
IT03-T FORESTE DEGLI APPENNINI

Autori

Giorgio Matteucci¹, Marco Cervellini², Giancarlo Papitto³, Francesco Mazzenga⁴, Bruno De Cinti⁴, Ettore D'Andrea⁵, Riccardo Valentini⁶, Giuseppe Scarascia Mugnozza⁶, Claudia Cindolo³, Roberto Canullo²

Affiliazione

- ¹ Consiglio Nazionale delle Ricerche, Istituto per la BioEconomia (CNR – IBE), Via Madonna del Piano 10, 50019 Sesto Fiorentino (FI)
- ² Università degli Studi di Camerino (UNICAM-SBMV), Scuola di Bioscienze e Medicina Veterinaria, Via Pontoni 5, 62032 Camerino (MC), Italia.
- ³ Arma dei Carabinieri (CUFAA), Comando Unità Forestali, Ambientali e Agroalimentari (CUFAA) SM – Ufficio Progetti, Convenzioni, Educazione Ambientale, Via G. Carducci 5, 00187 Roma, Italia.
- ⁴ Consiglio Nazionale delle Ricerche (CNR), Istituto di Ricerca sugli Ecosistemi Terrestri (IRET), Sede Secondaria, Via Salaria Km 29.300, 00015 Montelibretti (RM).
- ⁵ Consiglio Nazionale delle Ricerche, Istituto per i Sistemi Agricoli e Forestali del Mediterraneo (CNR – ISAFOM), Piazzale Enrico Fermi 1, 80055 Portici (NA)
- ⁶ Università degli Studi della Tuscia, Dipartimento per l'Innovazione dei sistemi Biologici, Agroalimentari e Forestali (UNITUS-DIBAF), Via San Camillo de Lellis snc, 01100 Viterbo, Italia.

DEIMS.ID: <https://deims.org/a2e325b8-9aa2-4c1b-b74c-a2ce59149252>

Referente Macrosito: Giorgio Matteucci

Siti di ricerca:

Collelongo-Selva Piana ABR1, IT03-001-T

Montagna di Torricchio, IT03-002-T

Piano Limina CAL1, IT03-003-T

Tipologia di ecosistema:

terrestre, foreste degli appennini



*Faggeta e praterie di altitudine nell'area del sito di Collelongo-Selva Piana
(foto da drone di F. Mazzenga)*

Citare questo capitolo come segue: Matteucci G., Cervellini M., Papitto G. *et al.* (2021). IT03-T Foreste degli Appennini, p. 143-178. DOI: 10.5281/zenodo.5584733. In: Capotondi L., Ravaioli M., Acosta A., Chiarini F., Lami A., Stanisci A., Tarozzi L., Mazzocchi M.G. (a cura di) (2021). La Rete Italiana per la Ricerca Ecologica di Lungo Termine. Lo studio della biodiversità e dei cambiamenti, pp. 806. DOI: 10.5281/zenodo.5570272.

Descrizione del macrosito e delle sue finalità

Il macrosito IT03 comprende tre siti di ricerca degli Appennini Centrali e Meridionali, caratterizzate da foreste a *Fagus sylvatica* e miste e da prati-pascoli, tra 800 e 1800 m s.l.m. (fascia subatlantica). Il sito di Collelongo-Selva Piana ABR1 (IT03-001-T) comprende una stazione di ricerca permanente avviata dall'Università degli Studi della Tuscia nel 1991 e poi passata al Consiglio Nazionale delle Ricerche dal 2004 e un'area permanente del Programma CONECOFOR (CONtrollo ECOsistemi FORestali). Le ricerche principali sono co-localizzate nella stessa area (comunità biotica principale: bosco alto fusto a *Fagus sylvatica* - Polysticho-Fagetum). Il sito Montagna di Torricchio (IT03-002-T) è sottoposto a regime di tutela dal 1970. Dal 1979 è stata classificata come Riserva Naturale Integrale Statale ed inclusa nella "rete europea di riserve biogenetiche". Il sito è ora di proprietà dell'Università degli Studi di Camerino, sotto il coordinamento della attuale Scuola di Bioscienze e Medicina Veterinaria (UNICAM-SBMV). Qui le comunità biotiche principali sono boschi misti (cedui) a *Fraxinus ornus*, *Ostrya carpinifolia* e *Fagus sylvatica* e pascoli secondari. Il sito di Piano Limina CAL1 (IT03-003-T), inserito in un bosco di alto fusto a *Fagus sylvatica* (Aquifolio-Fagetum) è stato attivato nel 1995 dall'allora Corpo Forestale dello Stato come una delle aree permanenti della rete CONECOFOR. La Rete di Monitoraggio forestale permanente del Programma CONECOFOR (CONtrollo ECOsistemi FORestali) è coordinata dal 2017 dal Comando Unità Tutela Forestale, Ambientale e Agroalimentare dell'Arma dei Carabinieri (CUFAA) – SM Ufficio Progetti, Convenzioni, Educazione Ambientale. Il Programma CONECOFOR è incluso nella Rete europea ICP Forests di monitoraggio delle foreste.

I siti nascono per studiare la risposta delle foreste di faggio ai cambiamenti climatici, all'inquinamento e alla gestione (Collelongo-Selva Piana e a Piano Limina). Il sito di Collelongo è stata la prima foresta europea dove è stata installata la strumentazione per la misura degli scambi di carbonio, vapor acqueo ed energia a scala di ecosistema (1993). Nei due siti sono attive le ricerche di studio della vegetazione, condizioni delle chiome, chimica del suolo (fase solida e soluzione circolante), chimica delle foglie, accrescimenti arborei, deposizioni atmosferiche, ozono, macro- e micro-clima, fenologia, indicatori di biodiversità, mentre a Collelongo-Selva Piana si studiano anche le dinamiche di ecologia forestale, gli scambi ecosistema-atmosfera, la produttività primaria netta.

A Torricchio, gli studi sono orientati a ricerche sui processi ecologici secondari dei sistemi montani con rilievi di flora (vascolare, muscinale, lichenica) e fauna, struttura e dinamica della faggeta e dei boschi misti, dinamica di popolazione e successioni secondarie nei pascoli, stima campionaria della diversità vegetale.

Nei siti, le ricerche sono state svolte grazie a progetti nazionali, europei e anche con fondi regionali.

Abstract

The IT03 macrosite is formed by three research sites located in the Central and Southern Apennines, characterized by *Fagus sylvatica* and mixed forests and meadows-pastures, between 800 and 1800 m a.s.l. (sub-Atlantic belt). The Collelongo-Selva Piana ABR1 site (IT03-001-T) includes a permanent research station established by the University of Tuscia in 1991 that since 2014 is coordinated by the National Research Council and a permanent area of the CONECOFOR Program (CONtroll of FORest ECOsystems)). Most of the surveys are co-located in the same area (main biotic community: tall forest with *Fagus sylvatica* - Polysticho-Fagetum). The Montagna di Torricchio site (IT03-002-T) is protected since 1970. Since 1979 it has been classified as a State Integral Nature Reserve and included in the "European network of biogenetic reserves". The site is now owned by the University of Camerino, under the coordination of the School of Biosciences and Veterinary Medicine (UNICAM-SBMV). In this site, the main biotic communities are mixed forests (coppice) with *Fraxinus ornus*, *Ostrya carpinifolia* and *Fagus sylvatica* and secondary pastures. The site of Piano Limina CAL1 (IT03-003-T) is part of a tall *Fagus sylvatica* forest (Aquifolio-Fagetum) and was established in 1995 by the then State Forestry Corps as one of the permanent areas of the CONECOFOR network. The Permanent Forest Monitoring

Network of the CONECOFOR Program has been coordinated since 2017 by the Forestry, Environmental and Agri-food Protection Unit of the Carabinieri (CUFAA). The CONECOFOR Program is included in the European ICP Forests Forest Monitoring Network.

The sites were established to study the response of beech forests to climate change, pollution and management (Collelongo-Selva Piana and Piano Limina). The Collelongo site was the first European forest where instrumentation for measuring carbon, water vapor and energy exchanges at ecosystem scale was installed (1993). At the two sites, research is being carried out on: vegetation, crown conditions, soil chemistry (solid phase and soil solution), foliage chemistry, tree growth, atmospheric deposition, ozone, macro- and micro-climate, phenology, biodiversity indicators, while at Collelongo-Selva Piana further studies deal with forest ecology, ecosystem-atmosphere exchanges, net primary productivity.

In Torricchio, the studies are focusing to secondary ecological processes in mountain systems, flora and fauna surveys, structure and dynamics of beech and mixed woods, population dynamics and secondary succession in pastures, plant diversity.

At all sites, research and monitoring were carried out on the basis of national, European and even regional funds.

Collelongo-Selva Piana ABR1

Autori

Giorgio Matteucci¹, Francesco Mazzenga², Bruno De Cinti², Ettore D'Andrea³, Riccardo Valentini⁴, Giuseppe Scarascia Mugnozza⁴

Affiliazione

¹ Consiglio Nazionale delle Ricerche, Istituto per la BioEconomia (CNR – IBE), Via Madonna del Piano 10, 50019 Sesto Fiorentino (FI).

² Consiglio Nazionale delle Ricerche (CNR), Istituto di Ricerca sugli Ecosistemi Terrestri (IRET), Sede Secondaria, Via Salaria Km 29.300, 00015 Montelibretti (RM).

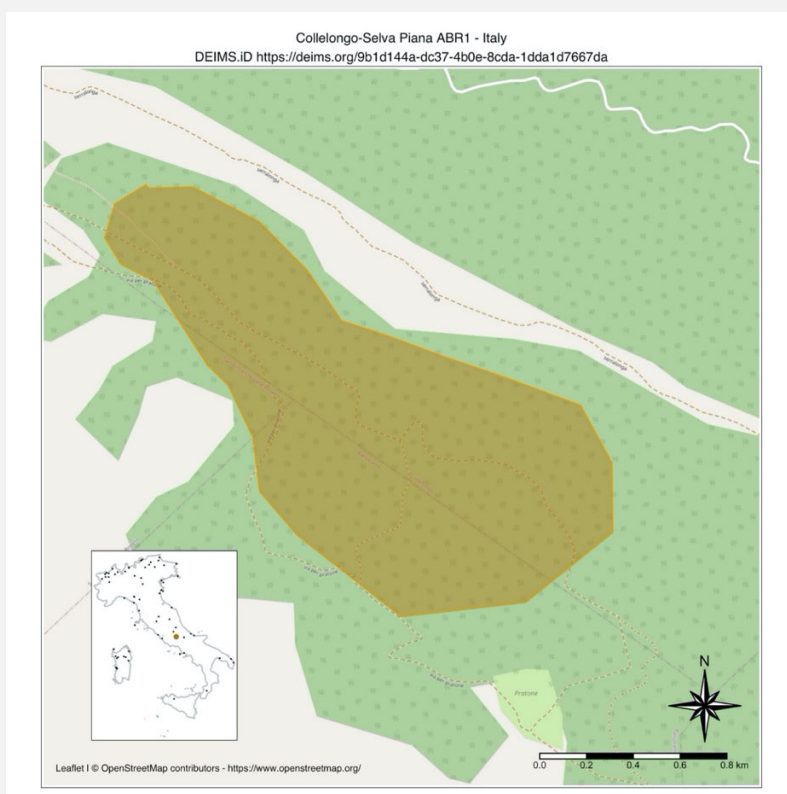
³ Consiglio Nazionale delle Ricerche, Istituto per i Sistemi Agricoli e Forestali del Mediterraneo (CNR – ISAFOM), Piazzale Enrico Fermi 1, 80055 Portici (NA).

⁴ Università degli Studi della Tuscia, Dipartimento per l'Innovazione dei sistemi Biologici, Agroalimentari e Forestali (UNITUS-DIBAF), Via San Camillo de Lellis snc, 01100 Viterbo, Italia.

Sigla: IT03-001-T

Responsabile sito: Giorgio Matteucci

DEIMS.ID: <https://deims.org/9b1d144a-dc37-4b0e-8cda-1dda1d7667da>



Descrizione del Sito e delle sue finalità

La foresta di faggio (*Fagus sylvatica* L.) di Collelongo-Selva Piana (AQ) (Fig. 1) appartiene ad una area di circa 3000 ha, a sua volta parte di un'area forestale più vasta, che si estende anche al territorio del Parco Nazionale d'Abruzzo, Lazio e Molise (PNALM).

I boschi studiati fanno parte del sistema vegetazionale della Serra Lunga, catena montuosa dell'Abruzzo occidentale che separa l'alta valle del Liri (o Val Roveto) ad ovest, dalla Valle Lunga ad est e che delimita ad ovest la piana del Fucino, mentre a sud si fonde con i massicci marsicani nel territorio del PNALM. La cima più elevata è il monte Cornacchia con 2000 metri d'altitudine. Il bosco di Selva Piana è ubicato poco al di sotto del crinale della Serra Lunga sul versante rivolto verso la Valle Roveto. È delimitato a nord dalla Valle dei Cerchi, ad ovest dai Tre Confini, a sud dal Pratone ad est da Pian Calvo. La quota inferiore è di



Fig. 1 - La faggeta di Collelongo con i pratoni Sant'Elia, in secondo piano la località Selva Piana (foto F. Mazzenga, 2021, modificata)

circa 1520 m s.l.m. mentre la quota massima è di circa 1800 m s.l.m. La morfologia è abbastanza variabile, con compluvi principali, con andamento SE-NO e E-O, nei quali confluiscono altri compluvi minori. Le caratteristiche strutturali del popolamento sono rappresentative di quelle delle faggete dell'Appennino Centrale e riflettono sia la storia della gestione selvicolturale (è una foresta coetaneiforme di circa 120 anni di età, proveniente da conversione da ceduo) sia le peculiari condizioni ambientali della vegetazione mediterraneo-montana, così differente da quella delle foreste dell'Europa Centrale, dove il faggio raggiunge il suo ottimo climatico.

La quota inferiore è di circa 1520 m s.l.m. mentre la quota massima è di circa 1800 m s.l.m. La morfologia è abbastanza variabile, con compluvi

principali, con andamento SE-NO e E-O, nei quali confluiscono altri compluvi minori. Le caratteristiche strutturali del popolamento sono rappresentative di quelle delle faggete dell'Appennino Centrale e riflettono sia la storia della gestione selvicolturale (è una foresta coetaneiforme di circa 120 anni di età, proveniente da conversione da ceduo) sia le peculiari condizioni ambientali della vegetazione mediterraneo-montana, così differente da quella delle foreste dell'Europa Centrale, dove il faggio raggiunge il suo ottimo climatico.

Cenni storici e datazione temporale delle ricerche

Selva Piana (1500-1600 m s.l.m., 41°50'58" N – 13°35'17" E), il sito delle principali ricerche svolte nell'area è stato istituito nel 1991 dall'allora Dipartimento di Scienze dell'Ambiente Forestale e delle sue Risorse dell'Università degli Studi della Tuscia di Viterbo per studiare l'ecologia e la selvicoltura delle faggete appenniniche. Le ricerche sono iniziate grazie ad uno dei progetti inseriti nel Progetto Finalizzato RAISA (1991-1996), finanziato dal Cnr. Nel 1993 nel sito è stata installata la prima torre in Europa per la misura dei flussi di carbonio, vapor acqueo ed energia tra foreste ed atmosfera. Nel 1995 il sito è stato inserito nella rete nazionale di monitoraggio degli ecosistemi forestali (CONECOFOR), che ha organizzato la



Fig. 2 - Vista del sito Collelongo-Selva Piana con evidenziate la stazione "Open field" e l'area delle ricerche ed i monitoraggi intensivi, inclusa la torre per la misura dei flussi (foto G. Matteucci, 2005)

partecipazione italiana alla rete europea ICP-Forests. Nel 1996 il sito è entrato nella rete globale FluxNet per la misura dei flussi tra ecosistemi e atmosfera e nella rete LTER nel 2006. Il sito è anche parte della rete europea ICP-Integrated Monitoring.

Dal 2004, il coordinamento delle attività del sito è passato al Consiglio Nazionale delle Ricerche, prima presso l'Istituto di Biologia Agroambientale e Forestale (IBAF-CNR), poi all'Istituto per i Sistemi Agricoli e Forestali del Mediterraneo (ISAFOM-CNR) e all'Istituto per la BioEconomia (IBE-CNR). Dal 1995 le attività di ricerca e monitoraggio sono svolte in collaborazione con il Servizio CONECOFOR del Corpo Forestale dello Stato (poi passato all'Arma dei Carabinieri), con il coinvolgimento di diversi enti ed università. La localizzazione della stazione di monitoraggio dei dati climatici e di raccolta delle deposizioni "open field" e quella delle ricerche e monitoraggi più intensivi sono presentate nella figura 2.

Tipologia dei dati raccolti

A partire dal 1991-1992, i dati raccolti hanno riguardato numerose variabili e parametri. A seconda della tipologia, i dati e le misure sono effettuate a frequenze diverse. Sono comunque molte le variabili raccolte in maniera continua, tramite strumentazione installata al sito (meteorologia, scambi a livello di ecosistema). Inoltre, nel tempo, grazie a progetti di ricerca nazionali e internazionali, sono state svolte numerose campagne di misura, con studi approfonditi di ecologia ed ecofisiologia della faggeta studiata.

I principali dati raccolti sono riportati in tabella 1.

Tab. 1 - Principali dati raccolti ed indagini effettuate nel sito Collelongo-Selva Piana

Indagine o parametro	Anno inizio rilievi	Frequenza	Note
Struttura, accrescimenti, produzione primaria epigea	1992	Ogni cinque anni	Dal 1996 bande dendrometriche per accrescimenti annuali.
Biomassa strato arboreo (epigea ed ipogea)	1992	Campagne nel 1992, 1995, 1996, 1999	Relazioni allometriche sito specifiche
Produzione di lettiera epigea ed indice di area fogliare (LAI)	1992	Annuale	Stagionale in alcuni anni
Parametri ecofisiologici	1992	Campagne annuali sino a 1998, poi misure in altre annate e studi particolari	
Radici fini	1992	1992-94; 1997-98; 2005; 2007	Biomassa e produttività
Clima e microclima sito intensivo	1993	Continua	Più regolare dal 1996
Scambi a livello di copertura (eddy covariance)	1993	Continua	Dal 1996 con continuità salvo brevi interruzioni
Emissione CO ₂ dal suolo	1993	1993-94; 1996-98; 2007	
Suolo – fase solida e pedologia	1995	Decennale (sinora 1995 e 2007)	Primo campionamento: RAISA; successivi: CONECOFOR
Nutrienti fogliari	1995	Biennale	CONECOFOR
Clima "open field"	1996	Continua	CONECOFOR
Vegetazione	1996	Annuale	CONECOFOR
Deposizioni umide (all'aperto e nel bosco)	1996	Stagionale (mar-dic)	CONECOFOR
Concentrazioni di ozono	1997	Stagionale (sino 2014), poi dal 2018 continua	CONECOFOR e Life MOTTLES
Suolo – soluzione circolante	1999	Stagionale (mar-dic)	CONECOFOR
Analisi isotopiche per processi ecofisiologici, efficienza di uso idrico, dinamica carboidrati	2002	A campagne	
Studi di dettaglio su accrescimento arboreo	2013	A campagne	

Enti recentemente coinvolti nelle attività di ricerca

Nei 30 anni di attività, le ricerche svolte nel sito hanno coinvolto numerose università ed enti italiani e internazionali. Si elencano qui quelli coinvolti più recentemente:

- **Università italiane:** Università degli Studi della Tuscia – Viterbo, Dipartimento per l'Innovazione dei sistemi Biologici, Agroalimentari e Forestali (Unitus-DIBAF); Università degli studi di Camerino (UNICAM), Scuola di Bioscienze e Medicina Veterinaria; Università degli Studi di Bologna – Dipartimento di Scienze e Tecnologie Agro-Alimentari; Università degli Studi di Firenze – Dipartimento di Scienze della Terra.
- **Università straniere:** Friedrich Alexander University Erlangen Nürnberg (germania) – Institute of Geography; University of Gottingen, Bioclimatology (Germania).
- **Enti di ricerca italiani e stranieri:** Consiglio per la Ricerca in Agricoltura e per l'Analisi dell'Economia Agraria (CREA) – Centro Foreste e Legno; Consiglio Nazionale delle Ricerche – Istituti IBE, IBBA, IRET, IRSA, ISAFOM; Slovenian Forest Institute (SFI); Max-Planck-Institute for Biogeochemistry, Jena (Germania)
- **Altri Enti:** Arma dei Carabinieri (CUFAA), Comando Unità Forestali, Ambientali e Agroalimentari (CUFAA) SM – Ufficio Progetti, Convenzioni, Educazione Ambientale.

Principali progetti di ricerca nazionali ed internazionali

Nel corso degli anni, le attività di ricerca sono state condotte nell'ambito di numerosi progetti ed iniziative nazionali ed europee. Inoltre, il sito contribuisce anche ad attività di altre infrastrutture di ricerca oltre ad eLTER. I principali sono stati:

- 1991-1996: Progetto finalizzato RAISA (Ricerca Avanzate per l'Innovazione del Sistema Agricolo) – Progetto sull'ecologia e la selvicoltura del faggio
- 1996-1999: Progetti Europeo EUROFLUX e CANIF
- 2004-2009: Progetto Europeo CarboEurope-IP (CarboEuroflux e ForCast)
- 2007-2009: Progetto FISR CarboItaly
- 2010-2014: Progetto Europeo GHG-Europe
- 2009-2012: Progetto PRIN Cambiamenti climatici e foreste PRIN 2007AZFFAK
- 2013-2016: Progetto PRIN Effetti del cambiamento globale su produttività e forcing radiativo delle foreste italiane PRIN 2012E3F3LK
- 2014-2018: LIFE Smart4Actions (LIFE13 ENV/IT/000813)
- 2015-2019: Progetto Europeo eLTER H2020
- 2016-2020: Life Mottles (LIFE15 ENV/IT/000183)

Queste le reti in cui il sito è stato ed è inserito

- 1995: ICP-Forest e Conecofor
- 1996: ICP Integrated Monitoring (ICP-IM)
- 1996: FluxNet
- 2006: LTER Italia e LTER Europe

Risultati

Sin dai primi anni di attività, il sito ha raccolto numerosi dati, a partire dalla struttura forestale, dai dati ecologici di produttività primaria (sia componente legnosa, che foglie e radici), al monitoraggio microclimatico e alla ecofisiologia della faggeta. Dal 1993 vengono anche misurati gli scambi di carbonio, vapor acqueo ed energia tra bosco e atmosfera.

Rispetto al clima, il sito ha una temperatura media di 7.4°C e una precipitazione annuale di 1024 mm (Fig. 3).

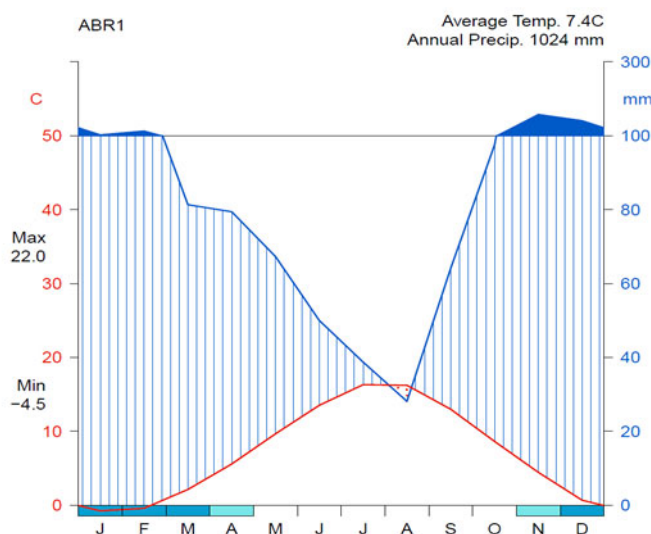


Fig. 3 - Diagramma di Walter-Lieth realizzato con i dati misurati al sito di Collelongo-Selva Piana dal 1996 al 2017

È evidente l'andamento tipico di clima da montagna mediterranea, con massimi di precipitazione in inverno e autunno, e minimi in estate. Sono frequenti gli anni in cui le precipitazioni estive (luglio e agosto) sono deficitarie rispetto alla richiesta evapotraspirativa dell'atmosfera.

La misura dello scambio di carbonio tra bosco e atmosfera avviene misurando ad alta frequenza le variazioni della concentrazione di CO₂ e le componenti del vento al di sopra della copertura (tecnica "eddy covariance"). Per la CO₂, i dati dal 2000 ad oggi mostrano chiaramente l'aumento di concentrazione in atmosfera, che si può quindi riscontrare anche a livello locale (Fig. 4).

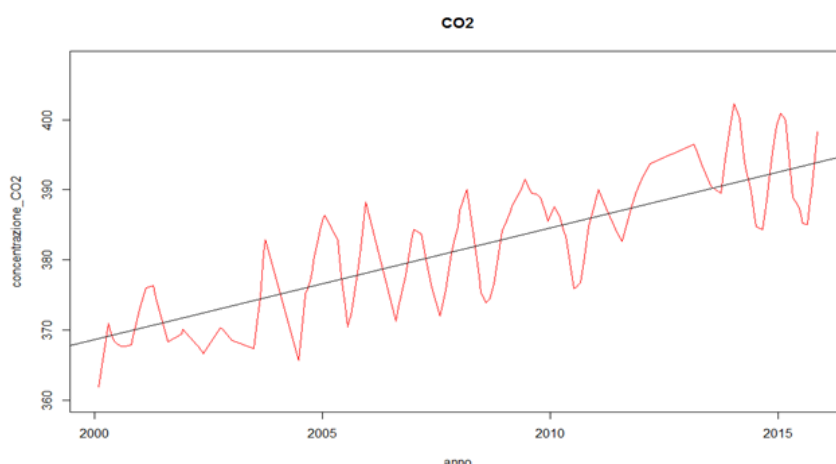


Fig. 4 - Andamento della concentrazione di CO₂ (parti per milione) misurata al sito di Collelongo-Selva Piana. Dati dal 2000 al 2017, interpolati da una curva (Mazzenga 2017 – tesi di dottorato)

Nel 1993, anno di inizio delle misure, la concentrazione della CO₂ era di 350 ppm, oggi è arrivata a 410 ppm. Si nota l'andamento stagionale con massimi invernali e minimi estivi, legati alla attività della vegetazione.

Con la tecnica “eddy covariance” è possibile quantificare lo scambio netto di CO₂ tra ecosistemi ed atmosfera. La variabile che viene determinata è lo scambio netto di ecosistema (NEE, Net Ecosystem Exchange), cioè la risultante tra i processi di assorbimento di carbonio dovuti alla fotosintesi (GPP, Gross Primary Production) e quelli di rilascio da parte dei processi respirativi sia autotrofi che eterotrofi (R_E, Respirazione dell’Ecosistema).

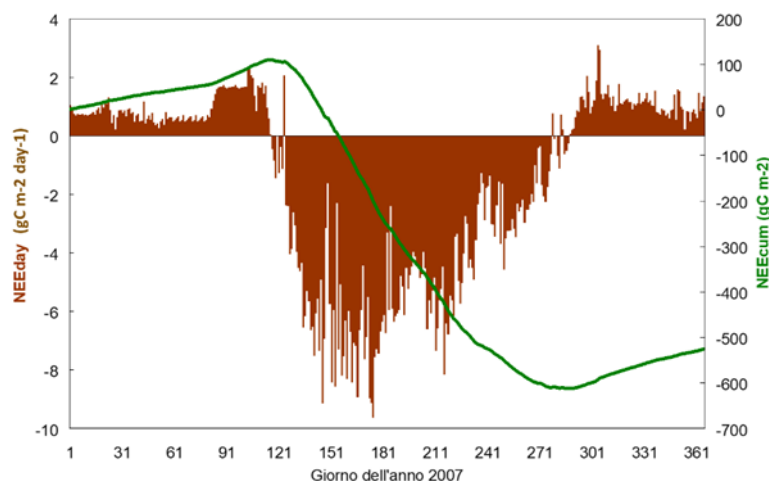


Fig. 5 - Esempio di andamento annuale di NEE sia come valori giornalieri (color mattone, $gC\ m^{-2}\ day^{-1}$) che come valori cumulati (color verde, $gC\ m^{-2}$). Valori negativi indicano assorbimento di carbonio da parte dell’ecosistema

Un esempio di andamento dello scambio netto di ecosistema è presentato in figura 5. I dati giornalieri indicano prevalenza della respirazione in inverno, inizio primavera ed autunno, con massimi tra 2 e 3 $gC\ m^{-2}\ day^{-1}$. Tra aprile e maggio comincia la stagione vegetativa e di conseguenza la fotosintesi e lo scambio netto indica assorbimento, con i massimi che si raggiungono in giugno ($\sim -9\ gC\ m^{-2}\ day^{-1}$). In luglio è presente una diminuzione di assorbimento di C, dovuta ad un periodo caldo e secco. L’ecosistema cessa di assorbire carbonio nella prima decade di ottobre. Complessivamente, nell’anno esemplificativo, la faggeta di Collelongo-Selva Piana ha assorbito 525 $gC\ m^{-2}$, pari a 5.25 $tC\ ha^{-1}$, dato piuttosto vicino alla media di scambio netto annuale rilevata dal 1993 al 2015 (Mazzenga 2017).

Attività di divulgazione

Negli anni, il sito di Selva Piana-Collelongo è stato oggetto di numerose attività di divulgazione e comunicazione, coinvolgendo sia le popolazioni locali che gruppi in visita, anche a livello internazionale. Inoltre, il sito è stato ed è inserito in progetti LIFE che, tra le azioni di progetto, prevedono disseminazione nei siti progettuali. In questo lavoro si vogliono menzionare tre attività significative.

- Agosto 2012: nel sito, nell’ambito del progetto europeo ExpeER sono state organizzate attività di formazione sulla misura di variabili ecologiche (tra cui indice di area fogliare, produzione lettiera, campionamenti di suolo). Contemporaneamente, si è svolta attività di disseminazione del progetto LIFE EnvEurope (Fig. 6).
- Settembre 2015: in occasione dell’incontro annuale di ILTER, organizzato dall’Italia, il sito è stato visitato dai membri del Coordination Committee della rete ILTER, quale esempio di “master site” della rete LTER italiana ed europea (Fig. 6).



*Fig. 6 - A sinistra: gruppo in visita ad agosto 2012 (Life EmEurope);
a destra: Comitato Coordinamento di ILTER in visita a settembre 2015*

- Ottobre 2016: il sito è stato visitato da 60 ragazzi e ragazze e da cittadini in occasione del convegno che si è svolto per la presentazione delle attività del progetto LIFE Smart4Actions.

Prospettive future

Le attività di ricerca del sito compiranno i trent'anni nel 2021. La prospettiva è quella di potenziare ulteriormente l'infrastruttura di ricerca e prolungare nel tempo le misure, estendendo le serie storiche dei parametri ecologici misurati. Si punterà a raccogliere maggiori dati legati alla biodiversità di fauna e del suolo, variabili che sono state monitorate solo raramente.

L'infrastruttura potrà essere consolidata grazie all'inserimento del potenziamento del sito nel PON Infrastrutture PRO-ICOS_MED. A questo proposito, il sito comincerà la procedura per essere riconosciuto "sito associato" (Associated site) dell'infrastruttura europea ICOS-ERIC, costituendo così un esempio di "co-locazione" del sito in diverse infrastrutture di ricerca.

Si prevede inoltre di mettere a sistema i dati raccolti nei trent'anni di funzionamento del sito, utilizzando i servizi che l'infrastruttura eLTER-RI sta cominciando a sviluppare con i progetti eLTER Plus e eLTER PPP.

Abstract

The LTER site "Collelongo-Selva piana" was established in 1991 by University of Tuscia, Dep. of Forest Environment and Resources to study the ecology and silviculture of the beech forest of central Appennines. In 1993, the site was the first european forest to be instrumented to measure ecosystem level fluxes with eddy covariance. In 1995, the site was included in the ICP-Forests level II plot in Italy (ABR-1, CON.ECO.FOR. programme). Since 2004, research and monitoring at the site is coordinated and supervised by Institutes of the National Research Council of Italy. Starting from 1991, research and monitoring is being carried out on climate, forest ecology, ecosystem-atmosphere exchanges, net primary productivity and tree growth, vegetation and since 1995 on crown conditions, foliage chemistry, atmospheric deposition, ozone, phenology. Data and measurements are collected at different frequencies, with many variables collected continuously, through instrumentation installed at the site (meteorology; carbon, water and energy exchanges at the ecosystem level). Furthermore, over time, thanks to national and international research projects, measurement campaigns have been carried out, with in-depth studies of the ecology and ecophysiology of the studied beech forest.

Montagna di Torricchio

Autori

Roberto Canullo¹, Cervellini Marco¹

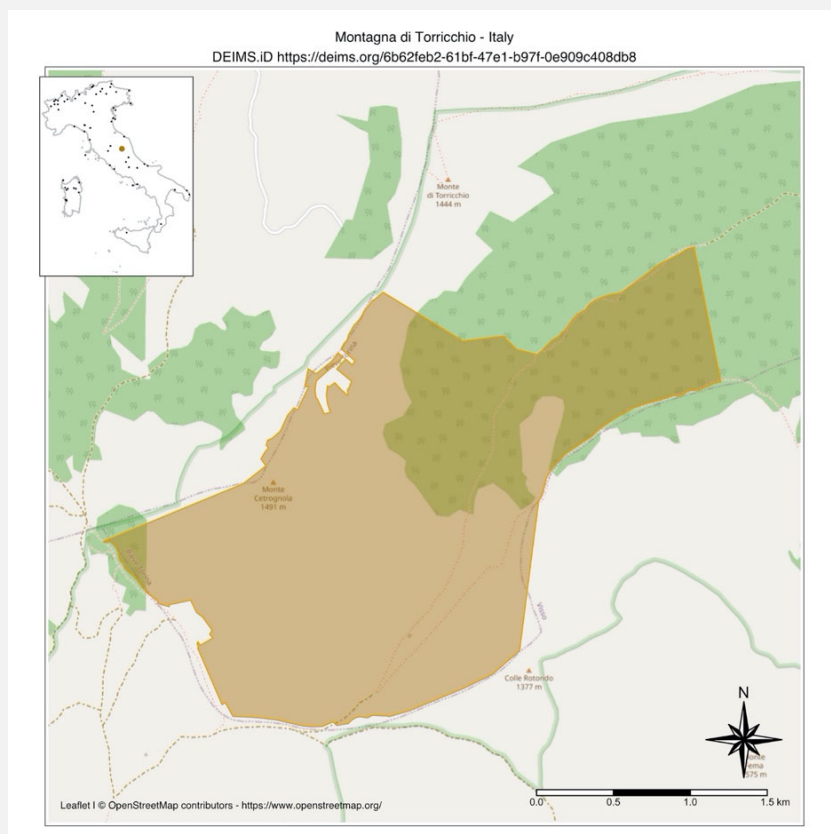
Affiliazione

¹ Università di Camerino (UNICAM-SBMV), Scuola di Bioscienze e Medicina Veterinaria, Via R. Fidanza 11, 62014 Matelica (MC), Italia.

Sigla: IT03-002-T

DEIMS.ID: <https://deims.org/6b62feb2-61bf-47e1-b97f-0e909c408db8>

Responsabile sito: Roberto Canullo



Descrizione del Sito e delle sue finalità

Area Geografica

La Riserva naturale “Montagna di Torricchio” è situata nell’Appennino Umbro-Marchigiano in Val di Tazza (laterale alla Valle del Chienti) nei Comuni di Pievevitorina e Montecavallo – Regione Marche – MC.

Il territorio è caratterizzato da praterie xeriche montane di versanti e pianori sommitali, e da prati falciabili seminaturali di fondovalle (con gestione orientata al mantenimento). I sistemi forestali dei versanti derivano dal passato governo ceduo: fino a 950 m si sviluppano boschi di orniello (*Fraxinus ornus*) e carpino nero (*Ostrya carpinifolia*) e, al di sopra, di faggio (*Fagus sylvatica*) con agrifoglio (*Ilex aquifolium*) e tasso (*Taxus baccata*). Il fondovalle è delimitato da zone rupestri che ospitano il leccio (*Quercus ilex*) (Fig. 1).

La fauna è rappresentata da diverse specie tipiche dell’Appennino, come lepre, scoiattolo, ghio, istrice, donnola, tasso, faina, starna, coturnice e allocco. Di passaggio si segnalano costantemente lupo, orso, cervo, capriolo, cinghiale. Recenti studi hanno interessato i chiroterteri e le ornitocenosi dei pascoli oltre a diversi gruppi di invertebrati.



Fig. 1 - A sinistra i pascoli abbandonati di Colle Rotondo con le popolazioni di citiso, il casale Piscini e l'area falciata; a destra le faggete della Val di Tazza

Cenni storici e datazione temporale delle ricerche

La Riserva naturale di Torricchio è una riserva integrale destinata in prima istanza alla ricerca scientifica, ed i visitatori possono accedervi limitatamente alle strade per le quali esistono servitù di passaggio; essa rappresenta l’unico caso in Italia di un’area protetta gestita da un’Università, assieme alla Riserva naturale Bosco Siro Negri dell’Università di Pavia.

La Riserva esiste dal 1970 per iniziativa dell’Istituto di Botanica dell’Università di Camerino (ora Unità Diversità Vegetale e Gestione Ecosistemi della Scuola di Bioscienze e Medicina Veterinaria), ottenuta in donazione dal marchese Mario Incisa della Rocchetta, Presidente dell’associazione italiana del W.W.F. si tratta dunque della prima area protetta istituita nelle Marche. Nel 1979 con Decreto Ministeriale del Ministro Agricoltura e Foreste, la Riserva naturale integrale Montagna di Torricchio, viene inclusa nella “rete europea di riserve biogenetiche”.

Nell’ambito della legge quadro sulle aree protette (L. n. 394, 6 dicembre 1991) il Comitato per le aree naturali protette ha inserito la Riserva naturale Montagna di Torricchio nell’Elenco Ufficiale delle aree naturali protette, quale Riserva Naturale Statale. L’area protetta è inoltre parte della Rete Natura 2000 come Sito d’Importanza Comunitaria (ID. IT5330022 – Dir. 92/43/CEE “Habitat”) e Zona di Protezione Speciale ID. IT5330022 Dir. 09/147/CE).

Le ricerche vengono svolte dal 1976; le prime aree permanenti di studio sono state create dal 1986 nei prati cespugliati, per studiare i processi della successione secondaria sui pascoli abbandonati con particolare attenzione alle popolazioni di *Cytisus sessilifolius*. Le ricerche sono poi continuate estendendosi a diversi altri campi di ricerca in particolare: ecologia forestale, ecologia delle popolazioni e delle comunità vegetali, socio – ecologia e inventari della diversità animale (Tab. 1). L'insieme di queste attività e ricerche rappresentano un'importante base di partenza utili ai controlli e monitoraggi previsti nel quadro della Rete Natura 2000 di cui la Riserva di Torricchio fa parte.

Tab. 1 - Caratteristiche principali del sito e ricerche in corso

Nome Sito e Sigla	Localizzazione	Estensione	Stazioni di campionamento	Status di protezione (ZPS, SIC, Siti Unesco, Aree protette, etc.)	Tematiche di Ricerca
LTER-Montagna di Torricchio - LTER_EU_IT_033	Appennino Umbro Marchigiano- Val di Tazza - MC 42,96111 ° N; 13, 01389° E	317 Ha; da 820 -1491 m.s.l.m	4 quadrati permanenti per <i>Cytisus sessilifolius</i> ; 3 stazioni meteo; 5 quadrati permanenti Per la valutazione strutturale e funzionale di stand forestali a dominanza di <i>Fagus sylvatica</i> ; 35 plot 10X10m. per Stima e Monitoraggio Biodiversità specie vascolari dei pascoli.	Riserva Biogenetica (1979); Riserva Naturale Statale (L.Q. 394/91); ZSC - IT5330022 (Dir. 92/43/CEE “Habitat”); ZPS - IT5330030 (Dir. 09/147/CE).	Ecologia forestale; Ecologia delle popolazioni animali e vegetali; Dinamica della vegetazione; Sistemi socio-ecologici; Cambiamenti uso del suolo; Geologia; Meteorologia Temperatura e Umidità del suolo

Tipologia dei dati raccolti

Nel sito vengono raccolte numerose tipologie di dati. I dati fisici da stazioni meteorologiche sono riportati in tabella 2.

Tab. 2 - Dati fisici da stazioni meteorologiche

Descrizione	Unità di misura	Stazioni meteo (versanti N e S, fondovalle)
Temperatura aria	°C	Tutte
Umidità relativa aria	%	Tutte
Velocità vento	m/s	Fondovalle
Direzione vento	°	Fondovalle
Precipitazioni	mm/m ²	Fondovalle
Umidità suolo (0, -5,-10, -20 cm)	%	Tutte
Conduttività elettrica	dS/m	Tutte
Temperatura del suolo (0, -5,-10, -20 cm)	C°	Tutte

Le indagini ed i rilievi su variabili biotiche sono anche esse numerose. Vengono di seguito elencate, riportando, in parentesi, l'anno di avvio dei rilievi). Composizione e ricchezza specifica chiroterro fauna (2008), Biomassa epigea, traits funzionali di specie vegetali vascolari di pascolo

(2009), Modellistica per valutazione rischio incendi (2009), Parametri strutturali e funzionali delle popolazioni di *Cytisus sessilifolius* (2009), Biomassa epigea, traits funzionali di specie vegetali vascolari di pascolo (2009), Variabili socio-ecologiche per la gestione sostenibile dei boschi cedui (2009), Composizione specifica della banca dei semi di specie vegetali dei boschi di *Fagus sylvatica* e loro classificazione in gruppi funzionali (2012), Composizione e ricchezza specifica Lamellicorni (2013), Composizione specifica flora vascolare bosco di *Fagus sylvatica* (2014), Composizione specifica flora vascolare briofitica e lichenica dei pascoli (2015), Area basale e densità individui di *Fagus sylvatica* (2016), Biomassa epigea, composizione specifica, copertura specifica e traits funzionali di specie vegetali vascolari delle praterie xeriche (2017), Ricchezza specifica, valori di pH, tipo di suolo, temperature ed umidità del suolo e contenuto di acqua per unità di massa di suolo (2017).

Enti recentemente coinvolti nelle attività di ricerca

- **Università italiane:** Università di Cagliari, Dipartimento di scienze della vita e dell'ambiente; Università degli studi di Bologna; Università degli studi di Camerino (UNICAM). Scuola di Bioscienze e Medicina Veterinaria – Unità operativa per la diversità vegetale e la gestione degli ecosistemi, Erbario CAME; Università degli studi di Camerino – Sistema Museale; Università di Parma - Dipartimento di Chimica, scienze della vita, dell'ambiente e della sostenibilità;
- **Università straniere:** Università di Antwerp – Belgio; Università di Bayreuth – Germania; Università di Friburgo – Germania; Università della Provenza (Francia); Università di Thompson River - British Columbia – Canada; Technical University di Zvolen (SK) – Facoltà di selvicoltura
- **Altri enti:** Associazione “Confluenze” - Senigallia (AN); Associazione “Smilax” – Camerino (MC); Autorità Nazionale per le foreste del Portogallo; Autorità Nazionale per le foreste di Cipro; Centro di Educazione Ambientale – “Renzo Videsot” - Riserva Naturale Montagna di Torricchio; Forest Research Institute Zvolen (Slovacchia) - Dipartimento di Ecologia forestale e del paesaggio; Istituto Istruzione Superiore “Giuseppe Garibaldi” (MC); Istituto Istruzione Superiore Galileo Galilei di Jesi (AN); Orto botanico di Pécs (Ungheria); Provincia di Macerata; Regione dell'Istria (Croazia); Regione del Peloponneso (Grecia); Regione dell'Algarve (Portogallo); Provincia di Malaga (Spagna); Studio Faunistico Chiros; Studio Naturalistico Pan.

Principali progetti di ricerca nazionali ed internazionali

Le ricerche sono state condotte in diversi progetti di ricerca, nazionali ed internazionali. I principali sono stati:

- **2009** – PROTECT – An Integrated European Model to Protect the MEDiterranean Forests from Fire (MEDIII)
- **2011** – E-CHANGES - Effect of Climate Change on Apennine Grassland Ecosystems
- **2011** – A Multi-Scale Meta-Experiment to Test the Species Richness-Productivity Relationship (HERBDIVNET collaborative network)
- **2015** – eLTER H2020 – LTER_EU_IT_033 “third party”
- **2017** – The influence of nutrient availability on plant production, diversity and soil microbial communities across grasslands worldwide (HERBDIVNET collaborative network)
- **2014-18** – Fondi di Ricerca UNICAM (FAR) – Climate changes, grasslands and livestock management: a multidisciplinary study to improve the sustainable development of Apennine pastoral systems

Risultati

L'attività di ricerca a lungo termine nella Riserva Naturale di Torricchio ha prodotto negli ultimi dieci anni significativi risultati scientifici utili alla stima e al monitoraggio della diversità biologica, principalmente attraverso lo studio delle dinamiche spazio temporali delle popolazioni vegetali investigate.

*Dinamica delle popolazioni della specie invasiva *Cytisus sessilifolius**

In linea con i risultati ottenuti fino al 2011, la dinamica delle popolazioni di *Cytisus sessilifolius* presenti sembra confutare l'ipotesi di una sua progressiva regressione nel tempo che lasci spazio velocemente ad altre specie successionali. Questo arbusto infatti persiste nei pascoli abbandonati della Riserva di Torricchio come fattore "cicatizzante" della fitocenosi pascoliva, senza ancora fornire elementi che possano far pensare all'inizio di un primo stadio successionale vero e proprio (Fig. 2). La longevità individuale (almeno 25 anni) e la continua rinnovazione vegetativa, nonché una tendenza alla clonazione mediante l'emissione di radici avventizie dai rami prostrati, ritardano la regressione della specie rispetto alle attese. La presenza di queste popolazioni sui pascoli, peraltro, non cambia radicalmente la composizione della fitocenosi preesistente e non ha ancora favorito la penetrazione di altri protagonisti (Bertoni 2012).

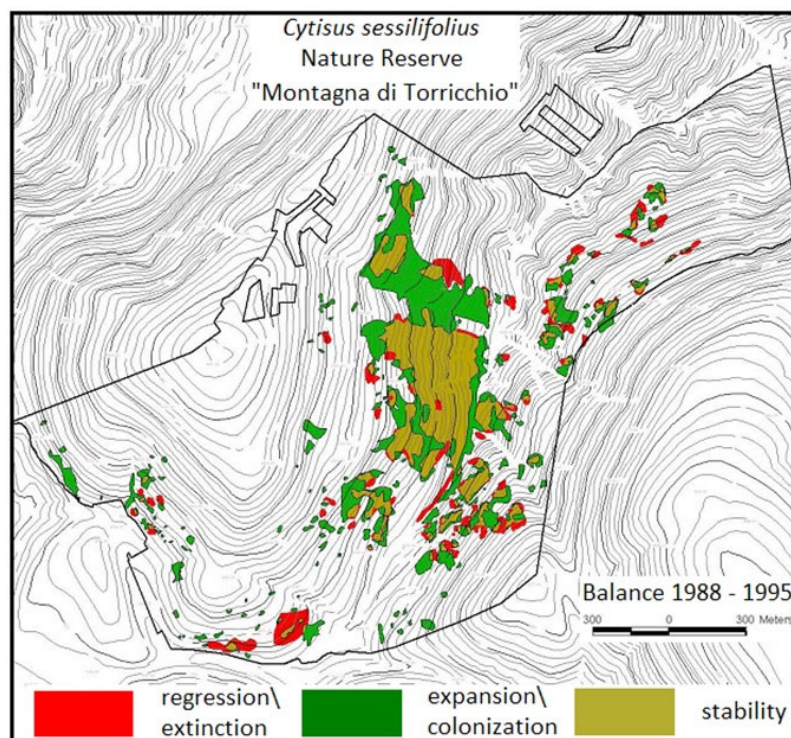


Fig. 2 - Distribuzione della popolazione di *Cytisus sessilifolius* nel 1988 e 1995: stato dinamico delle popolazioni

Oltre al verificarsi dell'andamento temporale a carattere pulsante (Fig. 4) suggerito dalle variazioni nella distribuzione delle popolazioni, il carattere di persistenza e rinnovamento della popolazione è osservabile nella distribuzione per età degli individui identificati nei diversi anni di campionamento ripetuti ad esempio in uno dei plot appartenente alla serie di quadrati permanenti, dove il citiso era osservabile fin dagli anni '70 (Fig. 3).

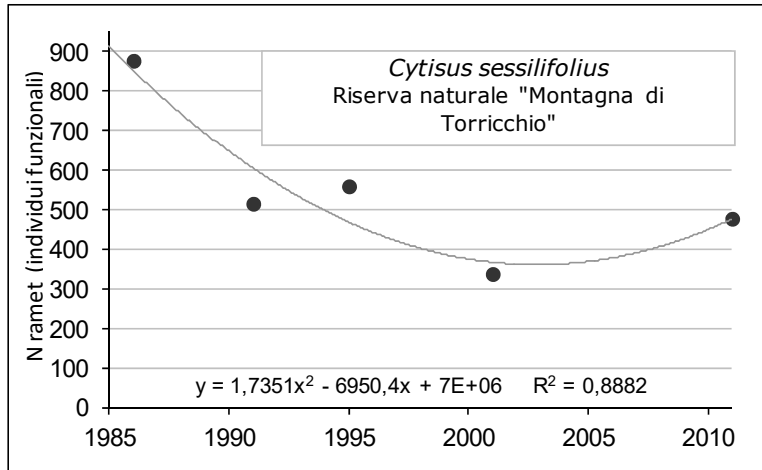


Fig. 3 - Dinamica dei numeri per gli individui funzionali di *Cytisus sessilifolius* nei pascoli abbandonati della "Montagna di Torricchio". Originale

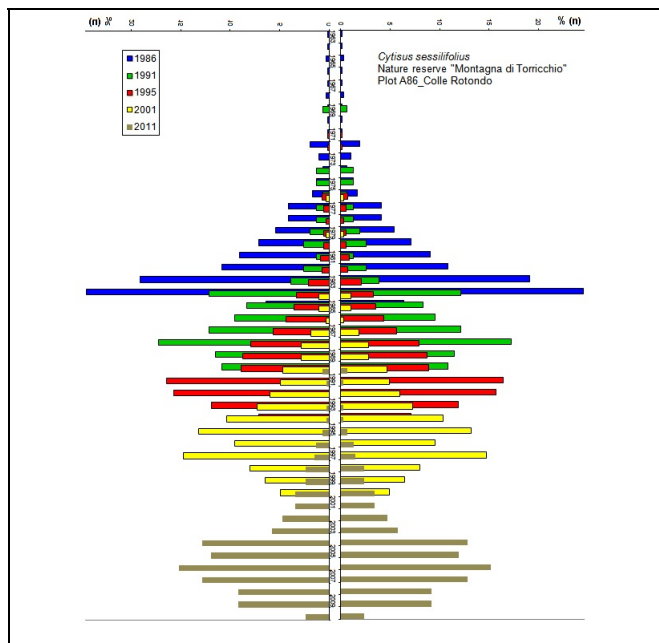


Fig. 4 - Struttura "pulsante" dell'età degli individui di *Cytisus sessilifolius* per anno di campionamento nel plot A86-Colle Rotondo. Originale

Dinamica socio-ecologica della cronosequenza dei boschi cedui di *Fagus sylvatica*

I quattro quadrati permanenti a dominanza di *Fagus sylvatica* ricadenti in stand forestali precedentemente governati a ceduo matricinato ed ora abbandonati (> 50 anni dall'ultima ceduazione), sono parte dell'area di studio analizzata dal 2008 ad oggi. L'insieme delle particelle forestali configurano un importante esempio di cronosequenza forestale capace di rappresentare in maniera integrata l'interazione uomo-ambiente relativa agli ultimi 100 anni di gestione (Bartha *et al.* 2008).

Partendo dalla conoscenza ecologica della dinamica della flora vascolare dell'intera cronosequenza, caratterizzata da un'azione filtrante dei traits funzionali legati alla dispersione, persistenza e clonalità (Campetella *et al.* 2011, Canullo *et al.* 2011), dall'approfondimento della stessa dinamica a breve termine (2006-2011) con evidenze di persistenza di subset specifici di foresta (Canullo *et al.* 2017) e dal confronto strutturale e floristico fra stand con governo ceduo attivo e abbandonato che mostra il

mantenimento di pool di specialiste di faggeta utilizzando (Campetella *et al.* 2016), è stata svolta la prima ricerca socio-ecologica sul sistema ceduo che ha plasmato i caratteri stessi della Riserva Naturale di Torricchio (Cervellini 2014). I principali risultati di tale analisi hanno individuato variabili socio-ecologiche che guidano la scelta degli operatori forestali, concludendo inoltre che le attuali condizioni socio-economiche e il conseguente approccio gestionale risultano favorevoli al mantenimento della diversità del pool delle specie specialiste di foresta (Cervellini *et al.* 2014)

Monitoraggio temporale della diversità vegetale tramite rilievi fitosociologici.

Nel 2002, 2005 e 2015 si è effettuato un monitoraggio della diversità vegetale su 35 unità di campionamento permanenti (Chelli *et al.* 2019) selezionate casualmente e rappresentative dell'eterogeneità degli habitat presenti nella Riserva Naturale di Torricchio (praterie, arbusteti e boschi). Le analisi mostrano un aumento della ricchezza specifica per l'anno 2015 dovuto probabilmente al più basso numero di specie rilevato nei due momenti di campionamento precedenti, caratterizzati da una stagione primaverile-estiva particolarmente arida. Tale risultato suggerisce la necessità di una sistematica ripetizione dei rilievi nei prossimi anni per valutare adeguatamente gli effetti sulla diversità vegetale del Cambiamento climatico con particolare attenzione agli eventi estremi (Chelli *et al.* 2016).

Attività recenti di divulgazione, formazione e connessioni con il territorio

Il sito, localizzato in una riserva e coordinato dalla Università di Camerina, effettua numerose attività di divulgazione e formazione.

Tra le attività di divulgazione, si segnalano:

- trekking autorizzato guidato lungo la sentieristica, con visite guidate finalizzate alla conoscenza di come gli ecosistemi naturali sono stati plasmati dall'uomo e come essi ora stiano evolvendo senza una diretta azione della variabile antropogenica;
- Progetto didattico di educazione ambientale “Alla scoperta dell’ambiente naturale” in cui sono stati coinvolti i ragazzi della colonia estiva del Comune di Sefro (MC);
- Organizzazione di una giornata di studio sulla valorizzazione del castagno con il contributo della Riserva Naturale Monti Navegna e Cervia.

Le attività di formazione sono indirizzate all'istruzione superiore ed universitaria (training, esercitazioni, alternanza, stage, tesi di laurea, ecc.) e a progetti con le scuole secondarie di secondo grado (alternanza scuola-lavoro) con obiettivi legati alla comprensione e collaborazione alle diverse attività gestionali e lavorative nella Riserva Naturale dello Stato “Montagna di Torricchio”.

Il sito è una riserva regionale e le connessioni con il territorio hanno riguardato prevalentemente accordi congiunti con le Comunanze agrarie e aziende agro-zootecniche confinanti con la Riserva. I temi di maggiore interesse congiunto riguardano la coesistenza degli approcci tradizionali di gestione del territorio nelle aree contermini con le finalità proprie di una Riserva Integrale come Torricchio ed accordi finalizzati alla realizzazione di prove sperimentali volte alla comprensione degli impatti del cambiamento climatico sulla composizione specifica e funzionale delle specie vascolari dei pascoli secondari e sulla sostenibilità delle attuali pratiche agri-zootecniche. Le principali finalità sono quelle di migliorare ed efficientare l'adattabilità e le risposte gestionali in relazione ai trade-off con la conservazione della biodiversità e il mantenimento del patrimonio culturale incidente nell'area della Riserva (Catorci 2014, 2017; Scocco 2016a, b e Tardella 2015).

Sono state anche realizzate interviste quali-quantitative con gli operatori forestali privati, commerciali e delle comunanze agrarie al fine di individuare le relazioni dirette ed indirette fra le azioni e priorità dei tagliatori e le variabili ecologiche che guidano i processi dinamici della flora vascolare dei boschi cedui appenninici. Tale azione è finalizzata a sviluppare uno schema

causale e funzionale e alla definizione dei trade-off utili al raggiungimento della diminuzione dei conflitti fra le esigenze economico-gestionali delle utilizzazioni forestali e quelle relative alla conservazione della biodiversità vascolare (in Cervellini *et al.* 2017).

Prospettive

Le principali prospettive sono indirizzate nel rafforzare i tre principali temi di ricerca a lungo termine qui esposti, ovvero:

- Dinamica delle popolazioni della specie invasiva *Cytisus sessilifolius*;
- Dinamica socio-ecologica della cronosequenza dei boschi cedui a *Fagus sylvatica*;
- Monitoraggio temporale della diversità vegetale tramite rilevamenti della vegetazione.

Tali temi di ricerca sono strettamente correlati con le prospettive di crescita e implementazioni dei rapporti con le comunità locali al fine di realizzare un fattivo e spendibile sistema di gestione integrata e sostenibile della Riserva Naturale Montagna di Torricchio.

Le attività di consolidamento e incremento saranno ampliate con la ripetizione di specifiche raccolte dati riguardanti la micro, macro ed entomofauna, anche per costruire un solido riferimento in vista degli obblighi di monitoraggio per la Rete Natura 2000.

L'insieme di queste azioni contribuirà alla costruzione di un database di riferimento per l'area appenninica centro-orientale, rappresentativa del rapporto uomo-ambiente e quindi delle dinamiche socio-ecologiche attuali, determinanti per comprendere e definire i processi legati all'adattabilità ai futuri cambi d'uso del suolo e resilienza verso cambiamenti climatici.

In relazione a tale obiettivo è in corso di ultimazione (già parzialmente attivo, a breve pubblicato nel sito web della Riserva) un meta-database on-line (<http://torricchiolter.unicam.it/>) ispirato alle metodologie di condivisione dei dati nell'ambito LTER-Italia. Tale sito metadati è infatti progettato sulla base della politica di condivisione dei dati ILTER (ILTER Data Policy, "ILTER Coordinating Committee" 21 agosto 2008).

Abstract

The LTER site n. IT03-002-T "*Montagna di Torricchio*" is an integral nature reserve established by Camerino University since 1970; it was accepted as Biogenetic Reserve since 1979, State Nature Reserve (Italian Framework law 394/1991), and part of the Nature 2000 network as SIC & ZPS, actually belonging to the Marches Region Network of Protected Areas. The main and general purpose of the protected area is nature conservation specifically focusing on protection of the natural dynamics (succession) and on research combined with high-level academic education, dissemination for teachers and students of high school (field stages). A part of the Reserve is covered by mowed lawns, subjected to an oriented management in order to maintain this type of semi-natural vegetation, of high conservation value for the region. The natural reserve provides permanent plots and a field mountain hut. Various types of ecological investigations are carried out as flora and fauna inventories and monitoring, including studies on: structure and dynamics of beech forest; population dynamics and secondary succession on xeric grasslands; plant diversity monitoring by estimation methods; structure and functions of mowed meadows, effects of extreme events; plant traits and functional studies.

Piano Limina CAL1

Autori

Giancarlo Papitto¹, Claudia Cindolo¹, Giorgio Matteucci²

Affiliazione

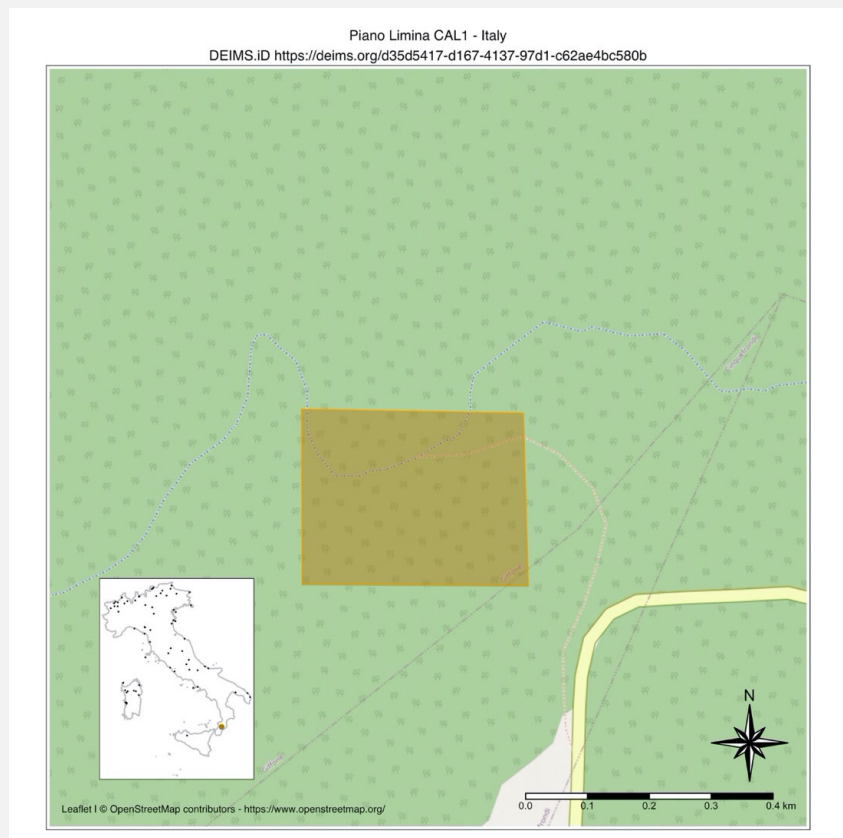
¹ Arma dei Carabinieri (CUFAA), Comando Unità Forestali, Ambientali e Agroalimentari (CUFAA) SM – Ufficio Progetti, Convenzioni, Educazione Ambientale, Via G. Carducci 5, 00187 Roma, Italia.

² Consiglio Nazionale delle Ricerche, Istituto per la BioEconomia (CNR – IBE), Via Madonna del Piano 10, 50019 Sesto Fiorentino (FI).

Sigla: IT03-003-T

Responsabile del sito: Ten. Col. Giancarlo Papitto¹

DEIMS.ID: <https://deims.org/d35d5417-d167-4137-97d1-c62ae4bc580b>



Descrizione del Sito e delle sue finalità

Dal 1995, il sito CAL1 – Piano Limina è un'area permanente di monitoraggio forestale della Rete nazionale di Livello II del CONECOFOR che costituisce la componente italiana della Rete internazionale ICP Forest (<http://icp-forests.net/>). La rete CONECOFOR fino al 2016 è stata coordinata dal Corpo forestale dello Stato mentre, dal 2017, in applicazione del Decreto Lgs n. 177/2016, è passata sotto la competenza del Comando Unità Forestale, Ambientali ed Agroalimentari dell'Arma dei Carabinieri.

L'area CAL1 si trova a quota 1100 m s.l.m., in località Piano Limina del Comune di Giffone (RC), ai margini del Parco Nazionale dell'Aspromonte, ed è stata installata per monitorare una faggeta (*Fagus sylvatica* L.) ad alto fusto caratteristica del sud Italia e va a costituire l'estremo sud di un transetto di monitoraggio sul faggio che parte da Nord (PIE1, Val Sessera; VEN1, Cansiglio) e passa poi dal centro con il sito ABR1 descritto nella prima parte di questo contributo, per terminare a Piano Limina.



Fig. 1 - Immagine del plot di monitoraggio nella faggeta di Piano Limina

La stazione è notevolmente piovosa (precipitazioni medie annue 1300 mm). La temperatura media annua è intorno ai 10°C.

Dal 1995 al 2013 vi si sono svolte molteplici attività di monitoraggio e ricerca finanziate da fondi nazionali ed europei. L'area è stata inclusa nei progetti LIFE “FutMon” dal 2009-2010 e nel Progetto LIFE “EnvEurope” 2010-2013. Nel 2014 il sito è stato inserito tra quelli oggetto del progetto LIFE Smart4Action e, successivamente, nei progetti pensati per la creazione della rete National Emissions Ceiling (NEC) italiana.

Risultati

Il sito Piano Limina – CAL1 è una delle aree permanenti CONECOFOR che, come da protocollo ICP Forest, sono costituite da un quadrato recintato di 50 m di lato, con annessa una area di controllo delle stesse dimensioni. Le due aree, contigue, sono state selezionate all'interno di una zona più vasta in modo da rappresentare l'ecosistema forestale di interesse.

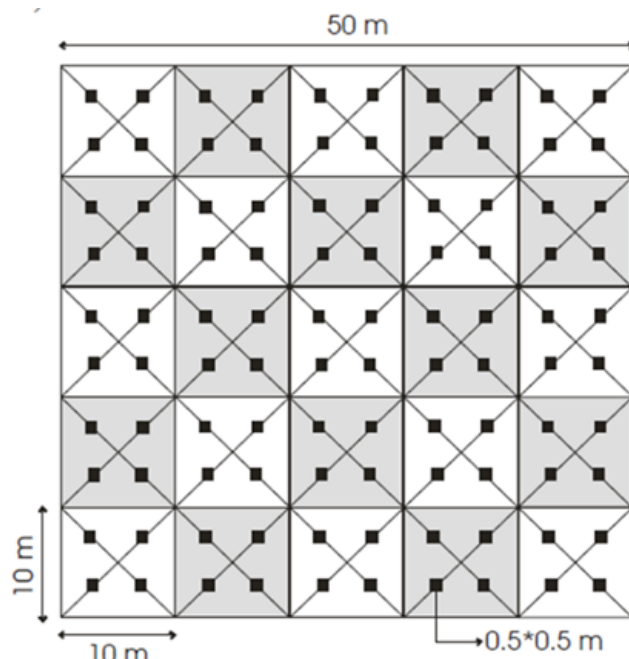


Fig. 2 - Schema del plot di monitoraggio del protocollo ICP Forests. Sono riportati anche i punti di campionamento della vegetazione

All'interno del plot si trovano campionatori per la raccolta delle deposizioni atmosferiche di inquinanti, una centralina meteorologica automatica, lisimetri per la raccolta delle soluzioni circolanti nei suoli. Con diversa periodicità si svolgono anche l'analisi dei nutrienti fogliari, il rilevamento dell'accrescimento degli alberi, la valutazione dello stato delle chiome e della biodiversità vegetale.

Nella rete CON.ECO.FOR, il sito di Piano Limina è tra quelli dove sono state attivate tutte le ricerche previste dal protocollo ICP-Forests e, per questo, è stato oggetto anche di ricerche da parte di altri progetti (Tab. 1).

Tab. 1 - Attività di ricerca attualmente in corso nel sito LTER IT03-003-T Piano Limina (CAL1), con indicazione dell'Ente responsabile, della frequenza di campionamento e della lunghezza della serie storica disponibile

RICERCHE	Valutazione condizione delle chiome	Chimica Soluzione nei suoli	Analisi Nutrienti Fogliari	Deposizioni Bulk	Conc. Ozono(*)	Meteo OF	Meteo IP	Diversità Vegetale	Accrescimenti Arborei	Bande di accrescimento	Lettieria
Ente Responsabile	Arma dei Carabinieri; Università di Firenze; Linnaea Ambiente	Università di Firenze	CNR IRET CNR IBE	CNR IRSA	CNR IRET	CREA FL (Roma)	CREA FL (Roma)	Università di Camerino	CREA FL (Arezzo)	CREA FL (Arezzo)	CREA FL (Arezzo)
Frequenza di Campionamento	annuale (luglio-agosto)	sett./bisett. (aprile-settembre)	ogni 2 anni	sett.	Sett. (aprile-settembre)	60 min giornal.	60 min giornal.	annuale	ogni 5 anni	annuale	annuale
Serie Storica	1996_oggi	2009_oggi	1995_oggi	1998_oggi	1996-2014	1997_oggi	1997_oggi	1997_oggi	1996-2014	2010-2018	1998-2017

Il sito è localizzato in Calabria, dove le temperature estive possono essere relativamente alte per la presenza del faggio che, altresì, mostra di crescere in buone condizioni grazie alle precipitazioni elevate.

Le condizioni climatiche possono determinare concentrazioni elevate di ozono, parametro del quale viene presentato un andamento annuale tipico, rilevato nel 2008 tramite i campionatori passivi.

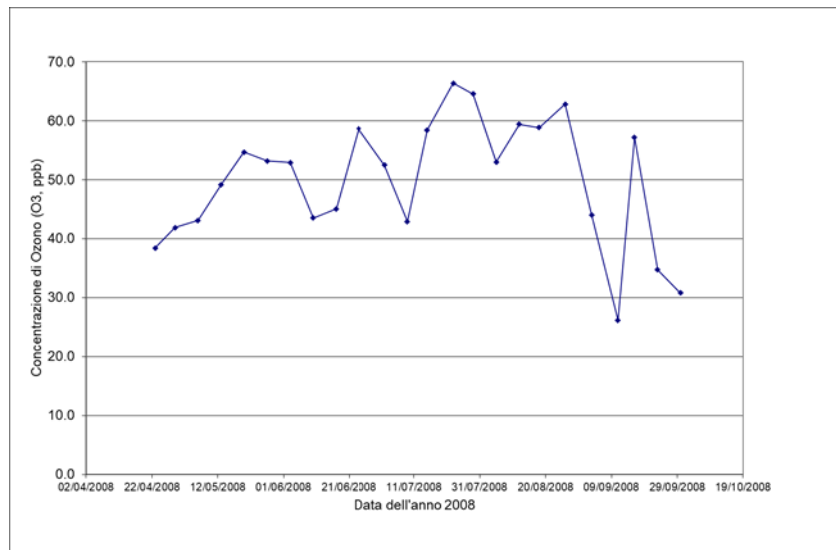


Fig. 3 - Andamento della concentrazione di Ozono misurata con i campionatori passivi nel corso del 2008 a Piano Limina

Da fine aprile a metà settembre, i valori si collocano sopra alle 40 ppb, limite che viene usualmente utilizzato per indicare la possibilità di insorgenza di danni da ozono.

Divulgazione

Durante l'evento di disseminazione e comunicazione del progetto LIFE Smart4Action, il 17 ottobre 2018 presso il sito Piano Limina CAL1, 70 bambini di una scuola elementare del paese di Giffone (RC) hanno effettuato un percorso nella faggeta, durante il quale i ricercatori ed i Carabinieri Forestali hanno offerto occasioni di studio ed osservazione, utilizzando come guida il "Manuale del Cittadino per l'osservazione delle condizioni degli alberi, del loro accrescimento e della biodiversità forestale" preparato dal progetto (Fig. 4).



Fig. 4 - Evento di divulgazione a Piano Limina (foto dal Layman Report del progetto LIFE Smart4Action)

Prospettive future

Il sito di Piano Limina – CAL1 è entrato a far parte della Rete NEC Italia, insieme ad altri 5 siti della rete ICP Forests – CONECOFOR di II Livello e sarà incluso nelle azioni di un nuovo progetto LIFE, finalizzata allo studio degli impatti dell'inquinamento atmosferico e dell'ozono sugli ecosistemi forestali, secondo quanto previsto dalla citata Direttiva NEC.

A questo proposito, L'Arma dei Carabinieri sta predisponendo le azioni necessarie all'attivazione del monitoraggio dei licheni in un sottogruppo selezionato di aree ICP Forests – CONECOFOR di II Livello, tra cui l'area IT03-003-T Monte Rufeno (LAZ1), in collaborazione con ricercatori esperti nel biomonitoraggio ed in accordo con i protocolli previsti da ICP Forests.

Il sito ha previsioni di mantenimento a lungo termine di tutte le attività attualmente in corso.

Abstract

Since 1995, the CAL1 – Piano Limina site has been a permanent forest monitoring area of the CONECOFOR Level II National Network, which represents the national branch of the ICP Forests International Network. The CAL1 area is located at an altitude of 1100 m asl, in the territory of Giffone (RC), at the edge of the Aspromonte National Park. The site was installed to monitor a high-stand beech forest (*Fagus sylvatica* L.) with specific features of southern Italy forests of this species. Piano Limina constitutes the extreme south of a monitoring transect on beech from north (PIE1, Val Sessera; VEN1, Cansiglio) to center (ABR1), down to Piano Limina. Since 2017 the CONECOFOR Program is coordinated by the Department of Studies and Projects of the Carabinieri Command for the Protection of Biodiversity and Parks and. Data collection activities are carried out in collaboration with numerous organizations and universities.

Bibliografia

Prodotti del macrosito. Ultimi 10 anni

Riviste ISI

- Alberti G., Vicca S., Inglese A., Belegni M., Genesio L., Miglietta F., Marjanovic H., Martinez C., Matteucci G., D'Andrea E., Peressotti A., Petrella F., Rodeghiero M., Cotrufo MF. (2015). Soil C:N stoichiometry controls carbon sink partitioning between above-ground tree biomass and soil organic matter in high fertility forests. *iForest* 8: 195-206 [online2014-08-26] URL: <http://www.sisef.it/iforest/contents/?id=ifor1196-00>.
- Andreetta A., Cecchini G., Bonifacio E., Comolli B., Vingiani S., Carnicelli S. (2016). Tree or soil? Factors influencing humus form differentiation in Italian forests; *Geoderma*, 264(A), 195-204.
- Andreetta A., Ciampalini R., Moretti P., Vingiani S., Poggio G., Matteucci G., Tescari F., Carnicelli S. (2011). Forest humus forms as potential indicators of soil carbon storage in Mediterranean environments. *Biology and Fertility of Soils*, 47 (1), 31-40. 2-s2.0-79952186743.
- Arisci S., Rogora M., Marchetto A., Dichiaro F. (2012). The role of forest type in the variability of DOC in atmospheric deposition at forest plots in Italy. *Environ Monit Assess* 184:3415-3425.
- Balzarolo M., Anderson K., Nichol C., Rossini M., Vescovo L., Arriga N., Calvet J.-C., Carrara A., Cerasoli S., Cogliati S., Eklundh L., Elbers J.A., Evrendilek F., Handcock R., Klumpp K., Longdoz B., Matteucci G., Meroni M., Moya I., Montagnani L., Ourcival J.-M., Pontailier J.-Y., Juszczak R., Scholes R.J., Wohlfahrt G., Martín M.P. (2011). Ground-based optical measurements at European flux sites: a review of methods, instruments and current controversies. *Sensors*: 11, 7954-7981, DOI: 10.3390/s11087954.
- Ballelli S., Pennesi R., Campetella G., Cervellini M., Chelli S., Cianfaglione K., Lucarini D., Piermarteri K., Tardella F.M., Catorci A., Canullo R. (2020). An updated checklist of the vascular flora of Montagna di Torricchio State Nature Reserve (Marche, Italy). *Italian Botanist* 9: 87-100. <https://doi.org/10.3897/italianbotanist.9.50032>.
- Bartha S., Canullo R., Chelli S., Campetella G. (2020). Unimodal relationships of understory alpha and beta diversity along chronosequence in coppiced and unmanaged beech forests. *Diversity*, 12(3), 101.
- Bartha S., Merolli A., Campetella G., Canullo R. (2008). Changes of vascular plant diversity along a chronosequence of beech coppice stands, central Apennines, Italy. *Plant Biosystems*, 142(3): 572-583. <https://doi.org/10.1080/11263500802410926>.
- Bartsch S., Stegehuis AI, Boissard C., Lathière J., Peterschmitt JY, Reiter IM, Gauquelin T., Baldy V., Genesio L., Matteucci G., Fernandez C., Guenet B. (2020). Impact of precipitation, air temperature and abiotic emissions on gross primary production in Mediterranean ecosystems in Europe. *European Journal of Forest Research* 139 (1), 111-126.
- Bascietto M., Bajocco S., Mazzenga F., Matteucci G. (2018). Assessing spring frost effects on beech forests in Central Apennines from remotely-sensed data. *Agricultural and Forest Meteorology* 248: 240-250, ISSN: 0168-1923, DOI: 10.1016/j.agrformet.2017.10.007.
- Bertini G., Amoriello T., Fabbio G., Piovosi M. (2011). Forest growth and climate change: evidences from the ICP-Forests intensive monitoring in Italy. *iForest* 4: 262-267.
- Camino-Serrano M., Graf Pannatier E., Vicca S., Luyssaert S., Jonard M., Ciais P., Guenet B., Gielen B., Peñuelas J., Sardans J., Waldner P., Etzold S., Cecchini G., Clarke N., Galí Z., Gandois L., Hansen K., Johnson J., Klinck U., Lachmanová Z., Lindroos A.J., Meesenburg H., Nieminen T.M., Sanders T.G.M., Sawicka K., Seidl W., Thimonier A., Vanguelova E., Verstraeten A., Vesterdal L., Janssens I.A. (2016). Trends in soil solution dissolved organic carbon (DOC) concentrations across European forests. *Biogeosciences*, 13(19) 5567-5585.

-
- Campetella G., Botta-Dukat Z., Wellstein C., Canullo R., Gatto S., Chelli S., Mucina L., Bartha S. (2011). Patterns of plant trait-environment relationship along a forest succession chronosequence. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 145(1): 38-48.
- Campetella G., Canullo R., Gimona A., Garadnai J., Chiarucci A., Giorgini D., Angelini E., Cervellini M., Chelli S., Bartha S. (2016). Scale dependent effects of coppicing on the species pool of late-successional beech forests in the central Apennines (Italy). *Applied Vegetation Science*, 19 (3). pp. 474-485. <https://doi.org/10.1111/avsc.12235>.
- Campioi M., Verbeeck H., Van den Bossche J., Wuc J., Ibrom A., D'Andrea E., Matteucci G., Samson R., Steppe K., Granier A. (2013). Can decision rules simulate carbon allocation for years with contrasting and extreme weather conditions? A case study for three temperate beech forests. *Ecological Modelling* 263: 42-55.
- Canullo R., Campetella G., Mucina L., Chelli S., Wellstein C., Bartha S. (2011). Patterns of clonal growth modes along a chronosequence of post-coppice forest regeneration in beech forest of Central Italy. *Folia Geobotanica*. Vol. 46, Issue 2-3: 271-288.
- Canullo R., Simonetti E., Cervellini M., Chelli S., Bartha S., Wellstein C., Campetella G. (2017). Unravelling mechanisms of short-term vegetation dynamics in complex coppice forest systems. *Folia Geobotanica*, 52(1): 71-81. <https://doi.org/10.1007/s12224-016-9264-x>.
- Catorci A., Lulli R., Malatesta L., Tavoloni M. & Tardella F.M. (2021). How the interplay between management and interannual climatic variability influences the NDVI variation in a sub-Mediterranean pastoral system: Insight into sustainable grassland use under climate change. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 314, 107372.
- Catorci A., Antolini E., Tardella F.M., Scocco P. (2014). Assessment of interaction between sheep and poorly palatable grass: a key tool for grassland management and restoration. *Journal of Plant Interactions* 9: 112-121. <https://doi.org/10.1080/17429145.2013.776706>.
- Catorci A., Piermarteri K., Penszka K., Házi J., Tardella F.M. (2017). Filtering effect of temporal niche fluctuation and amplitude of environmental variations on the trait-related flowering patterns: lesson from sub-Mediterranean grasslands. *Scientific Reports* 7: 12034. DOI: 10.1038/s41598-017-12226-5.
- Cervellini M., Fiorini S., Cavicchi A., Campetella G., Simonetti E., Chelli S., Canullo R., Gimona A. (2017). Relationships between understory specialist species and local management practices in coppiced forests – Evidence from the Italian Apennines. *Forest Ecology and Management* 385: 35-45. <http://dx.doi.org/10.1016/j.foreco.2016.11.027>.
- Cescatti A., Marcolla B., Santhana Vannan S.K., Pan J.Y., Román M.O., Yang X., Ciais P., Cook R.B., Law B.E., Matteucci G., Migliavacca M., Moors E., Richardson A.D., Seufert G., Schaaf C.B. (2012) Intercomparison of MODIS albedo retrievals and in situ measurements across the global FLUXNET network. *Remote Sensing of Environment* 121: 323-334 (<http://dx.doi.org/10.1016/j.rse.2012.02.019>).
- Chelli S., Ottaviani G., Simonetti E., Campetella G., Wellstein C., Bartha S., Cervellini M., Canullo R. (2021). Intraspecific variability of specific leaf area fosters the persistence of understory specialists across a light availability gradient. *Plant Biology*, 23(1), 212-216.
- Chelli S., Canullo R., Campetella G., Schmitt A.O., Bartha S., Cervellini M., Wellstein C. (2016). The response of Sub-Mediterranean grasslands to rainfall variation is influenced by early season precipitation. *Applied Vegetation Science*, 19(4): 611-619. <https://doi.org/10.1111/avsc.12247>.
- Chelli S., Simonetti E., Campetella G., Chiarucci A., Cervellini M., Tardella F.M., Tomasella M., Canullo R. (2019). Plant diversity changes in a Nature Reserve: a probabilistic sampling method for quantitative assessments. *Nature Conservation*, 34: 145-161. <https://doi.org/10.3897/natureconservation.34.30043>.
- Chiesi M., Chirici G., Marchetti M., Hasenauer H., Moreno A., Knohl A., Matteucci G., Pilegaard K., Granier A., Longdoz B., Maselli F. (2016). Testing the applicability of BIOME-BGC to simulate

-
- beech gross primary production in Europe using a new continental weather dataset. *Annals of Forest Science* 73: 713-727, ISSN: 1286-4560, DOI: 10.1007/s13595-016-0560-7.
- Chirici G., Chiesi M., Corona P., Salvati R., Papale D., Fibbi L., Sirca C., Spano D., Duce P., Marras S., Matteucci G., Cescatti A., Maselli F. (2016). Estimating daily forest carbon fluxes using a combination of ground and remotely sensed data. *Journal Geophysical Research Biogeosciences*, 121, DOI: 10.1002/2015JG003019.
- Chiti T., Papale D., Smith P., Dalmonech D., Matteucci G., Yeluripati J., Rodeghiero M., Valentini R. (2010). Predicting changes in soil organic carbon in Mediterranean and Alpine forests during Kyoto Protocol commitment periods using the Century model. *Soil Use and Management* 26: 475–484 (DOI: 10.1111/j.1475-2743.2010.00300.x).
- Cocciufa C., Cerretti P., Matteucci G., Carpaneto G.M. (2011). Basic concepts and research activities at Italian forest sites of the Long Term Ecological Research network. *iForest* 4: 233-241 [online 2011-11-03] URL: <http://www.sisef.it/iforest/show.php?id=576>. DOI: 10.3832/ifor0576-004.
- Collalti A., Marconi S., Ibrom A., Trotta C., Anav A., D'Andrea E., Matteucci G., Montagnani L., Gielen B., Mammarella I., Grunwald T., Knohl A., Berninger F., Zhao Y., Valentini R., Santini M. (2016). Validation of 3D-CMCC Forest Ecosystem Model (v.5.1) against eddy covariance data for 10 European forest sites. *Geoscientific Model Development* 9: 479-504, ISSN: 1991-959X, DOI: 10.5194/gmd-9-479-2016.
- D'Andrea E., Rezaie N., Battistelli A., Gavrichcova O., Kuhlmann I., Matteucci G., Moscatello S., Proietti S., Scartazza A., Trumbore S., Muhr J. (2019). Winter's bite: Beech trees survive complete defoliation due to spring late-frost damage by mobilizing old C reserves. *New Phytologist* <https://doi.org/10.1111/nph.16047>.
- D'Andrea E., Rezaie N., Prislan P., Gričar J., Collalti A., Muhr J., Matteucci G. (2020). Frost and drought: Effects of extreme weather events on stem carbon dynamics in a Mediterranean beech forest. *Plant, Cell and Environment* 43(10) 2365-2379. <https://doi.org/10.1111/pce.13858>.
- D'Andrea E., Scartazza A., Battistelli A., Collalti A., Proietti S., Rezaie N., Matteucci G., Moscatello S. (2021). Unravelling resilience mechanisms in forests: role of non-structural carbohydrates in responding to extreme weather events. *Tree Physiology*, tpab044, <https://doi.org/10.1093/treephys/tpab044>.
- D'Andrea E., Guidolotti G., Scartazza A., De Angelis P., Matteucci G. (2020). Small-Scale Forest Structure Influences Spatial Variability of Belowground Carbon Fluxes in A Mature Mediterranean Beech Forest *Forests* 11 (3), 255 <https://doi.org/10.3390/f11030255>.
- De Vos B., Cools N., Ilvesniemi H., Vesterdal L., Vanguelova E., Carnicelli, S. (2015). Benchmark values for forest soil carbon stocks in Europe: Results from a large scale forest soil survey. *Geoderma*, 251-252, 33-46
- Fernandez-Martinez M., Vicca S., Janssens I.A., Ciais P., Obersteiner M., Bartrons M., Sardans J., Verger A., Canadell J.G., Chevallier F., Wang X., Bernhofer C., Curtis P.S., Gianelle D., Gruwald T., Heinesch B., Ibrom A., Knohl A., Laurila T., Law B.E., Limousin J.M., Longdoz B., Loustau D., Mammarella I., Matteucci G., Monson R.K., Montagnani L., Moors E.J., Munger J.W., Papale D., Piao S.L., Penuelas J. (2017). Atmospheric deposition, CO₂, and change in the land carbon sink. *Scientific Reports* 7: 9632, ISSN: 2045-2322, DOI: 10.1038/s41598-017-08755-8.
- Ferrara C., Marchi M., Fares S., Salvati L. (2017). Sampling strategies for high quality time-series of climatic variables in forest resource assessment. *iForest* 10, pp. 739-745.
- Ferretti M. (2010). Harmonizing forest inventories and forest condition monitoring – the rise or the fall of harmonized forest condition monitoring in Europe? *iForest* 3:1-4.
- Ferretti M., Marchetto A., Arisci S., Bussotti F., Calderisi M., Carnicelli S., Cecchini G., Fabbio G., Bertini G., Matteucci G., De Cinti B., Salvati L., Pompei E. (2014). On the tracks of Nitrogen deposition effects on temperate forests at their southern European range – an observational study from Italy. *Global Change Biology* 20: 3423-3438 (DOI: 10.1111/gcb.12552).

- Fischer R., Aas W., De Vries W., Clarke N., Cudlin P., Leaver D., Lundin L., Matteucci G., Matyssek R., Mikkelsen T.N., Mirtl M., Öztürk Y., Papale D., Potocic N., Simpson D., Tuovinen L.-P., Vesala T., Wieser G., Paoletti E. (2011). Towards a transnational system of supersites for forest monitoring and research in Europe – an overview on present state and future recommendations. *iForest* 4: 167-171. [online 2011-08-15] URL: <http://www.sisef.it/iforest/contents/?id=ifor0582-004> (Commentary & Perspectives) DOI: 10.3832/ifor0582-004.
- Fraser L.H., Pither J., Jentsch A., Sternberg M., Zobel M., Askarizadeh D., Bartha S., Beierkuhnlein C., Bennett J.A., Bittel A., Boldgiv B., Boldrini I.I., Bork E., Brown L., Cabido M., Cahill J., Carlyle C.N., Campetella G., Chelli S., Cohen O., Csergo A.M., Díaz S., Enrico L., Ensing D., Fidelis A., Fridley J.D., Foster B., Garris H., Goheen J.R., Henry H.A.L., Hohn M., Hassan Jouri M., Klironomos J., Koorem K., Lawrence-Lodge R., Long R., Manning P., Mitchell R., Moora M., Müller S.C., Nabinger C., Naseri K., Overbeck G.E., Palmer T.M., Parsons S., Pesek M., Pillar V.D., Pringle R.M., Roccaforte K., Schmidt A., Shang Z., Stahlmann R., Stotz G.C., Sugiyama S., Szentes S., Thompson D., Tungalag R., Undrakhbold S., van Rooyen M., Wellstein C., Bastow Wilson J., Zupo T. (2015). Worldwide evidence of a unimodal relationship between productivity and plant species richness. *Science*, 349, 302. <https://doi.org/10.1126/science.aab3916>.
- Gavrishkova O., Proietti S., Moscatello S., Portarena S., Battistelli A., Matteucci G., Brugnoli E. (2011). Short-term natural $\delta^{13}\text{C}$ variations in pools and fluxes in a beech forest: the transfer of isotopic signal from recent photosynthates to soil respired CO_2 . *Biogeosciences* 8, 2833-2846 doi:10.5194/bg-8-2833-2011 (<http://www.biogeosciences.net/8/2833/2011/bg-8-2833-2011.pdf>).
- Guidolotti G., Rey A., D'Andrea E., Matteucci G., De Angelis P. (2013). Effect of environmental variables and stand structure on ecosystem respiration components in a Mediterranean beech forest. *Tree Physiology* 33: 960-972 (DOI: 10.1093/treephys/tpt065).
- Haeni M., Zweifel R., Eugster W., Gessler A., Zielis S., Bernhofer C., Carrara A., Grunwald T., Havrankova K., Heinesch B., Herbst M., Ibrom A., Knohl A., Lagergren F., Law B.E., Marek M., Matteucci G., McCaughey J.H., Minerbi S., Montagnani L., Moors E., Olejnik J., Pavelka M., Pilegaard K., Pita G., Rodrigues A., Sanchez M.J.S., Schelhaas M.J., Urbaniak M., Valentini R., Varlagin A., Vesala T., Vincke C., Wu J., Buchmann N. (2017). Winter respiratory C losses provide explanatory power for net ecosystem productivity. *Journal of Geophysical Research. Biogeosciences* 122: 243-260, ISSN: 2169-8953, DOI: 10.1002/2016JG003455.
- Janssens I.A., Dieleman W., Luyssaert S., Subke J.-A., Reichstein M., Ceulemans R., Ciais P., Dolman A.J., Grace J., Matteucci G., Papale D., Piao S.L., Schulze E.D., Tang J., Law B.E. (2010). Reduction of forest soil respiration in response to nitrogen deposition. *Nature Geoscience* 3: 315-322 (DOI: 10.1038/ngeo844).
- Jonard M., Fürst A., Verstraeten A., Thimonier A., Timmermann V., Potočić N., Waldner P., Benham S., Hansen K., Merilä P., Ponette Q., de la Cruz A.C, Roskams P., Nicolas M., Croisé L., Ingerslev M., Matteucci G., De Cinti B., Bascietto M., Rautio P. (2015). Tree mineral nutrition is deteriorating in Europe. *Global Change Biology*, 21: 418-430 (DOI: 10.1111/gcb.12657).
- Lin H., Chen Y.J., Song Q.H., Fu P.L., Cleverly J., Magliulo V., Law B.E., Gough C.M., Hortnagl L., Di Gennaro F., Matteucci G., Montagnani L., Duce P., Shao C.L., Kato T., Bonal D., Paul-Limoges E., Beringer J., Grace J., Fan Z.X. (2017). Quantifying deforestation and forest degradation with thermal response. *Science of the Total Environment* 607: 1286-1292, ISSN: 0048-9697, DOI: 10.1016/j.scitotenv.2017.07.062.
- Luyssaert S., Reichstein M., Schulze E.-D., Janssens I.A., Law B.E., Papale D., Dragoni D., Goulden M., Granier A., Kutsch W.L., Linder S., Matteucci G., Moors E., Munger J.W., Pilegaard K., Saunders M., Falge E.M. (2009). Towards a consistency cross-check of eddy covariance flux based and biometric estimates of ecosystem carbon balance. *Global Biogeochemical Cycles* Vol 23, GB3009 (1-13) (DOI: 10.1029/2008GB003377, 2009).
- Malavasi M., Acosta A.T.R., Carranza M.L., Bartolozzi L., Basset A., Bassignana M., Campanaro A., Canullo R., Carruggio F., Cavallaro V., Cianferoni F., Cindolo C., Cocciufa C., Corriero G.,

-
- D'Amico F.S., Forte L., Freppaz M., Mantino F., Matteucci G., Pierri C., Stanisci A., Colangelo P. (2018). Plant invasions in Italy: An integrative approach using the European LifeWatch infrastructure database. *Ecological Indicators* 91: 182-188. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2018.03.038>.
- Marchetto A., Rogora M., Arisci S. (2013). Trend analysis of atmospheric deposition data: A comparison of statistical approaches. *Atmospheric Environment* 64: 95-102.
- Marchi M., Ferrara C., Bertini G., Fares S., Salvati L. (2017). A sampling design strategy to reduce survey costs in forest monitoring. *Ecological Indicators* 81: 182-191.
- Maselli F., Papale D., Chiesi M., Matteucci G., Angeli L., Raschi A., Seufert G. (2014). Operational monitoring of daily evapotranspiration by the combination of MODIS NDVI and ground meteorological data: Application and evaluation in Central Italy. *Remote Sensing of the Environment* 152: 279-290. (DOI: 10.1016/j.rse.2014.06.021).
- Nestola E., Sanchez-Zapero J., Latorre C., Mazzenga F., Matteucci G., Calfapietra C., Camacho F. (2017). Validation of PROBA-V GEOV1 and MODIS C5 & C6 fAPAR Products in a Deciduous Beech Forest Site in Italy. *Remote Sensing* 9(2), 126, ISSN: 2072-4292, DOI: 10.3390/rs9020126.
- Nestola E., Scartazza A., Di Baccio D., Castagna A., Ranieri A., Cammarano M., Mazzenga F., Matteucci G., Calfapietra C. (2018). Are optical indices good proxies of seasonal changes in carbon fluxes and stress-related physiological status in a beech forest?. *Science of the Total Environment* 612: 1030-1041, ISSN: 0048-9697, DOI: 10.1016/j.scitotenv.2017.08.167.
- Niu S., Luo Y., Fei S., Montagnani L., Bohrer G., Janssens I.A., Gielen B., Rambal S., Moors E., Matteucci G. (2011) Seasonal hysteresis of net ecosystem exchange in response to temperature change: patterns and causes. *Global Change Biology* 17: 3102-3114. Article first published online: 1 Jun 2011 DOI: 10.1111/j.1365-2486.2011.02459.x.
- Niu S., Luo Y., Fei S., Yuan W., Schimel D., Law B.E., Ammann C., Altaf Arain M., Arneth A., Aubinet M., Barr A., Beringer J., Bernhofer C., Andrew Black T., Buchmann N., Cescatti A., Chen J., Davis K.J., Dellwik E., Desai A.R., Etzold S., Francois L., Gianelle D., Gielen B., Goldstein A., Groenendijk M., Gu L., Hanan N., Helfter C., Hirano T., Hollinger D.Y., Jones M.B., Kiely G., Kolb T.E., Kutsch W.L., Lafleur P., Lawrence D.M., Li L., Lindroth A., Litvak M., Loustau D., Lund M., Marek M., Martin T.A., Matteucci G., Migliavacca M., Montagnani L., Moors E., William Munger J., Noormets A., Oechel W., Olejnik J., U K.T.P., Pilegaard K., Rambal S., Raschi A., Scott R.L., Seufert G., Spano D., Stoy P., Sutton M.A., Varlagin A., Vesala T., Weng E., Wohlfahrt G., Yang B., Zhang Z., Zhou X. (2012). Thermal optimality of net ecosystem exchange of carbon dioxide and underlying mechanisms. *New Phytologist* 194: 775-783. (DOI: 10.1111/j.1469-8137.2012.04095.x).
- Nolè A., Law B.E., Magnani F., Matteucci G., Ferrara A., Ripullone F., Borghetti M. (2009). Application of the 3-PGS model to assess carbon accumulation in forest ecosystems at a regional level. *Canadian Journal of Forest Research* 39(9): 1647-1661.
- Petraglia A., Cacciatori C., Chelli S., Fenu G., Calderisi G., Gargano D., Abeli T., Orsenigo S., Carbone M. (2019). Litter decomposition: effects of temperature driven by soil moisture and vegetation type. *Plant and Soil*, 435: 187-200. <https://doi.org/10.1007/s11104-018-3889-x>.
- Pither J., Fraser L.H., Jentsch A., Sternberg M., Zobel M., Cahill J., Beierkuhnlein C., Bartha S., Bennett J.A., Boldgiv B., Brown L.R., Cabido M., Campetella G., Carlyle C.N., Chelli S., Csergő A.M., Diaz S., Enrico L., Ensing D., Fidelis A., Garris H.W., Henry H.A.L., Höhn M., Klironomos J., Koorem K., Lawrence-Lodge R., Manning P., Mitchell R.J., Moora M., Pillar V.D., Stotz G.C., Sugiyama S., Szentes S., Tungalag R., Undrakhbold S., Wellstein C., Zupo T. (2016). Response to Comment by Tredennick et al. on "Worldwide evidence of a unimodal relationship between productivity and plant species richness". *Science*, 351, 457.
- Puletti N., Giannetti F., Chirici G., Canullo R. (2017). Deadwood distribution in European forests. *Journal of Maps* Vol. 13, N. 2, 733-736.

- Rezaie N., D'Andrea E., Bräuning A., Matteucci G., Bombi P., Lauteri M. (2018). Do atmospheric CO₂ concentration increase, climate and forest management affect iWUE of common beech? Evidences from carbon isotope analyses in tree rings. *Tree Physiology* 38(8): 1110-1126. DOI: 10.1093/treephys/tpy025.
- Rogora M., Frate L., Carranza M.L., Freppaz M., Stanisci A., Bertani I., Bottarin R., Brambilla A., Canullo R., Carbognani M., Cerrato C., Chelli S., Cremonese E., Cutini M., Di Musciano M., Erschbamer B., Godone D., Iocchi M., Isabellon M., Magnani A., Mazzola L., Morra di Cella U., Pauli H., Peteym J., Petriccione B., Porro F., Psenner R., Rossetti G., Scotti A., Sommaruga R., Tappeiner U., Theurillat J.-P., Tomaselli M., Viglietti D., Viterbi R., Vittoz P., Winkler M., Matteucci G. (2018). Assessment of climate change effects on mountain ecosystems through a cross-site analysis in the Alps and Apennines. *Science of the Total Environment* 624:1429-1442. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2017.12.155.
- Ruschioni S., Riolo P., Minuz R.L., Stefano M., Cannella M., Porrini C., & Isidoro N. (2013). Biomonitoring with honeybees of heavy metals and pesticides in nature reserves of the Marche Region (Italy). *Biological trace element research*, 154(2), 226-233.
- Scarascia Mugnozza G., Callegari G., Veltri A., Matteucci G. (2010). Water balance and forest productivity in Mediterranean mountain environments. *Italian Journal of Agronomy* 5(2): 217-222.
- Scarascia-Mugnozza G., Matteucci G. (2014). The impact of temperature and drought on the carbon balance of forest ecosystems: the case of a beech forest in central Italy. *Agrochimica* 58 (1), 34-39.
- Scartazza A., Di Baccio D., Bertolotto P., Gavrichkova O., Matteucci G. (2016). Investigating the European beech (*Fagus sylvatica* L.) leaf characteristics along the vertical canopy profile: leaf structure, photosynthetic capacity, light energy dissipation and photoprotection mechanisms. *Tree Physiology* 36: 1060-1076, ISSN: 0829-318X, DOI: 10.1093/treephys/tpw038.
- Scartazza A., Moscatello S., Matteucci G., Battistelli A., Brugnoli E. (2015). Combining stable isotope and carbohydrate analyses in phloem sap and fine roots to study seasonal changes of source-sink relationships in a Mediterranean beech forest. *Tree Physiology* 35: 829-839 DOI: 10.1093/treephys/tpv048.
- Scartazza A., Moscatello S., Matteucci G., Battistelli A., Brugnoli E. (2013). Seasonal and inter-annual dynamics of growth, non-structural carbohydrates and C stable isotopes in a Mediterranean beech forest. *Tree Physiology* 33: 730-742 (DOI: 10.1093/treephys/tpt045).
- Scocco P., Piermarteri K., Malfatti A., Tardella F.M., Catorci A. (2016). Increase of drought stress negatively affects the sustainability of extensive sheep farming in sub-Mediterranean climate. *Journal of Arid Environments* 128: 50-58. <https://doi.org/10.1016/j.jaridenv.2016.01.006>.
- Scocco P., Piermarteri K., Malfatti A., Tardella F.M., Catorci A. (2016). Effects of summer rainfall variations on sheep body state and farming sustainability in sub-Mediterranean pastoral systems. *Spanish Journal of Agricultural Research* 14(3) e03SC02. <https://doi.org/10.5424/sjar/2016143-9230>.
- Tardella F.M., Bricca A., Chelli S., Campetella G., Canullo R., Cutini M., Goia I.G., Postiglione N., Catorci A. (2021). Species trait syndrome drives the leaves' functional variations of dominant grasses to modifications in summer water supply. *Plant Ecology*, 222(10): 1113-1128.
- Tardella F.M., Catorci A. (2015). Context-dependent effects of abandonment vs. grazing on functional composition and diversity of sub-Mediterranean grasslands. *Community Ecology* 16 (2): 254-266.
- Toderi M., Francioni M., Seddaiu G., Roggero P.P., Trozzo L. & D'Ottavio P. (2017). Bottom-up design process of agri-environmental measures at a landscape scale: Evidence from case studies on biodiversity conservation and water protection. *Land use policy*, 68, 295-305.
- Vitale M., Mancini M., Matteucci G., Francesconi F., Valenti R., Attorre F. (2012). Model-based assessment of ecological adaptations of three forest tree species growing in Italy and impact on carbon and water balance at national scale under current and future climate scenarios. *iForest* 5: 235-

246 [online 2012-10-24] (URL: <http://www.sisef.it/iforest/contents?id=ifor0634-005>) DOI: 10.3832/ifor0634-005.

- Waldner P., Marchetto A., Thimonier A., Schmitt M., Rogora M., Granke O., Mues V., Hansen K., Karlsson G.P., Zlindra D., Clarke N., Verstraeten A., Lazdins A., Schimming C., Iacoban C., Lindroos A.-J., Vanguelova E., Benham S., Meesenburg H., Nicolas M., Kowalska A., Apuhtin V., Napa U., Lachmanov Z., Kristoefel F., Bleeker A., Ingerslev M., Vesterdal L., Molina J., Fischer U., Seidling W., Jonard M., O'Dea P., Johnson J., Fischer R., Lorenz M. (2014). Detection of temporal trends in atmospheric deposition of inorganic nitrogen and sulphate to forests in Europe. *Atmospheric Environment* 95 (2014) 363-374.
- Wang T., Ciais P., Piao S., Oettle C., Brender P., Maignan F., Arain A., Gianelle D., Gu L., Lafleur P., Laurila T., Margolis H., Montagnani L., Moors E., Nobuko S., Vesala T., Wohlfahrt G., Reichstein M., Migliavacca M., Ammann C., Aubinet M., Barr A., Bernacchi C., Bernhofer C., Black T., Davis K., Dellwik E., Dragoni D., Don A., Flanagan L., Foken T., Granier A., Hadley J., Hirata R., Hollinger D., Kato T., Kutsch W., Marek M., Matamala R., Matteucci G., Meyers T., Monson R., Munger J., Oechel W., Paw U.K.P., Rebmann C., Tuba Z., Valentini R., Varlagin A., Verma S. (2010). Controls on winter ecosystem respiration at mid- and high-latitudes. *Biogeosciences Discussion* 7, 6997-7027, 2010 (www.biogeosciences-discuss.net/7/6997/2010/; DOI: 10.5194/bgd-7-6997-2010).
- Wellstein C., Campetella G., Spada F., Chelli S., Mucina L., Canullo R., Bartha S. (2014). Context-dependent assembly rules and the role of dominating grasses in semi-natural abandoned sub-Mediterranean grasslands. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 182: 113-122. ISSN: 0167-8809. <http://dx.doi.org/10.1016/j.agee.2013.12.016>.
- Wellstein C., Chelli S., Campetella G., Bartha S., Galie' M., Spada F., Canullo R. (2013). Intraspecific phenotypic variability of plant functional traits in contrasting mountain grasslands habitats. *Biodiversity and Conservation*, 22(10): 2353-2374.
- Wellstein C., Poschlod P., Gohlke A., Chelli S., Campetella G., Rosbakh S., Canullo R., Kreyling J., Jentsch A., Beierkuhnlein C. (2017). Effects of extreme drought on specific leaf area of grassland species: a meta-analysis of experimental studies in temperate and sub-Mediterranean systems. *Global Change Biology* 23(6), 2473-2481. <https://doi.org/10.1111/gcb.13662>.
- Yi C., Ricciuto D., Li R., Wolbeck J., Xu X., Nilsson M. e altri 111 in ordine alfabetico tra cui Matteucci G. (2010). Climate control of terrestrial carbon exchange across biomes and continents. *Environmental Research Letters* 5 034007 (10pp) (DOI: 10.1088/1748-9326/5/3/034007).
- Yuan W., Luo Y., Liang S., Yu G., Niu S., Stoy P., Chen J., Desai A.R., Lindroth A., Gough C.M., Ceulemans R., Arain A., Bernhofer C., Cook B., Cook D.R., Dragoni D., Gielen B., Janssens I., Longdoz B., Liu H., Lund M., Matteucci G., Moors E., Scott R.L., Seufert G., Varner R.: (2011) Thermal adaptation of net ecosystem exchange, *Biogeosciences* 8: 1453-1463. doi:10.5194/bg-8-1453-2011 (www.biogeosciences.net/8/1453/2011/).
- Zhou Y.L., Wu X.C., Ju W.M., Chen J.M., Wang S.Q., Wang H.M., Yuan W.P., Black T.A., Jassal R., Ibrom A., Han S.J., Yan J.H., Margolis H., Rouspard O., Li Y.N., Zhao F.H., Kiely G., Starr G., Pavelka M., Montagnani L, Wohlfahrt G., D'Odorico P., Cook D., Arain M.A., Bonal D., Beringer J., Blanken P.D., Loubet B., Leclerc M.Y., Matteucci G., Nagy Z., Olejnik J., U K.T.P., Varlagin A. (2016). Global parameterization and validation of a two-leaf light use efficiency model for predicting gross primary production across FLUXNET sites. *Journal Geophysical Research Biogeosciences*, vol. 121, p. 1045-1072, ISSN: 2169-8953, DOI: 10.1002/2014JG002876.

Lavori non-ISI

- Bertini G., Amoriello T., Piovosi M., Fabbio G. (2013). Alcune evidenze dal monitoraggio intensivo delle foreste italiane. L'accrescimento radiale degli alberi come indice di risposta ai disturbi e le sue relazioni con la struttura del soprassuolo. *Forest@* 10: 68-78.

- Cianfaglione K. & Pedrotti F. (2019). The Red Beech at the “Montagna di Torricchio”, Marche Region, Central Italy. *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca*, 47(3), 860-866.
- Conte A., Fares S., Salvati L., Savi F., Matteucci G., Mazzenga F., Spano D., Sirca C., Marras S., Galvagno M., Cremonese E., Montagnani L. (2019). Ecophysiological responses to rainfall variability in grassland and forests along a latitudinal gradient in Italy. *Frontiers in Forests and Global Change* 2, 16, <https://doi.org/10.3389/ffgc.2019.00016>.
- Dick J., Al-Assaf A., Andrews C., Díaz-Delgado R., Groner E., Halada L., Izakovičová Z., Kertész M., Khoury F., Krsiá D., Krauze K., Matteucci G., Melecis V., Mirtl M., Orenstein D.E., Preda E., Santos-Reis M., Smith R.I., Vadineanu A., Veselić S., Vihervaara P. (2014). Ecosystem Services: A Rapid Assessment Method Tested at 35 Sites of the LTER-Europe Network. *Ekologia (Bratislava)* 33(3): 217-231 (DOI: 10.2478/eko-2014-0021).
- Garadnai J., Gimona A., Angelini E., Cervellini M., Campetella G., Canullo R. (2010). Scales and Diversity Responses to Management in Beech Coppice of Central Apennines (Marches, Italy): From Floristic Relevés to Functional Groups, vol. 46. Braun - Blanquetia.
- Iannetta M., Borfecchia F., Ciucci L., Compagnone L., Dibari C., Pedrotti F., Schino G. & Enea V.A. (2011). Mapping Real Vegetation in the Sibillini National Park (Central Italy): An Application of Satellite Remote Sensing. *Colloques Phytosociologiques*, 29, 347-360.
- Marchetto A., Arisci S., Tartari G.A., Balestrini R., Tait D. (2014). Stato ed evoluzione temporale della composizione chimica delle deposizioni atmosferiche nelle aree forestali della rete CONECOFOR. *Forest@ 11*: 72-85 [online 2014-04-22] URL: <http://www.sisef.it/forest@/contents/?id=efor1003-011>.
- Marchetto A., Mosello R., Tartari G., Tornimbeni O., Derome J., Derome K., Sorsa P., Keonig N., Clark N., Ulriche E., Kowalska A. (2009). Influence of QA/QC procedures on non-sampling error in deposition monitoring in forests.
- Matteucci G. (2009). Il bilancio del carbonio in ecosistemi forestali mediterranei. Atti del Terzo Congresso Nazionale di Selvicoltura. Taormina (ME), 16-19 ottobre 2008. Accademia Italiana di Scienze Forestali, Firenze, p. 551-557. ISBN 978-88-87553-16-1.
- Matteucci G., Pompei E., Canullo R. (2012). Foreste degli Appennini. In Bertone R. (a cura di), *La rete italiana per la ricerca ecologica a lungo termine (LTER-Italia). Situazione e prospettive dopo un quinquennio di attività (2006-2011)*: 73-82. Aracne editrice, Roma. ISBN: 978-88-548-4661-6.
- Pedrotti F. (2013). Mapping Environments. In *Plant and Vegetation Mapping*, pp. 261-274. Springer, Berlin, Heidelberg.
- Pedrotti F. (2013). Mapping Populations. In *Plant and Vegetation Mapping*, pp. 7-25. Springer, Berlin, Heidelberg.
- Piovesan G., Alessandrini A., Baliva M., Chiti T., D'Andrea E., De Cinti B., Di Filippo A., Hermanin L., Lauteri M., Scarascia Mugnozza G., Schirone B., Ziaco E., Matteucci G. (2010). Structural patterns, growth processes, carbon stocks in an Italian network of old-growth beech forests. *L'Italia Forestale e Montana/Italian Journal of Forest and Mountain Environments* 65(5): 557-590. (DOI: 10.4129/ifm.2010.5.07).

Libri o capitoli di libro

- Baraldi R., Rapparini F., Facini O., Kemper Pacheco C.J., Matteucci G., Brancaleoni E., Ciccioli P. (2015). Biogenic Volatile Organic Compound Emissions. In: Valentini R., Miglietta F. (edit.) *The Greenhouse Gas Balance of Italy. An Insight on Managed and Natural Terrestrial Ecosystems*. Environmental Sciences and Engineering, Springer, Berlin-Heidelberg (Germany), pp. 47-57 (DOI 10.1007/978-3-642-32424-6_3). ISBN 978-3-642-32424-6 (on line); ISBN 978-3-642-32423-9 (print).
- Chiarucci A., Campetella G., Chelli S., Giorgini D., Landi S., Canullo R. (2014). Biogeography is the major determinant of plant diversity in European forests. *Frontiers of Biogeography* vol.6 suppl.1 (ISSN – 1948-6596).

- Fischer R., Beck W., Calatayud V., Cools N., De Vos B., Dobbertin M., Fleck S., Giordani P., Granke O., Kindermann G., Lorenz M., Meesenburg H., Meining S., Nagel H.D., Neumann M., Scheuschner T., Stofer S. (2011). The condition of forests in Europe. ICP Forests and European Commission. Hamburg and Brussels, pp. 21, <http://icp-forests.org/RepEx.htm>.
- Hansen K., Thimonier A., Clarke N., Staelens J., Žlindra D., Waldner P., Marchetto A. (2013). Atmospheric Deposition to Forest Ecosystems. In Marco Ferretti and Richard Fischer, editors: *Developments in Environmental Science*, Vol. 12, Amsterdam, The Netherlands, pp. 337-374. ISBN: 978-0-08-098222-9.
- Maesano M., Matteucci G., Corona P., Scarascia Mugnozza G. (2017). Ecosystem services in mountain forests: the interaction of carbon and water balance in a beech stand in Central Italy. In: Tognetti R., Scarascia Mugnozza G., Hofer T. (editors). *Mountain Watersheds and Ecosystem Services: Balancing multiple demands of forest management in head-watersheds*. EFI Technical Report 101, pp. 53-62. European Forest Institute.
- Matteucci G., Manca G. (2012). Measuring CO₂ exchange at canopy scale: the eddy covariance technique. In: J. Flexas, F. Loreto, H. Medrano (edit) *Terrestrial Photosynthesis in a Changing Environment*, Cambridge University Press, United Kingdom, pp. 206-218. ISBN 978-0-521-89941-3.
- Matteucci G., Pompei E., Canullo R. (2012). Foreste degli Appennini. In Bertone R. (a cura di), *La rete italiana per la ricerca ecologica a lungo termine (LTER-Italia). Situazione e prospettive dopo un quinquennio di attività (2006-2011): 73-82*. Aracne editrice, Roma. ISBN: 978-88-548-4661-6.
- Papale D., Migliavacca M., Cremonese E., Cescatti A., Alberti G., Balzarolo M., Belelli Marchesini L., Canfora E., Casa R., Duce P., Facini O., Galvagno M., Genesio L., Gianelle D., Magliulo V., Matteucci G., Montagnani L., Petrella F., Pitacco A., Seufert G., Spano D., Stefani P., Vaccari F.P., Valentini R. (2015). Carbon, water and energy fluxes of terrestrial ecosystems in Italy. In: Valentini R., Miglietta F. (edit.) *The Greenhouse Gas Balance of Italy. An Insight on Managed and Natural Terrestrial Ecosystems*. Environmental Sciences and Engineering, Springer, Berlin-Heidelberg (Germany), pp. 11-45 (DOI 10.1007/978-3-642-32424-6_2). ISBN 978-3-642-32424-6 (on line); ISBN 978-3-642-32423-9 (print).
- Waldner P., Thimonier A., Graf Pannatier E., Etzold S., Schmitt M., Marchetto A., Rautio P., Derome K., Maileena Nieminen T., Nevalainen S., Lindroos A.-J., Merilä P., Kindermann G., Neumann M., Cools N., de Vos B., Roskams P., Verstraeten A., Hansen K., Pihl Karlsson G., Dietrich H.-P., Raspe S., Fischer R., Lorenz M., Iost S., Granke O., Sanders T.G.M., Michel A., Nagel H.-D., Scheuschner T., Simončič P., von Wilpert K., Meesenburg H., Fleck S., Benham S., Vanguelova E., Clarke N., Ingerslev M., Vesterdal L., Gundersen P., Stupak I., Jonard M., Potočić N., Minaya M. (2015). Exceedance of critical loads and of critical limits impacts tree nutrition across Europe. *Annals of Forest Science*, 72:929-939.

Poster e comunicazioni a congressi

- Bartha S., Campetella G., Canullo R., Chelli S., Mucina L. (2009). Clonal growth modes in a beech coppice context: social behaviour type and clonal strategy changes along a chronosequences. In: Coles S. & Dimopoulos P. (Eds.) (2009). *Vegetation processes and Human Impact in a Changing World*. 52st Annual Symposium of IAVS, Abstracts, University of Ioannina, Agrinio, Greece, p. 138. Poster.
- Bartha S., Canullo R., Campetella G., Merolli A., Garadnai J., Gatto S., Chelli S. (2008). Assessing the effect of landuse in beech forests - an example from central Apeninnes, Italy. In Chytrý M. (Ed): *Abstracts of 17th International Workshop, European Vegetation Survey, "Using phytosociological data to address ecological questions"*, 1-5 May 2008, Masaryk University, Brno, Czech Republic, p. 11. ISBN: 978-80-210-4589-9. Poster.
- Campetella G., Gatto S., Chelli S., Canullo R., Bartha S., Merolli A., Angelini E. (2008). Effects on vascular plant diversity and functional traits after coppicing disturbance in beech forests, central

-
- Apennines, Italy. In: Mucina L. *et al.* (Eds). *Frontiers of vegetation science – An evolutionary angle*. pp. 29-30. Keith Phillips Images, Sommerset West. ISBN: 978-0-9584766-9-0. Poster.
- Cervellini M., Fiorini S., Gimona A., Campetella G., Chelli S., Cavicchi A., Canullo R. (2014). A first approach to the Social-Ecological System of Central Apennines coppice forests (Sibillini and Torricchio protected areas). Ottava Assemblea nazionale della Rete LTER Italia. 14-15 Maggio, Università di Torino. Comunicazione orale.
- Cervellini M., Fiorini S., Gimona A., Campetella G., Chelli S., Cavicchi A., Canullo R. (2013). Identifying social ecological key variables in the beech coppice forest system in Central Italian Apennine. Paper to the international workshop *Perspectives on Forest Conservation – Tackling the Frontier between Policy and Conservation Science*. Reviewed. Freiburg, Germany. Comunicazione orale.
- Cervellini M., Fiorini S., Gimona A., Campetella G., Chelli S., Cavicchi A., Canullo R. (2013). Identifying social ecological key variables in the beech coppice forest system in Central Italian Apennine. Paper to the international workshop *Perspectives on Forest Conservation - Tackling the Frontier between Policy and Conservation Science*. Reviewed. Freiburg, Germany. Poster.
- Cervellini M., Gimona A., Campetella G., Simonetti E., Chelli S., Fiorini S., Canullo R. (2013). Plant community changes along a chronosequence of Beech coppice stands, Central Apennines, Italy. In: Pussa K., Kalamees R., Hallop K. (Eds), *56th Symposium of the International Association for Vegetation Science: Abstracts*. University of Tartu. ISBN: 978-9985-4-0754-7. Poster.
- Chelli S., Campetella G., Canullo R. (2012). E-Changes experiment: effect of climate change on Apennine grasslands. Methods and first results. Rete LTER Italia, sesta assemblea nazionale. Roma, CNR, 29-30 Marzo 2012. Comunicazione orale.
- Chelli S., Campetella G., Cervellini M., Quintero G., Canullo R., Bartha S., Wellstein C. (2012). Effetti dei cambiamenti climatici sulle praterie montane dell'Appennino. Primi risultati. Giornata di studio "Cambiamento climatico: analisi ed impatti sugli ecosistemi vegetali". Società Botanica Italiana, Gruppo di Ecologia. Varese, 18 Aprile 2012. Comunicazione orale.
- Chelli S., Campetella G., Cervellini M., Quintero G., Canullo R., Bartha S., Wellstein C. (2012). Effetti dei cambiamenti climatici sulle praterie montane dell'Appennino. Primi risultati. In: *Atti del Convegno "Cambiamento climatico: Analisi ed impatti su specie ed ecosistemi vegetali"*. A cura di: Cannone N., Barni E., Marignani M. (Ed). Gruppo di Ecologia della Società Botanica Italiana, Varese, 18 aprile 2012, 87 pp. ISBN 978-88-904708-2-0. Poster.
- Chelli S., Canullo R., Campetella G., Schmitt A.O., Bartha S., Cervellini M., Wellstein C. (2015). The importance of early season precipitation conditioning sub-mediterranean grassland responses to rainfall variation. In: Chytrý M., Zelený D., Hettnerbergerová E. (eds), *Understanding broad-scale vegetation patterns*. 58th Symposium of the International Association for Vegetation Science. Brno, Czech Republic 19-24 July 2015. ISBN: 978-80-2107860-4. Poster.
- Chelli S., Simonetti E., Campetella G., Cervellini M., Canullo R. (2019). Intraspecific variability of specialist species drives SLA changes in the understory of Beech coppice forests. 38th meeting of the Eastern Alpine and Dinaric Society for Vegetation Ecology. Colfiorito (Italy) – 8th-12th May 2019. ISBN: 9788867680399. Comunicazione orale.
- Chelli S., Wellstein C., Campetella G., Bartha S., Cervellini M., Canullo R. (2013). The effects of extreme climate changes on the productivity of Apennines mountain grasslands. 2013 Palynology: the bridge between paleoecology and ecology for the understanding of human-induced global changes in the Mediterranean area. Modena, 27-29 May 2013. Comunicazione orale.
- Chelli S., Wellstein C., Campetella G., Bartha S., Cervellini M., Canullo R. (2013). Effects of extreme weather events on Apennines grasslands productivity. 5th Symposium for Research in Protected Areas, 10-12 June 2013 – Hohe Tauern National Park Center, Mittersill, Salzburg, Austria, pp 97-102. Poster.

-
- Chelli S., Wellstein C., Campetella G., Bartha S., Spada F., Canullo R. (2011). Variability in leaf functional traits in contrasting mountain grassland, central Apennines, Italy. In: Bornette G. & Puijalón S. (Eds), 54th Symposium of the International Association for Vegetation Science: Abstracts. Université Lyon 1 Service Formation Continue et Alternance. ISBN: 978-2-9539515-1-6. Poster.
- Chiarucci A., Giorgini D., Campetella G., Chelli S., Canullo R. (2014). The diversity of Italian forests: a interactive product of biogeography and ecology. 23rd EVS-Workshop, Ljubljana 8-12 May 2014 (oral presentation).
- Corriero G., Acosta A., Allegrini M.C., Austoni M., Barbone N., Bartolozzi L., Basset A., Bastianini M., Bavestrello G., Bernardi Aubry F., Boero F., Boggero A., Buia M.C., Cabrini M., Campanaro A., Campetella G., Canullo R., Frine C., Carranza M.L., Cataletto B., Cattaneo A., Cattaneo Vietti R., Cavraro F., Cecere E., Cervellini M., Cesaroni D., Chelli S., Chiapparelli S., Cianferoni F., Cibic T., Cocciufa C., Elia A.C., De Felici S., De Olazabal A., D'Onghia G., Finotto S., Fiore N., Fontaneto D., Fornasaro D., Franzoi P., Frascchetti S., Frate L., Fuentes D., Gaino E., Gaudiano L., Giangrande A., Goretti E., In-grosso W., Keppel E., Labadessa R., La Porta G., Longo C., Lorenti M., Lorenzoni M., Lucarini D., Ludovisi A., Malavasi S., Manca M., Maiorano P., Marchetto A., Marra M., Martin Dorr A., Mastrototaro F., Mazzocchi M.G., Minari E., Mistri M., Monti M., Morabito G., Munari C., Nonnis M.C., Oggioni A., Patti F.P., Pelino G., Petrocelli A., Pierri C., Pugnetti A., Riccarducci G., Rosati I., Riccardi N., Santoro R., Sarno D., Sbordonì V., Sorino R., Scipione B., Sigovini M., Sion L., Stanisci A., Tagliapietra D., Tirelli V., Tursi A., Ungaro N., Volta P., Zingone A., Zucchetta M., Zupo V. (2012). Ecosystem fragility to alien and invasive species. Riassunti XXII Congresso S.It.E. vol. 1, p. 40. Poster.
- Forconi P. (2012). Il monitoraggio del gatto selvatico e del lupo con foto-videotrappole in un'area dell'Appennino centrale. Atti del Convegno "Il foto-video trappolaggio in Italia: primi risultati di una nuova tecnica di ricerca scientifica per la fauna selvatica". 9 luglio 2011-Pettorano sul Gizio (AQ), 34. Poster.
- Simonetti E., Chelli S., Campetella G., Chiarucci A., Cervellini M., Tardella F.M., Tomasella M., Peconi C., Canullo R. (2018). Cambiamenti della diversità vegetale nella Riserva Naturale Montagna di Torricchio: un metodo di campionamento probabilistico per valutazioni quantitative. XII Assemblea Nazionale della Rete LTER-Italia. Bolzano, 28-30 Maggio 2018. Comunicazione orale.
- Tardella F.M., Bricca A., Piermarteri K., Postiglione N., Goia I., Chelli S., Campetella G., Canullo R., Catorci A. (2017). Functional response of graminoid species to changing summer water availability: insight into the effects of climate change in sub-Mediterranean meadows. First international conference on community ecology. Budapest, Hungary, 28-29 September 2017. ISBN: 978-963-454-170-7. Comunicazione orale.
- Wellstein C., Campetella G., Spada F., Chelli S., Mucina L., Canullo R., Bartha S. (2013). Does functional diversity show maximum in fine-scale diversity hotspots? 56th Symposium of the International Association for Vegetation Science: Abstracts. University of Tartu. 25-30/06/2013. Comunicazione orale.
- Wellstein C., Campetella G., Spada F., Chelli S., Mucina L., Canullo R., Bartha S. (2013). Does functional diversity show maximum in fine-scale diversity hotspots? In: Pussa K., Kalamees R., Hallop K. (Eds), 56th Symposium of the International Association for Vegetation Science: Abstracts. University of Tartu. ISBN: 978-9985-4-0754-7. Poster.

Tesi di laurea e dottorato

- Antinori T. (A.A. 2016-2017). Risposta della produzione epigea di una faggeta sottoposta a differenti livelli di fertilizzazione. Tesi di laurea. Università degli Studi della Tuscia – DIBAF.

-
- Belfiori D. (A.A. 2012) Biomonitoraggio ambientale dei parchi e delle riserve naturali delle Marche mediante l'utilizzo dell'ape domestica (*Apis mellifera* L.). Tesi di Dottorato. Università Politecnica delle Marche.
- Cauci F. (A.A. 2011-2012). Il seed bank di una cronosequenza delle faggete cedue dell'Appennino marchigiano: primi risultati. Tesi di laurea. Università degli studi di Camerino.
- Cervellini M. (A.A. 2014). Socio-Ecological system of coppiced forests in the Italian Marche Region's central Apennine. Tesi di Dottorato. Università degli studi di Camerino.
- Chelli S. (A.A. 2013). Plant functional traits and environmental variations. Tesi di Dottorato. Università degli studi di Camerino.
- Consorti E. (A.A. 2017-2018). Plant assembly rules in two different grasslands in the nature reserve of Torricchio: the use of spatial point pattern analyses. Tesi di laurea. Università degli studi di Camerino.
- Corradini C. (A.A. 2010-2011). Rilevamento dell'avifauna della Riserva Naturale "Montagna di Torricchio" attraverso l'approccio bioacustico. Tesi di laurea. Università degli studi di Camerino.
- Di Carlo M. (A.A. 2015-2016). Analisi della crescita intra-annuale in una faggeta sperimentale. Tesi di laurea. Università degli Studi della Tuscia – DIBAF.
- Ferrara A. (A.A. 2017-2018). Misurazione di caratteri fenotipici della flora dei pascoli di Torricchio ed implementazione della DataBase della Bioflora. Tesi di laurea. Università degli studi di Camerino.
- Graterol C.E.A. (A.A. 2017-2018). Analisi e validazione del portale metadati della Riserva naturale Montagna di Torricchio (ricerche ed azioni 1991-2018). Tesi di laurea. Università degli studi di Camerino.
- Kinuthia M.W. (A.A. 2016-2017). Plant functional traits in a beech forest ecosystem. Tesi di laurea. Università degli studi di Camerino.
- Laurenzi E. (2008-2009). Gestione e accessibilità dei dati in un'area ILTER: linee guida per la Riserva naturale "Montagna di Torricchio. Tesi di laurea. Università degli studi di Camerino.
- Lingxing M. (A.A. 2018-2019). Community-level Trait Comparison in Post-logged vs. Old-coppice Forests. Tesi di laurea. Università degli studi di Camerino.
- Lucarelli M. (A.A. 2017-2018). Valutazione di "Soft Traits" a scala fine in due pascoli della Riserva naturale "Montagna di torricchio". Tesi di laurea. Università degli studi di Camerino.
- Matalucci A. (A.A. 2010-2011). Variabilità intraspecifica dei traits funzionali in risposta a diverse condizioni ambientali nei pascoli della Riserva Naturale Montagna di Torricchio. Tesi di laurea. Università degli studi di Camerino.
- Mazzenga F. (A.A. 2017). Analisi di lungo termine sui fattori di controllo dello scambio di carbonio in una faggeta dell'Italia centro meridionale. Tesi di dottorato. Università degli Studi della Tuscia – DIBAF.
- Panico S. (2017-2018). Phenotypic variability and environmental factors for an endemic plant species along a light and water availability gradient. Tesi di laurea. Università degli studi di Camerino.
- Peci V. (A.A. 2018-2019). Variation of anatomical traits across species and forests stands. Tesi di laurea. Università degli studi di Camerino.
- Peconi C. (A.A. 2012-2013). Il rapporto tra ricchezza specifica e produttività dei pascoli sub-mediterranei nella Riserva Naturale "Montagna di Torricchio. Tesi di laurea. Università degli studi di Camerino.
- Satta P. (A.A. 2015-2016). Effetti indotti dalla fertilizzazione azotata sui pool labili del carbonio e dell'azoto nel suolo di una faggeta, correlatore del Dott. Pietro Satta, Tesi di laurea. Università degli Studi della Tuscia – DIBAF.
- Simonetti E. (A.A. 2010-2011). Analisi comparativa (2006-2011) sui cambiamenti della diversità di specie vascolari in una cronosequenza di boschi cedui di faggio dell'appennino marchigiano. Tesi di laurea. Università degli studi di Camerino.

-
- Sperandio G. (A.A. 2010-2011). Studio della dinamica di popolazione della specie arbustiva *Cytisus sessilifolius*. Tesi di laurea. Università degli studi di Camerino.
- Tolu F. (A.A. 2017-2018). Effect of iterated mowing on functional traits of *Brachypodium rupestre* and their interplay with the fine-scale plant community functional structure. Tesi di laurea. Università degli studi di Camerino.
- Trippetta S. (A.A. 2009-2010). Struttura, diversità e modelli spaziali in due stazioni contrastanti di pascolo nella Riserva Naturale di Torricchio. Tesi di laurea. Università degli studi di Camerino.
- Wasim M. (A.A. 2015-2016). Beech forest stand dynamics in natural reserve Montagna di Torricchio. Tesi di laurea. Università degli studi di Camerino.
- Xinfang X. (A.A. 2018-2019). How context-dependent fine-scale variations affect coenological structure of un-managed sub-Mediterranean grasslands. Tesi di laurea. Università degli studi di Camerino.
- Zhang T. (A.A. 2018-2019). Intraspecific trait variability of clonal plants in beech forest understory. Tesi di laurea. Università degli studi di Camerino.

Database

Reyer C.P.O., Silveyra Gonzalez R., Dolos K., Hartig F., Hauf Y., Noack M., Lasch-Born P., Rötzer T., Pretzsch H., Meesenburg H., Fleck S., Wagner M., Bolte A., Sanders T., Kolari P., Mäkelä A., Vesala T., Mammarella I., Pumpanen J., Matteucci G., Collalti A., D'Andrea E., Foltýnová L., Krejza J., Ibrom A., Pilegaard K., Loustau D., Bonnefond J.-M., Berbigier P., Picart D., Lafont S., Dietze M., Cameron D., Vieno M., Tian H., Palacios A., Cicuendez V., Recuero L., Wieze K., Büchner M., Lange S., Volkholz J., Kim H., Weedon G.P., Sheffield J., Vega del Valle I., Suckow F., Horemans J., Martel S., Bohn F., Steinkamp J., Chikalanov A., Frieler K. (2019). The PROFOUND database for evaluating vegetation models and simulating climate impacts on forests V.0.1.12. GFZ Data Services. <http://doi.org/10.5880/PIK.2019.008>.

Report

Giorgini D., Chelli S., Campetella G., Chiarucci A., Canullo R. (2014). Validation of *a priori* forest type classifications to predict floristic composition. X Convegno Nazionale sulla Biodiversità. 3-5 settembre 2014, Consiglio Nazionale delle Ricerche (Roma).