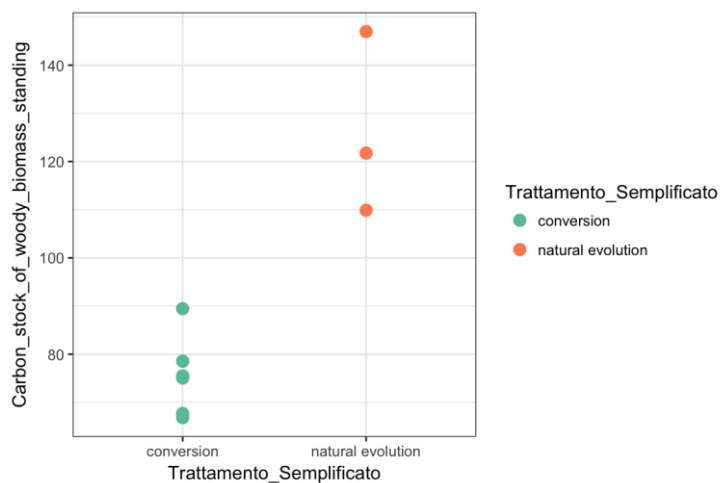


Fig. 6.35 – Stato dell'Indicatore Carbon stock of woody biomass.

L'Indicatore Diameter distribution rappresenta strutture coetanee in una *fase di sviluppo intermedia*. Le differenze relative nella struttura diametrica sono dovute al trattamento (*conversion*) che riduce fortemente le frequenze nelle classi diametriche medie e inferiori (Fig. 6.36).

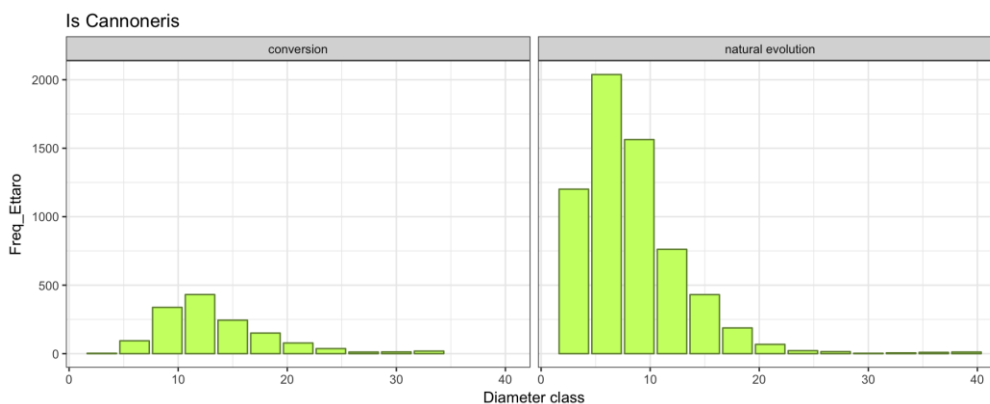


Fig. 6.36 – Stato dell'Indicatore Diameter distribution.

Stato dell'indicatore Soil carbon content (vedi Report Status and Trend Azione B2)

L'indicatore riportato nella forma di C organic content (stato attuale) distingue valori differenti tra le tesi, ma i dati disponibili non consentono la valutazione delle eventuali differenze iniziali (n anni precedenti) il senso delle stesse, in funzione delle opzioni applicate. Il valore dell'indicatore varia:

- da 51-77 (*conversion*) a 55-72 (*natural evolution*) gkg⁻¹ nel *layer* 0-10;
- da 18-51 (*conversion*) a 23-33 (*natural evolution*) gkg⁻¹ nel *layer* 10-20;
- da 11-30 (*conversion*) a 16-30 (*natural evolution*) gkg⁻¹ nel *layer* 20-40.

6.1.7 Poggio Piovano

Serie storiche degli indicatori

Growing stock

I dati che seguono sono relativi ad un unico inventario (1995).

L'Indicatore *Growing stock* (Fig. 6.37) è qui espresso sia come volume in piedi (sx) che come biomassa (dx). La seconda grandezza, derivata direttamente dalla prima.

I grafici esprimono la situazione prima e dopo le operazioni colturali: ceduzione con intensità di matricinatura diversa (*traditional coppice*) ed avviamento (*conversion*). È riportato anche il valore puntuale nello stesso anno dell'opzione *natural evolution*. Il livello di fertilità è simile nel complesso dei *plot* componenti.

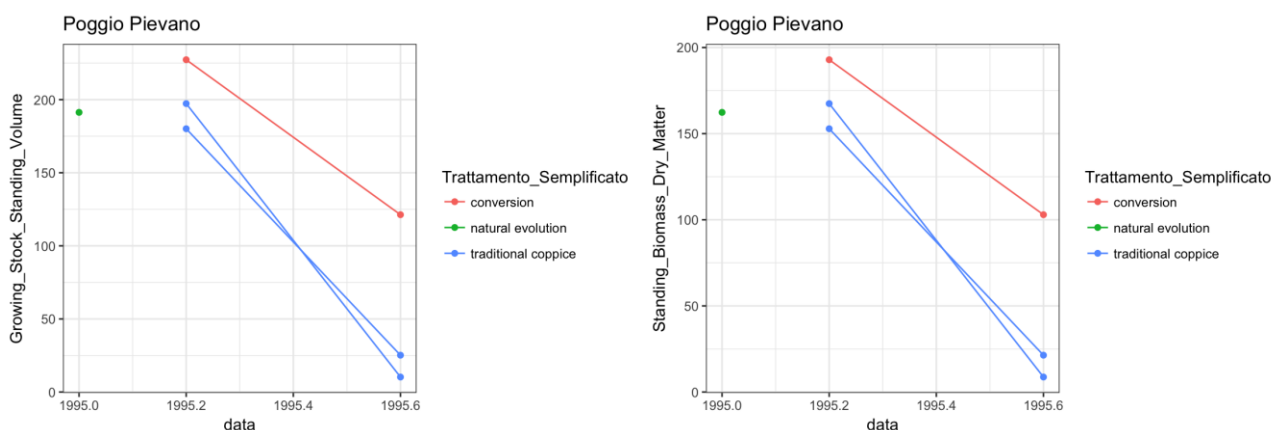


Fig. 6.37 – Valori dell'Indicatore *Growing stock*, espressi in volume (sx) e in peso secco (dx).

Diameter distribution

In Fig. 6.38 sono rappresentate distribuzioni asimmetriche (*natural evolution*) e distribuzioni normalizzate dagli interventi di diradamento (*conversion*). La struttura diametrica descritta dall'indicatore è quindi modificata in modo sensibile dal diradamento. Sono infatti fortemente ridotte le classi diametriche da piccole a intermedie, che invece rimangono presenti, a meno della mortalità naturale, nella opzione *natural evolution*. L'opzione *traditional coppice* non è descrivibile come seriazione e *range* diametrico perché il rilascio comprende soltanto alcune decine (da 50 a 180) soggetti per ettaro di dimensioni diametriche simili intorno al diametro dominante del soprassuolo.

Queste forme distributive sono tipiche di popolamenti nella *fase di sviluppo giovane*.

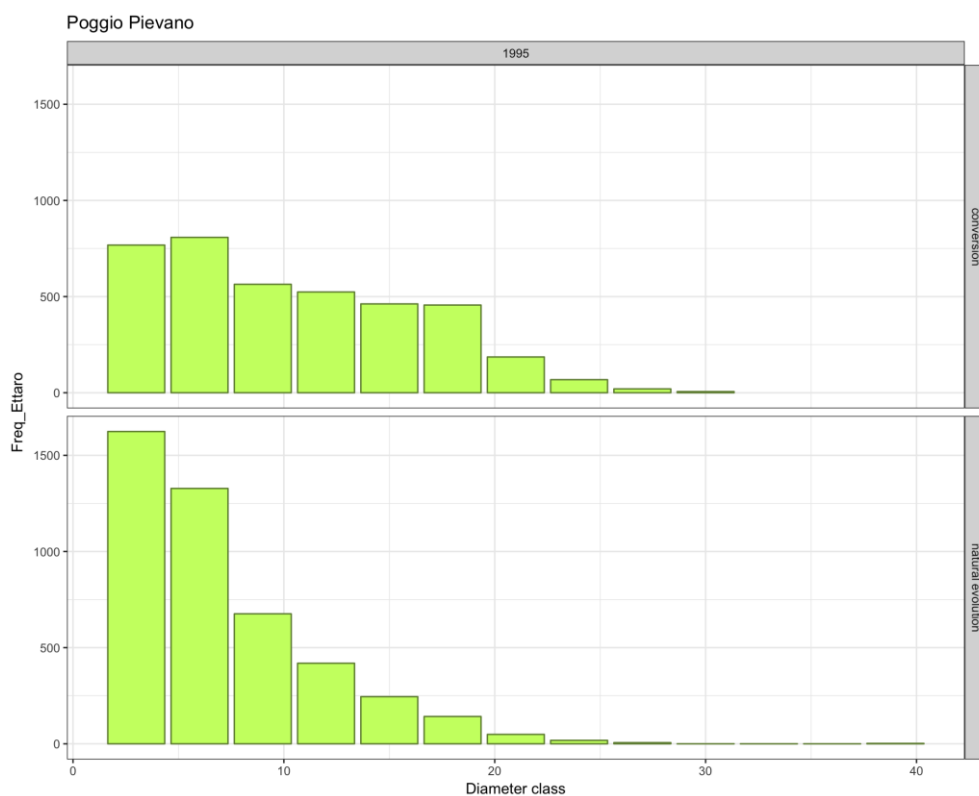


Fig. 6.38 – Andamento dell'Indicatore Diameter distribution.

Carbon stock

L'indicatore *Carbon stock* (Fig. 6.39) è qui espresso sia come contenuto di carbonio della massa in piedi prima e dopo il diradamento (quando presente) (sx) sia come valore somma delle componenti massa in piedi + massa intercalare (dx). Qui, la grandezza contabilizza anche la massa intercalare che non risiede più sulla superficie, ma diventa carbonio sostitutivo di combustibili fossili (legna da ardere).

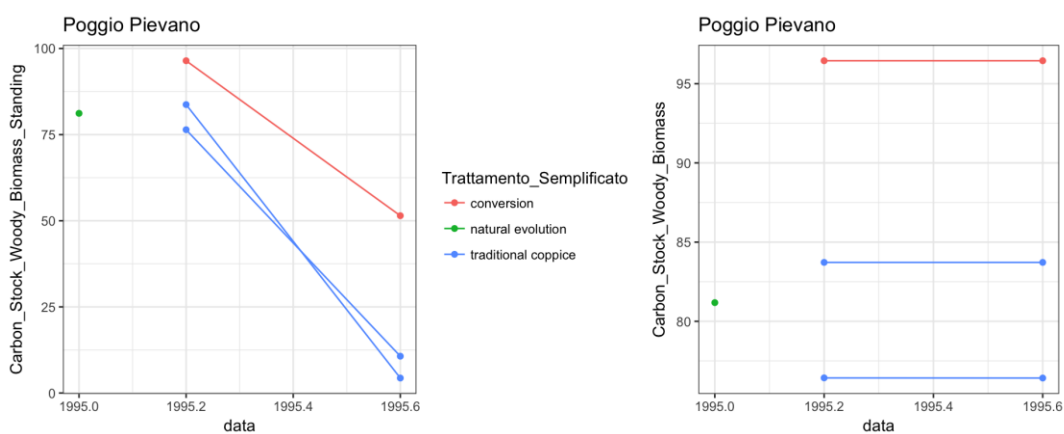


Fig. 6.39 – Valori dell'Indicatore Carbon stock.

Stato degli indicatori

I valori qui rappresentati, a scala di popolamento, derivano dal rilievo all'attualità sulla superficie del *macroplot*. L'Indicatore (Fig. 6.40), espresso sia in volume che in peso secco, varia secondo le opzioni colturali da un valore minimo di 92,24 - 99,85 Mgha⁻¹ (*traditional coppice*) a un massimo di 250,46 Mgha⁻¹ (*conversion*) espressi in peso secco. La opzione *natural evolution* esprime il valore intermedio di 213,50 Mgha⁻¹.

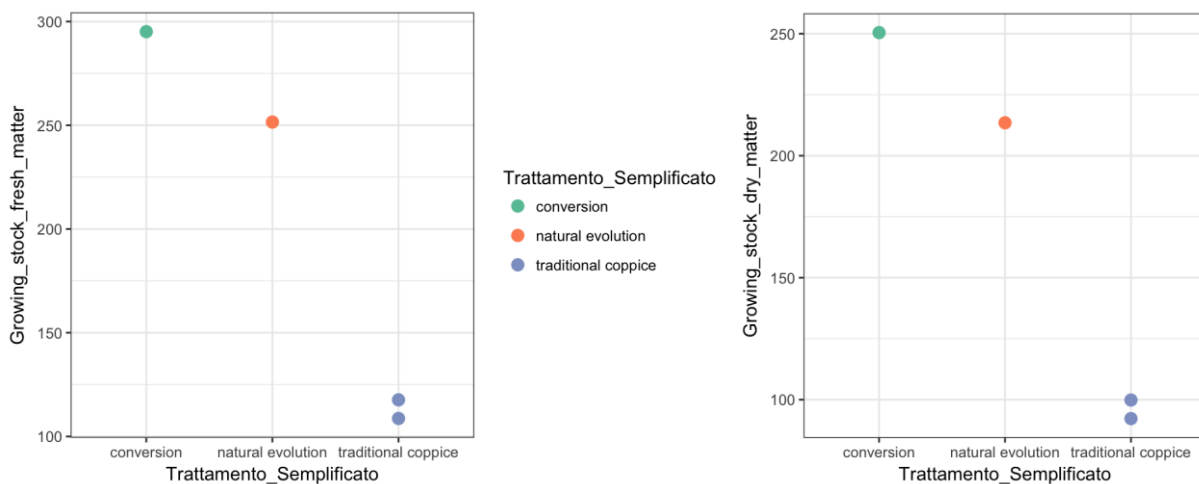


Fig. 6.40 – Stato dell'Indicatore Growing stock, espresso in volume (sx) e in peso secco (dx).

L'Indicatore *Carbon stock of woody biomass* deriva direttamente dalla grandezza precedente e assume quindi le stesse posizioni relative (Fig. 6.41).

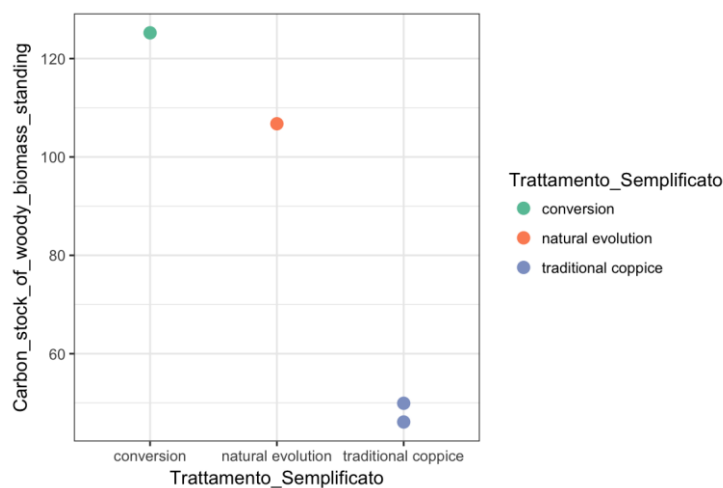


Fig. 6.41 – Stato dell'Indicatore Carbon stock of woody biomass.

L'Indicatore Diameter distribution rappresenta strutture coetanee in una *fase di sviluppo* oggi *intermedia*. Le differenze relative nella struttura diametrica sono dovute al trattamento (*conversion*) che riduce fortemente le frequenze nelle classi diametriche medie e inferiori.

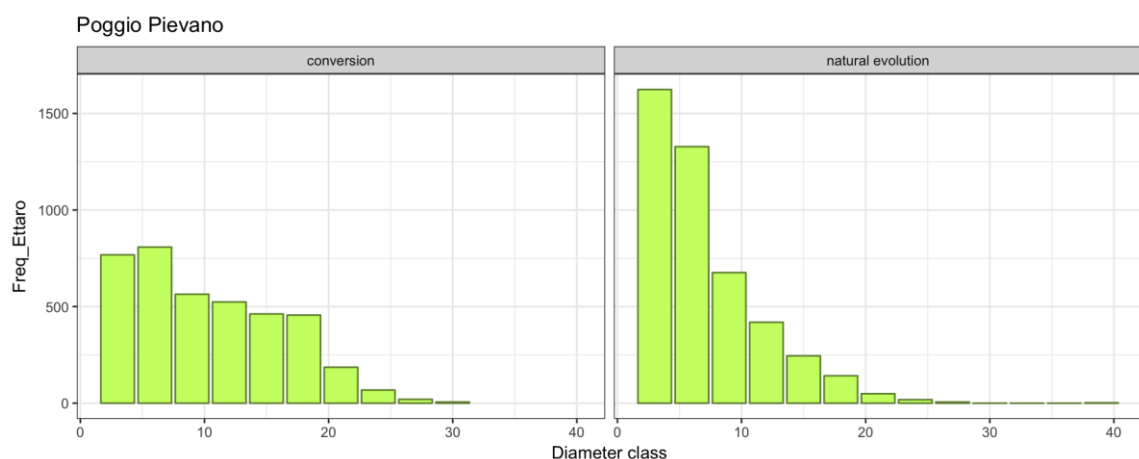


Fig. 6.42 – Stato dell'Indicatore Diameter distribution.

Stato dell'Indicatore *Soil carbon content* (vedi Report Status and Trend Azione B2)

L'Indicatore riportato nella forma di *C organic content* (stato attuale) distingue valori differenti tra le tesi, ma i dati disponibili non consentono la valutazione delle eventuali differenze iniziali (n anni precedenti) il senso delle stesse, in funzione delle opzioni applicate. Il valore dell'indicatore varia nei 2 strati disponibili:

- da 51 (*conversion*) a 75 (*natural evolution*), a 44-50 (trad. coppice) gkg^{-1} nel layer 0-10;
- da 10 (*conversion*) a 16 (*natural evolution*), a 11-16 (trad. coppice) gkg^{-1} nel layer 10-20.

6.1.8 SetteFratelli

Serie storiche degli indicatori

Growing stock

I valori in Tab. 6.13 registrano la variazione dell'Indicatore nell'applicazione di una unica opzione di gestione. Il valore Min è riferito alla massa in piedi subito dopo il primo diradamento e non alla massa totale alla stessa età.

Tab. 6.13 – Valori dell'Indicatore Growing stock.

Indicatori	Statistiche	
	conversion	
Growing_Stock_Standing_Volume	Min	94,8
	Quantiles25	109,53
	Median	194,48
	Mean	209,48
	Std Dev	112,33
	Std Err	56,16
	CV	53,62
	Quantiles75	324,44
	Max	354,18
Standing_Biomass_Dry_Matter	Min	91,9

Quantiles25	106,67
Median	182,5
Mean	192,4
Std Dev	94,43
Std Err	47,21
CV	49,08
Quantiles75	288,02
Max	312,7

L'indicatore *Growing stock* (Fig. 6.43) è qui espresso sia come volume in piedi (sx) che come biomassa (dx). La seconda grandezza, derivata direttamente dalla prima, ha lo stesso andamento.

I valori dell'Indicatore variano secondo lo stesso andamento nel *range* di fertilità espresso da ciascuna delle 2 aree. L'Indicatore esprime in modo aderente lo sviluppo del soprassuolo e segnala il livello di fertilità dei *plot* componenti sia intermini quantitativi che di diversa pendenza.

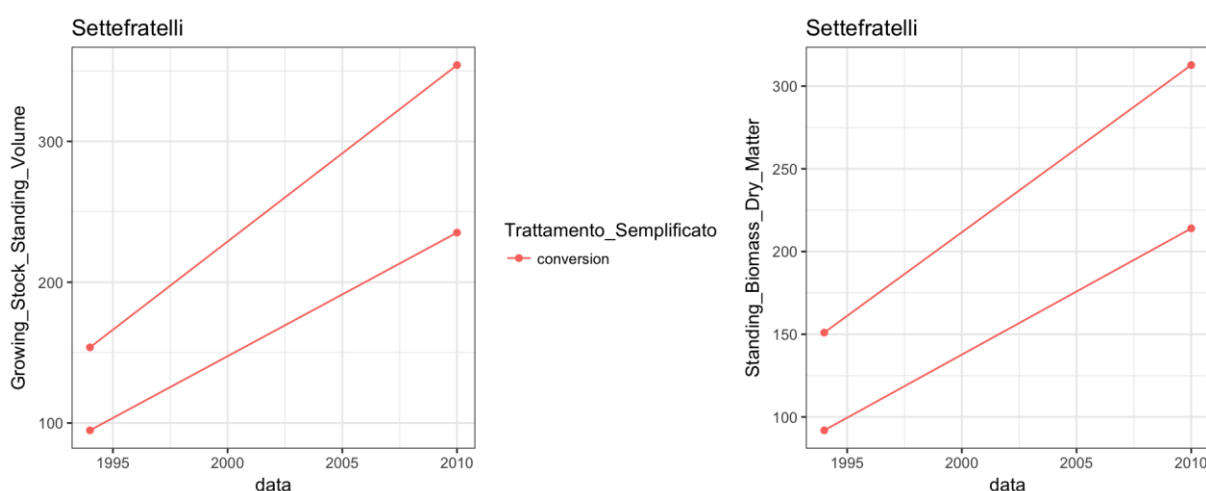


Fig. 6.42 – Andamento dell'Indicatore *Growing stock*, espresso in volume (sx) e in peso secco (dx).

Diameter distribution

In Fig. 6.43 sono rappresentate le distribuzioni ad età successive. L'ultima individua una frequenza elevata nella classe diametrica iniziale, dovuta all'entrata a misura di un numero elevato di polloni di corbezzolo che hanno trovato ambiente di sviluppo ottimale sotto la copertura superiore del piano principale di leccio. La modifica si inserisce in un quadro distributivo tipico di una *fase intermedio-adulta*.

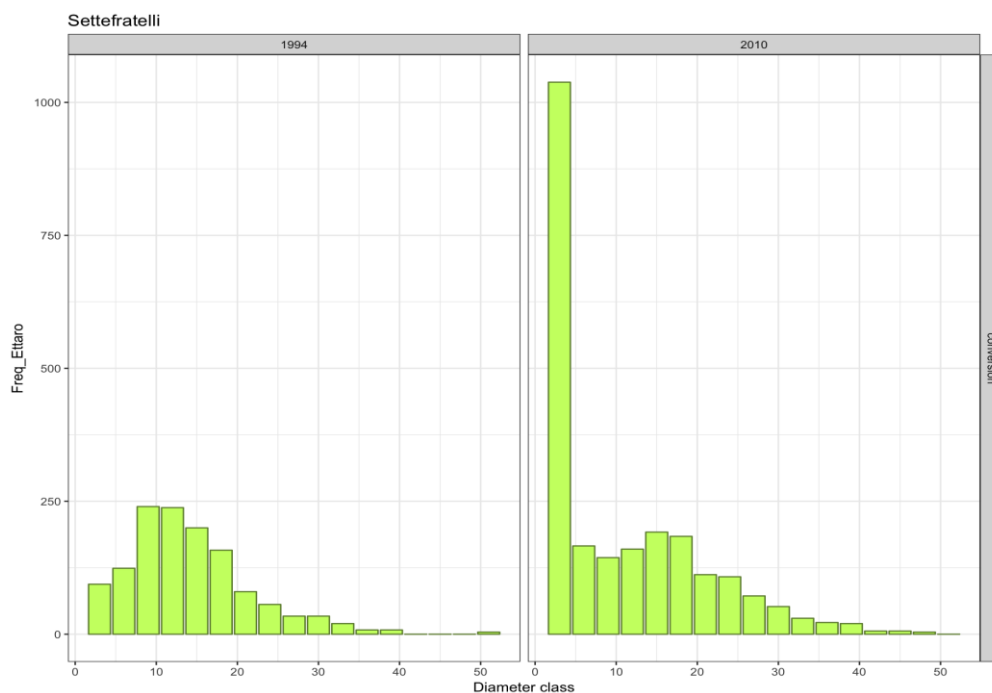


Fig. 6.43 – Andamento dell'Indicatore Diameter distribution.

Carbon stock

I valori in Tab. 6.14 registrano la variazione dell'Indicatore nell'applicazione di una unica opzione di gestione.

Tab. 6.14 – Statistiche descrittive dell'Indicatore Carbon stock.

Indicatori	Statistica	
		conversion
Carbon_Stock_Woody_Biomass	Min	45,95
	Quantiles25	53,33
	Median	91,25
	Mean	96,2
	Std Dev	47,21
	Std Err	23,60
	CV	49,08
	Quantiles75	144,01
	Max	156,35

L'Indicatore *carbon stock* (Fig. 6.44) ha il medesimo andamento del precedente indicatore *growing stock* da cui deriva.

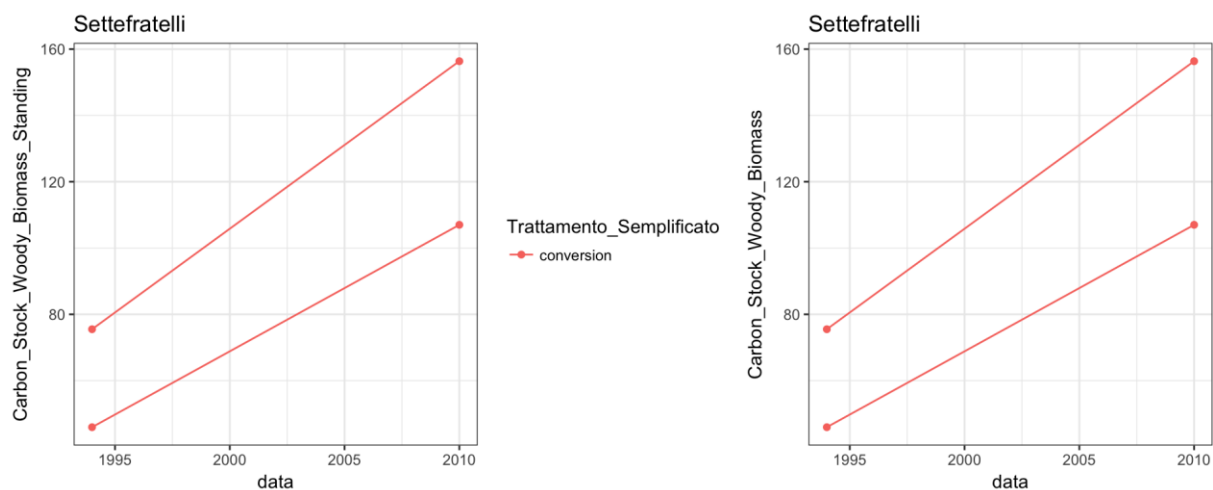


Fig. 6.44 – Andamento dell'Indicatore Carbon stock.

Stato degli indicatori

I valori qui rappresentati, a scala di popolamento, derivano dal rilievo all'attualità sulla superficie del *macroplot*. L'Indicatore (Fig. 6.45), espresso sia in volume che in peso secco, varia secondo il livello di fertilità da un valore minimo di 227 Mgha⁻¹ a uno massimo di 395 Mgha⁻¹ espressi in peso secco.

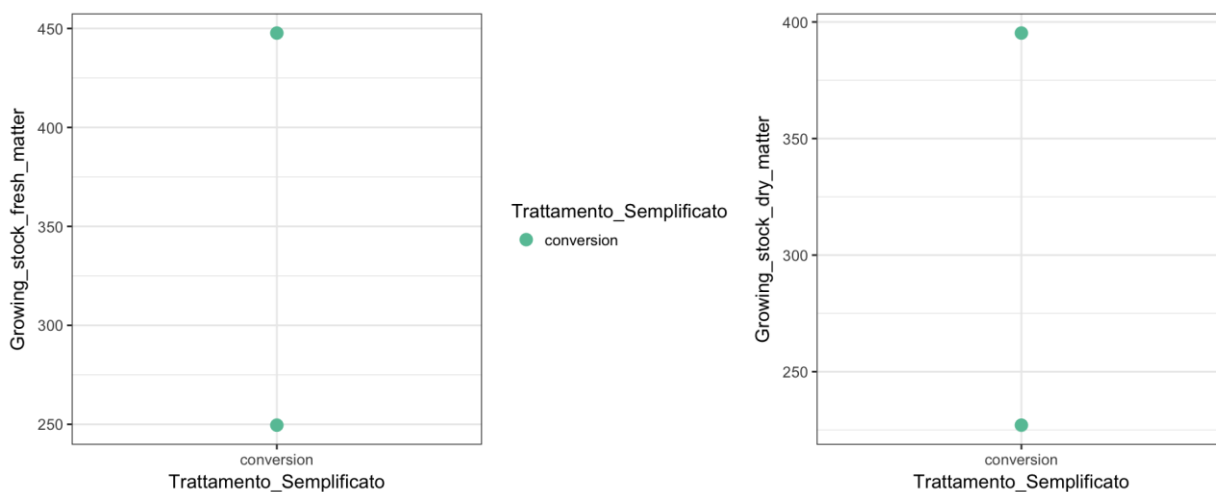


Fig. 6.45 – Stato dell'Indicatore Growing stock, espresso in volume (sx) e in peso secco (dx).

L'Indicatore *Carbon stock of woody biomass* deriva direttamente dalla grandezza precedente e assume quindi le stesse posizioni relative (Fig. 6.46).

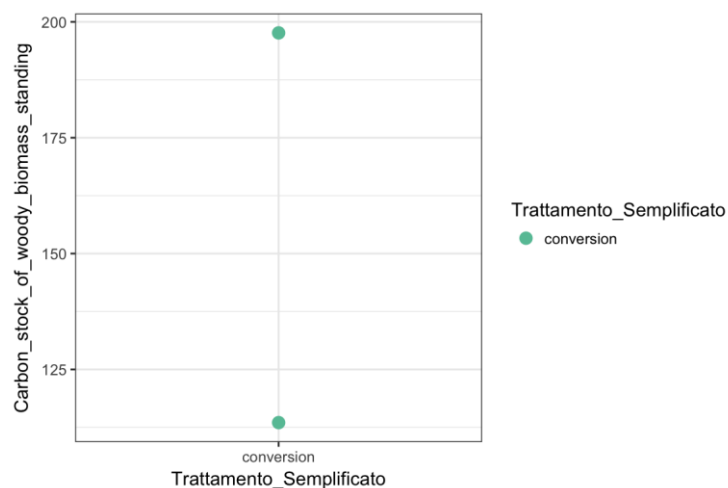


Fig. 6.46 – Stato dell'Indicatore Carbon stock of woody biomass.

L'Indicatore Diameter distribution rappresenta strutture coetanee in una *fase di sviluppo adulta* (Fig. 6.47). La frequenza elevata (a sx), segnala la neo-presenza di alberi di corbezzolo (specie secondaria presente nella tipologia di transizione dalla macchia mediterranea alla lecceta pura) nel piano dominato della struttura.

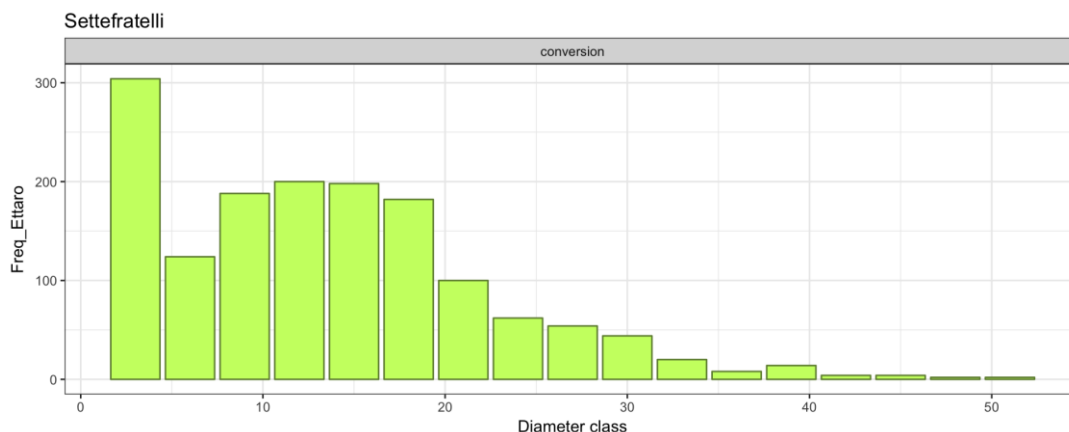


Fig. 6.47 – Stato dell'Indicatore Diameter distribution.

Stato dell'Indicatore Soil carbon content (vedi Report Status and Trend Azione B2)

L'Indicatore riportato nella forma di *C organic content* (stato attuale) distingue valori differenti tra le due aree. I dati disponibili non consentono la valutazione delle eventuali differenze iniziali (n anni precedenti) il senso delle stesse, in funzione del tempo trascorso. Il valore dell'indicatore varia:

- da 39 a 82 gkg⁻¹ nel *layer* 0-10;
- da 13 a 27 gkg⁻¹ nel *layer* 10-20;
- da 11 a 20 gkg⁻¹ nel *layer* 20-40.

6.1.9 Valsavignone

Serie storiche degli indicatori

Growing stock

I valori in Tab. 6.15 registrano le differenze tra le due opzioni di gestione applicate: trattamento e non-trattamento. Il valore Min - tesi conversion è riferito alla massa in piedi subito dopo il primo diradamento e non alla massa totale alla stessa età.

Tab. 6.15 - Statistiche descrittive dell'Indicatore Growing stock.

Statistics			
		conversion	natural evolution
Growing_Stock_Standing_Volume	Min	59,69	107,09
	Quantiles25	170,63	210,32
	Median	211,35	305,58
	Mean	218,59	262,16
	Std Dev	84,63	79,16
	Std Err	16,29	29,92
	CV	38,72	30,19
	Quantiles75	278,86	312,36
	Max	376,46	326,00
Standing_Biomass_Dry_Matter	Min	50,66	90,89
	Quantiles25	144,81	178,50
	Median	179,37	259,35
	Mean	185,52	222,50
	Std Dev	71,82	67,18
	Std Err	13,82	25,39
	CV	38,72	30,19
	Quantiles75	236,67	265,10
	Max	319,50	276,68

L'indicatore *Growing stock* (Fig. 6.48) è qui espresso sia come volume in piedi (sx) che come biomassa (dx). La seconda grandezza, derivata direttamente dalla prima, ha lo stesso andamento.

I valori dell'Indicatore inizialmente superiori nella tesi *natural evolution*, cambiano nella seconda metà dell'intervallo osservato per il rallentamento dello sviluppo medio rispetto alla opzione *conversion*, in cui continua l'*input* incrementale dei periodici diradamenti.

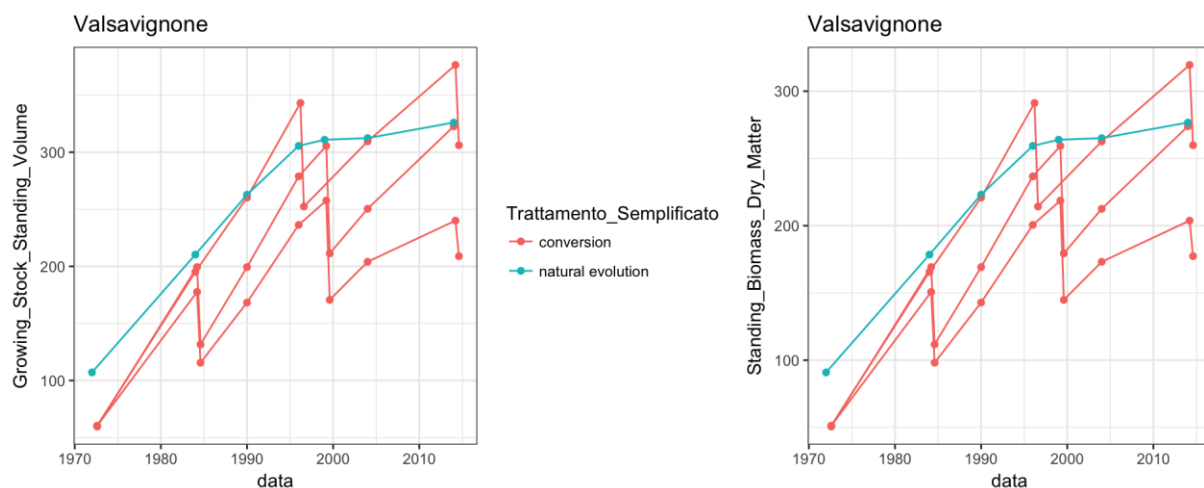


Fig. 6.48 – Andamento dell'Indicatore Growing stock, espresso in volume (sx) e in peso secco (dx).

Diameter distribution

In Fig.2 sono rappresentate distribuzioni da estremamente asimmetriche a asimmetriche (*natural evolution*) e distribuzioni normalizzate dagli interventi di diradamento (*conversion*). La struttura diametrica descritta dall'indicatore è quindi modificata in modo sensibile dal diradamento. Sono infatti azzerate le classi diametriche da piccole a intermedie, che invece rimangono presenti, a meno della mortalità naturale, nella opzione *natural evolution*.

Queste forme distributive sono tipiche di popolamenti nella *fase di sviluppo da giovanile a intermedia*.

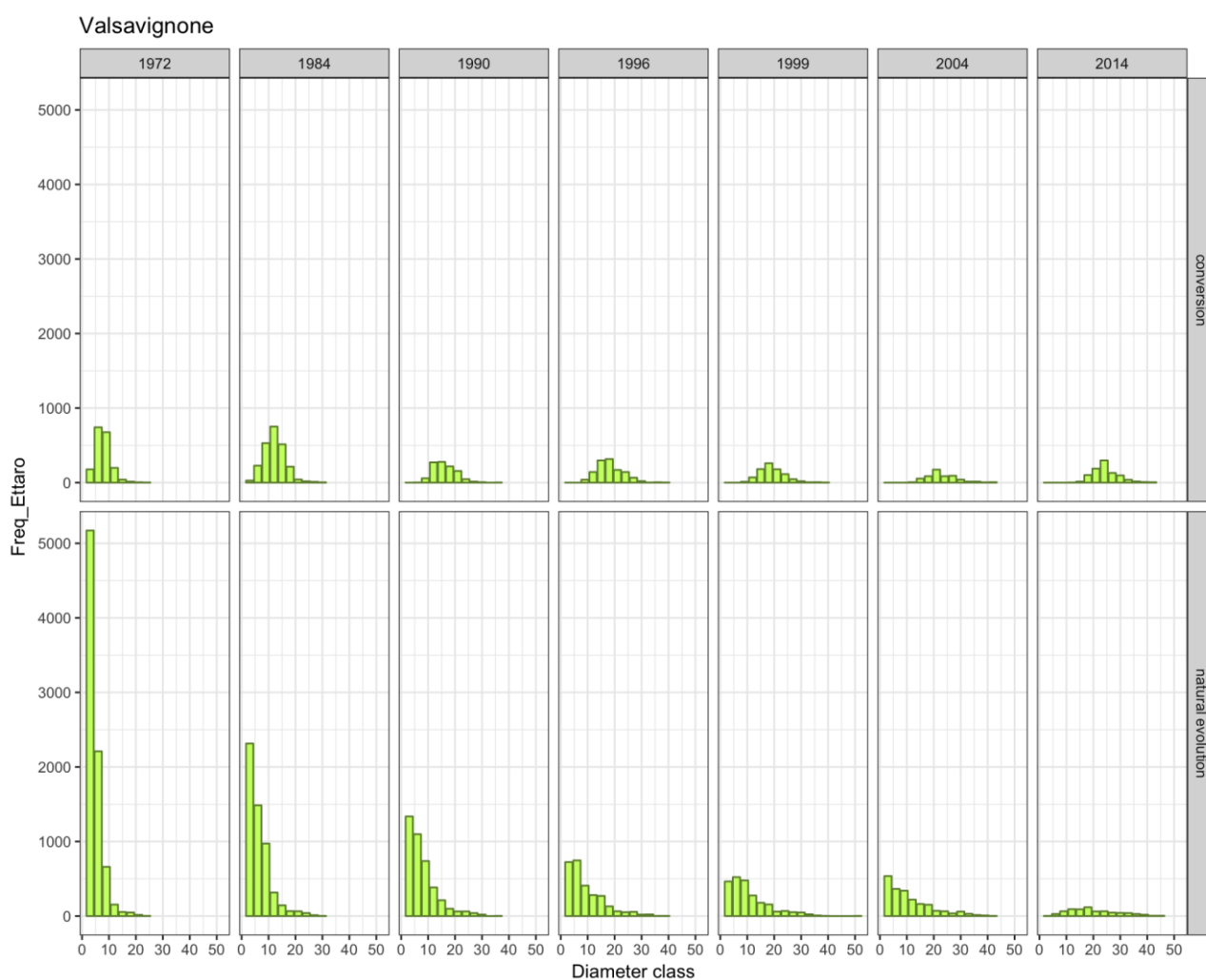


Fig. 6.49 – Andamento dell'Indicatore Diameter distribution.

Carbon stock

I valori in Tab. 6.16 registrano le differenze tra le due opzioni di gestione: trattamento e non-trattamento.

Tab. 6.16 – Statistiche descrittive dell'Indicatore Carbon stock.

Statistics		Valsavignone	
		conversion	natural evolution
Carbon_Stock_Woody_Biomass	Min	41,71	45,44
	Quantiles25	82,82	89,25
	Median	101,89	129,67
	Mean	103,26	111,25
	Std Dev	32,21	33,59
	Std Err	6,20	12,70
	CV	31,19	30,20
	Quantiles75	129,65	132,55
	Max	159,75	138,34

L'Indicatore *carbon stock* (Fig. 6.50) viene distinto in contenuto di C nella massa legnosa in piedi (sx) prima e dopo i diradamenti e in quella (dx) presente al momento del rilievo, che è funzione della distanza dall'ultimo diradamento e quindi del tempo di recupero della massa in piedi. Il valore dopo un diradamento può essere quindi inferiore al precedente, quando l'intervento è vicino nel tempo. Qui, la grandezza contabilizza anche la massa intercalare che non risiede più sulla superficie, ma diventa carbonio sostitutivo di combustibili fossili (legna da ardere).

I valori dell'Indicatore, simili in origine tra le due opzioni colturali, hanno andamento diverso successivamente alla culminazione dell'accrescimento nell'opzione *natural evolution*.

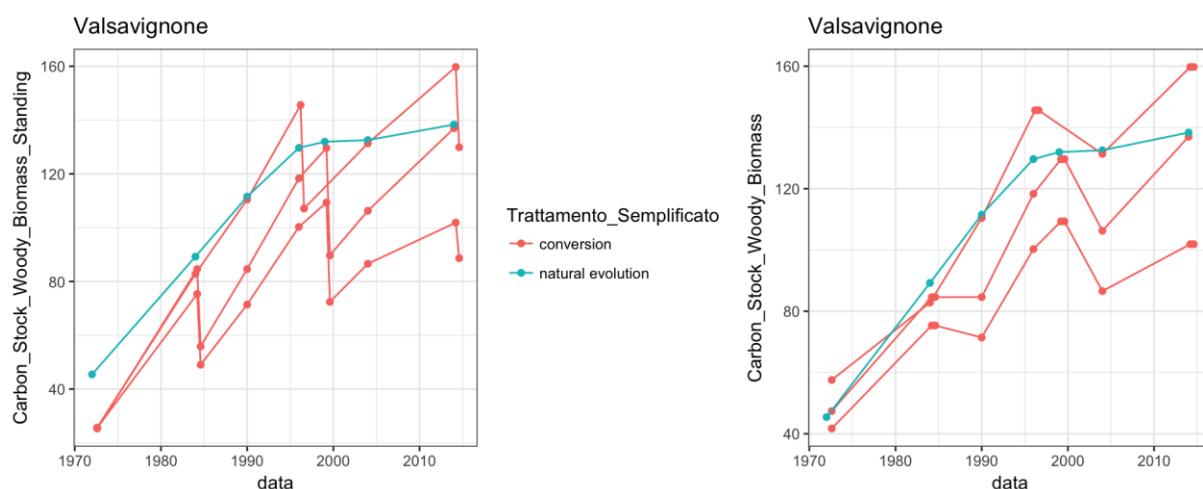


Fig. 6.50 – Andamento dell'Indicatore Carbon stock.

Stato degli indicatori

I valori qui rappresentati, a scala di popolamento, derivano dal rilievo all'attualità sulla superficie del *macroplot*. L'Indicatore (Fig. 6.51), espresso sia in volume che in peso secco, varia secondo le opzioni colturali da un valore minimo di $200,47 \text{ Mgha}^{-1}$ a un massimo di $393,45 \text{ Mgha}^{-1}$ (*conversion*). Il valore della opzione *natural evolution* si colloca in posizione intermedia con un valore di $305,67 \text{ Mgha}^{-1}$.

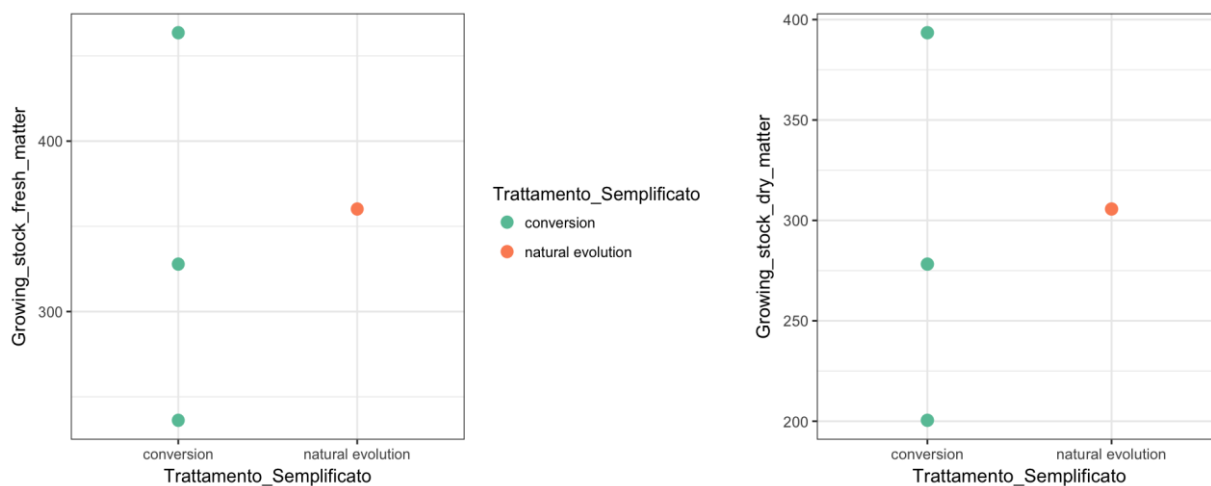


Fig. 6.51 – Stato dell'Indicatore Growing stock, espresso in volume (sx) e in peso secco (dx).

L'Indicatore *Carbon stock of woody biomass* deriva direttamente dalla grandezza precedente e assume quindi le stesse posizioni relative (Fig. 6.52).

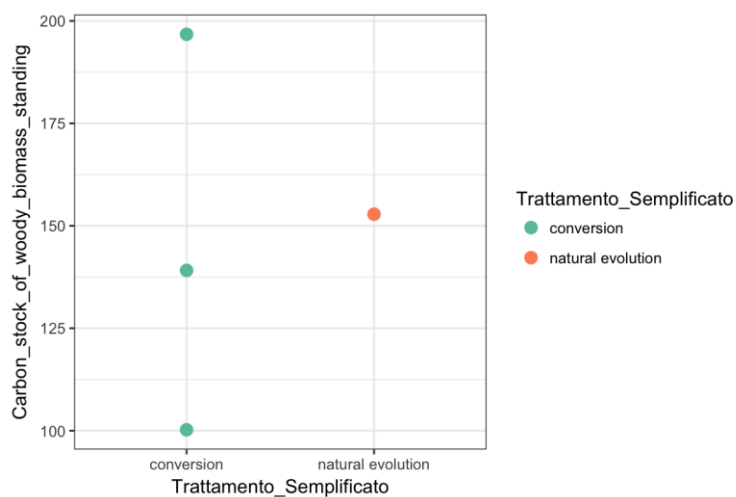


Fig. 6.52 – Stato dell'Indicatore Carbon stock of woody biomass.

L'Indicatore *Diameter distribution* rappresenta strutture coetanee in una *fase di sviluppo intermedia* (Fig. 6.53). Le differenze relative nella struttura diametrica sono dovute al trattamento (*conversion*) che riduce fortemente le frequenze nelle classi diametriche medie e inferiori.

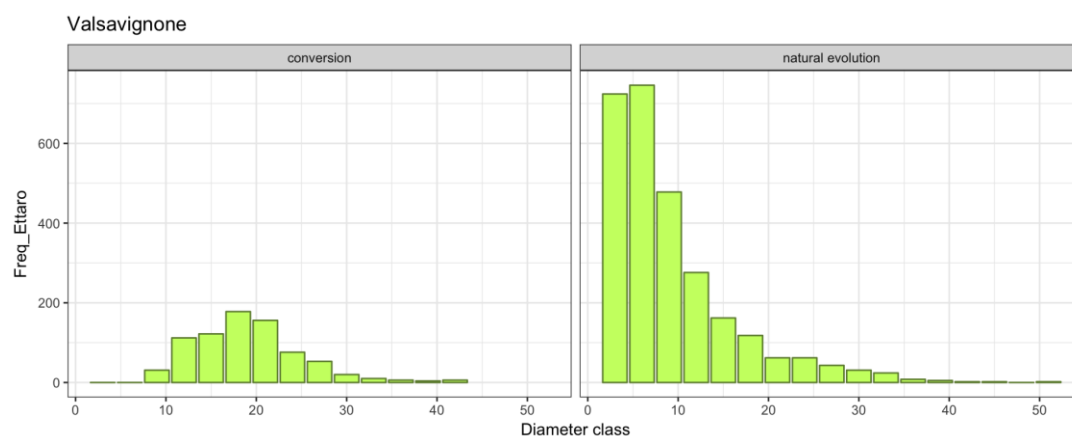


Fig. 6.53 – Stato dell'Indicatore Diameter distribution.

Stato dell'Indicatore Soil carbon content (vedi Report Status and Trend Azione B2)

L'indicatore riportato nella forma di C organic content (stato attuale) distingue valori differenti tra le tesi, ma i dati disponibili non consentono la valutazione delle eventuali differenze iniziali (n anni precedenti) il senso delle stesse, in funzione delle opzioni applicate. Il valore dell'indicatore varia:

- da 33-48 (*conversion*) a 52 (*natural evolution*) gkg^{-1} nel *layer* 0-10;
- da 15-23 (*conversion*) a 32 (*natural evolution*) gkg^{-1} nel *layer* 10-20;
- da 11-22 (*conversion*) a 23 (*natural evolution*) gkg^{-1} nel *layer* 20-40.

6.2 Indicatori innovativi

In questa sezione sono riportati i risultati relativi agli Indicatori innovativi. Data la disponibilità e l'andamento differenziato dei dati, sono stati aggiunti i due siti di Caselli e Valsavignone per ciascuno degli indicatori *Total Aboveground Tree biomass* e *Growth efficiency*.

I dati relativi ai due Indicatori sono esclusivamente quelli delle serie storiche, che registrano il valore fino ad alcuni anni precedenti l'attualità, coincidenti con l'anno dell'ultimo rilievo (inventario) sulle superfici originali delle aree di ciascun protocollo (vedi Paragr. 4.3).

Total Aboveground Tree biomass

L'Indicatore esprime il volume *totale* prodotto dal soprassuolo arboreo nel tempo, sia in assenza che in presenza di trattamento (diradamenti), e riassume quindi in un unico valore anche le masse intercalari periodicamente raccolte. La qualità dell'Indicatore risiede nel valore complessivo espresso, indipendente dalle opzioni colturali applicate. Il valore può essere facilmente tradotto in contenuto di carbonio ed esprime la capacità di *stock* e di *sequestro*. Nei casi analizzati, si evidenziano *trend* comuni o differenti in periodi successivi, in funzione del modello di crescita in assenza di interventi esterni o dell'applicazione di selvicoltura.

A livello Paese sono presenti i dati INFC per classi di età e specie-specifici. Per definizione dell'indicatore (riferimento a *biomassa*), non è contabilizzata nei valori relativi alla opzione colturale *natural evolution* la frazione del volume di mortalità naturale che rimane nel sistema e viene progressivamente incorporata nel suolo.

A tale proposito, si riporta la Nota seguente su questa grandezza.

Necromassa arborea

Dati in letteratura prodotti su 5 dei 9 siti qui complessivamente analizzati (Bertini *et al.* 2010, 2012) indicano un valore medio circa costante di accumulo, espresso in peso secco, pari a 0,4 - 0,6 Mgha⁻¹anno⁻¹ per boschi cedui di età compresa tra 44 e 57 anni. Il valore include tutte le specie qui considerate (cerro, leccio, faggio) ed è indipendente dalla specie. I valori stimati di necromassa totale (in piedi + a terra) in termini di peso secco, (), sono pari a 27,7 Mgha⁻¹ (Buca Zamponi, età 57), 25,3 Mgha⁻¹ (Is Cannoneris, età 55), 30 Mgha⁻¹ (Caselli, età 55), 26,6 Mgha⁻¹ (Poggio Pievano, età 44), 22,3 Mgha⁻¹ (Valsavignone, età 52) (Bertini *et al. op. cit.*).

Il report di FOREST EUROPE (2015) riporta il dato di 5,60 (necromassa in piedi) e 3,60 m³ha⁻¹ (a terra) (Tab. 31, pag. 278) come dato medio Paese. A parte la diversa unità di misura (Mg e m³), il valore medio a livello Paese include tutte le tipologie di soprassuolo (fustaie + cedui), ma soprattutto i boschi sottoposti a selvicoltura, in cui la presenza di legno morto è un fattore prevalentemente accidentale. I diradamenti anticipano di norma infatti la mortalità con la rimozione degli alberi dominati o deperienti. Il ceduo oltre turno inoltre è sicuramente tra tutte la tipologia più ricca di necromassa alle età osservate relativamente giovani, per la densità iniziale molto elevata dei polloni e quindi la loro precoce selezione naturale.

L'indicatore Total Above Ground Tree Biomassa è stato calcolato per i tre siti *plus* come previsto dal *rationale* del progetto Inoltre è stato calcolato anche per i siti di Valsavignone e Caselli data la disponibilità delle variabili necessarie al calcolo.

6.2.1 Buca Zamponi

Nel sito di Buca Zamponi si evidenziano: (i) un *trend* simile in funzione dell'intervallo di età analizzato 27-67 anni); (ii) l'effetto incrementale dei diradamenti che progressivamente innalzano i valori dell'indicatore nella opzione *conversion*, rispetto alla soluzione *natural evolution* (Fig. 6.54).

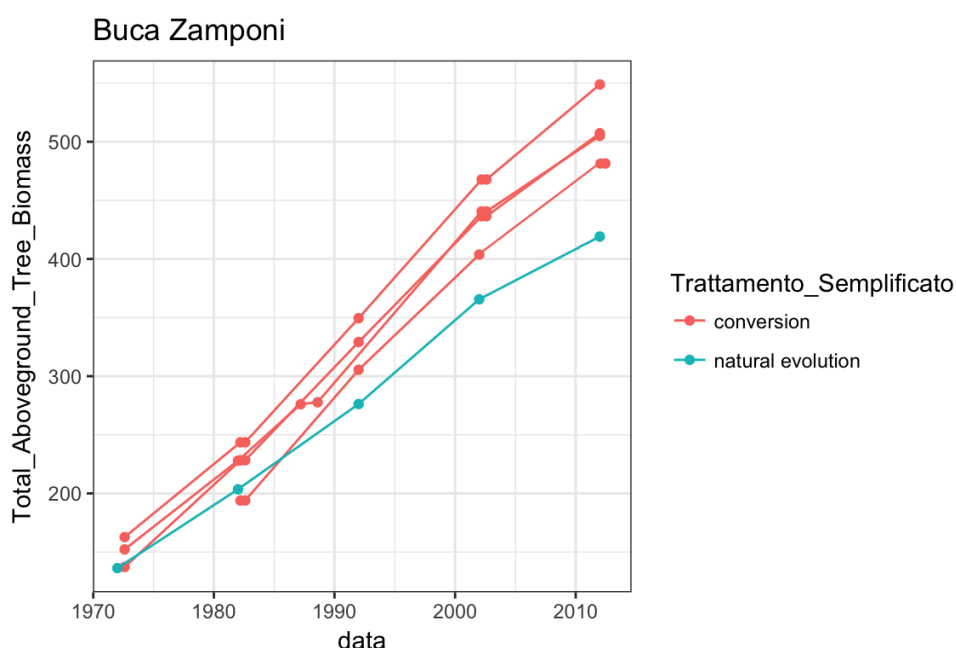


Fig. 6.54 – Andamento dell'Indicatore Total Aboveground Tree Biomass.

6.2.2 Is Cannoneris

Nel caso, si evidenziano: (i) il *trend* costante nell'opzione *natural evolution*, che mantiene una pendenza maggiore che nella soluzione *conversion*, fino al secondo diradamento. A seguito di questo, aumenta in modo evidente la pendenza, quindi l'accrescimento delle aree diradate (Fig. 6.55).

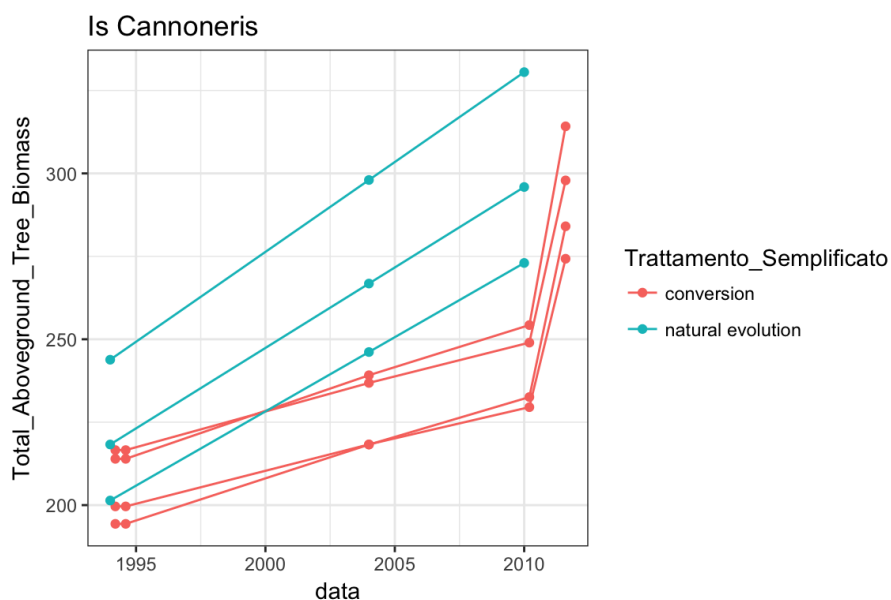


Fig. 6.55 – Andamento dell'Indicatore Total Aboveground Tree Biomass.

6.2.3 Poggio Pievano

Nel sito di Poggio Pievano è stato condotto un unico inventario, quindi non si ha a disposizione alcun andamento descrivibile, ma soltanto valore di massa totale prima del diradamento, corrispondente a quello di *growing stock* (Fig. 6.56).

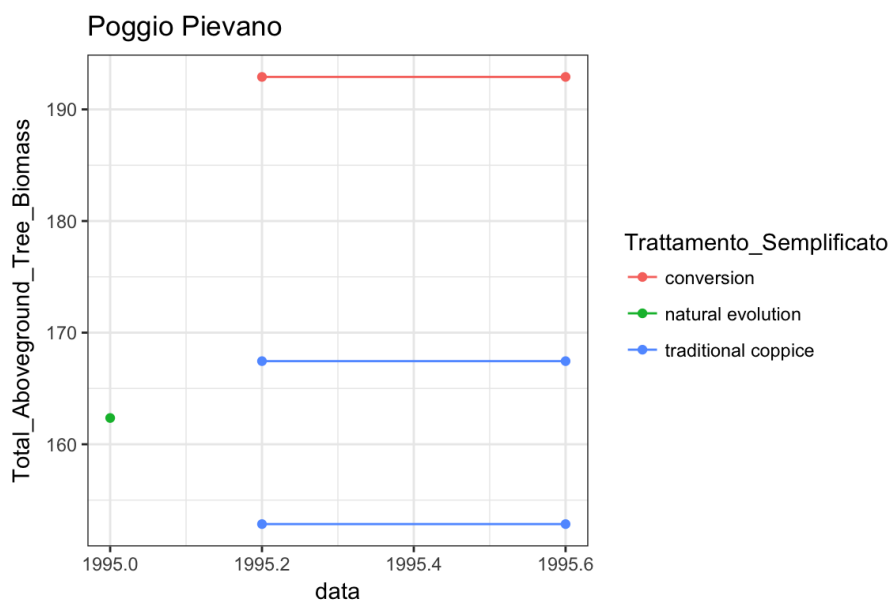


Fig. 6.56 – Andamento dell'Indicatore Total Aboveground Tree Biomass.

6.2.4 Caselli

Nel sito di Caselli l'Indicatore mostra un andamento diverso di accrescimento in 2 delle 4 aree che rappresentano la soluzione *natural evolution* a partire dal 1990, con riduzione del valore incrementale, mentre i valori si mantengono più sostenuti dell'opzione *conversion*. Il *range* iniziale aumenta comunque in modo limitato al

dato finale, con ancora sovrapposizione della prestazione produttiva dei due *plot* in *natural evolution* di maggiore fertilità a quelli migliori in *conversion* (Fig. 6.57).

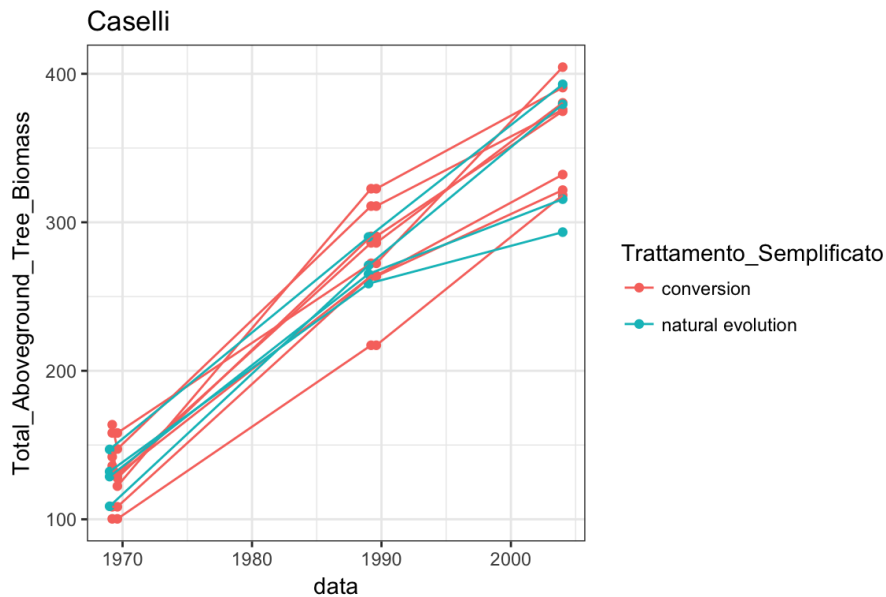


Fig. 6.57 – Andamento dell'Indicatore Total Aboveground Tree Biomass.

6.2.5 Valsavignone

In questo sito, viceversa, si osserva il deciso calo incrementale nella soluzione *natural evolution* che differenzia il seguito dell'andamento generale. Il procedere dell'età differenzia anche le tesi *conversion* tra loro (Fig. 6.58).

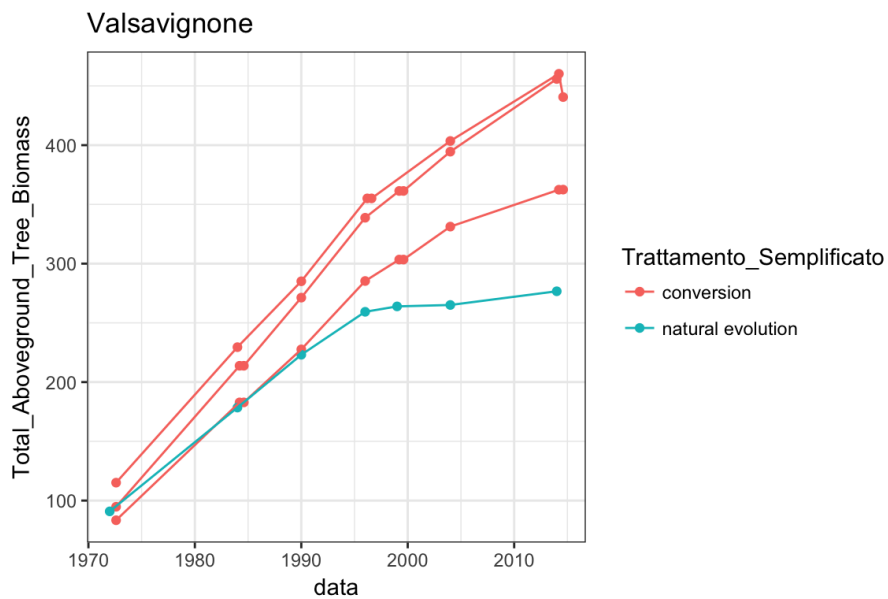


Fig. 6.58 – Andamento dell'Indicatore Total Aboveground Tree Biomass.

Growth efficiency

L'Indicatore misura la fissazione del carbonio atmosferico nei tessuti sulla base della superficie fogliare o della massa fogliare presenti. È un Indicatore di funzionalità sensibile alle variazioni indotte dalla selvicoltura applicata e dalla intensità di gestione perché questi sono i fattori di modifica della struttura spaziale della massa fogliare, dell'illuminazione interna, delle risorse disponibili e del livello di competizione per l'uso delle stesse. Qui, l'*efficienza di accrescimento* è calcolata sia come rapporto tra *incremento di biomassa legnosa epigea prodotta tra due inventari* e (i) il *Leaf Area Index (LAI) medio* o (ii) la *massa fogliare anidra* calcolati nello stesso periodo.

Il confronto dei valori tra ceduo in *evoluzione naturale* e *avviamento* consente la verifica dell'effetto trattamento/non trattamento in termini di *efficienza d'uso della massa fotosintetizzante*.

Le serie storiche determinano l'andamento dell'Indicatore in funzione dell'età del soprassuolo.

È questo l'unico Indicatore che lega direttamente in un rapporto funzionale due grandezze quantitative.

6.2.6 Buca Zamponi, Caselli, Is Cannoneris, Poggio Pievano, Valsavignone

L'indicatore Growth efficiency (Tab.6.17, Fig 6.69 e Tab. 6.18), come indicatore innovativo, è stato calcolato per i 3 siti plus. Inoltre è stato calcolato anche per i siti di Valsavignone e Caselli data la disponibilità delle variabili necessarie al calcolo.

Tab. 6.17 – Valori dell'indicatore Growth efficiency con il LAI.

ID_Sito	ID_Area	Anno	Trattamento_semplificato	Età anni	Growth Efficiency LAI
Buca Zamponi	fsDIRcate	2002	conversion	57	2,22
	fsDIRcate	2012		67	1,13
	fsTESTcate	2002	natural evolution	57	1,60
	fsTESTcate	2012		67	0,91
Caselli	qcD3case	2004	conversion	55	1,36
	qcT3case	2004	natural evolution	55	0,76
	qiAisc	2004	conversion	55	0,84
	qiAisc	2010		61	2,65
Is Cannoneris	qiBisc	2004		55	0,60
	qiBisc	2010		61	2,58
	qiTisc	2004	natural evolution	55	1,11
	qiTisc	2010		61	0,97
	qcDvals	1999	conversion	47	1,73
	qcDvals	2004		52	1,87
Valsavignone	qcDvals	2014		62	0,64
	qcTvals	1999	natural evolution	47	0,32
	qcTvals	2004		52	0,06
	qcTvals	2014		62	0,22

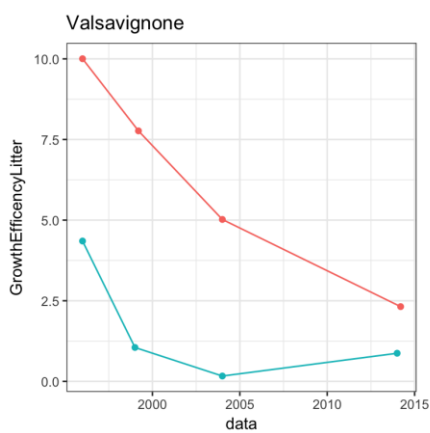
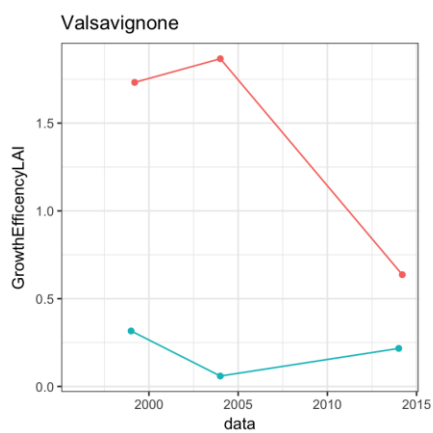
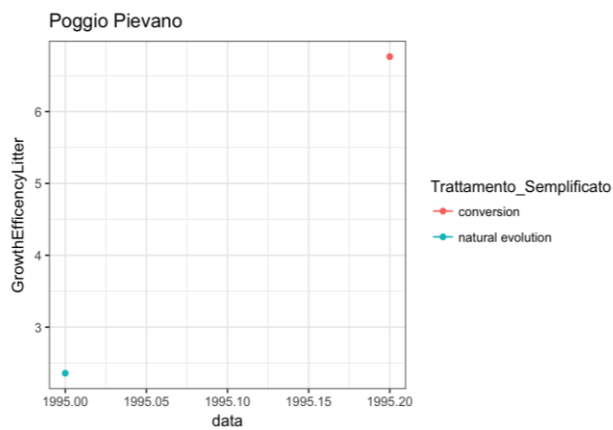
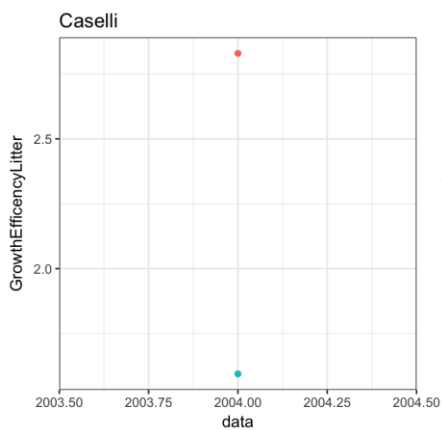
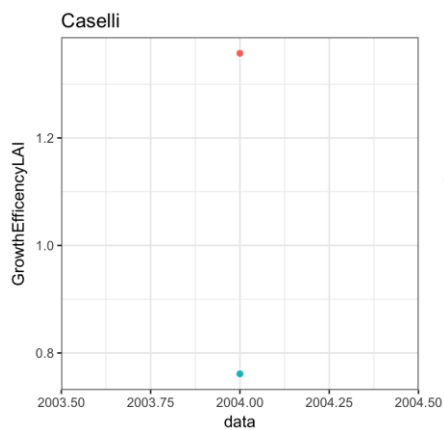
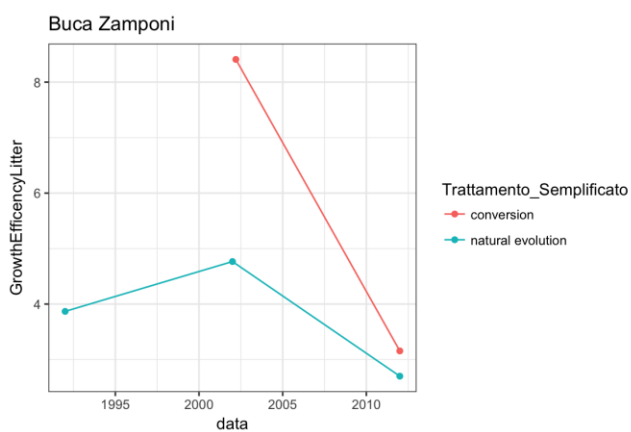
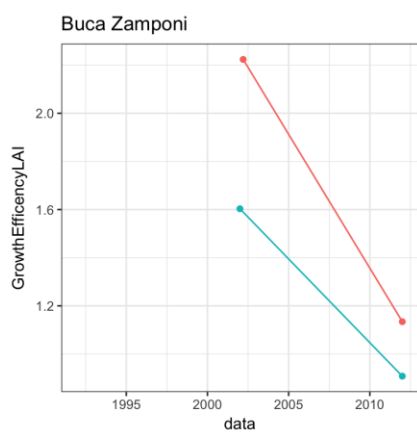


Fig.6.59 - Andamento dell'indicatore Growth Efficiency

Tab. 6.18 – Valori dell'indicatore *Growth efficiency* con la lettiera (*LITTER*)

ID_Sito	ID_Area	Anno	Trattamento_semplificato	Età	Growth Efficiency <i>LITTER</i>
Buca Zamponi	fsDIRcate	2002	conversion	57	8,41
Buca Zamponi	fsDIRcate	2012	conversion	67	3,16
Buca Zamponi	fsTESTcate	1992	natural evolution	47	3,87
Buca Zamponi	fsTESTcate	2002	natural evolution	57	4,77
Buca Zamponi	fsTESTcate	2012	natural evolution	67	2,70
Caselli	qcD3case	2004	conversion	55	2,83
Caselli	qcT3case	2004	natural evolution	55	1,59
Poggio Pievano	qc112mass	1995	natural evolution	35	2,36
Poggio Pievano	qc2536mass	1995	conversion	35	6,76
Valsavignone	qcDvals	1996	conversion	44	10,00
Valsavignone	qcDvals	1999	conversion	47	7,77
Valsavignone	qcDvals	2004	conversion	52	5,02
Valsavignone	qcDvals	2014	conversion	62	2,32
Valsavignone	qcTvals	1996	natural evolution	44	4,35
Valsavignone	qcTvals	1999	natural evolution	47	1,05
Valsavignone	qcTvals	2004	natural evolution	52	0,17
Valsavignone	qcTvals	2014	natural evolution	62	0,87

L'utilizzo del LAI o della massa fogliare per il calcolo dell'Indicatore di *Growth efficiency*, cambia evidentemente i valori osservati, ma non il senso della variazione dell'Indicatore.

Il confronto dei valori *natural evolution* e *conversion*, evidenzia l'effetto del diradamento che consente un aumento rapido dell'efficienza rispetto al soprassuolo in evoluzione naturale. Quest'ultimo, assume e mantiene sempre valori inferiori. La distanza progressiva dal diradamento diminuisce l'efficienza di accrescimento perché tendono a ripristinarsi le condizioni pre-intervento. L'aumento dei valori di massa fogliare e di LAI per il recupero degli spazi livello chioma conduce a maggiori perdite per respirazione e quindi ad una riduzione dell'efficienza di complesso.

Oltre ai valori elevati in corrispondenza dei diradamenti, non appare possibile classificare le specie sulla base di un criterio di efficienza e produttività. Questi attributi rimangono collegati alla autoecologia (specie ad accrescimento diverso) e al livello di corrispondenza della qualità della stazione all'ecologia specifica. Anni non favorevoli o viceversa ottimali come andamento (ad es. in rapporto alla quantità e distribuzione delle precipitazioni o alle temperature) possono abbassare od alzare il valore osservato. Cause accidentali sono quelle collegate a fenomeni di tipo biologico (es. insetti) che coinvolgono l'integrità della superficie fogliare.

6.3 Confronto tra Indicatori tradizionali e innovativi

L'analisi comparativa consente di formulare critiche eventuali agli Indicatori tradizionali e innovativi qui applicati alla tipologia bosco ceduo ed alla scala di popolamento forestale.

Ad oggi, infatti, il tipo forestale non è differenziato nelle statistiche di FOREST EUROPE (2015), così come invece già avviene a livello di Inventari nazionali. Il livello di applicazione qui è inoltre molto diverso da quello nazionale correntemente utilizzato.

Il giudizio su un indicatore e quindi il confronto tra Indicatori tradizionali e nuovi è basato su attributi precisi (Pettenella e Secco 1998) di seguito elencati:

1. produrre un'informazione di sintesi, segnalando il livello di risposta ai cambiamenti, inclusa la gestione;
2. essere in stretta e diretta relazione con l'obiettivo della valutazione;
3. essere operativamente funzionale e in grado di utilizzare dati esistenti;
4. essere definito con precisione e facile da determinare, registrare, interpretare;
5. prevedere procedure di raccolta e aggiornamento delle informazioni poco costose.

Indicatori tradizionali

Growing stock standing volume

Standing biomass dry matter

Carbon stock of woody biomass standing

Queste formulazioni rappresentano un Indicatore unico secondo tre diverse forme di espressione in *volume*, *peso secco* e *contenuto di Carbonio* della massa legnosa. Esse sono capaci di produrre l'informazione richiesta, registrare gli effetti della gestione, essere in relazione stretta con l'obiettivo di determinare il contributo al ciclo del Carbonio, utilizzare dati esistenti o comunque essere definiti con strumenti disponibili. La registrazione dei dati di gestione dal livello locale, consente il loro periodico aggiornamento.

L'Indicatore è calcolabile tramite relazioni allometriche e trasformabile via coefficienti di espansione e trasformazione da volume a biomassa, a peso fresco e secco e a contenuto di Carbonio. Gli strumenti sono in genere disponibili e certificati nelle specifiche Inventariali adottate a livello nazionale.

La costruzione della serie storica richiede inventari periodici e la determinazione delle masse intercalari, quindi la situazione subito prima e subito dopo ciascun intervento. Il confronto gestione - non gestione è basato completamente e non può quindi omettere questa determinazione. Le masse intercalari provvedono infatti l'elemento mancante nella definizione, ovvero la massa legnosa che non produce più una *capacità corrente di sequestro e stock*, ma un *ruolo* quantificabile di *sostituzione* del combustibile fossile con energia prodotta attraverso masse rinnovabili (biomasse).

Se la soluzione grafica è chiara e completa, la rappresentazione numerica di *Growing stock* ha la necessità di affiancare al valore di massa *corrente* il valore delle masse *intercalari* precedenti. L'Indicatore così determinato esprime la dinamica di accrescimento secondo i canoni del modello di accrescimento generale del bosco *trattato* e *non trattato*, ovvero considera le masse ***principale***, ***corrente*** e ***totale***. Il confronto può avvenire infatti soltanto al livello di ***massa totale***.

Il procedimento si crea quindi con un dato puntuale (*stato*) dell'indicatore e si sviluppa attraverso serie di valori (*serie storiche*) che visualizzano e descrivono l'andamento nel tempo.

Approfondimenti possibili

L'Indicatore introduce il concetto *dinamico* della grandezza *massa arborea*, ovvero la sua *variazione nel tempo* o *incremento*.

Un ulteriore sviluppo di applicazione è quindi con la *capacità media o corrente di sequestro* del carbonio. La risposta risiede in tre punti distinti:

1. *capacità media annua di sequestro* = valore dell'*incremento medio* di massa legnosa sull'unità di superficie o rapporto tra *massa corrente* ed età del soprassuolo;
2. *capacità corrente annua di sequestro* = *quantità di incremento corrente* di massa legnosa sull'unità di superficie per anno, o *differenza media annua* tra i valori di *massa corrente* determinati ad età successive sullo stesso soprassuolo;
3. *andamento della capacità corrente di sequestro*: in *aumento*, *stabile*, in *diminuzione* in funzione dei valori relativi di *incremento corrente* $\geq$ $<$ *i. medio.*, variabile secondo età, fertilità, biologia della specie.

La determinazione dell'Indicatore di cui ai punti 2 e 3, richiede almeno 2 rilievi a distanza di 5 - 10 anni per definire l'*incremento corrente* e realizzare il confronto con l'*incremento medio*.

Il suo utilizzo consente una scala di interpretazione e comprensione più fine del fenomeno di cui agli attuali Indicatori del Criterio 1 alla scala di popolamento, quindi alla unità di gestione.

La variabilità delle età di culminazione specifiche evidenziata dai dati disponibili in letteratura (Fabbio 2016), suggerisce la creazione di una base dati cui fare riferimento nella pianificazione della gestione per ottimizzare la stessa anche come capacità di sequestro.

Un esempio di riferimenti già disponibili è dato dai *valori di incremento medio annuo di volume* in piedi per *specie governate a ceduo a livello nazionale* [4,4 m³ ha⁻¹anno⁻¹ faggio, 2,2 m³ ha⁻¹anno⁻¹ cerro, 1,5 m³ ha⁻¹anno⁻¹ leccio] (Gasparini e Tabacchi 2011).

Il report di FOREST EUROPE (2015) indica un valore di *incremento corrente* generale a livello Paese di poco superiore a 4 m³ ha⁻¹anno⁻¹ (p. 115) e un valore di massa in piedi (media Paese) di 148,9 4 m³ ha⁻¹ (Tab. 8, p. 250).

Il report relativo all'INFC (2005), per i boschi cedui di età compresa tra i 31-40 e 41-80 anni riporta *masse unitarie* di 114,7 e 148,7 m³ ha⁻¹ rispettivamente. Sempre INFC, per le classi di età 41-80 e oltre 80 anni, indica un *incremento corrente* di circa 4 m³ ha⁻¹anno⁻¹ (Fabbio e Cutini 2017).

Carbon stock of woody biomass

L'Indicatore prevede un unico valore per anno di inventario e quindi non separa la massa prima e dopo il diradamento nella soluzione colturale di *conversione*, ma considera soltanto lo stato *ante*. La sua formulazione rimane viceversa funzionale ed identica a *Carbon stock of woody biomass standing* per la soluzione di *evoluzione naturale*.

Per questi motivi, questo Indicatore si sovrappone agli altri già formulati nel caso *assenza di trattamento*, ma non è funzionale nel caso di *trattamento*, rispetto agli Indicatori precedenti.

Può essere utilmente sostituito dall'Indicatore *Total aboveground tree biomass* trasformando il valore in peso secco totale in valore di contenuto di carbonio.

Soil carbon content

I valori registrati mostrano un *trend* comune e conosciuto tra lo strato superficiale di deposito della massa organica morta e quelli inferiori, ma anche un *range* ampio all'interno di ciascun orizzonte analizzato. La prevalenza di una quantità superiore nella tesi meno disturbata (*evoluzione naturale*) non è sempre verificata nei dati, anche per l'elevato campo di variazione relativo. L'Indicatore è utile e di supporto ai precedenti.

Diameter or age class distribution

L'Indicatore ha un carattere generale, anche se espresso a livello di popolamento.

Nei boschi coetanei, l'Indicatore inquadra lo stadio di sviluppo che è in relazione con la capacità di sequestro corrente e di *stock*, maggiore in boschi giovani piuttosto che maturi (da cui la collocazione nel Criterio 1). La fase prevalente, nei casi di studio analizzati, copre un *range* di età dalla fase *giovanile*, a *intermedio* - *adulta*. Questa determinazione è basata sull'ipotesi che la vita media di soggetti di origine agamica dominanti sia simile a quella di alberi da seme della stessa posizione. L'ipotesi è validata dagli andamenti auxonomici (modelli di accrescimento) verificati negli ultimi 30-40 anni nei soprassuoli cedui oltre turno.

Secondo FOREST EUROPE 2015 (Tab. 11 p. 253), la classe *intermedia* è quella prevalente nei boschi europei.

L'indicatore mantiene un carattere generale ed è calcolabile con rilievi di routine nella forma di distribuzione diametrica.

Indicatori innovativi

Total aboveground tree biomass

L'Indicatore esprime il valore più comprensivo relativamente al Criterio 1. Esso rappresenta il valore di *stock totale* nella massa arborea viva. Gli attributi e i fattori che determinano l'andamento di questa grandezza sono gli stessi già visti per l'Indicatore *accrescimento* della massa corrente (*non linearità*, etc).

L'Indicatore, espresso in massa anidra o peso secco (Mg ha^{-1}), si calcola tramite coefficienti di conversione specie-specifici (Federici et al. 2008) a partire dal volume arboreo. È quindi determinabile con gli stessi rilievi di base.

Questo Indicatore fa riferimento alla *massa corrente* nel ceduo a regime e nel ceduo in evoluzione naturale, alla *massa corrente* e *massa totale* (massa corrente + sommatoria delle masse intercalari prelevate con i diradamenti) nel ceduo in avviamento ad alto fusto.

Per alcuni dei siti oggetto di analisi sono riportati i valori di biomassa totale (evoluzione naturale) pari a 313 (Caselli, 55 anni), 159 (Poggio Pievano, 44 anni), 239 (Valsavignone, 52 anni) Mg ha^{-1} (cerro), di 322 (Buca Zamponi, 57 anni, faggio) e di 225 Mg ha^{-1} (Is Cannoneris, 55 anni, leccio).

Per gli stessi siti ed età, valori di incremento medio pari a 5,7 (Caselli), 3,6 (Poggio Pievano), 4,6 (Valsavignone) $\text{Mg ha}^{-1}\text{anno}^{-1}$ (cerro), di 5,6 (Buca Zamponi, faggio) e di 4,1 $\text{Mg ha}^{-1}\text{anno}^{-1}$ (Is Cannoneris, leccio) (Bertini et al. op. cit.).

Growth efficiency

L'Indicatore esprime la capacità di fissazione del carbonio atmosferico nei tessuti legnosi e stima la funzionalità ed il livello di efficienza degli ecosistemi forestali. È descritto come *massa secca prodotta per metro quadro di superficie fogliare*. Di norma, l'*efficienza di accrescimento* viene stimata dal *rapporto* tra *incremento corrente* (misurato come biomassa legnosa, ma calcolabile anche come area basimetrica o volume della massa legnosa) in un determinato periodo e *indice di area fogliare* o *massa anidra medi* della componente fogliare misurati nello stesso intervallo. L'applicazione dei diradamenti aumenta il livello di

efficienza perché ottimizza le relazioni spaziali (minore competizione e maggiore disponibilità di nutrienti) e migliora l'utilizzo dello spazio alla componente fogliare per l'intercettazione della luce e la fotosintesi.

Richiede rilievi specifici delle grandezze ma produce un Indicatore sensibile e, l'unico tra quelli analizzati, che è espressione funzionale e non solo quantitativa collegata ai parametri di età, fertilità e aderenza ecologica della stazione alla auto-ecologia delle specie componenti.

7. Conclusioni

Gli Indicatori compresi nel Criterio 1, in parte tradizionali nella formulazione (*Growing stock standing volume*, *Standing biomass dry matter*, *Carbon stock of woody biomass standing*, *Carbon stock of woody biomass*, *Soil carbon content*, *Diameter or age class distribution*), ma applicati qui alla scala di popolamento, ed in parte nuovi (*Total aboveground tree biomass* e *Growth efficiency*), assicurano una prestazione efficace nel complesso di attributi utilizzati per valutare la loro sensibilità e rispondenza all'obiettivo principale collegato al Criterio. Unica eccezione è l'Indicatore *Carbon stock of woody biomass* che non distingue la condizione precedente e seguente gli interventi colturali (i diradamenti) e non realizza quindi una risposta di andamento coerente.

Questo Indicatore può essere sostituito da uno dei due nuovi, *Total aboveground tree biomass*, che supera il problema e determina il dato comprensivo. La registrazione delle masse intercalari e finali per unità di superficie, parametro che dovrebbe essere sempre nella disponibilità dei tecnici gestori perché direttamente collegato al fattore economico della gestione, appare indispensabile per collegare le diverse opzioni oggi realizzate nell'ambito del bosco ceduo e di origine cedua. Questo dato, insieme al rilievo periodico su aree campione per determinare i valori di accrescimento per intervalli successivi (5-10 anni), produce i dati che sono poi elaborabili via strumenti esistenti e nella disponibilità dei tecnici forestali, o comunque facilmente acquisibili.

Il *contenuto di Carbonio organico nel suolo* è un Indicatore che richiede rilievi specialistici e ha dimostrato nella determinazione dello *stato attuale*, l'unica disponibile, una elevata variabilità che, se è attesa tra i diversi strati, è presente spesso anche all'interno dello stesso orizzonte.

Tra gli Indicatori di nuova formulazione *Total aboveground tree biomass* è sicuramente un ottimo Indicatore, comprensivo di tutti gli elementi che ne permettono un utilizzo comparativo tra opzioni di gestione diverse.

Sull'unico elemento mancante e che richiede rilievi specifici, la necromassa arborea, esistono dati in letteratura che possono integrare utilmente quelli prodotti direttamente dall'Indicatore.

La *Growth efficiency* richiede rilievi specifici o della componente fogliare della lettiera o il calcolo per via strumentale dell'Indice di Area Fogliare. Il secondo è sicuramente il più speditivo, ma richiede la disponibilità dello strumento. L'Indicatore si dimostra sensibile a tutte le variazioni indotte nella struttura delle chiome dalla selvicoltura applicata, così come da agenti di disturbo di natura biologica, chimica o fisica. Rimane l'unico direttamente collegato al funzionamento corrente del sistema in rapporto alla capacità relativa di fissazione del Carbonio nei tessuti legnosi.

8. Bibliografia ed ulteriori letture

- Amorini E., Brandini P., Fabbio G., Tabacchi G. 2000 - *Modelli di previsione delle masse legnose e delle biomasse per i cedui di cerro della Toscana centro-meridionale*. Annali Ist. Sper. Selv. Arezzo, 29 (1998): 41-56.
- Amorini E., Fabbio G., Tabacchi G. 1995 - *Le faggete di origine agamica: evoluzione naturale e modello colturale per l'avviamento ad alto fusto*. In: Atti Seminario Funzionalità del sistema faggeta. AISF, Firenze 16-17 Novembre: 331-345.
- Becagli C., Bertini G., Cammarano M., Cantiani P., Cater M., Chiavetta U., Coletta V., Conforti M., D'Andrea E., Di Salvatore U., Fabbio G., Ferlan M., Ferreira A., Ferretti F., Giovannozzi Sermanni A., Kobler A., Kovač M., Marinšek A., Micali M., Pellicone G., Planinšek Š., Rezaei N., Sicuriello F., Skudnik M., Tonti D. 2016 - *Assessing the maintenance of forest resources and their contribution to carbon cycles* Annals of Silvicultural Research 1: 55-63.
- Bertini G., Fabbio G., Piovosi M., Calderisi M. 2010 - *Densità di biomassa e necromassa legnosa in cedui di cerro in evoluzione naturale in Toscana*. Forest@ (7): 88-103. doi: 10.3832/efor0620-007
- Bertini G. 2012 - *Relazioni tra struttura, selvicoltura, stato biologico e funzioni attese del bosco in uno scenario di cambiamento gestionale e ambientale. Analisi dal monitoraggio ecologico di lungo periodo*. DIBAF-UNITUS Tesi di dottorato in Ecologia Forestale, 116 p.
- Bertini G., Fabbio G., Piovosi M., Calderisi M. 2012 - *Densità di biomassa e necromassa legnosa in cedui oltre turno di leccio in Sardegna e di faggio in Toscana*. Forest@ (9): 108-129. doi: 10.3832/efor0690-009
- Brandini P., Tabacchi G. 1996 - *Modelli di previsione del volume e della biomassa per i polloni di leccio e di corbezzolo in boschi cedui della Sardegna meridionale*. Comunicazioni di ricerca ISAFA, 96/1: 59-69.
- Bréda, N.J. 2003. Ground-based measurements of leaf area index: a review of methods, instruments and current controversies. Journal of experimental botany, 54(392), pp.2403-2417.
- Burkes EC., Will RE., Barron-Gafford GA., Teskey RO., Shiver B. 2003 - *Biomass Partitioning and Growth Efficiency of Intensively Managed Pinus taeda and Pinus elliottii Stands of Different Planting Densities*. Forest Science 49 (2): 224-234.
- Chianucci F., MacFarlane C., Pisek J., Cutini A., Casa R. 2015. *Estimation of foliage clumping from the LAI-2000 Plant Canopy Analyzer: effect of view caps*. Trees, 29 (2), 355-366
- Chianucci F., Salvati L., Giannini T., Chiavetta U., Corona P., and Cutini A. 2016 - *Long-term response to thinning in a beech (Fagus sylvatica L.) coppice stand under conversion into high forest in central Italy*. Silva Fennica 50 (3): 1-9. id 1549.
- Chianucci F. and Cutini A. 2013. Estimation of canopy properties in deciduous forests with digital hemispherical and cover photography. Agricultural and Forest Meteorology, 168: 130-139.
- Cutini A., Chianucci F., Giannini T., Manetti MC., Salvati L. 2015 - *Is anticipated seed cutting an effective option to accelerate transition to high forest in European beech (Fagus sylvatica L.) coppice stands?* Annals of Forest Science 72: 631-640. doi 10.1007/s13595-015-0476-7
- Dobbertin M., Neumann M. 2016 - *Manual Part V: Tree Growth*. In: UNECE ICP Forests, Programme Coordinating Centre (ed.): Manual on methods and criteria for harmonized sampling, assessment, monitoring and analysis of the effects of air pollution on forests. Thünen Institute of Forest Ecosystems, Eberswalde, Germany, 28 p. [<http://www.icp-forests.org/Manual.htm>] ISBN: 978-3-86576-162-0
http://www.icp-forests.org/pdf/manual/2016/Manual_Part_V.pdf

- Fabbio G. 2016 - *Coppice forests, or the changeable aspect of things, a review*. Annals of Silvicultural Research - 40 (2): 108-132 [http://dx.doi.org/ 10.12899/asr-1286](http://dx.doi.org/10.12899/asr-1286)
- Fabbio G., Cutini A. 2017 - *Il ceduo oggi: quale gestione oltre le definizioni?* Forest@ 14:257-274 doi: 10.3832/efor2562-014
- Fabbio G., Amorini E. 2000 - *Tree growth survey and increment assessment. Contribution to the integrated evaluation of ecosystem's status*. Annali Istituto Sperimentale Selvicoltura, Arezzo, Spec. Issue, vol. 30 (1999): 81-90.
- Fabbio G., Iovino F., Menguzzato G., Tabacchi G. 2002 - *Confronto fra modelli di previsione della biomassa arborea elaborati per cedui di leccio*. In: Monografia 'Il bosco ceduo in Italia'. a cura di O. Ciancio e S. Nocentini, AISF: 469-495.
- Federici S., Vitullo M., Tulipano S., De Lauretis R., Seufert G., 2008 - *An approach to estimate carbon stocks change in forest carbon pools under the UNFCCC: the Italian case*. iForest 1: 86-95 [online: 2008-05-19] <http://www.sisef.it/forest/>
- Ferretti M., Cutini A., Gottardini E., 2016. Linee Guida per la preparazione coerente delle indagini e dei dati (V1 R0). Documento LIFE FutureForCoppiceS, pp.22.
- Forest Europe 2011 - *Conference Proceedings*. Ministerial Conference on the Protection of Forests in Europe, Oslo 14-16 June 2011.
- Forest Europe 2015 - *State of Europe's Forests 2015*. Ministerial Conference on the Protection of Forests in Europe, Liaison Unit Madrid: 65-221.
- Gasparini P., Tabacchi G. 2011 - *Inventario Nazionale delle Foreste e dei Serbatoi forestali di Carbonio INFC 2005. Metodi e Risultati* [National Inventory of Forests and forest Carbon Sinks. Methods and Results]. MiPAAF-CFS-CRA-MPF. Edagricole, Milano, 653 p.
- House JI., Colin Prentice I., Le Quère C. 2002 - *Maximum impacts of future reforestation or deforestation on atmospheric CO₂*. Global Change Biology 8: 1047-1052.
- Konopka B., Pajtk J., Moravcik M., Lukac M. 2010 - *Biomass partitioning and growth efficiency in four naturally regenerated forest tree species*. Basic and Applied Ecology 11: 234-243.
- Morandini R. (ed.) 1994 - *Proceedings of the workshop 'Improvement of coppice forests in the Mediterranean region'*, Arezzo September 24-25, 1992. Annali Istituto Sperimentale Selvicoltura, Arezzo 23: 257-333.
- Nocetti M., Bertini G., Fabbio G., Tabacchi G. 2007 - *Equazioni di previsione della fitomassa arborea per i soprassuoli di cerro in avviamento ad altofusto in Toscana*. Forest@ 4 (2): 204-212.
- Mairota P., Manetti MC., Amorini E., Pelleri F., Terradura M., Frattegiani M., Savini P., Grohmann F., Mori P., Terzuolo PG., Piussi P. 2016 - *Opportunities for coppice management at the landscape level: the Italian experience*. iForest 9: 775-782 doi: 10.3832/ifor1865-009
- Pettenella D., Secco L. 1998 - *La definizione e l'utilizzo di principi, criteri e indicatori di Gestione forestale sostenibile delle foreste*. Monti e Boschi 49 (6) 1998.
- Pra A., Pettenella D. 2016 - *Consumption of wood biomass for energy in Italy: a strategic role based on weak knowledge*. L' Italia Forestale e Montana/Italian Journal of Forest and Mountain Environments 71 (1): 49-62.
- Schimel DS., House JI., Hibbard KA., Bousquet P., Ciais P., Peylin P., Braswell BH., Apps MJ., Baker D., Bondeau A., Canadell J., Churkina G., Cramer W., Denning AS., Field CB., Friedlingstein P., Goodale C., Heimann M., Houghton RA., Melillo JM., Moore B., Murdiyarso D., Noble I., Pacala SW., Prentice IC.,

Raupach MR., Rayner PJ., Scholes RJ., Steffen WL. & Wirth C. 2001- *Recent patterns and mechanisms of carbon exchange by terrestrial ecosystems*. Nature 414: 169-172.

UN/ECE-FAO 2000 - *Forest resources of Europe, CIS, North America, Australia, Japan and new Zealand. Main report*. Geneva. Timber and Forest Study Papers 17, Geneva, Switzerland.

Waring RH. 1983 - *Estimating Forest Growth and Efficiency in Relation to Canopy Leaf Area*. Adv. Ecol. Res. 13: 327-354.

9. Annessi

Annesso 1. Schede informative.

Annesso 2. Information sheets.



Shaping future forestry for sustainable coppices in southern Europe:
the legacy of past management trials



FONDAZIONE
EDMUND
MACH

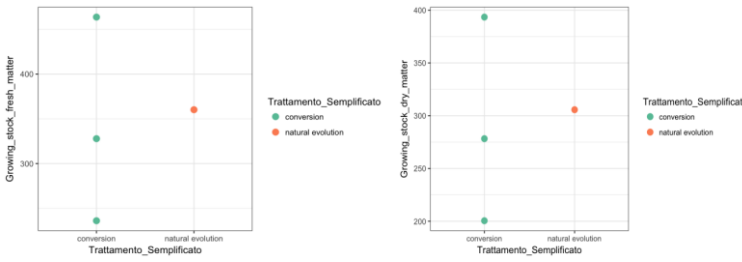
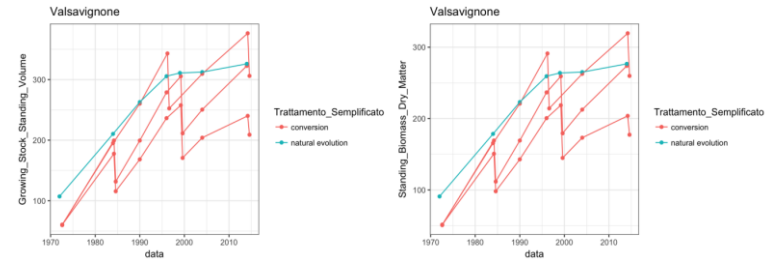
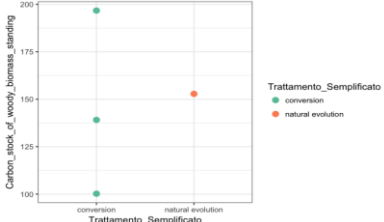
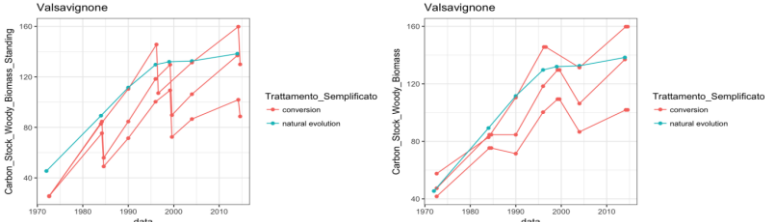


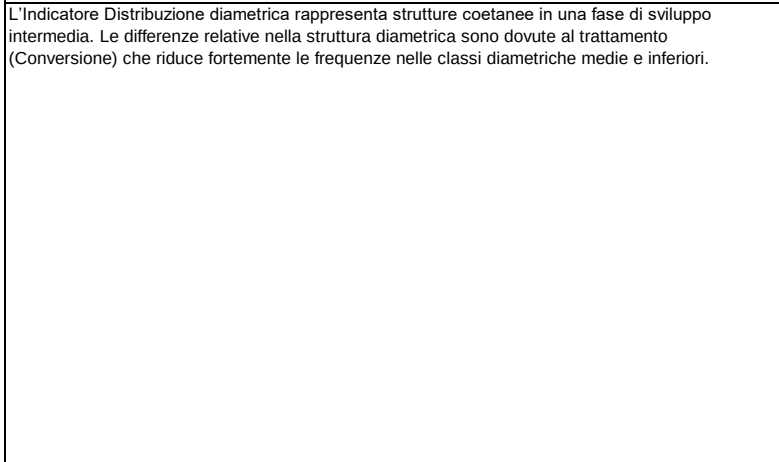
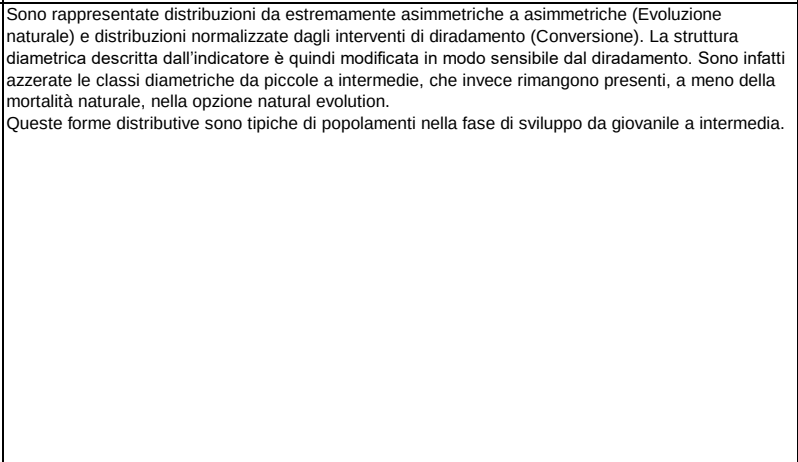
UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
FIRENZE

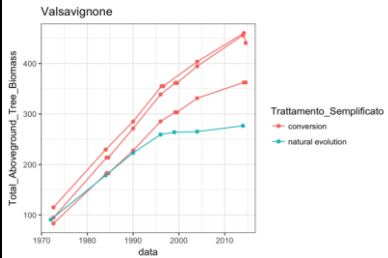


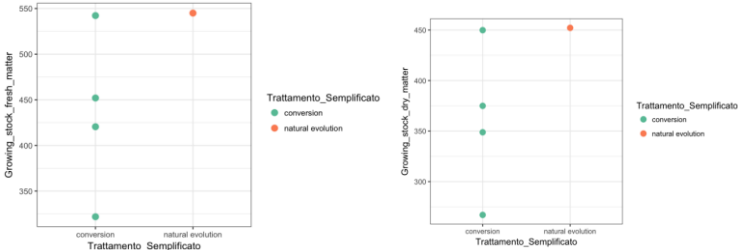
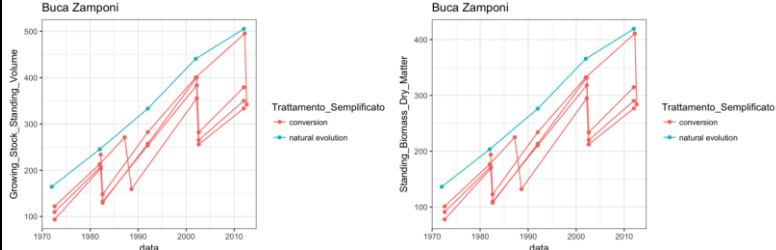
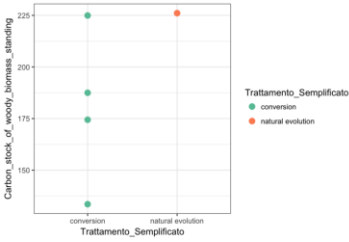
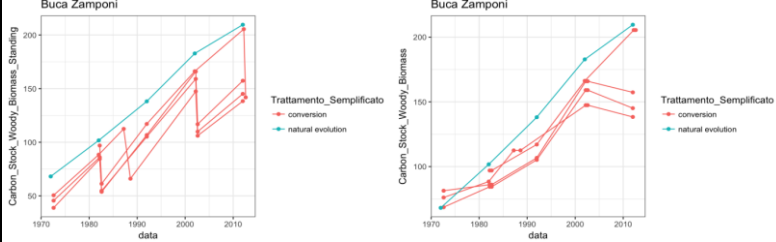
uniss
UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI SASSARI

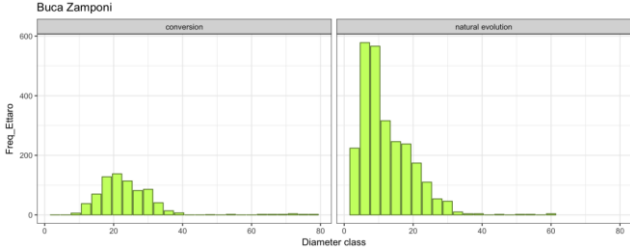
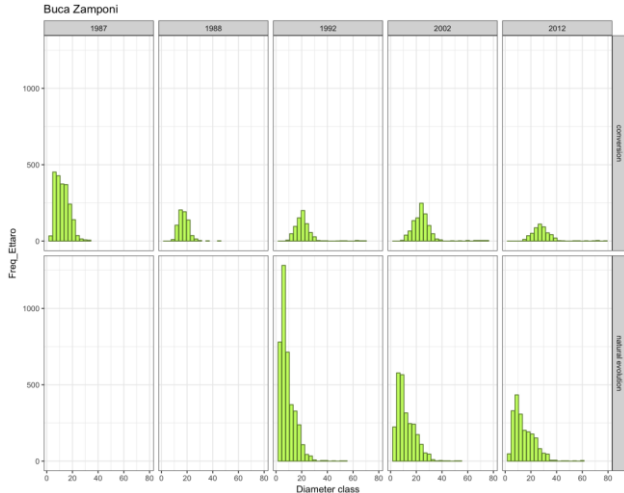
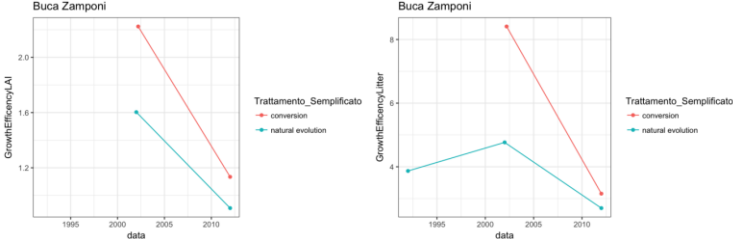


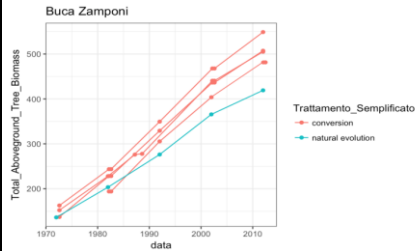
Sito	Tipologia indicatore	Indicatore	Stato nei diversi trattamenti	Serie storiche dei dati
Alto Tevere (foresta decidua termofila)	Consolidato	Massa in piedi	 L'Indicatore, espresso sia in volume che in peso secco, varia secondo le opzioni colturali, da un valore minimo di 200,47 Mgha-1 a un massimo di 393,45 Mgha-1 (Conversione). Il valore dell'opzione Evoluzione naturale si colloca in posizione intermedia con un valore di 305,67 Mgha-1.	 I valori dell'Indicatore, inizialmente superiori nella tesi Evoluzione naturale, cambiano nella seconda metà dell'intervallo osservato per il rallentamento dello sviluppo medio rispetto all'opzione Conversione, in cui continua l'input incrementale dei periodici diradamenti. L'indicatore 'Massa in piedi' è qui espresso sia come volume in piedi (sx) che come biomassa (dx). La seconda grandezza, derivata direttamente dalla prima, ha lo stesso andamento.
Alto Tevere (Foresta decidua termofila)	Consolidato	Stock di carbonio	 L'Indicatore Stock di carbonio nella massa in piedi deriva direttamente dalla grandezza precedente e assume quindi le stesse posizioni relative.	 L'Indicatore Stock di carbonio viene distinto in contenuto di C nella massa legnosa in piedi (sx), prima e dopo i diradamenti, e in quella (dx) presente al momento del rilievo, che è funzione della distanza dall'ultimo diradamento e quindi del tempo di recupero della massa in piedi. Il valore dopo un diradamento può essere quindi inferiore al precedente, quando l'intervento è vicino nel tempo. Qui, la grandezza contabilizza anche la massa intercalare che non risiede più sulla superficie, ma diventa carbonio sostitutivo di combustibili fossili (legna da ardere). I valori dell'Indicatore, simili in origine tra le due opzioni colturali, hanno andamento diverso successivamente alla culminazione dell'accrescimento nell'opzione natural evolution.

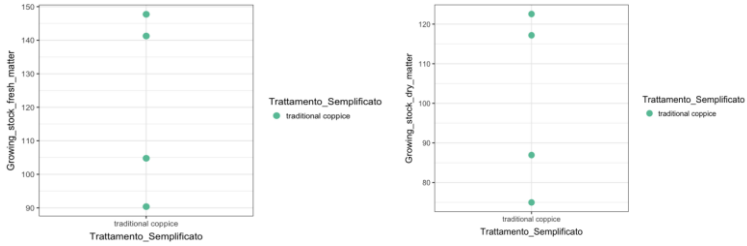
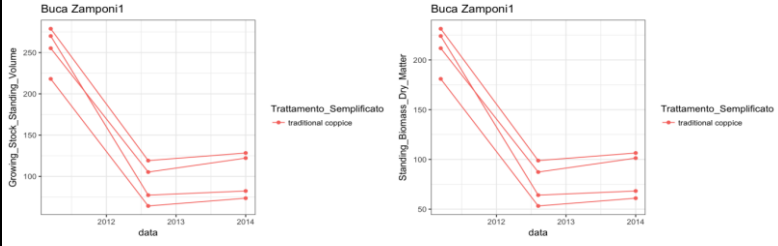
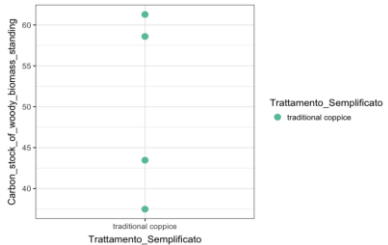
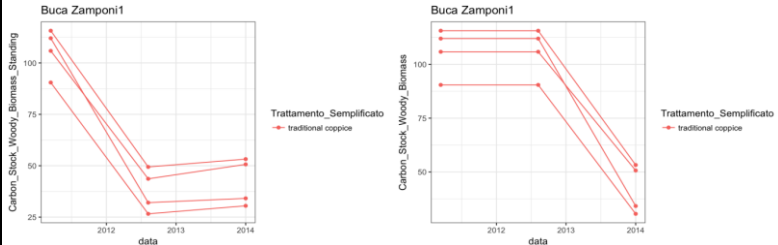
Alto Tevere (Foresta decidua termofila)	Consolidato	Età e distribuzione diametrica	Valsavignone  L'Indicatore Distribuzione diametrica rappresenta strutture coetanee in una fase di sviluppo intermedia. Le differenze relative nella struttura diametrica sono dovute al trattamento (Conversione) che riduce fortemente le frequenze nelle classi diametriche medie e inferiori.	Valsavignone  Sono rappresentate distribuzioni da estremamente asimmetriche a asimmetriche (Evoluzione naturale) e distribuzioni normalizzate dagli interventi di diradamento (Conversione). La struttura diametrica descritta dall'indicatore è quindi modificata in modo sensibile dal diradamento. Sono infatti azzerate le classi diametriche da piccole a intermedie, che invece rimangono presenti, a meno della mortalità naturale, nella opzione natural evolution. Queste forme distributive sono tipiche di popolamenti nella fase di sviluppo da giovanile a intermedia.
Foresta decidua termofila)	Nuovo	anza di accrescimento		Valsavignone  Valsavignone 

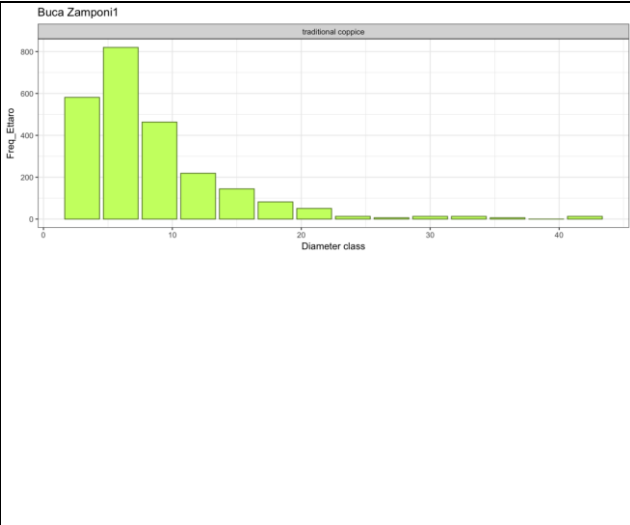
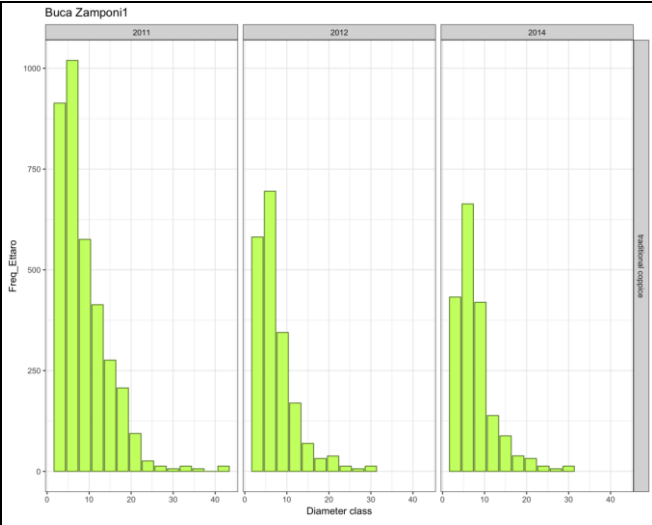
Alto Tevere		Efficie		Il confronto dei valori Evoluzione naturale e Conversione, evidenzia l'effetto del diradamento che consente un aumento rapido dell'efficienza rispetto al soprassuolo in evoluzione naturale. Quest'ultimo, assume e mantiene sempre valori inferiori. La distanza progressiva dal diradamento diminuisce l'efficienza di accrescimento perché tendono a ripristinarsi le condizioni pre-intervento. L'aumento dei valori di massa fogliare e di LAI per il recupero degli spazi livello chioma conduce a maggiori perdite per respirazione e quindi ad una riduzione dell'efficienza di complesso.
Alto Tevere (Foresta decidua termofila)	Nuovo	Biomassa epigea totale		In questo sito si osserva circa a metà dell'intervallo 1990-2000 il deciso calo incrementale nella soluzione Evoluzione naturale che differenzia il seguito dell'andamento generale. Il procedere dell'età differenzia anche le tesi Conversione tra loro.

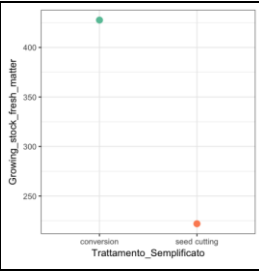
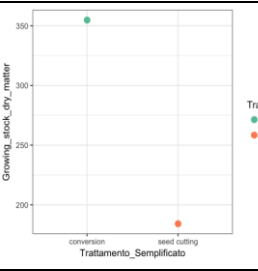
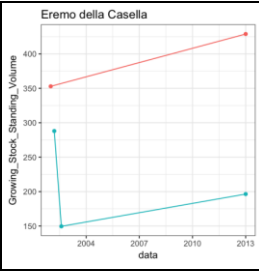
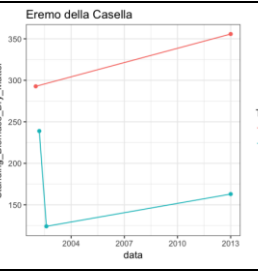
Buca Zamponi (Faggeta montana)	Consolidato	Massa in piedi	 I valori qui rappresentati, a scala di popolamento, derivano dal rilievo all'attualità sulla superficie del macroplot. L'Indicatore Massa in piedi (Fig.6.10), espresso sia in volume (sx) che in peso secco (dx), varia secondo le opzioni colturali da un valore minimo di 267,04 Mgha-1 (Conversione) a un massimo di 452,13 Mgha-1 (Evoluzione naturale) espressi in peso secco.	 L'Indicatore Massa in piedi (Fig. 6.7) è qui espresso sia come volume in piedi (sx) che come biomassa (dx). La seconda grandezza, derivata direttamente dalla prima, ha lo stesso andamento. I valori dell'Indicatore sono superiori nella tesi Evoluzione naturale a tutti i 5 inventari. L'andamento auxonomico naturale della massa principale naturale (sensu Hellrigl 1988), seguente la fase di abbandono culturale del ceduo, esprime quindi uno sviluppo maggiore di complesso in termini di volume epigeo e biomassa arborea. I valori relativi alle tesi Conversione seguono la dinamica pre e post-diradamento (massa principale - corrente). Gli andamenti delle diverse varianti di Conversione seguono comunque tutti lo stesso trend che nella tesi Evoluzione naturale. L'Indicatore esprime in modo aderente lo sviluppo del soprassuolo per ciascuna opzione culturale.
ni (Faggeta montana)	consolidato	sk di carbonio		

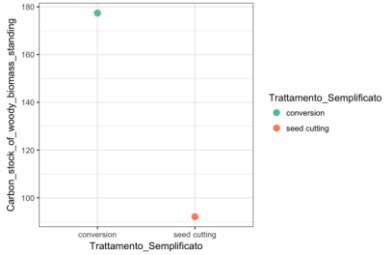
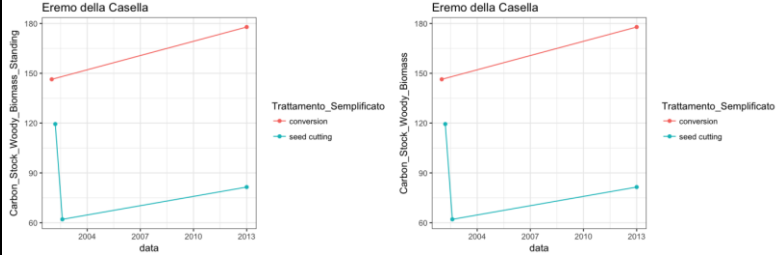
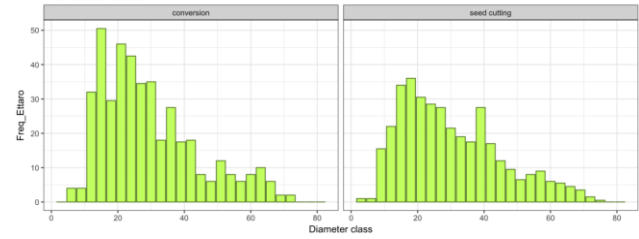
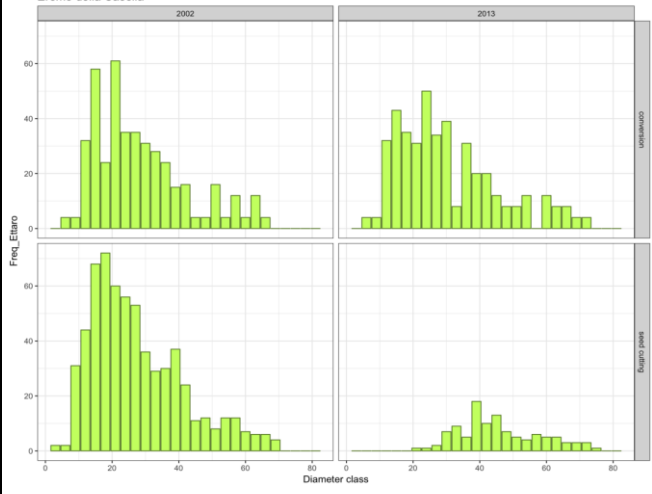
Buca Zamponi (Faggeta montana)	C	Stoc	L'Indicatore Stock di carbonio nella massa in piedi deriva direttamente dalla grandezza precedente e assume quindi le stesse posizioni relative (Fig. 6.11).	L'Indicatore Stock di carbonio (Fig. 6.9) viene distinto in contenuto di C nella massa legnosa in piedi (sx) prima e dopo i diradamenti e in quella (dx) presente al momento del rilievo, che è funzione della distanza dall'ultimo diradamento, e quindi del tempo di recupero della massa in piedi. Il valore dopo un diradamento può essere quindi inferiore al precedente, quando l'intervento è vicino nel tempo. Qui, la grandezza contabilizza anche la massa intercalare che non risiede più sulla superficie, ma diventa carbonio sostitutivo di combustibili fossili (legna da ardere). I valori dell'Indicatore sono superiori nella natural evolution a tutti i 5 inventari rispetto alla tesi conversion.
Buca Zamponi (Faggeta montana)	Consolidato	Età e distribuzione diametrica	 L'Indicatore Distribuzione diametrica rappresenta strutture coetanee in una fase di sviluppo intermedia. Le differenze relative nella struttura diametrica sono dovute al trattamento (Conversione) che riduce fortemente le frequenze nelle classi diametriche medie e inferiori perché su queste si concentra la parte numericamente prevalente del prelievo.	 Sono rappresentati stadi di sviluppo diversi di soprassuoli coetanei e della stessa età. La struttura diametrica descritta dall'indicatore è modificata in modo sensibile dal diradamento (opzione Conversione). Sono infatti azzerate le classi diametriche da piccole a intermedie, che invece rimangono presenti, a meno della mortalità naturale, nella opzione Evoluzione naturale. Il tempo di permanenza naturale delle classi minori è collegato alla autoecologia della specie, che, nel caso del faggio, è conservativa (specie tollerante dell'ombra). Queste forme distributive sono tipiche di popolamenti nella fase di sviluppo intermedia.
Buca Zamponi (Faggeta montana)	Nuovo	Efficienza di accrescimento		

				Il confronto dei valori Evoluzione naturale e Conversione, evidenzia l'effetto del diradamento che consente un aumento rapido dell'efficienza rispetto al soprassuolo in evoluzione naturale. Quest'ultimo, assume e mantiene sempre valori inferiori. La distanza progressiva dal diradamento diminuisce l'efficienza di accrescimento perché tendono a ripristinarsi le condizioni pre-intervento. L'aumento dei valori di massa fogliare e di LAI per il recupero degli spazi livello chioma conduce a maggiori perdite per respirazione e quindi ad una riduzione dell'efficienza di complesso.
Buca Zamponi (Faggeta montana)	Nuovo	Biomassa epigea totale		Nel sito di Buca Zamponi si evidenziano: (i) un trend simile in funzione dell'intervallo di età analizzato 27-67 anni); (ii) l'effetto incrementale dei diradamenti che progressivamente innalzano i valori dell'indicatore nella opzione Conversione, rispetto alla soluzione Evoluzione naturale.

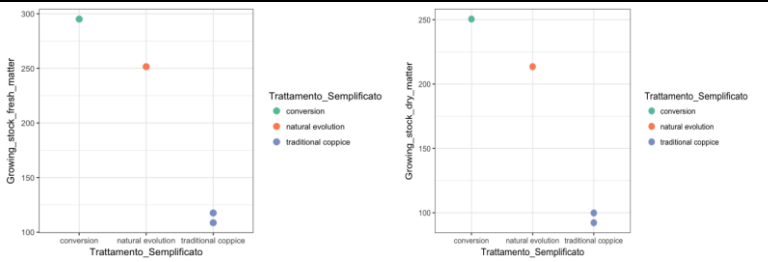
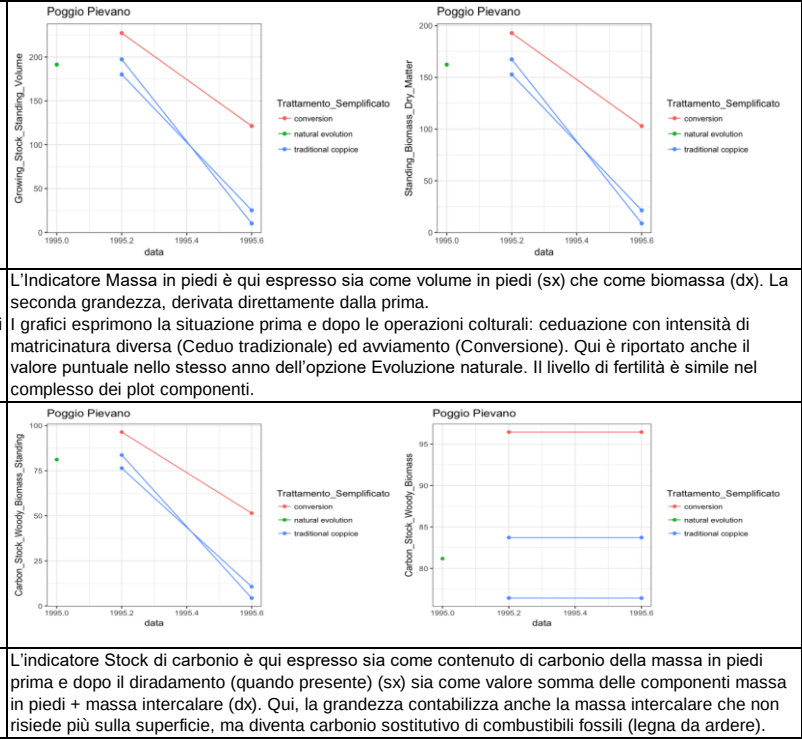
Buca Zamponi 1 (Faggeta montana)	Consolidato	Massa in piedi		
			L'Indicatore Massa in piedi, espresso sia in volume (sx) che in peso secco (dx), varia dal valore minimo di 75 Mgha-1 al massimo di 123 Mgha-1 espressi in peso secco.	L'Indicatore Massa in piedi (Fig. 6.13), espresso sia come volume in piedi (sx) che come biomassa (dx), ha lo stesso andamento essendo le grandezze derivate. I valori dell'indicatore seguono la dinamica pre/post-diradamento (massa principale-corrente). Gli andamenti delle diverse varianti di ceduzione sono simili, pure se differenziati quantitativamente.
Buca Zamponi 1 (Faggeta montana)	Consolidato	Stock di carbonio		
			L'Indicatore Stock di carbonio deriva direttamente dalla grandezza precedente e assume quindi le stesse posizioni relative.	L'Indicatore Stock di carbonio viene distinto in contenuto di C nella massa legnosa in piedi (sx) prima e dopo il diradamento e in quella (dx) presente al momento del rilievo, che è funzione della distanza dall'ultimo diradamento, e quindi del tempo di recupero della massa in piedi. Il valore dopo un diradamento è quindi inferiore al precedente, quando l'intervento è vicino nel tempo. Qui, la grandezza incorpora anche la massa intercalare che non risiede più sulla superficie, ma diventa carbonio sostitutivo di combustibili fossili (legna da ardere).

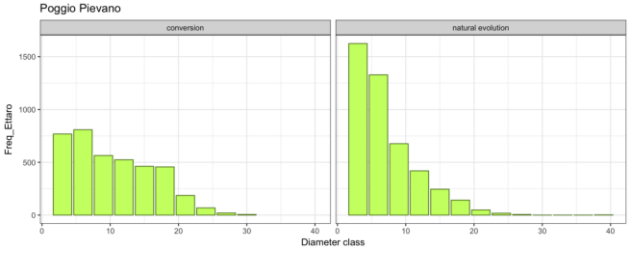
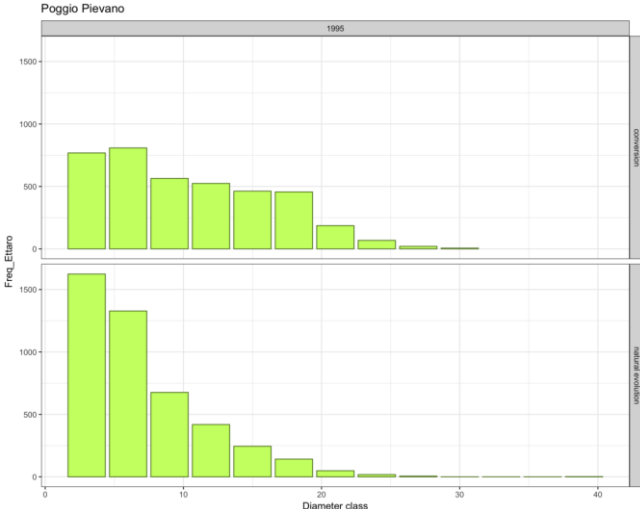
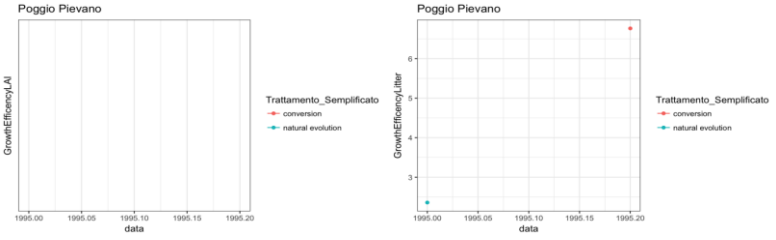
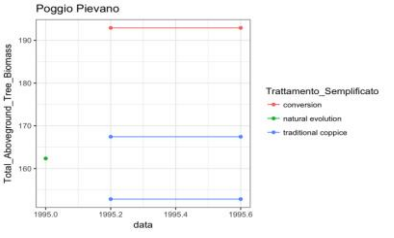
Buca Zamponi 1 (Faggeta montana)	Consolidato	Età e distribuzione diametrica		
			L'Indicatore Distribuzione diametrica rappresenta una struttura coetanea in una fase di sviluppo relativamente avanzata, pochi anni dopo il diradamento che ha normalizzato le frequenze asportando prevalentemente le classi piccole.	A sx è rappresentato lo stadio di sviluppo relativamente intermedio-adulto di un soprassuolo coetaneo. Il tempo di permanenza naturale delle classi minori è collegato alla autoecologia della specie che, nel caso del faggio, è conservativa (specie tollerante dell'ombra). A centro e a dx le situazioni subito dopo il taglio e a distanza di 2 anni.
Buca Zamponi 1 (Faggeta montana)	Nuovo	Efficienza di accrescimento		
Buca Zamponi 1 (Faggeta montana)	Nuovo	Biomassa epigea totale		

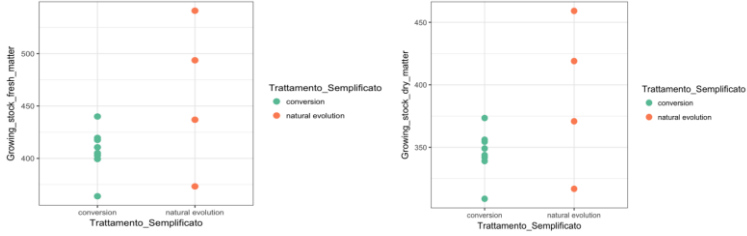
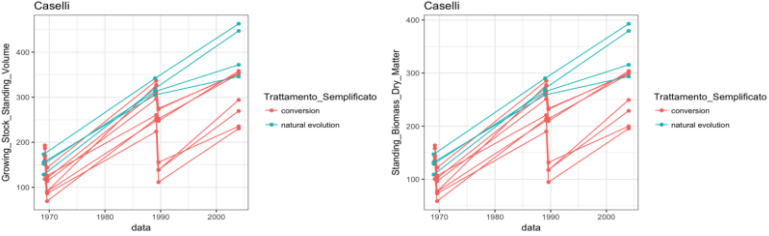
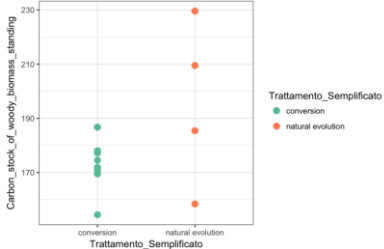
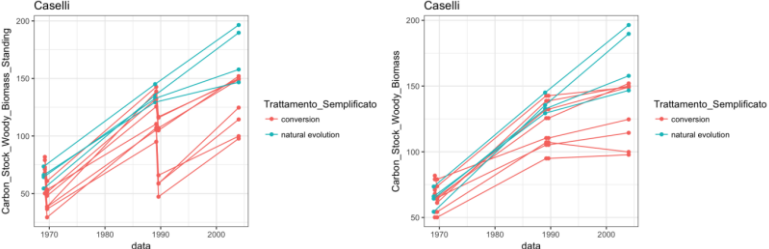
a Casella (Faggeta montana)	Consolidato	Massa in piedi		
Eremo della Casella	Consolidato	Massa in piedi		

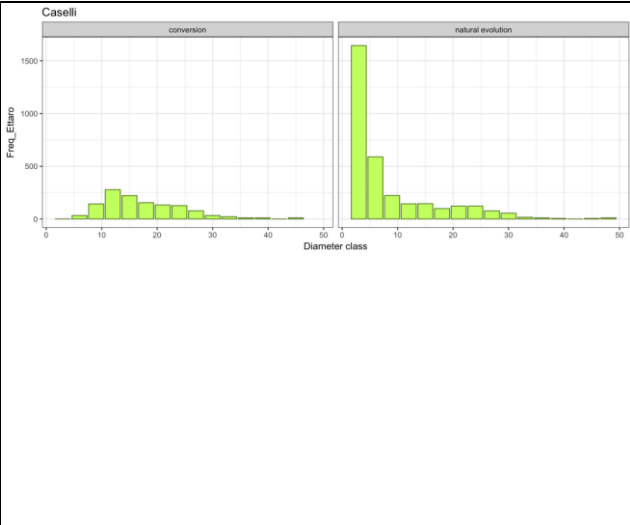
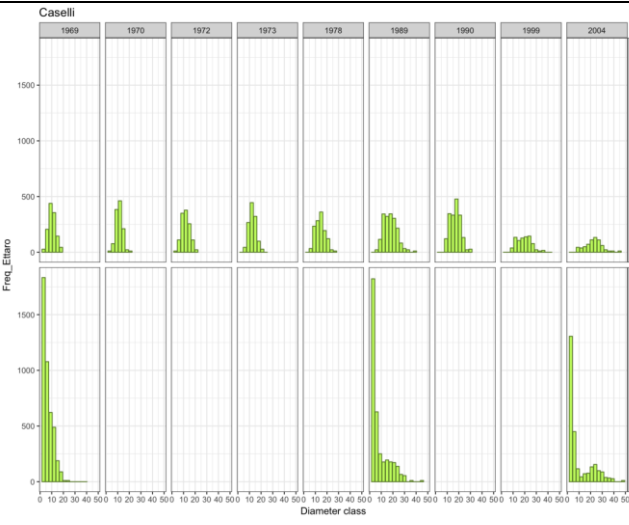
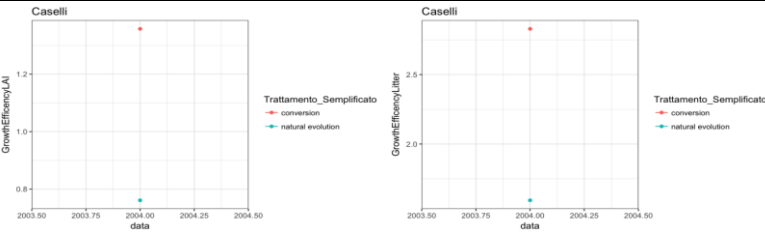
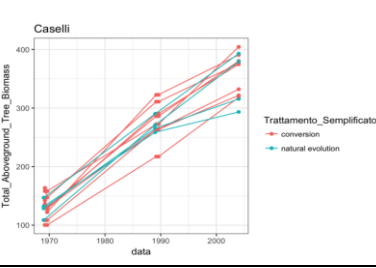
Eremo dell.			L'Indicatore, espresso sia in volume che in peso secco, varia secondo le opzioni colturali da un valore minimo di 162,94 Mgha-1 (taglio di sementazione) a un massimo di 355,79 Mgha-1 (Evoluzione naturale) espressi in peso secco.	L'Indicatore Massa in piedi è qui espresso sia come volume in piedi (sx) che come biomassa (dx). La seconda grandezza, derivata direttamente dalla prima, ha lo stesso andamento. I valori dell'Indicatore sono superiori nella tesi Conversione ai 2 inventari. L'andamento della tesi interessata dal taglio di sementazione è aderente alla forte riduzione della massa in piedi a seguito dell'intervento, cui segue una ripresa costante nell'intervallo di età osservato. L'Indicatore esprime in modo coerente lo sviluppo del soprassuolo per ciascuna opzione colturale.
Eremo della Casella (Faggeta montana)	Consolidato	Stock di carbonio	 L'Indicatore Stock di carbonio nella massa in piedi deriva direttamente dalla grandezza precedente e assume quindi le stesse posizioni relative.	 L'Indicatore Stock di carbonio viene riportato come contenuto di C nella massa legnosa in piedi prima e dopo il taglio di sementazione in confronto alla opzione conversion. I valori dell'Indicatore sono superiori nella opzione Conversione ai 2 inventari rispetto alla tesi interessata dal taglio di sementazione.
Eremo della Casella (Faggeta montana)	Consolidato	Età e distribuzione diametrica	 L'Indicatore Distribuzione diametrica rappresenta strutture coetanee in una fase di sviluppo adulta.	 Sono rappresentate distribuzioni piuttosto diverse per storia colturale. La prima serie (in alto) descrive due piani distinti (principale o dominante e intermedio) che allungano la seriazione diametrica a destra. La seconda serie (in basso a dx) è il risultato della rimozione quasi totale del soprassuolo con il rilascio della sola componente utile alla rinnovazione da seme. Queste forme distributive sono tipiche di popolamenti nella fase di sviluppo adulta.
Eremo della Casella (Faggeta montana)	Nuovo	Efficienza di accrescimento		

Eremo della Casella (F-aggeta montana)	Nuovo	Biomassa epigea totale	
---	-------	------------------------	--

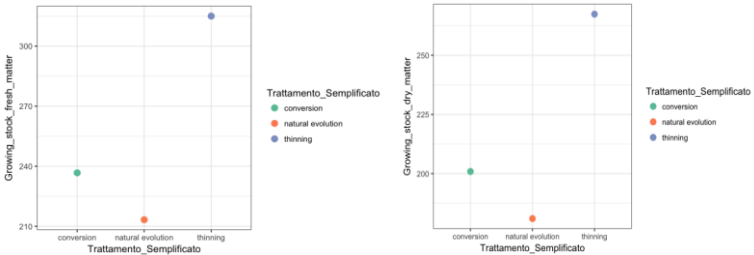
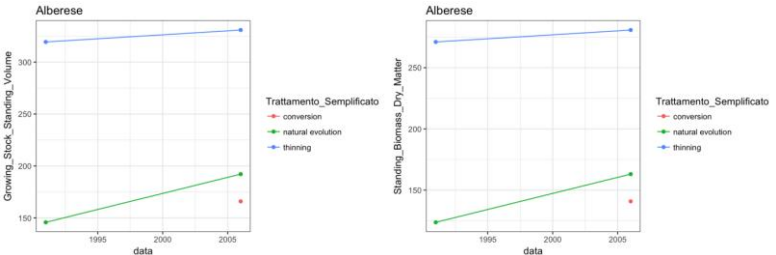
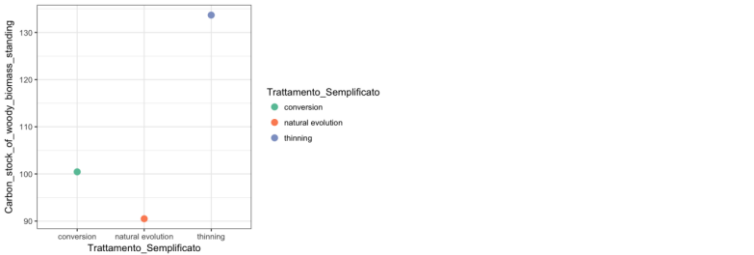
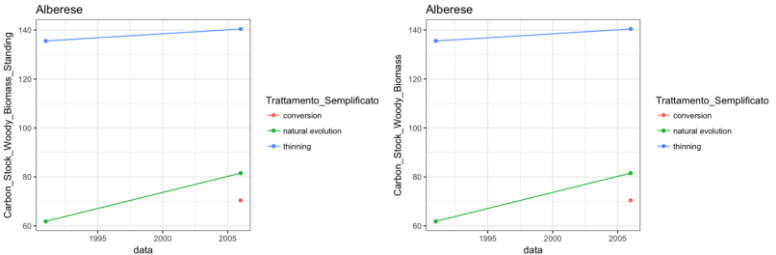
Poggio Plevano (Foresta decidua termofila)	Consolidato	Massa in piedi	 L'Indicatore, espresso sia in volume che in peso secco, varia secondo le opzioni colturali da un valore minimo di 92,24 - 99,85 Mgha-1 (Ceduo tradizionale) a un massimo di 250,46 Mgha-1 (Conversione) espressi in peso secco. L'opzione Evoluzione naturale esprime il valore intermedio di 213,50 Mgha-1.
Poggio Plevano (Foresta decidua termofila)	Consolidato	Stock di carbonio	 L'Indicatore Stock di carbonio nella massa in piedi deriva direttamente dalla grandezza precedente e assume quindi le stesse posizioni relative

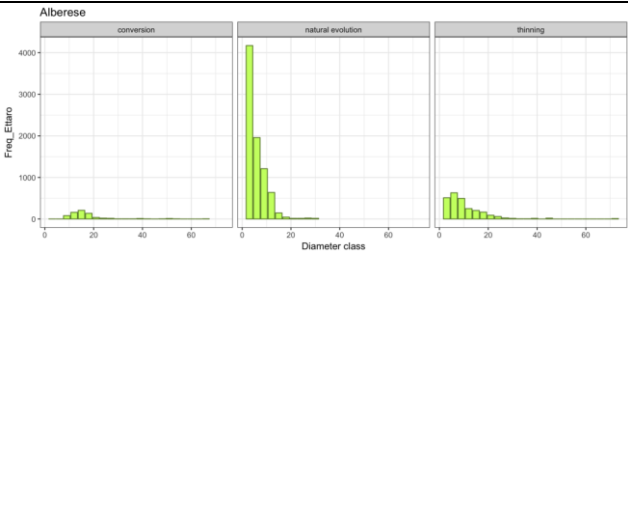
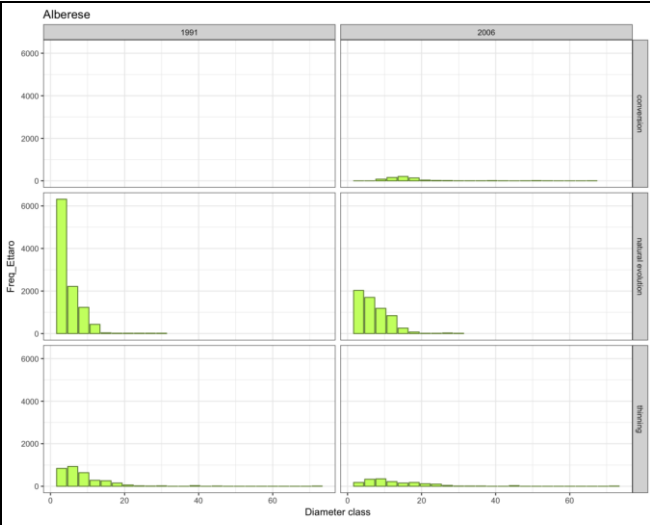
Poggio Plevano (Foresta decidua termofila)	Consolidato	Età e distribuzione diametrica		
			L'Indicatore Distribuzione diametrica rappresenta strutture coetanee in una fase di sviluppo oggi intermedia. Le differenze relative nella struttura diametrica sono dovute al trattamento (Conversione) che riduce fortemente le frequenze nelle classi diametriche medie e inferiori.	In Fig. sono rappresentate distribuzioni asimmetriche (Evoluzione naturale) e distribuzioni normalizzate dagli interventi di diradamento (Conversione). La struttura diametrica descritta dall'indicatore è quindi modificata in modo sensibile dal diradamento. Sono infatti fortemente ridotte le classi diametriche da piccole a intermedie, che invece rimangono presenti, a meno della mortalità naturale, nella opzione natural evolution. L'opzione Ceduo tradizionale non è descrivibile come seriazione e range diametrico perché il rilascio comprende soltanto alcune decine (da 50 a 180) soggetti per ettaro di dimensioni diametriche simili intorno al diametro dominante del soprassuolo. Queste forme distributive sono tipiche di popolamenti nella fase di sviluppo giovane.
Poggio Plevano (Foresta decidua termofila)	Nuovo	Efficienza di accrescimento		
				Il confronto dei valori tra ceduo in evoluzione naturale e avviamento consente la verifica dell'effetto trattamento/non trattamento in termini di efficienza d'uso della massa fotosintetizzante.
Poggio Plevano (Foresta decidua termofila)	Nuovo	Biomassa epigea totale		
				Nel sito di Poggio Plevano è stato condotto un unico inventario, quindi non si ha a disposizione alcun andamento descrivibile, ma soltanto valore di massa totale prima del diradamento, corrispondente a quello di Massa in piedi.

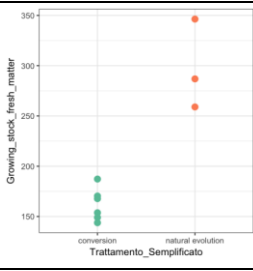
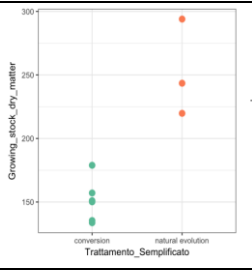
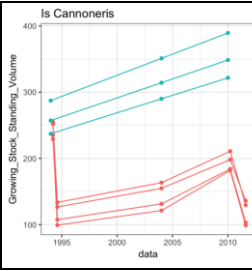
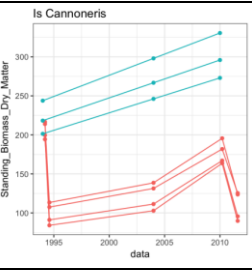
Foresta di Caselli (Foresta decidua termofila)	Consolidato	Massa in piedi	 L'indicatore Massa in piedi, espresso sia in volume che in peso secco, varia secondo le opzioni colturali da un valore minimo di 308,83 Mgha-1 (Conversione) a un massimo di 459,11 Mgha-1 (Evoluzione naturale), espressi in peso secco.	 L'Indicatore Massa in piedi è qui espresso sia come volume in piedi (sx) che come biomassa (dx). La seconda grandezza, derivata direttamente dalla prima, ha lo stesso andamento. I valori dell'Indicatore sono in genere superiori nella tesi Evoluzione naturale a tutti i 3 inventari. L'andamento auxonomico naturale della massa principale naturale (sensu Hellrigl 1988), seguente la fase di abbandono colturale del ceduo, esprime quindi uno sviluppo simile sia in termini di volume epigeo che di biomassa arborea. Si distingue nella fertilità inferiore il rallentamento dell'incremento successivamente al 1990. Lo stesso non avviene nella tesi avviamento che mantiene la spinta incrementale successiva ai tagli intercalari. I valori relativi alle tesi Conversione seguono la dinamica pre e post-diradamento (massa principale - corrente). Gli andamenti delle diverse varianti di Conversione seguono comunque tutti lo stesso trend che nella tesi Evoluzione naturale. L'Indicatore esprime in modo aderente lo sviluppo del soprassuolo per ciascuna opzione colturale.
Foresta di Caselli (Foresta decidua termofila)	Consolidato	Stock di carbonio	 L'Indicatore Stock di carbonio nella massa in piedi deriva direttamente dalla grandezza precedente e assume quindi le stesse posizioni relative.	 L'Indicatore Stock di carbonio viene distinto in contenuto di C nella massa legnosa in piedi (sx) prima e dopo i diradamenti e in quella (dx) presente al momento del rilievo, che è funzione della distanza dall'ultimo diradamento, e quindi del tempo di recupero della massa in piedi. Il valore dopo un diradamento può essere quindi inferiore al precedente, quando l'intervento è vicino nel tempo. Qui, la grandezza contabilizza anche la massa intercalare che non risiede più sulla superficie, ma diventa carbonio sostitutivo di combustibili fossili (legna da ardere). I valori dell'indicatore sono superiori nell'Evoluzione naturale a tutti i 3 inventari rispetto alla tesi Conversione.

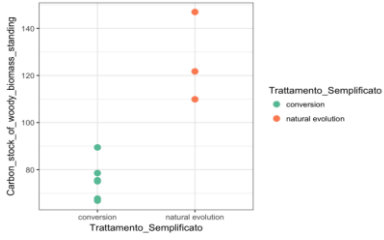
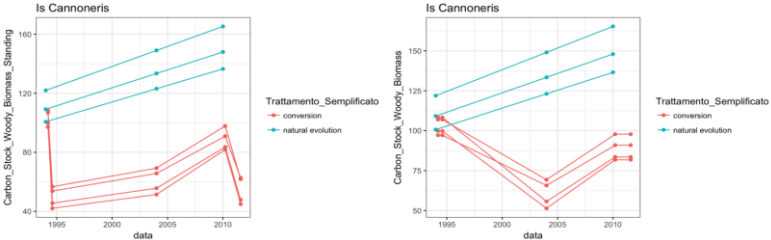
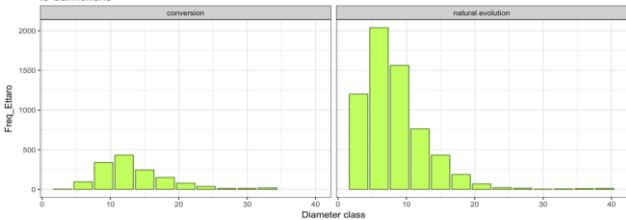
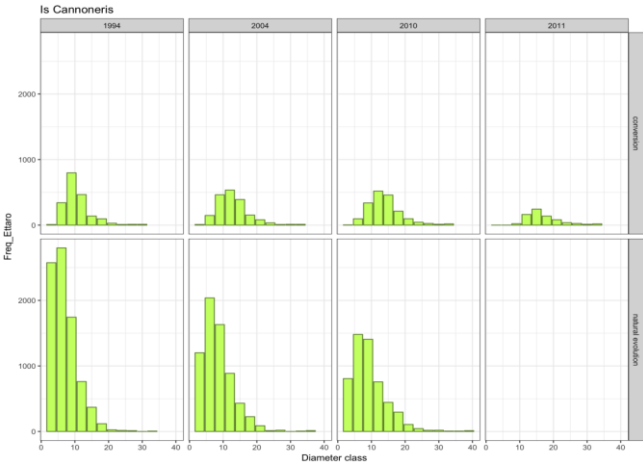
Foresta di Caselli (Foresta decidua termofila)	Consolidato	Età e distribuzione diametrica		
			L'Indicatore Distribuzione diametrica rappresenta strutture coetanee in una fase di sviluppo intermedia. Le differenze relative nella struttura diametrica sono dovute al trattamento (Conversione) che riduce fortemente le frequenze nelle classi diametriche medie e inferiori.	Sono rappresentate distribuzioni estremamente asimmetriche fino alla bimodalità (Evoluzione naturale) distribuzioni normalizzate dagli interventi di diradamento (Conversione). La struttura diametrica descritta dall'indicatore è quindi modificata in modo sensibile dal diradamento. Sono infatti azzerate le classi diametriche da piccole a intermedie, che invece rimangono presenti, a meno della mortalità naturale, nella opzione Evoluzione naturale. In questo sito, le classi diametriche piccole non sono formate dal cerro (querchia che richiede un ambiente luminoso), ma dalle numerose specie accessorie che si sviluppano e vivono nel piano dominato perché tolleranti dell'ombra. Queste forme distributive sono tipiche di popolamenti nella fase di sviluppo intermedia.
Foresta di Caselli (Foresta decidua termofila)	Nuovo	Efficienza di accrescimento		
				Il confronto dei valori tra ceduo in evoluzione naturale e avviamento consente la verifica dell'effetto trattamento/non trattamento in termini di efficienza d'uso della massa fotosintetizzante.
caselli (Foresta decidua termofila)	Nuovo	iomassa epigea totale		

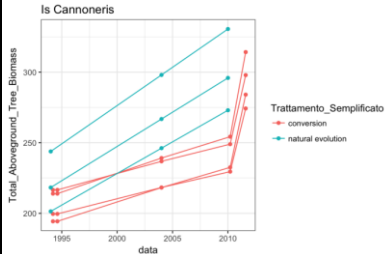
Foresta di C		B	
			L'Indicatore mostra un andamento diverso di accrescimento in 2 delle 4 aree che rappresentano la soluzione Evoluzione naturale a partire dal 1990, con riduzione del valore incrementale, mentre i valori si mantengono più sostenuti dell'opzione Conversione. Il range iniziale aumenta comunque in modo limitato al dato finale, con ancora sovrapposizione della prestazione produttiva dei due plot in Evoluzione naturale di maggiore fertilità a quelli migliori in Conversione.

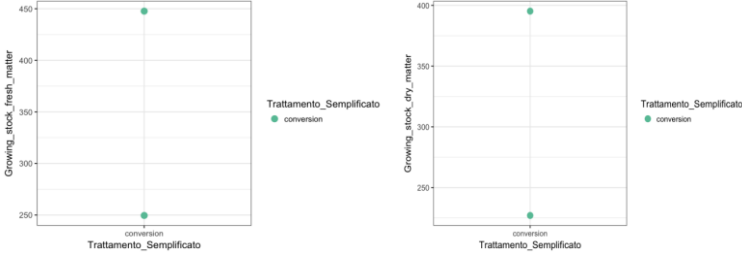
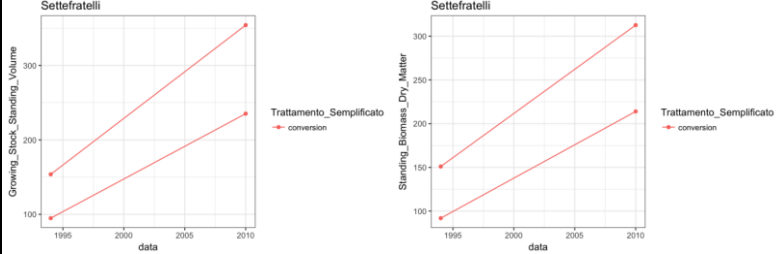
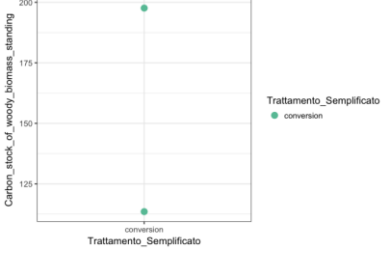
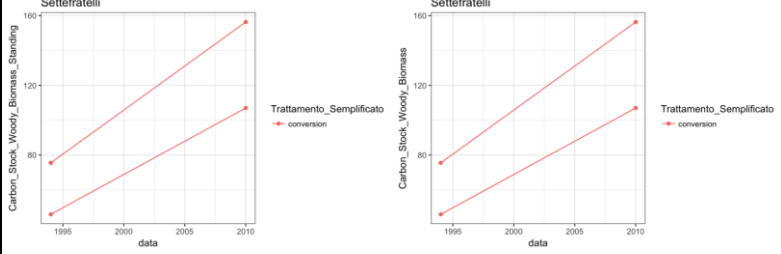
Alberese (Foresta sempreverde di latifoglie)	Consolidato	Massa in piedi	 L'Indicatore Massa in piedi espresso sia in volume che in peso secco varia secondo le opzioni colturali da un valore minimo di 181,01 Mgha-1 (Evoluzione naturale) a un massimo di 267,37 Mgha-1 (diradato) espressi in peso secco.	 L'Indicatore Massa in piedi è qui espresso sia come volume in piedi (sx) che come biomassa (dx). La seconda grandezza, derivata direttamente dalla prima, ha lo stesso andamento. I valori dell'Indicatore sono superiori nella tesi diradata sia all'inventario 1991 (319,37 m³ha⁻¹; 271,05 Mgha⁻¹) che all'inventario 2006 (330,87 m³ha⁻¹; 280,81 Mgha⁻¹) per la struttura e la fertilità diverse in origine dei due soprassuoli; gli andamenti di tesi diradata e tesi in evoluzione naturale hanno comunque pendenze diverse. Il dato della tesi avviata risulta il più basso con valori di 165,93 m³ha⁻¹ e 140,82 Mgha⁻¹ rispettivamente.
Alberese (Foresta sempreverde di latifoglie)	Consolidato	Stock di carbonio	 L'indicatore Stock di carbonio nella massa in piedi deriva direttamente dalla grandezza precedente e assume quindi le stesse posizioni relative.	 L'Indicatore Stock di carbonio viene distinto in contenuto di C nella massa legnosa in piedi (sx) e in quella totale (dx) che differisce in positivo della quantità asportata con i diradamenti, quando questi sono presenti. I valori dell'indicatore sono superiori nella tesi diradata sia all'inventario 1991 (135,52 Mgha⁻¹) che all'inventario 2006 (140,40 Mgha⁻¹) per la struttura e la fertilità diverse in origine dei due soprassuoli; gli andamenti di tesi diradata e tesi in evoluzione naturale hanno comunque pendenze diverse. Il dato della tesi avviata risulta il più basso con un valore di 70,41 Mgha⁻¹.

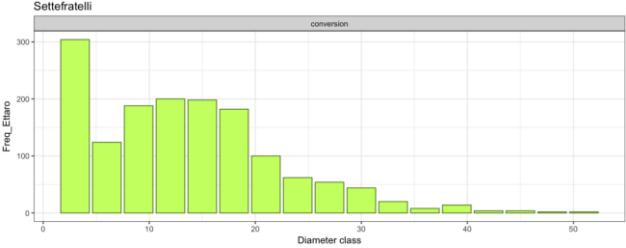
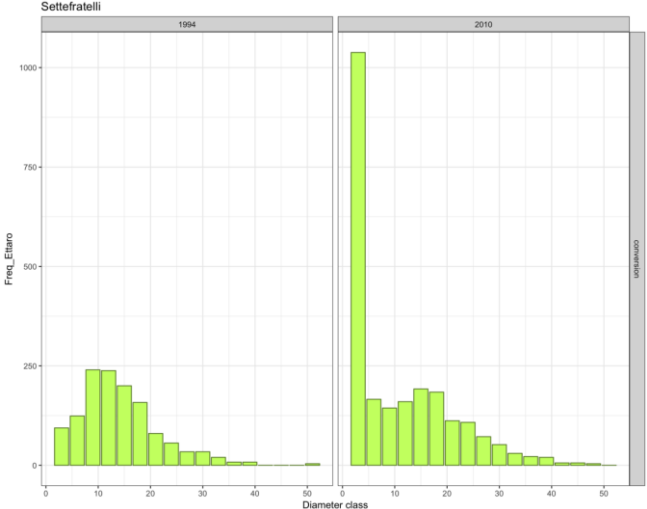
Alberese (Foresta sempreverde di latifoglie)	Consolidato	Età e distribuzione diametrica	Alberese 	Alberese 
			L'indicatore Distribuzione diametrica rappresenta strutture coetanee in una fase di sviluppo intermedia. Le differenze relative nella struttura diametrica sono dovute al trattamento pregresso (Conversione + Diradamento) che riduce fortemente le frequenze nelle classi diametriche minori. L'autoecologia delle specie componenti (tolleranza dell'ombra) favorisce nel caso la permanenza di soggetti piccoli e dominati fino alle età attuali.	Sono rappresentati stadi di sviluppo diversi di soprassuoli coetanei e della stessa età. L'Indicatore (struttura diametrica) è modificato in modo sensibile dal diradamento (opzione Conversione e opzione Diradata). Sono infatti azzerate le classi da piccole a intermedie, che invece rimangono presenti, a meno della mortalità naturale, nell'opzione Evoluzione naturale. Queste forme distributive sono tipiche di popolamenti nella fase di sviluppo intermedia.
Alberese (Foresta sempreverde di latifoglie)	Nuovo	Efficienza di accrescimento		
Alberese (Foresta sempreverde di latifoglie)	Nuovo	Biomassa epigea totale		

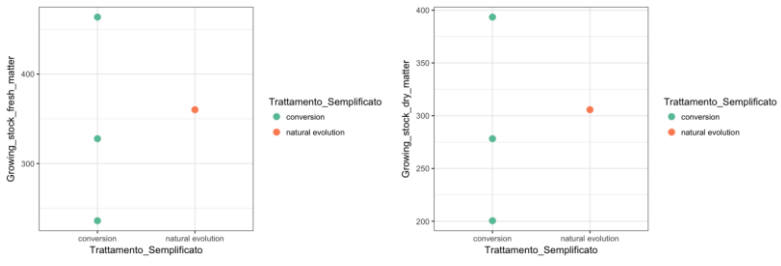
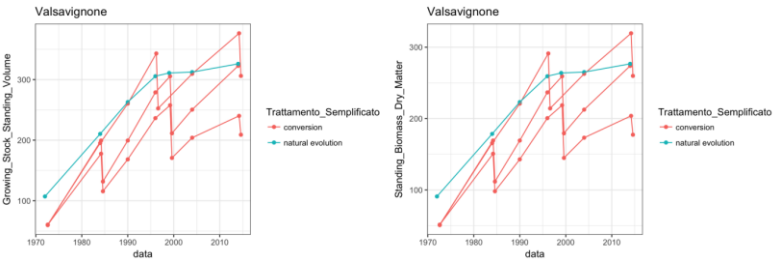
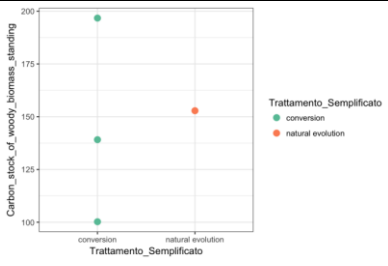
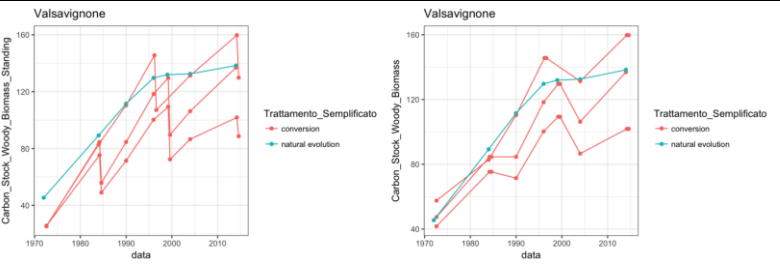
Foresta sempreverde di latifoglie)	Consolidato	sa in piedi	Growing_stock_fresh_matter  Growing_stock_dry_matter 	Is Cannoneris  Is Cannoneris 

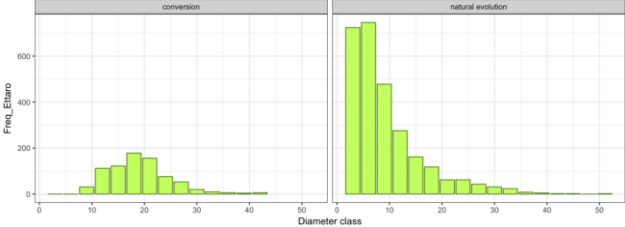
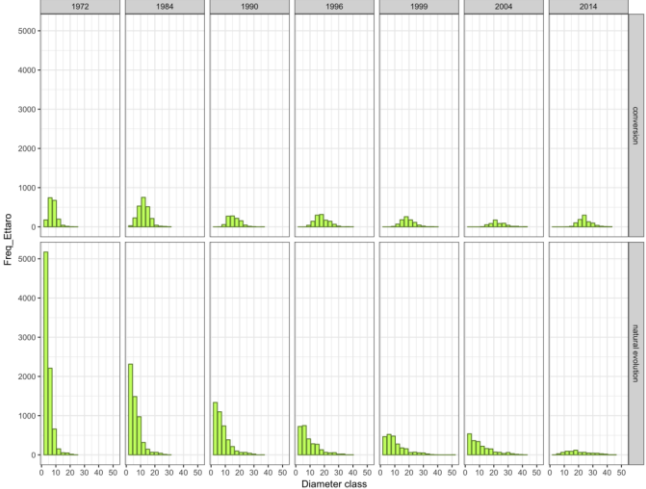
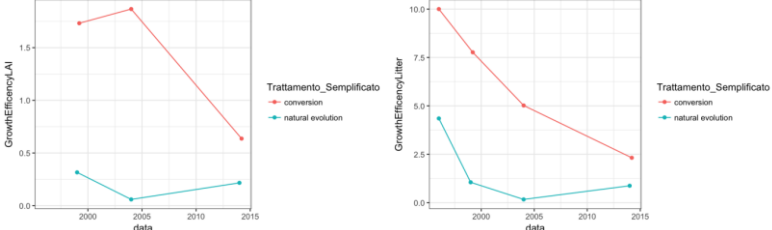
Foresta di Is Cannoneris (F	Coi	Mas:	L'Indicatore, espresso sia in volume che in peso secco, varia secondo le opzioni colturali da un valore minimo di 133,68 Mgha-1 (Conversione) a un massimo di 293,95 Mgha-1 (Evoluzione naturale) espressi in peso secco.	L'Indicatore Massa in piedi è qui espresso sia come volume in piedi (sx) che come biomassa (dx). La seconda grandezza, derivata direttamente dalla prima, ha lo stesso andamento. I valori dell'Indicatore sono in genere superiori nella tesi Evoluzione naturale a tutti i 3 inventari. L'andamento auxonomico naturale della massa principale naturale (sensu Hellrigl 1988), seguente la fase di abbandono culturale del ceduo, esprime quindi uno sviluppo simile sia in termini di volume epigeo che di biomassa arborea. I valori relativi alle tesi Conversione seguono la dinamica pre e post-diradamento (massa principale - corrente). Gli andamenti delle diverse varianti di Conversione sono simili a quelli dell'Evoluzione naturale. L'Indicatore esprime in modo aderente lo sviluppo del soprassuolo per ciascuna opzione colturale. Si individuano un comune livello medio di fertilità nel complesso dei plot componenti.
Foresta di Is Cannoneris (Foresta sempreverde di latifoglie)	Consolidato	Stock di carbonio	 L'Indicatore Stock di carbonio nella massa in piedi deriva direttamente dalla grandezza precedente e assume quindi le stesse posizioni relative	 L'Indicatore Stock di carbonio viene distinto in contenuto di C nella massa legnosa in piedi (sx) prima e dopo i diradamenti e in quella (dx) presente al momento del rilievo, che è funzione della distanza dall'ultimo diradamento, e quindi del tempo di recupero della massa in piedi. Il valore post-diradamento può essere quindi inferiore al precedente, quando l'intervento è vicino nel tempo. Qui, la grandezza contabilizza anche la massa intercalare che non risiede più sulla superficie, ma diventa carbonio sostitutivo di combustibili fossili (legna da ardere). I valori dell'indicatore sono superiori nella tesi di Evoluzione naturale a tutti i 3 inventari rispetto alla tesi di Conversione.
Foresta di Is Cannoneris (Foresta sempreverde di latifoglie)	Consolidato	Età e distribuzione diametrica	 L'Indicatore Distribuzione diametrica rappresenta strutture coetanee in una fase di sviluppo intermedia. Le differenze relative nella struttura diametrica sono dovute al trattamento (Conversione) che riduce fortemente le frequenze nelle classi diametriche medie e inferiori.	 Sono rappresentate distribuzioni asimmetriche (Evoluzione naturale) e distribuzioni normalizzate dagli interventi di diradamento (Conversione). La struttura diametrica descritta dall'indicatore è quindi modificata in modo sensibile dal diradamento. Sono infatti azzerate le classi diametriche da piccole a intermedie, che invece rimangono presenti, a meno della mortalità naturale, nella opzione Evoluzione naturale

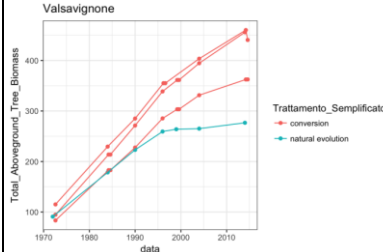
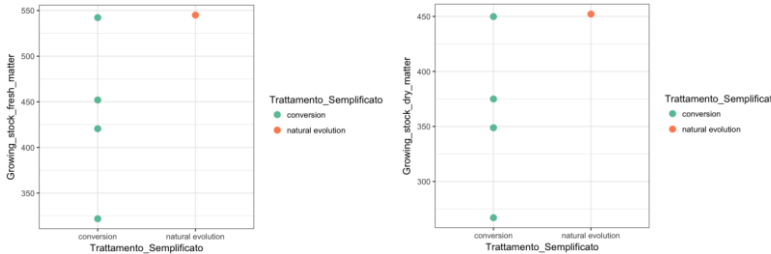
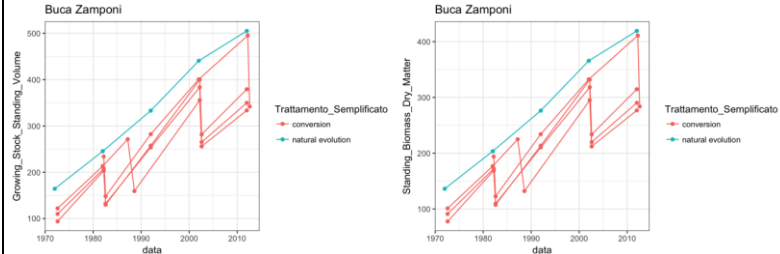
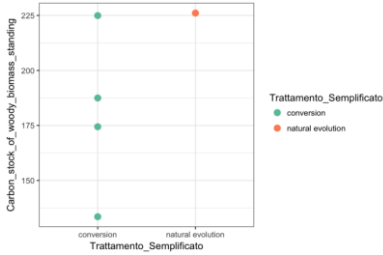
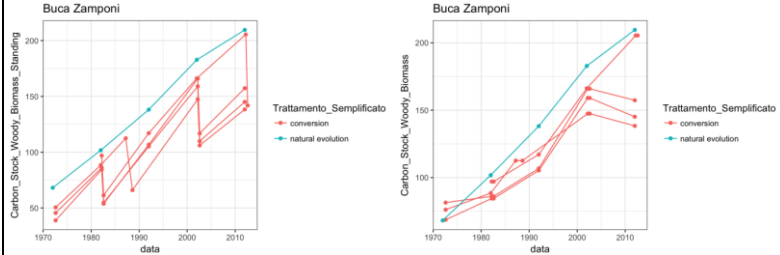
Foresta di Is Camoneris (Foresta sempreverde di latifoglie)	Nuovo	Efficienza di accrescimento		
Foresta di Is Camoneris (Foresta sempreverde di latifoglie)	Nuovo	Biomassa epigea totale		Nel caso, si evidenziano: (i) il trend costante nell'opzione Evoluzione naturale, che mantiene una pendenza maggiore che nella soluzione Conversione, fino al secondo diradamento. A seguito di questo, aumenta in modo evidente la pendenza, quindi l'accrescimento delle aree diradate.

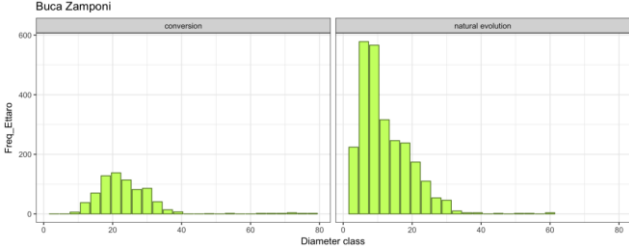
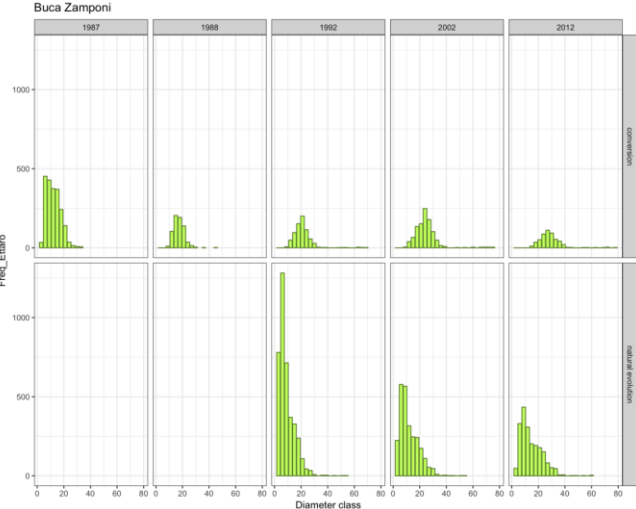
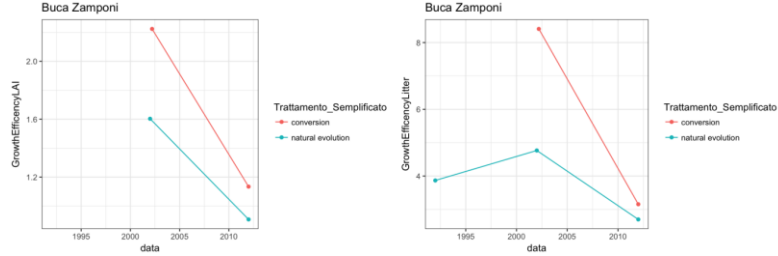
Foresta di Settefratelli (Foresta sempreverde di latifoglie)	Consolidato	Massa in piedi	 L'Indicatore, espresso sia in volume che in peso secco, varia secondo il livello di fertilità da un valore minimo di 227 Mgha-1 a uno massimo di 395 Mgha-1 espressi in peso secco.	 L'indicatore Massa in piedi è qui espresso sia come volume in piedi (sx) che come biomassa (dx). La seconda grandezza, derivata direttamente dalla prima, ha lo stesso andamento. I valori dell'Indicatore variano secondo lo stesso andamento nel range di fertilità espresso da ciascuna delle 2 aree. L'Indicatore esprime in modo aderente lo sviluppo del soprassuolo e segnala il livello di fertilità dei plot componenti sia intermini quantitativi che di diversa pendenza.
Foresta di Settefratelli (Foresta sempreverde di latifoglie)	Consolidato	Stock di carbonio	 L'Indicatore Stock di carbonio nella massa in piedi deriva direttamente dalla grandezza precedente e assume quindi le stesse posizioni relative.	 L'Indicatore Stock di carbonio ha il medesimo andamento del precedente indicatore Massa in piedi

Foresta di Settefratelli (Foresta sempreverde di latifoglie)	Consolidato	Età e distribuzione diametrica		
			L'Indicatore Distribuzione diametrica rappresenta strutture coetanee in una fase di sviluppo adulta. La frequenza elevata (a sx), segnala la neo-presenza di alberi di corbezzolo (specie secondaria presente nella tipologia di transizione dalla macchia mediterranea alla lecceta pura) nel piano dominato della struttura.	Sono rappresentate le distribuzioni ad età successive. L'ultima individua una frequenza elevata nella classe diametrica iniziale, dovuta all'entrata a misura di un numero elevato di polloni di corbezzolo che hanno trovato ambiente di sviluppo ottimale sotto la copertura superiore del piano principale di leccio. La modifica si inserisce in un quadro distributivo tipico di una fase intermedio-adulta.
Foresta di Settefratelli (Foresta sempreverde di latifoglie)	Nuovo	Efficienza di accrescimento		
Foresta di Settefratelli (Foresta sempreverde di latifoglie)	Nuovo	Biomassa epigea totale		

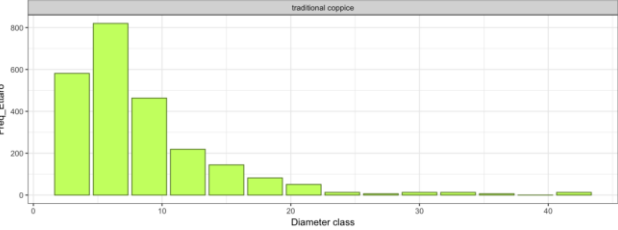
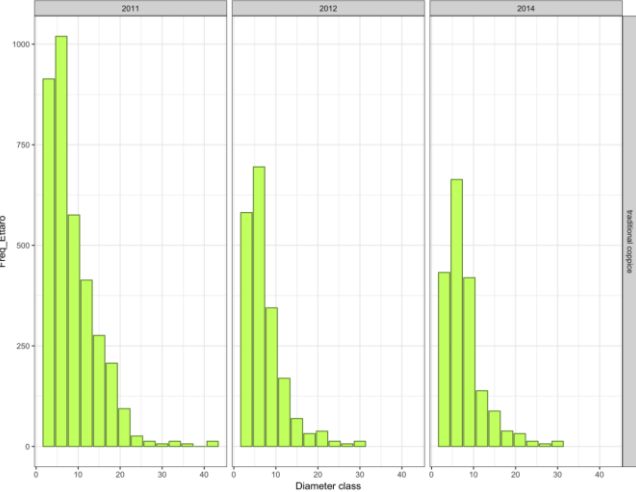
Site *	Indicator type	Indicator	Status for different silvicultural treatments	Trends for different silvicultural treatments
Alto Tevere (Thermophilous deciduous forests)	Consolidated	Growing stock	 The Indicator, reported both as tree volume and dry biomass, varies as a function of the options on the floor from a minimum of 200,47 Mgha-1 to a maximum of 393,45 Mgha-1 (conversion). The option natural evolution shows an intermediate position (305,67 Mgha-1).	 Values, higher within natural evolution at the beginning of the observed time-span, change their early trend since half of the period because of the drop with respect to the conversion option. Here, the growth input generated by the repeated crop thinnings goes on still at now. Growing stock is reported both as standing tree volume and tree biomass (dry weight), the latter being a different expression of the former value. The trend is therefore identical.
Alto Tevere (Thermophilous deciduous forests)	Consolidated	Carbon Stock	 The indicator Carbon stock of woody biomass is derived from growing stock in terms of dry matter and reaches therefore the same rankings.	 The Indicator Carbon stock is being split here into carbon content into standing biomass before and after thinning (left) and as a one value, i.e. the one being measured at the survey time (right). The last expression is not consistent with the actual trend and this arises a misunderstanding of real trend where any silvicultural intervention is applied across the stand life-span.

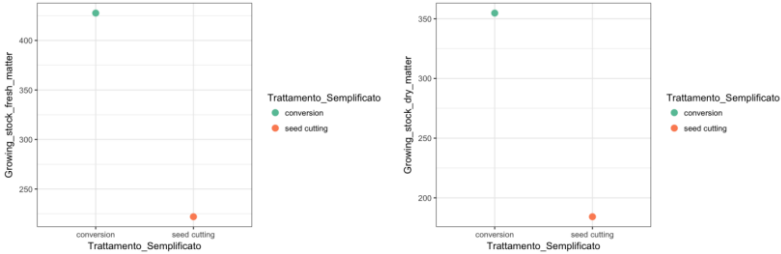
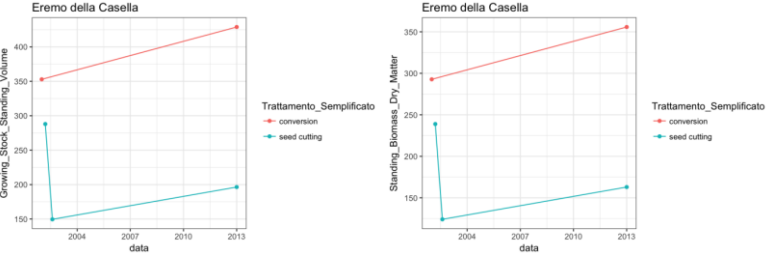
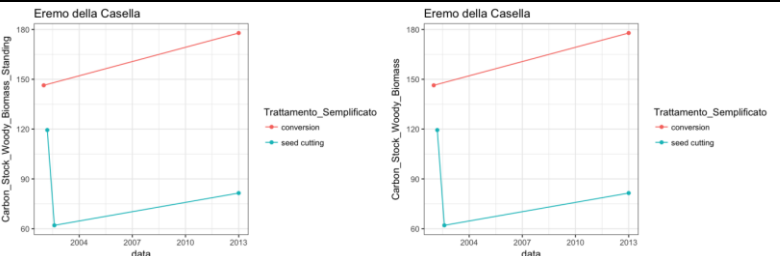
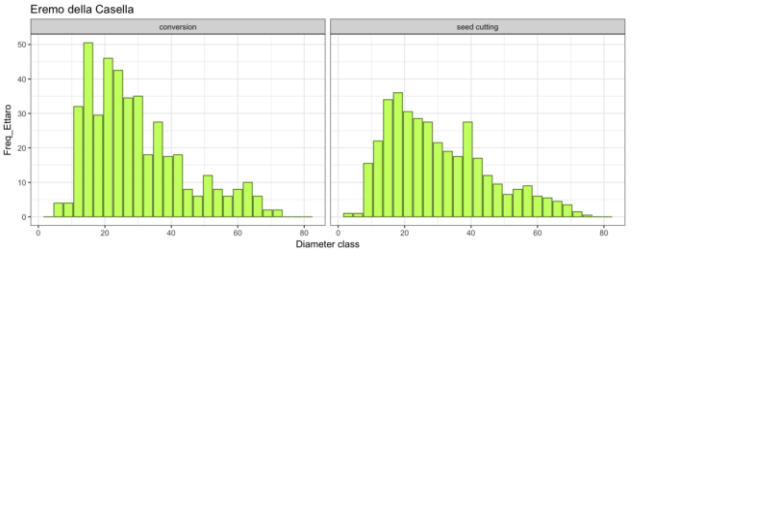
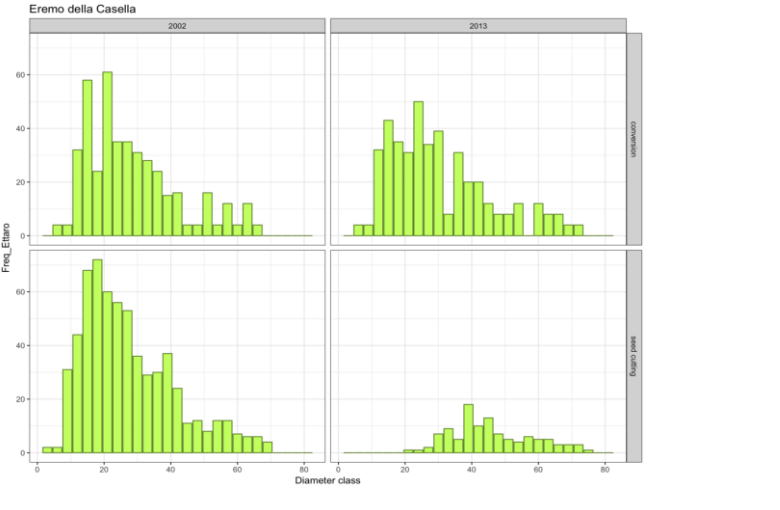
Alto Tevere (Thermophilous deciduous forests)	Consolidated	Diameter distribution / age class Valsavignone  The Indicator Diameter distribution describes evenaged stand structures in an intermediate phase of development. Differences in the arrangement of size classes are due to the conversion which heavily reduces the frequencies into the small-sized dbh classes.	Valsavignone  Dbh evenaged distributions highly to moderately asymmetrical (natural evolution) to more regular (conversion) are described here. Thinnings heavily change the distributive pattern removing small-sized classes, which are still present into untouched ageing stand structures (natural evolution), natural mortality excepted. Juvenile to intermediate development phases represented.
Alto Tevere (Thermophilous deciduous forests)	New	Growth Efficiency	Valsavignone  The comparison between natural evolution and conversion as for growth efficiency in terms of LAI and litter calculations, highlights the thinnings outcome which gives rise to a rapid increase of stand growth efficiency with respect to natural evolution. Time elapsed since thinning occurrence progressively re-establishes the pre-intervention condition.

Alto Tevere (Thermophilous deciduous forests)	New	Total Aboveground Tree Biomass		At mid 1990-2000 a sharp drop of the trend into the natural evolution choice is highlighted here. The following pattern makes also different the trend between the plots under conversion, which anyway stays higher.		
Buca Zamponi (Mountainous beech forest)	Consolidated	Growing stock		Values are referred here to current stock over the macroplot sampling area. Growing stock in terms of standing tree volume and dry biomass, varies from a minimum of 267,04 Mgha-1 (conversion) to a maximum of 452,13 Mgha-1 (natural evolution) in dry weight.		The Indicator Growing stock is reported here both in terms of tree standing volume and dry biomass. Their trend is identical, given the same origin of the variable. Values are here always higher in the natural evolution choice at all the inventories. The growth trend following the suspension of coppicing showed here a higher outcome in terms of tree volume as well as of epigeous tree biomass. According to conversion, values show the drop at each intermediate harvesting and the following recovery. The overall trend is anyway very similar to natural evolution. The Indicator resulted to be very consistent at each choice tested.
Buca Zamponi (Mountainous beech forest)	Consolidated	Carbon Stock		The indicator Carbon stock of woody biomass is derived from Growing stock in terms of dry matter and reaches therefore the same rankings.		The Indicator Carbon stock is split here in carbon content into standing biomass before and after thinning (left) and as a one value, i.e. the one being measured at the survey time (right). The last expression is not consistent with the actual trend and this arises a misunderstanding of real trend where any silvicultural intervention is applied across the stand life-span.

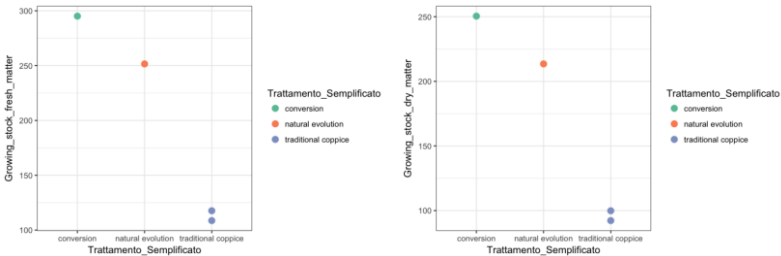
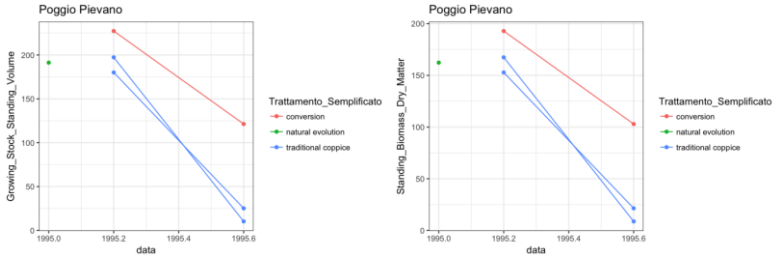
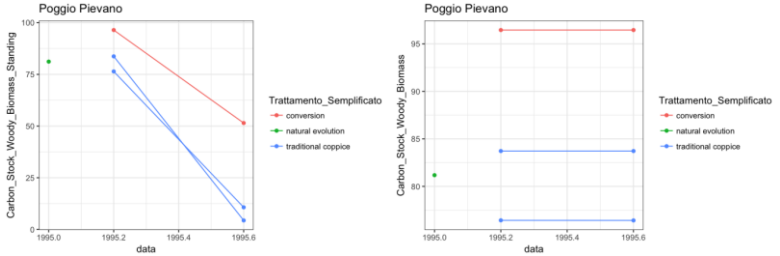
Buca Zamponi (Mountainous beech forest)	Consolidated	Diameter distribution / age class  The Indicator Diameter distribution describes evenaged stand structures in an intermediate phase of development. Differences in the arrangement of size classes are due to the conversion which heavily reduces the frequencies into the small-sized dbh classes.	 Dbh evenaged distributions highly to moderately asymmetrical (natural evolution) to more regular (conversion) are described here. Thinnings heavily change the distributive pattern removing small-sized classes, which are still present into untouched ageing stand structures (natural evolution), natural mortality excepted. Juvenile to intermediate development phases represented.
Buca Zamponi (Mountainous beech forest)	New	Growth Efficiency	 The comparison between natural evolution and conversion, highlights the thinning outcome which promotes a sharp increase of growth efficiency. Time elapsed since thinning reduces the achieved threshold because the condition before tends again to be re-established.

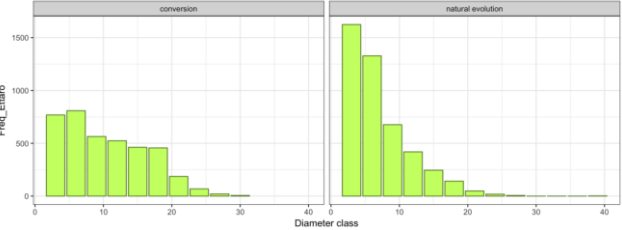
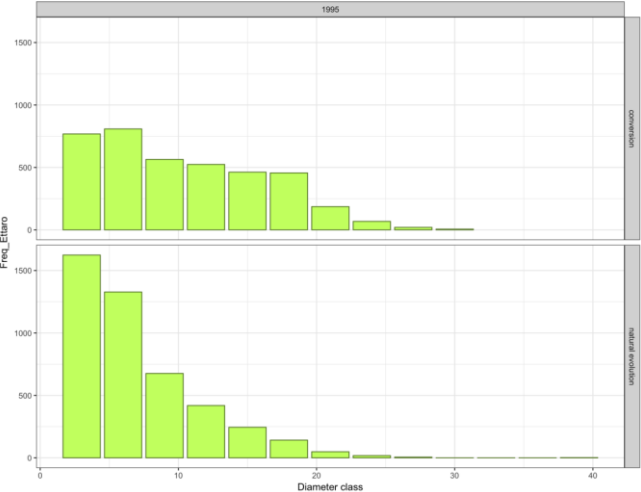
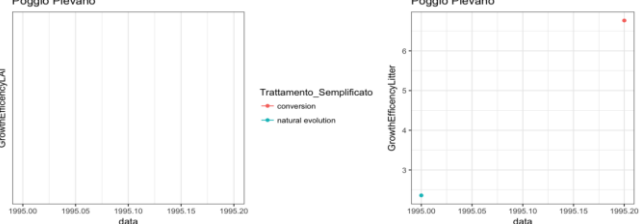
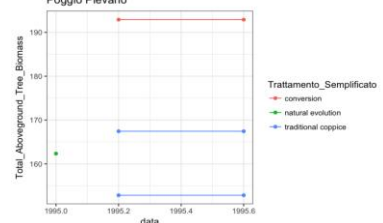
Buca Zamponi (Mountainous beech forest)	New	Total Aboveground Tree Biomass		
				A similar trend between natural evolution and conversion is observed here from the age of 27 to 67. The growth outcome of thinnings which maintain higher the response of thinned plots is also evident in the graph.
Buca Zamponi 1 (Mountainous beech forest)	Consolidated	Growing stock		
			The Indicator Growing stock, both as tree volume standing and tree biomass dry weight, varies from a minimum of 75 Mgha-1 to a maximum of 123 Mgha-1 in dry weight.	The Indicator Growing stock, both as tree volume standing and tree biomass dry weight, shows the same trend, due to the common original variable. The trend relative to the different coppicing methods applied, is quite similar, even with distinct quantitative values.
Buca Zamponi 1 (Mountainous beech forest)	Consolidated	Carbon Stock		
			The Indicator Carbon stock comes from tree biomass dry weight and shows therefore the same spatial pattern.	The Indicator Carbon stock is split here in carbon content into standing biomass before and after thinning (left) and as a one value, i.e. the one being measured at the survey time (right). The last expression is not consistent with the actual course and this arises a misunderstanding of real trend where any silvicultural intervention is applied across the stand life-span.

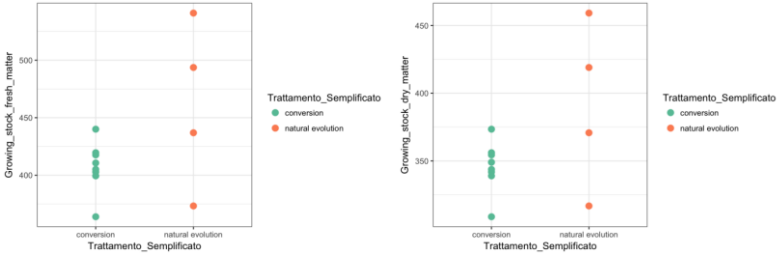
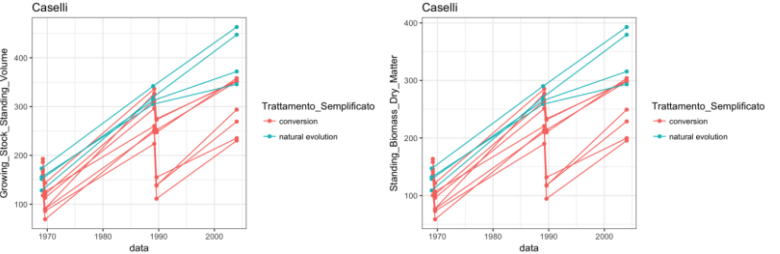
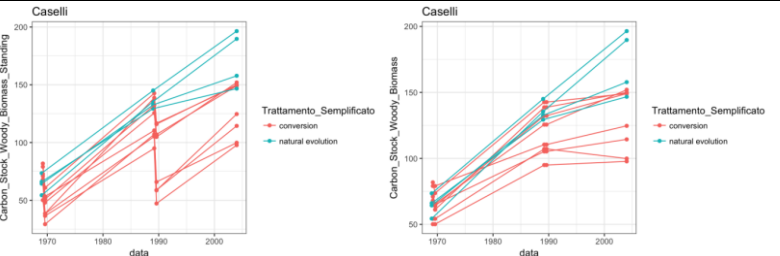
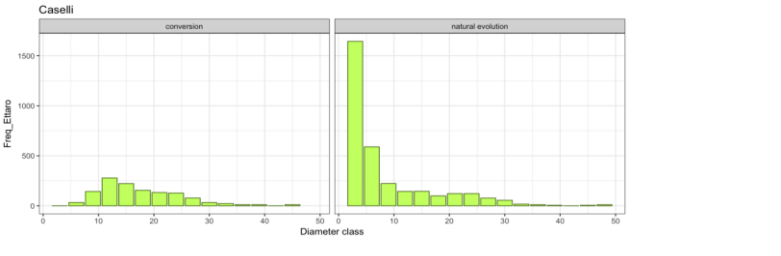
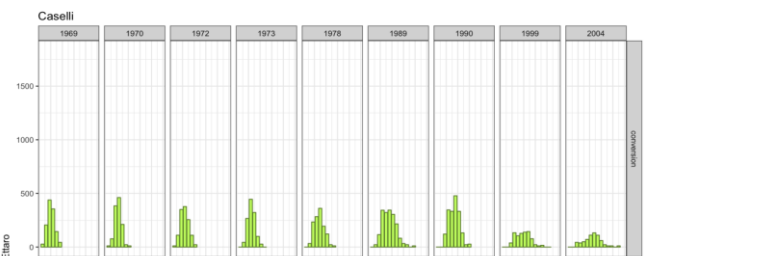
Buca Zamponi 1 (Mountainous beech forest)	Consolidated	Diameter distribution / age class	 The Indicator Diameter distribution describes an evenaged stand structure in a relatively old stage, a few years later the thinning that normalized dbh frequencies removing small dbh classes prevailing.	 An evenaged intermediate to adult stage is described (left). Species autoecology drives the permanence time of dominated shoots. The distribution after thinning (centre) and two years later (right).
Buca Zamponi 1 (Mountainous beech forest)	New	Growth Efficiency		
Buca Zamponi 1 (Mountainous beech forest)	New	Total Aboveground Tree Biomass		

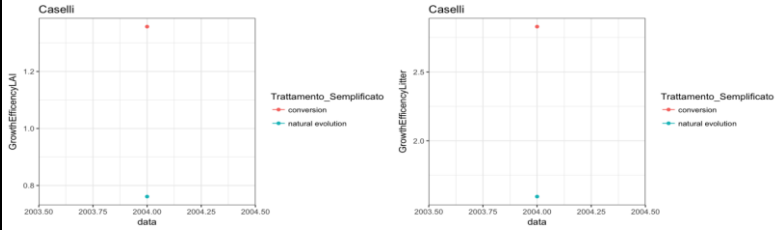
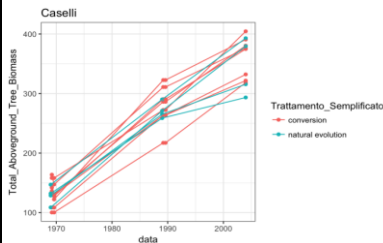
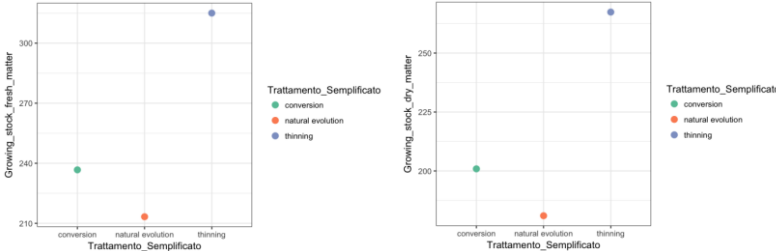
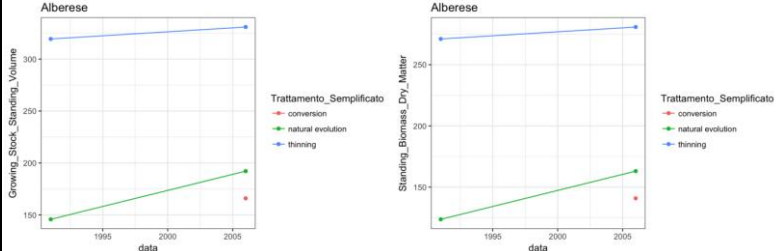
Eremo della Casella (Mountainous beech forest)	Consolidated	Growing stock	 The indicators, both as tree volume and biomass dry weight, varies from a minimum of 162,94 Mgha-1 (seed cutting) to a maximum of 355,79 Mgha-1 (natural evolution) in dry weight.	 The Indicator Growing stock is expressed here both as standing tree volume and tree biomass (dry weight). Values are obviously higher in the option conversion following the heavy removal of seed cutting. Values describe consistently the stand development within each option.
Eremo della Casella (Mountainous beech forest)	Consolidated	Carbon Stock	 The Indicator Carbon stock of woody biomass derives from the previous variable and assumes therefore identical rankings.	 Graph reports Carbon stock before and after the seed cutting accomplishment in comparison with the option conversion.
Eremo della Casella (Mountainous beech forest)	Consolidated	Diameter distribution / age class	 The Indicator Diameter distribution describes evenaged stand structures in an adult stage.	 Quite different dbh distributions are reported in the graph above. The first one is relative to coppice conversion into high forest in progress in an adult stand. The second one is referred to seed cutting which removes all trees standing excepted those useful to establish crop regeneration.

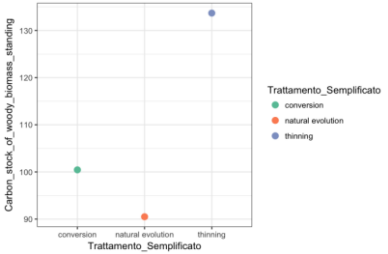
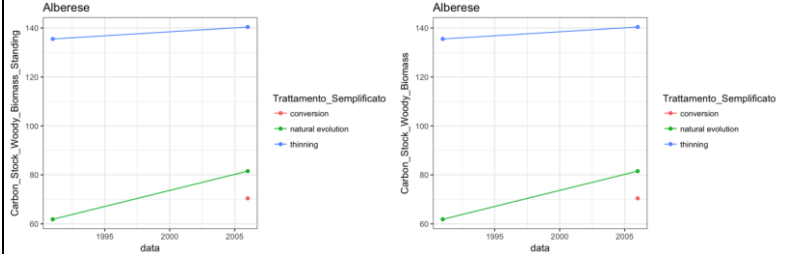
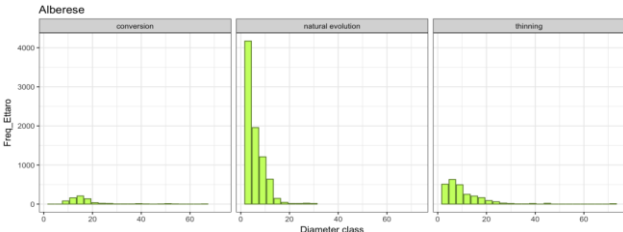
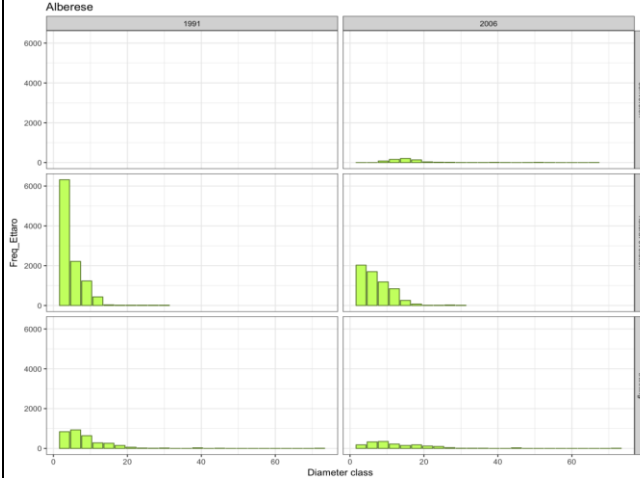
Eremo della Casella (Mountainous beech forest)	New	Growth Efficiency		
Eremo della Casella (Mountainous beech forest)	New	Total Aboveground Tree Biomass		

Poggio Plevano (Thermophilous deciduous forests)	Consolidated	Growing stock	 The Indicator Growing Stock is reported in terms of tree volume and tree biomass (dry weight) varies according to the options on the floor from a minimum of 92,24 - 99,85 Mgha-1 (traditional coppice) to a maximum of 250,46 Mgha-1 (conversion) in dry weight. The option natural evolution shows an intermediate value, 213,50 Mgha-1.	 The Indicator Growing stock is reported in terms of tree volume and tree biomass (dry weight). Graphs highlight the condition before and after coppicing following two intensities of standards release (traditional coppice) and thinning for conversion into high forest. The green dot on the left upper side reports the position of the option natural evolution at the time of trial establishment. The site index is similar among plots.
		Carbon Stock	 The Indicator Carbon stock of woody biomass derives from the previous variable and assumes therefore identical rankings.	 Carbon stock is reported here before and after coppicing and thinning for coppice conversion into high forest (left). The expression on the right is not consistent because does not take into account the occurrence of removal.

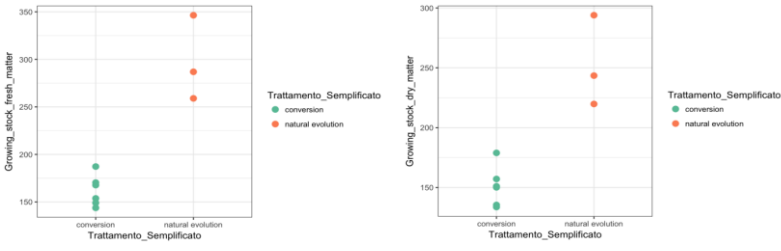
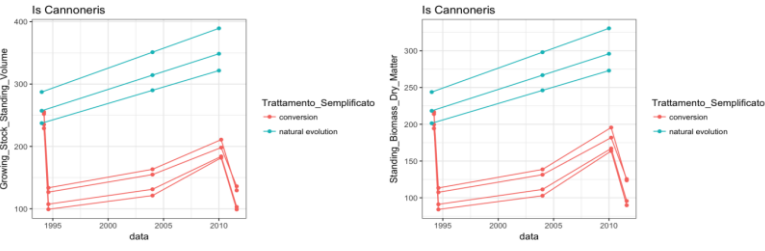
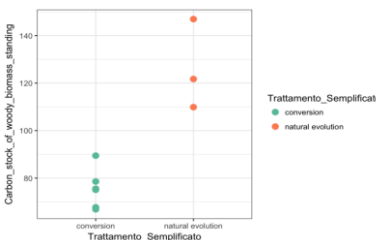
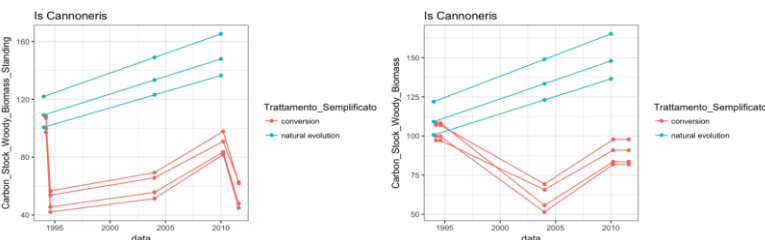
Poggio Plevano (Thermophilous deciduous forests)	Consolidated	Diameter distribution / age class	Poggio Plevano  Diameter distribution describes here evenaged stand structures in a juvenile stage. Differences are due to the conversion thinning which heavily reduces frequencies of small-sized classes.	Poggio Plevano  Diameter distribution describes here evenaged stand structures in a juvenile stage. Differences are due to the conversion thinning which heavily reduces frequencies in the small-sized classes.
Poggio Plevano (Thermophilous deciduous forests)	New	Growth Efficiency		Poggio Plevano  The comparison between conversion and natural evolution options highlights the difference in growth efficiency rate according to litter calculation.
Poggio Plevano (Thermophilous deciduous forests)	New	Total Aboveground Tree Biomass		Poggio Plevano  Only one inventory has been carried out at this site. No trend is therefore available.

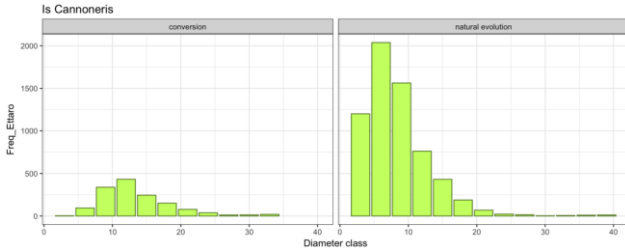
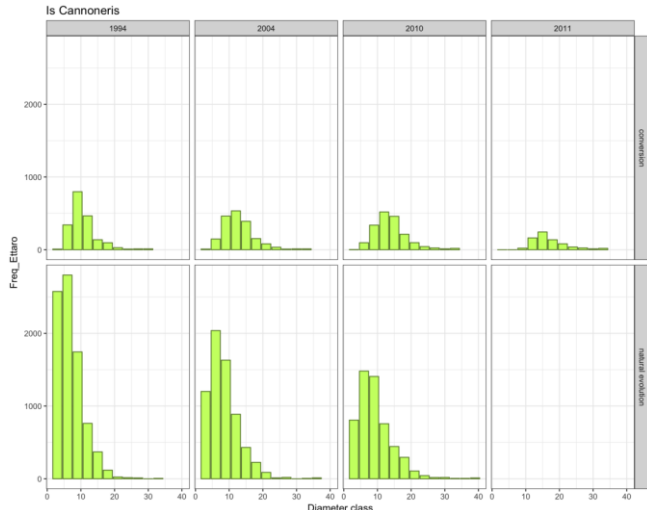
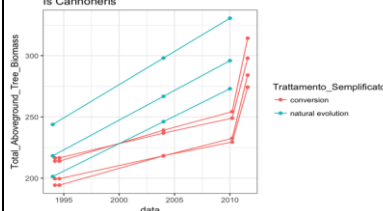
Foresta di Caselli (Thermophilous deciduous forests)	Consolidated	Growing stock	 The Indicator, reported both as tree volume and dry biomass, varies as a function of the options on the floor from a minimum of 308,83 Mgha-1 (conversion) to a maximum of 459,11 Mgha-1 (natural evolution) as dry weight.	 The values of Growing stock in terms of tree volume and dry biomass are a bit higher under the option natural evolution. Since the inventory 1990, a slowing down becomes evident in a share of plots under natural evolution. The growth trend maintains the previous rate following the second thinning under the option conversion.
Foresta di Caselli (Thermophilous deciduous forests)	Consolidated	Carbon Stock	 The Indicator Carbon stock of woody biomass derives from the previous variable and assumes therefore identical rankings.	 The Indicator Carbon stock is split here into carbon content in standing biomass before and after thinning (left) and as a one value, i.e. the one being measured at the survey time (right). The last expression is not consistent with the actual trend and this arises a misunderstanding of real trend where any silvicultural intervention is applied across the stand life-span.
Foresta di Caselli (Thermophilous deciduous forests)	Consolidated	Diameter distribution / age class		

			Diameter distribution is (left) typical of stand structures heavily modified by thinnings which remove small dbh classes in comparison with natural evolution (right) which maintains the whole range of dbh classes up to the occurrence of natural mortality.	Diameter distribution is typical of stand structures (top) heavily modified by thinnings which remove small dbh classes. The comparison is made with the option natural evolution (down) which maintains the whole range of dbh classes up to the occurrence of natural mortality. The bimodality occurring since the second-last inventory is due to the survival and growth of a few subsidiary shade tolerant tree species living in the understorey, whilst the main crop layer is built by the light demanding Turkey oak.
Foresta di Caselli (Thermophilous deciduous forests)	New	Growth Efficiency		
				The comparison between natural evolution and conversion enables to verify the different growth efficiency achieved by the thinned stand both in terms of LAI and litter calculation.
Foresta di Caselli (Thermophilous deciduous forests)	New	Total Aboveground Tree Biomass		
				The trend shows similar growth performances up to 1990. The following reduction takes place on two plots under natural evolution out of four, whilst the remaining two plots maintain the previous course.
Alberese (Broadleaved evergreen forest)	Consolidated	Growing stock		
			Growing stock is here formulated in terms of tree volume and tree biomass (dry weight). It ranges from a minimum of 181,01 Mgha-1 (natural evolution) to a maximum of 267,37 Mgha-1 (thinning), in dry weight.	Growing stock is here formulated in terms of tree volume and tree biomass (dry weight). Values are very different at both inventories because of the different stand structure and site-index of the two standing crops. The slope of growth pattern is anyway more dynamic into the natural evolution option. Conversion (one inventory only) shows the lowest values.

Alberese (Broadleaved evergreen forest)	Consolidated	Carbon Stock	 The Indicator Carbon stock of woody biomass derives from the previous variable and assumes therefore identical rankings.	 Carbon stock is differentiated here into standing and total. No difference between is present because values of removals are not present (survey after). Relative trends and spial positions are identical to the graph above.
Alberese (Broadleaved evergreen forest)	Consolidated	Diameter distribution / age class	 Diameter distribution describes evenaged stand structures in an intermediate phase of development. Dfferences are due to thinnings (conversion + thinning) which reduced relative frequencies into small-sized dbh classes. Shade tolerance makes easier the long permanence time of tree species in the understorey.	 Diameter distribution describes evenaged stand structures in an intermediate phase of development. Dfferences are due to thinnings (conversion + thinning) which reduced relative frequencies into small-sized dbh classes. Shade tolerance makes easier the long permanence time of tree species in the understorey.
Alberese (Broadleaved evergreen forest)	New	Growth Efficiency		

Aberese (Broadleaved evergreen forest)	New	Total Aboveground Tree Biomass		

Foresta di Is Cannoneris (Broadleaved evergreen forest)	Consolidated	Growing stock			The Indicator describes values in terms of tree volume and tree biomass (dry weight) and ranges from a minimum of 133,68 Mgha-1 (conversion) to a maximum of 293,95 Mgha-1 (natural evolution) in dry weight. Growing stock is formulated here in terms of tree volume and tree biomass (dry weight). The choice natural evolution maintains a straight slope across the full observed age-span. A similar slope is achieved following thinning for coppice conversion up to the second thinning.
					The Indicator Carbon stock of woody biomass derives from the previous variable and assumes therefore identical rankings. Carbon stock is split here into carbon content in standing biomass before and after thinning (left) and as a one value, i.e. the one being measured at the survey time (right). The last expression is not consistent with the actual trend and this arises a misunderstanding of real trend where any silvicultural intervention is applied across the stand life-span.

Foresta di Is Cannoneris (Broadleaved evergreen forest)	Consolidated	Diameter distribution / age class			Diameter distribution describes evenaged stand structures in an intermediate phase of development. Differences are due to thinnings (conversion) which reduced relative frequencies into small-sized dbh classes. Shade tolerance makes easier the long permanence time of tree species in the understorey.	Diameter distribution describes evenaged stand structures in an intermediate phase of development. Differences are due to thinnings (conversion) which reduced relative frequencies into small-sized dbh classes. Shade tolerance makes easier the long permanence time of tree species in the understorey.
Foresta di Is Cannoneris (Broadleaved evergreen forest)	New	Growth Efficiency				
Foresta di Is Cannoneris (Broadleaved evergreen forest)	New	Total Aboveground Tree Biomass			Total aboveground tree biomass well depicts the straight course of growth according to natural evolution throughout the life-span observed. The different recovery rate after the first and the second crop	

Foresta di Settefratelli (Broadleaved evergreen forest)	Consolidated	Growing stock	The Indicator, both as tree volume and tree biomass dry weight, ranges according to site index from a minimum of 227 Mgha-1 to a maximum of 395 Mgha-1, in dry weight.	Growing stock is here reported as standing volume and biomass (dry weight). The different site index is confirmed by the growing stock rate (the different slope) within the same silvicultural choice of coppice thinning for conversion into high forest.
Foresta di Settefratelli (Broadleaved evergreen forest)	Consolidated	Carbon Stock	The Indicator Carbon stock of woody biomass derives from the previous variable and assumes therefore identical rankings.	The expression Carbon stock repeats what described above. The lack of data about thinning makes consistent also the expression at right.
Foresta di Settefratelli (Broadleaved evergreen forest)	Consolidated	Diameter distribution / age class	Diameter distribution depicts evenaged stand structures in an adult stage. The high dbh frequency on the left side highlights the presence of strawberry trees (a species present in the transition between the Mediterranean maquis and the pure holm oak forest).	The distributive patterns at different stand ages are represented. At right, the high frequency in the small sized dbh classes, highlights the entry to the minimum dbh threshold of a number of strawberry trees which found an optimal growth environment in the understorey and the upper canopy cover made by holm oak. The development stage is here intermediate to adult.

Foresta di Settefratelli (Broadleaved evergreen forest)	Foresta di Settefratelli (Broadleaved evergreen forest)
New	New
Total Aboveground Tree Biomass	Growth Efficiency

